

Sebastian Schulz-Stübner  
*Hrsg.*

# Repetitorium

Krankenhaushygiene,  
hygienebeauftragter  
Arzt und ABS-beauftragter  
Arzt

*2. Auflage*

## Repetitorium Krankenhaushygiene, hygienebeauftragter Arzt und ABS-beauftragter Arzt

Sebastian Schulz-Stübner

*Hrsg.*

# **Repetitorium Krankenhaushygiene, hygienebeauftragter Arzt und ABS- beauftragter Arzt**

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 14 Abbildungen

*Herausgeber*

**Sebastian Schulz-Stübner**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene

(BZH GmbH)

Freiburg

Deutschland

ISBN 978-3-662-53999-6

DOI 10.1007/978-3-662-54000-8

ISBN 978-3-662-54000-8 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Fotonachweis Umschlag: © deblik Berlin

Springer ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Deutschland

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

## Vorwort – Neue Herausforderungen und Ziele

---

Das Interesse und die Herausforderungen an die Krankenhaushygiene entwickeln sich ständig weiter und so mussten seit der ersten Ausgabe zahlreiche Kapitel ergänzt und teilweise erweitert werden. Um auch das Curriculum für Antibiotikabbeauftragte Ärzte mit abzudecken, wurden hier ebenfalls bestehende Kapitel zum Antibiotika-Stewardship erweitert und durch spezielle Kapitel ergänzt, was sich nun auch im Namen des Repetitoriums widerspiegelt. Damit bietet das vorliegende Buch eine umfangreiche Übersicht zum Thema Infektionsprävention und rationale Antibiotikatherapie und das für die Umsetzung in die klinische Praxis erforderliche Spezialwissen.

Allerdings darf bei allem Enthusiasmus über die verstärkte Aufmerksamkeit für die Belange der Krankenhaushygiene nicht vergessen werden, dass auch eine ausreichende Zahl von Krankenhaushygienikern, Hygienefachkräften, Hygienebeauftragten und Antibiotikabbeauftragten Ärzten und Hygienebeauftragten Pflegenden keine Mängel beim Personalschlüssel von klinisch tätigen Pflegekräften und Ärzten am Krankenbett zu ersetzen vermag. Die Maßnahmen zur Infektionsprävention und Vermeidung von Resistenzentwicklungen müssen von allen an der Patientenversorgung Beteiligten umgesetzt werden. Hierfür sind Wertschätzung, Zeit, Motivation und Vorbilder unabdingbare Voraussetzungen, um das hygienisch notwendige, richtige Verhalten zu erlernen und am Patientenbett zur Gewohnheit werden zu lassen – im wahrsten Sinne des Wortes: mit Herz und Hand!

Wichtig ist dabei auch die aktive Einbeziehung der Patienten und ihrer Angehörigen. Einen wesentlichen Beitrag leistet in zunehmendem Maße auch die Breitenaufklärung der Bevölkerung.

Diesem steigenden Maß an sinnvollen Aufgaben steht eine ebenfalls zunehmende Bürokratisierung etwa bei der Aufbereitung von Medizinprodukten, bei Berichtspflichten an unterschiedlichste Instanzen und zur Abrechnung von infektionspräventiv bedingten Leistungen gegenüber, die wertvolle Ressourcen bindet. Die Inflation von Zertifikaten und Qualitätsberichten führt leider ebenso wenig zur Qualitätsverbesserung wie die Durchsetzung nicht evidenzbasierter Vorgaben und Investitionen in unsinnige Baumaßnahmen und Technikgläubigkeit. Im Gegenteil schaden sie dem Ansehen der Hygiene und führen darüber hinaus nicht selten zum entgegengesetzten Ergebnis.

Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (KRINKO) hat hier in den vergangenen Jahren mit vielen Mythen und Ritualen aufgeräumt, aber es gibt noch viel zu tun. Durch Zusammenarbeit mit den Qualitätsmanagern der Einrichtungen kann man versuchen, den administrativen Aufwand im Alltag und vielleicht auch auf politischer Ebene einzuhengen.

Insbesondere wird man sich in Zukunft Gedanken über die Präventionsziele machen müssen und den Stellenwert von Kolonisationsbefunden als Auslöser für krankenhaushygienische Maßnahmen kritisch hinterfragen. Ist die Vermeidung von Kolonisation mit bestimmten multi-resistenten Erreger bei insgesamt niedriger Prävalenz und einer primären Akquisition durch Kontakte mit dem Gesundheitswesen sicherlich erstrebenswert und praktikabel, erweist sich dieser Ansatz bei Eintrag über die Nahrungskette und in der Breite der Bevölkerung als sinnlos.

Entscheidend im Gesundheitswesen aber auch unter Public Health-Aspekten bleibt die Prävention von Infektionen!

Dabei dürfen wir nicht vergessen, dass wir je nach Schätzung von etwa gleich viel bis zehnmal mehr Mikroorganismen (insbesondere auf unserer Haut und im Darm) besiedelt sind, als wir menschliche Zellen haben und auf ein im wahrsten Sinne des Wortes gedeihliches Zusammenleben mit diesen angewiesen sind. Ähnliche Ökosysteme existieren auch in der Umwelt, ja selbst in Gebäuden und auf vermeintlich unbelebten Oberflächen. Der Hygieniker der Zukunft ist kein zielloser Keimjäger, sondern ein dieses Gleichgewicht pflegender Ökologe, der mit ubiquitär gültigen Basismaßnahmen und gezielten, an die regionale und lokale epidemiologische Lage angepassten Interventionen Infektionen verhindert.

Aus der Vielzahl der Leitlinien und Empfehlungen von Fachgesellschaften und Institutionen wurden die aktuellsten und für die tägliche Arbeit bedeutsamen Aspekte von den Autoren ausgewählt und wo nötig ergänzt und kommentiert. In erster Linie wurden die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (KRINKO), der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) und die Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) berücksichtigt, ebenso die relevanten einschlägigen Normen. Dabei besitzen die KRINKO-Empfehlungen durch die „positive Vermutungsklausel“ im Infektionsschutzgesetz einen hohen Stellenwert; sie wurden daher, wenn sinnvoll, teils verbatim zusammengefasst. In den Literaturverzeichnissen der Einzelkapitel sind ausgewählte grundlegende und aktuelle Studien und die entsprechenden Leitlinien oder RKI-Ratgeber verzeichnet.

Fallbeispiele, Praxistipps und Merksätze erleichtern die Übersicht, Tabellen fassen komplexe Sachverhalte in Nachschlageform zusammen, was das Buch nicht nur für Mitglieder des Hygieneteams, sondern für alle interessierten Mitarbeitenden im Gesundheitswesen interessant machen soll.

In diesem Sinne wünsche ich allen Lesern neben Informationsgewinn beim Lernen oder Nachschlagen auch viel Spaß mit diesem Buch und bedanke mich bei allen Autorinnen und Autoren und vor allem auch allen Kolleginnen und Kollegen des Deutschen Beratungszentrums für Hygiene in Freiburg (BZH), die durch ihre Anregungen nach Erscheinen der ersten Auflage zum Gelingen des Projektes beigetragen haben. Hinzu kommen das wie immer hervorragende Lektorat und die Betreuung durch den Springer-Verlag, die an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben dürfen.

**Privatdozent Dr. Sebastian Schulz-Stübner**  
Freiburg, Herbst 2016

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Rechtliche Grundlagen und hygienerelevante untergesetzliche Regelwerke..</b>	<b>1</b>
	<i>H.-M. Just</i>	
<b>2</b>	<b>Hygieneplan.....</b>	<b>37</b>
	<i>E. Göttlich-Fligg</i>	
<b>3</b>	<b>Psychologie der Hygiene.....</b>	<b>53</b>
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>4</b>	<b>Ausbruchsmanagement.....</b>	<b>61</b>
	<i>R. Schulze-Röbbcke</i>	
<b>5</b>	<b>Bauhygiene.....</b>	<b>79</b>
	<i>E. Tabori, S. Schulz-Stübner</i>	
<b>6</b>	<b>Grundlagen der Keimreduktion von Flächen und Medizinprodukten .....</b>	<b>121</b>
	<i>S. Axmann</i>	
<b>7</b>	<b>Lebensmittelhygiene.....</b>	<b>147</b>
	<i>E. Fritz</i>	
<b>8</b>	<b>Mikrobiologische Diagnostik und Infektiologie .....</b>	<b>159</b>
	<i>P. Weißgerber</i>	
<b>9</b>	<b>Antibiotika-Stewardship.....</b>	<b>197</b>
	<i>E. Meyer</i>	
<b>10</b>	<b>Entwicklung hausinterner Leitlinien zur Antiinfektivtherapie .....</b>	<b>221</b>
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>11</b>	<b>Antibiotika-Stewardship-Visiten und Fallkonferenzen.....</b>	<b>235</b>
	<i>J. Bierwirth</i>	
<b>12</b>	<b>Surveillance .....</b>	<b>251</b>
	<i>C. Geffers</i>	
<b>13</b>	<b>Impfungen für medizinisches Personal .....</b>	<b>267</b>
	<i>V. Hoch</i>	
<b>14</b>	<b>Nadelstichverletzungen.....</b>	<b>275</b>
	<i>V. Hoch</i>	
<b>15</b>	<b>Allgemeine Hygienemaßnahmen .....</b>	<b>283</b>
	<i>T. Hauer</i>	

<b>16</b>	<b>Spezielle Erreger und Infektionen</b> .....	299
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>17</b>	<b>Punktionen und Injektionen</b> .....	375
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>18</b>	<b>Parenteralia und Notfallmedikamente</b> .....	381
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>19</b>	<b>Wundmanagement</b> .....	389
	<i>G. Ertelt</i>	
<b>20</b>	<b>Vermeidung postoperativer Wundinfektionen</b> .....	397
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>21</b>	<b>Vermeidung katheterassoziierter Infektionen</b> .....	413
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>22</b>	<b>Vermeidung nosokomialer Pneumonien und Atemwegsinfektionen</b> .....	431
	<i>J. Großmann, S. Schulz-Stübner</i>	
<b>23</b>	<b>Infektionsprävention in der Anästhesie</b> .....	453
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>24</b>	<b>Infektionsprävention in der Intensivmedizin</b> .....	467
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
<b>25</b>	<b>Infektionsprävention bei immunsupprimierten Patienten</b> .....	489
	<i>H. Gartmann</i>	
<b>26</b>	<b>Infektionsprävention in der Hämodialyse</b> .....	499
	<i>K. Lewalter, S. Lemmen</i>	
<b>27</b>	<b>Physiotherapie, Balneologie und Ergotherapie</b> .....	507
	<i>W. Schleipen</i>	
<b>28</b>	<b>Rettungsdienst, Intra- und Interhospitaltransporte</b> .....	513
	<i>S. Schulz-Stübner</i>	
	<b>Serviceteil</b> .....	521
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	522

# Autorenverzeichnis

---

## **Axmann, Sandra, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Bierwirth, Janine**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Ertelt, Gabriele**

Hygienefachkraft  
Südring 15  
79189 Bad Krozingen

## **Fritz, Eva, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Gartmann, Hannjörg**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Geffers, Christine, Prof Dr.**

Charité-Universitätsmedizin Berlin  
Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
Hindenburgdamm 27  
12203 Berlin

## **Göttlich-Fligg, Elke, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Großmann, Joachim, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH

Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Hauer, Thomas, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

## **Hoch, Verena, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene,  
Außenstelle Bayern  
BZH GmbH  
Aindorferstraße 107  
80689 München

## **Just, Heinz-Michael, Prof. Dr.**

Klinikum Nürnberg  
Institut für Klinikhygiene, Medizinische  
Mikrobiologie und Klinische Infektiologie  
Prof.-Ernst-Nathan-Str. 1  
90419 Nürnberg

## **Lemmen, Sebastian, Prof. Dr.**

Universitätsklinikum Aachen / RWTH Aachen  
Zentralbereich für Krankenhaushygiene und  
Infektiologie  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen

## **Lewalter, Karl, Dr.**

Universitätsklinikum Aachen / RWTH Aachen  
Zentralbereich für Krankenhaushygiene und  
Infektiologie  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen

## **Meyer, Elisabeth, PD Dr.**

Charité-Universitätsmedizin Berlin  
Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
Hindenburgdamm 27  
12203 Berlin

**Schleipen, Waltraud**

Hygienefachkraft  
Alte Straße 35  
79249 Merzhausen

**Schulze-Röbbcke, Roland, PD Dr.**

Universitätsklinikum Düsseldorf  
Institut für Medizinische Mikrobiologie und  
Krankenhaushygiene  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf

**Schulz-Stübner, Sebastian, PD Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

**Tabori, Ernst, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

**Weißgerber, Patrick, Dr.**

Deutsches Beratungszentrum für Hygiene  
BZH GmbH  
Schnewlinstr. 10  
79098 Freiburg

# Rechtliche Grundlagen und hygienerelevante untergesetzliche Regelwerke

*H.-M. Just*

- 1.1 Infektionsschutzgesetz – 2
- 1.2 Hygieneverordnungen der Länder – 22
- 1.3 RKI, KRINKO, ART: Aufgaben, Organisation und Stellenwert der Empfehlungen – 22
- 1.4 Biostoffverordnung und TRBA 250 – 32
- 1.5 SGB V und Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA) – 33
- 1.6 Öffentlicher Gesundheitsdienst: Aufgaben, Befugnisse, Beratungspartner – 35
- Literatur – 35

## Zusammenfassung

Maßnahmen zur Infektionsvermeidung sind immer nur so wirksam, wie sie konsequenterweise angewendet werden. Nicht Gesetze, Verordnungen, Empfehlungen oder Handlungsanweisungen sind dafür das Entscheidende, sondern das ständige Bewusstsein der eigenen Verantwortung als permanenter Begleiter bei jedem Handgriff am Patienten und für den Patienten. Zunehmende Meldungen über Infektionen mit multiresistenten Infektionserregern und über angebliche Hygienemängel in deutschen Kliniken haben die Politik zu Verschärfungen des Infektionsschutzgesetzes bewogen, damit in Medizinischen Einrichtungen eigentlich selbstverständliche (und seit Langem bekannte) Handlungsempfehlungen endlich beachtet und umgesetzt werden.

Im Folgenden werden die für den Hygienebeauftragten Arzt besonders hygienerelevanten Gesetze und Verordnungen so wie untergesetzliche Regelwerke wie Richt- u. Leitlinien, Empfehlungen zusammengefasst und kommentiert. Hierzu gehören in erster Linie das Infektionsschutzgesetz, die Hygieneverordnungen der Länder, die Empfehlungen von KRINKO und ART sowie die Biostoffverordnung, die TRBA und das Sozialgesetzbuch V.

## 1.1 Infektionsschutzgesetz

### 1.1.1 Meldepflichten

Das Meldewesen hat im Infektionsschutzgesetz eine besondere Bedeutung und dient dazu, epidemiologische Besonderheiten, wie z. B. Ausbrüche oder besondere Erregereigenschaften, und die Weiterverbreitung bestimmter Bakterien- oder Virusarten frühzeitig zu erkennen. Diese behördliche Meldung ist im dritten Abschnitt – Meldewesen – in den § 6–15 in allen Einzelheiten geregelt:

- § 6 nennt die meldepflichtigen Krankheiten, die vom behandelnden Arzt zu melden sind
- § 7 gibt die meldepflichtigen Krankheitserreger an, die vom diagnostizierenden Labor gemeldet werden müssen.
- § 8 nennt die zur Meldung verpflichteten Personen.

- §§ 9 bzw. 10 geben an, wann eine namentliche und wann eine nicht namentliche Meldung vorgeschrieben ist und welche Angaben dabei erforderlich sind.
- §§ 11 bis 15 regeln die epidemiologische Verwertung dieser Daten, und zwar auf nationaler wie auf europäischer Ebene, und die sich daraus ergebenden Handlungskonsequenzen für die Gesundheitsbehörden.

#### ■ Arztmeldepflichten

Laut § 6 IfSG meldepflichtige Krankheiten sind Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod bestimmter Krankheiten (innerhalb 24 Stunden) namentlich an das Gesundheitsamt zu melden:

- Botulismus
- Cholera
- *Clostridium-difficile-Infektion* (mit klinisch schwerem Verlauf)
- Diphtherie
- Humane spongiforme Enzephalopathie, außer familiär-hereditäre Formen
- Akute Virushepatitis
- Enteropathisches hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)
- Virusbedingte hämorrhagische Fieber
- Masern
- Zoonotische Influenza
- Meningokokkenmeningitis oder -sepsis
- Milzbrand
- Mumps
- Pertussis
- Poliomyelitis (als Verdacht gilt jede akute schlaffe Lähmung, außer wenn traumatisch bedingt)
- Pest
- Röteln einschließlich Rötelnembryopathie
- Tollwut
- Typhus abdominalis, Paratyphus
- Varizellen
- Erkrankung und Tod an einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose, auch wenn kein bakteriologischer Nachweis vorliegt

Ebenfalls meldepflichtig sind Krankheitsverdacht und Erkrankung an einer mikrobiell bedingten Lebensmittelvergiftung oder einer akuten infektiösen Gastroenteritis, wenn eine Tätigkeit im Sinne des § 42 IfSG ausgeübt wird oder wenn zwei oder mehr

gleichartige Erkrankungen auftreten, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich oder vermutet ist (**Ausbruch im Lebensmittelbereich**).

Darüber hinaus ist dem Gesundheitsamt unverzüglich das gehäufte Auftreten nosokomialer Infektionen, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird, als Ausbruch nichtnamentlich zu melden (**Ausbruch nosokomialer Infektionen**).

Außerdem arztmeldepflichtig sind:

- Die Verweigerung einer Behandlung und der Abbruch der Behandlung einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose
- Das Auftreten einer bedrohlichen Erkrankung (§ 6 Abs. 1, Nr. 5a, IfSG), wenn dies auf eine schwerwiegende Gefahr für die Allgemeinheit hinweist und Krankheitserreger als Ursache in Betracht kommen, die nicht in § 7 IfSG genannt sind (**Ad-hoc-Meldepflichten bei besonderen epidemiologischen Lagen**)
- Verdacht auf gesundheitliche Schädigung durch Impfung („**Impfschaden**“)
- Verletzung eines Menschen durch ein tollwutkrankes, -verdächtiges oder ansteckungsverdächtiges Tier oder die Berührung eines solchen Tieres/Tierkörpers.

#### ■ Labormeldepflichten

Laut § 7 „Meldepflichtige Nachweise von Krankheitserregern“ ist der direkte oder indirekte Nachweis bestimmter Krankheitserreger (■ [Tab. 1.1](#)), soweit nicht anders bestimmt, namentlich an das Gesundheitsamt zu melden, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen.

Nichtnamentlich gemäß § 7 Abs. 3 IfSG zu melden ist der direkte oder indirekte Nachweis bei folgenden Krankheitserregern:

- *Treponema pallidum*
- HIV
- *Echinococcus sp.*
- *Plasmodium sp.*
- *Toxoplasma gondii*, Meldepflicht nur bei konnatalen Infektionen

Die Meldung gemäß § 7 Abs. 3 IfSG erfolgt auf einem Durchschlagbogen. Das Original wird vom meldepflichtigen Labor ausgefüllt und an das Robert Koch-Institut (RKI) gesandt. Der Durchschlag wird an den

Arzt, der die Probe eingesandt hat, geschickt. Der **einsendende Arzt** unterstützt das meldepflichtige Labor bei der Erhebung weiterer relevanter Angaben und schickt den Durchschlag nach Vervollständigung an das RKI. Jeder Meldebogen mit Durchschlagbogen trägt eine fortlaufende Nummer. Die zusammengehörigen Melde- und Durchschlagbögen können dann im RKI anhand der gleichlautenden Nummer zugeordnet werden.

#### ■ Erweiterung der Meldepflichten

In folgenden Bundesländern bestehen Gesetze und Verordnungen, die die Meldepflichten nach dem Infektionsschutzgesetz erweitern:

- Bayern
- Berlin
- Brandenburg
- Hessen
- Mecklenburg-Vorpommern
- Rheinland-Pfalz
- Saarland
- Sachsen
- Sachsen-Anhalt
- Thüringen

Eine zusammenfassende Übersicht findet sich in ■ [Tab. 1.1](#).

### 1.1.2 § 23 IfSG

Für die Tätigkeit des Hygienebeauftragten Arztes ist der § 23 IfSG mit seinen im Jahr 2011 erfolgten Änderungen die entscheidende Grundlage.

#### Wesentliche Regelungen des § 23 IfSG

- KRINKO
- ART
- Hygieneorganisation (Bezug zu KRINKO und ART)
- Surveillance (inkl. Antibiotikaverbrauch)
- Hygienepläne
- Infektiologische Überwachung
- Befugnisse der Überwachungsbehörden
- Verpflichtung der Landesregierungen, Hygieneverordnungen zu erlassen

Tab. 1.1 Gesetze und Verordnungen, die die Meldepflichten nach dem Infektionsschutzgesetz erweitern. (Adaptiert nach RKI [ <a href="http://www.rki.de">www.rki.de</a> ] und BZH-Merkblatt 2016)						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Adenoviren			Sachsen: Bei akuter Infektion für Nachweise aus allen Körpermaterialien			
Keratokonjunctivitis epidemica	Sachsen-Anhalt: Krankheitsverdacht und Erkrankung Thüringen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit: nur direkter Nachweis von Adenoviren im Konjunktivalabstrich			
Antibiotikaresistenz			Sachsen: bei Infektion oder Kolonisation, Hessen: Auch andere als die genannten Erreger			
<i>Acinetobacter</i> spp. mit Carbapenem-Resistenz			Bundesweit: bei Infektion oder Kolonisation in den Fällen nach § 2 Nr. 3 IfSGMeldAnpV			
<i>Enterobacteriaceae</i> mit Carbapenem-Resistenz			Bundesweit: bei Infektion oder Kolonisation in den Fällen nach § 2 Nr. 3 IfSGMeldAnpV			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> mit erworbener Carbapenem-Resistenz			Hessen Sachsen: bei Infektion oder Kolonisation			
Andere gramnegative Erreger mit erworbener Carbapenem-Resistenz			Hessen			

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
MRSA			Bundesweit: nur Nachweis aus Blut oder Liquor (§ 1 LabMeldAnpV) Sachsen: auch sonst bei community acquired MRSA, PVL-bildend			
Arboviren: Chikungunya-Virus, Dengue-Virus, West-Nil-Virus, Zika-Virus und sonstige			Bundesweit			
(Lyme-)Borreliose; <i>Borrelia burgdorferi</i>	Berlin, Brandenburg, Sachsen, Thüringen: nur Erkrankung und Tod	Mecklenburg-Vorpommern Bayern, Rheinland-Pfalz, Saarland: nur Erythema migrans, akute Neuroborreliose, akute Lyme-Arthritis	Berlin, Brandenburg, Sachsen	Mecklenburg-Vorpommern Sachsen-Anhalt: nur soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen		
Botulismus; <i>Clostridium botulinum</i>	Bundesweit		Bundesweit: auch Toxinnachweis			
Brucellose; <i>Brucella</i> sp.	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Cholera; <i>Vibrio cholerae</i> O1 und O139	Bundesweit Sachsen: auch Ausscheider		Bundesweit			
Cytomegalie	Sachsen: nur Erkrankung und Tod bei konnatalen Infektionen		Sachsen			

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Diphtherie; <i>Corynebacterium diphtheriae</i> , toxinbildend	Bundesweit Sachsen: auch Ausscheider		Bundesweit			
Echinokokkose; <i>Echinococcus</i> sp.	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Sachsen: soweit Nachweise auf akute oder konnatale Infektion hinweisen		Bundesweit	
Enteritis infectiosa; folgende Erreger:	Sachsen: Erkrankung und Tod, spezifiziert nach Erregern					
Astroviren	Sachsen: Erkrankung und Tod		Sachsen			
<i>Campylobacter</i> sp.	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit: Nur dampathogen			
<i>Clostridium difficile</i>	Bundesweit: nur Erkrankung und Tod bei klinisch schwerem Verlauf* nach Maßgabe des § 1 Abs. 2 IfSGMeldAnpV Sachsen: nur Erkrankung und Tod (auch in anderen Fällen)	* Ein klinisch schwerer Verlauf liegt vor, wenn – der Erkrankte zur Behandlung einer ambulant erworbenen <i>Clostridium-difficile</i> -Infektion in eine medizinische Einrichtung aufgenommen wird – der Erkrankte zur Behandlung der <i>Clostridium-difficile</i> -Infektion oder ihrer Komplikationen auf eine Intensivstation verlegt wird – ein chirurgischer Eingriff, z. B. Kolektomie, aufgrund eines Megakolons, einer Perforation oder einer refraktären Kolitis erfolgt – der Erkrankte innerhalb von 30 Tagen nach der Feststellung der <i>Clostridium-difficile</i> -Infektion verstirbt und die Infektion als direkte Todesursache oder als zum Tode beitragende Erkrankung gewertet wird				
Coronaviren	Sachsen: Erkrankung und Tod					

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Humanpathogene <i>Cryptosporidium</i> sp.	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie <i>Cryptosporidium parvum</i> -Ausscheider		Bundesweit			
EHEC (außer HUS)	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit			
<i>Entamoeba histolytica</i>	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Sachsen Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen: auch ohne dass Nachweise auf akute Infektionen hinweisen			
<i>E. coli</i> , sonstige darpnathogene Stämme	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit			
<i>Giardia lamblia</i>	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit			
<i>Klebsiella pneumoniae</i> Carbapenem-resistent, KPC	Sachsen					
Norovirus (Norwalk-ähnliches Virus)	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit: nur direkter Nachweis aus Stuhl			
Rotavirus	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit			
<i>Salmonella</i> , sonstige	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit			
<i>Yersinia enterocolica</i>	Sachsen: Erkrankung und Tod sowie Ausscheider		Bundesweit: nur darpnathogen			

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Übrige Formen einschl. mikrobiell verursachter Lebensmittelvergiftungen, z. B. <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Proteus</i> , Staphylokokken-Enterotoxin	Sachsen: Erkrankung und Tod					
<i>Enterovirus sp.</i>			Sachsen			
Humane spongiforme Enzephalopathie (außer familiär hereditäre Formen)	Bundesweit					
Fleckfieber; <i>Rickettsia prowazekii</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
FSME-Virus			Bundesweit			
Gasbrand/Gasödem	Sachsen: nur Erkrankung und Tod	Thüringen				
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>				Sachsen: nur direkter Nachweis		
HUS; EHEC	Bundesweit Sachsen: auch Ausscheider		Bundesweit			
<i>Haemophilus influenzae</i>			Bundesweit: nur direkter Nachweis aus Liquor oder Blut			
Virusbedingtes hämorrhagisches Fieber	Bundesweit		Bundesweit			

Tab. 1.1 Fortsetzung							
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht				
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut		
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis		
Ebolavirus			Bundesweit				
Gelbfiebervirus	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit				
Lassavirus			Bundesweit				
Marburgvirus			Bundesweit				
Hantavirus			Bundesweit				
Virushepatitis	Bundesweit: nur akute Infektion Sachsen: erregerspezifisch						
Hepatitis-A-Virus			Bundesweit				
Hepatitis-B-Virus	Thüringen: nur Erkrankung und Tod an chronischer Infektion		Bundesweit Sachsen: auch bei chronischer Infektion oder Carrierstatus Thüringen: auch ohne dass Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen				
Hepatitis-C-Virus	Thüringen: nur Erkrankung und Tod an chronischer Infektion		Bundesweit: alle Nachweise, soweit nicht bekannt ist, dass eine chronische Infektion vorliegt Sachsen: auch bei chronischer Infektion oder Carrierstatus Thüringen: auch ohne Nachweise, die auf eine akute Infektion hinweisen				
Hepatitis-D-Virus			Bundesweit				

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Hepatitis-E-Virus			Bundesweit			
HIV					Bundesweit	
Influenza (Virusgrippe)	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit: nur direkter Nachweis			
Zoonotische Influenza beim Menschen	Bundesweit	Die Meldung eines Krankheitsverdachts hat nur zu erfolgen, wenn der Verdacht nach dem Stand der Wissenschaft sowohl durch das klinische Bild als auch durch einen wahrscheinlichen epidemiologischen Zusammenhang begründet ist. Die dazu vom Robert Koch-Institut auf der Grundlage von § 4 Abs. 2 Nr. 1 des IfSG veröffentlichte Empfehlung ist zu berücksichtigen				
Legionellose; <i>Legionella</i> sp.	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Lepra; <i>Mycobacterium leprae</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Leptospirose; <i>Leptospira interrogans</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Listeriose; <i>Listeria monocytogenes</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod, auch bei konnataler Infektion		Bundesweit: nur direkter Nachweis aus Blut, Liquor oder anderen normalerweise sterilen Substraten sowie aus Abstrichen von Neugeborenen			
Malaria; <i>Plasmodium</i> sp.	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Sachsen: nur für direkten Nachweis, soweit Nachweise auf akute oder konnatale Infektion hinweisen		Bundesweit	

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Masern	Bundesweit		Bundesweit			
Meningokokkenmeningitis oder -sepsis; <i>Neisseria meningitidis</i>	Bundesweit		Bundesweit: nur direkter Nachweis aus Liquor, Blut, hämorrhagischen Hautinfiltraten oder anderen normalerweise sterilen Substraten			
Meningitis/Enzephalitis: übrige Formen	Sachsen: nur Erkrankung und Tod, auch weitere invasive Pneumokokken-Erkrankungen  Sachsen-Anhalt: nur Erkrankung und Tod an Virusmeningitis  Thüringen: nur Erkrankung und Tod		Thüringen: übrige Erreger einer Meningitis/Enzephalitis			
Milzbrand; <i>Bacillus anthracis</i>	Bundesweit		Bundesweit			
Mumps	Bundesweit		Bundesweit  Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen: auch ohne dass Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen			
<i>Mycoplasma sp.</i>			Sachsen			
Ornithose; <i>Chlamydia psittaci</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Parainfluenzavirus			Sachsen			
Parvovirus B19			Sachsen			
Pertussis; <i>Bordetella pertussis</i> , <i>Bordetella parapertussis</i>	Bundesweit		Bundesweit Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen: auch ohne Nachweise, die auf eine akute Infektion hinweisen			
Pest; <i>Yersinia pestis</i>	Bundesweit		Bundesweit			
Poliomyelitis	Bundesweit: als Verdacht gilt jede akute schlaffe Lähmung, außer traumatisch bedingt		Bundesweit			
Q-Fieber; <i>Coxiella burnetii</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Röteln einschließlich Röteln-embryopathie; <i>Rubellavirus</i>	Bundesweit		Bundesweit, Sachsen: auch soweit Nachweise auf konnatale Infektion hinweisen Thüringen: auch ohne Nachweise, die auf eine akute Infektion hinweisen			
RS-Virus			Sachsen			
Rückfallfieber	Sachsen: nur Erkrankung und Tod					

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	Direkter oder indirekter Nachweis
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	
Läuserückfallfieber; <i>Borrelia recurrentis</i>			Bundesweit			
SARS; MERS-CoV (Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus)	Bundesweit: wahrscheinliche und bestätigte Fälle in Abklärung					
Shigellenruhr; <i>Shigella</i> sp.	Sachsen: nur Erkrankung und Tod, Ausscheider		Bundesweit			
<i>Streptococcus pneumoniae</i>			Mecklenburg-Vorpommern: auch ohne Nachweise, die auf eine akute Infektion hinweisen Sachsen, Sachsen-Anhalt: nur für direkten Nachweis aus Blut, Liquor oder anderen sterilen Substraten Brandenburg: Erregerisolierung durch kulturellen Nachweis sowie Antigennachweis aus Blut, Liquor oder anderen sterilen Substraten			
Scharlach; betahämolisierende Streptokokken der Gruppe A	Sachsen, Thüringen: nur Erkrankung und Tod		Thüringen: auch ohne Nachweise, die auf eine akute Infektion hinweisen			
Gruppe-B-Streptokokken (GBS)			Sachsen: nur für direkten Nachweis bei Schwangeren und Neugeborenen			

Tab. 1.1 Fortsetzung							
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht				
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut		
Lues (Syphilis); <i>Treponema pallidum</i>	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis	Bundesweit	
Tetanus; <i>Clostridium tetani</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod bei konnatalen Infektionen	Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen	Sachsen	Sachsen: wenn der Nachweis auf eine akute Infektion hinweist	Mecklenburg-Vorpommern		
Tollwut; Rabiesvirus	Sachsen: nur Erkrankung und Tod	Bundesweit: zusätzlich Verletzung durch ein tollwutkrankes, -verdächtigtes oder -ansteckungsverdächtigtes Tier sowie die Berührung eines solchen Tierkörpers	Bundesweit				
Toxoplasmose; <i>Toxoplasma gondii</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod, auch bei konnatalen Infektionen		Sachsen: soweit Nachweise auf akute oder konnatale Infektionen hinweisen		Bundesweit: nur bei konnatalen Infektionen		
Trachom; <i>Chlamydia trachomatis</i>				Sachsen: soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen			

Tab. 1.1 Fortsetzung						
Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht			
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut	
	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkte oder indirekte Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkte oder indirekte Nachweis	Direkte oder indirekte Nachweis	
Trichinose; <i>Trichonella spiralis</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Tuberkulose (Tb); <i>Mycobacterium tuberculosis/africanum</i> ; <i>Mycobacterium bovis</i>	Bundesweit: nur Erkrankung und Tod an behandlungsbedürftiger Tb, auch wenn ein bakteriologischer Nachweis nicht vorliegt; zusätzlich Verweigerung oder Abbruch der Behandlung bei behandlungsbedürftiger Lungen-Tb		Bundesweit: nur direkter Erregernachweis; nachfolgend Ergebnis der Resistenzbestimmung; vorab auch Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum			
Tularämie; <i>Francisella tularensis</i>	Sachsen: nur Erkrankung und Tod		Bundesweit			
Typhus abdominalis/Paratyphus; <i>Salmonella typhi/paratyphi</i>	Bundesweit Sachsen: auch Ausscheider		Bundesweit: alle direkten Nachweise			
Varizellen-Zoster-Virus			Bundesweit, Sachsen-Anhalt: auch im Zusammenhang mit konnatalen Infektionen Thüringen: auch ohne Nachweise, die auf akute Infektionen hinweisen			

Krankheit bzw. Krankheitserreger	Arztmeldepflicht		Labormeldepflicht		Nicht namentlich an das Robert Koch-Institut
	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	Namentlich an das Gesundheitsamt	Nicht namentlich an das Gesundheitsamt	
Varizellen (Windpocken)	Krankheitsverdacht, Erkrankung, Tod (wenn nicht anders angegeben)	Erkrankung und Tod	Direkter oder indirekter Nachweis, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (soweit nicht anders angegeben)	Direkter oder indirekter Nachweis	Direkter oder indirekter Nachweis
	Bundesweit Sachsen-Anhalt: Auch konnatale Infektion Sachsen: auch konnatale Infektion einschließ-lich des kongenitalen Varzellensyndroms				
Herpes Zoster	Brandenburg, Sachsen: nur Erkrankung und Tod				
<p>Bundesweit: Meldepflicht in ganz Deutschland (§§ 6,7 IfSG, soweit nicht anders angegeben)</p> <p>Bayern: in Bayern, Verordnung zur Erweiterung der Meldepflicht auf andere übertragbare Krankheiten oder Krankheitserreger (Meldepflichtverordnung, MeldePfV)</p> <p>Berlin: in Berlin, Verordnung über die Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten nach dem Bundesseuchengesetz, Verordnung über die Ausdehnung der Meldepflicht für Krankheiten und Krankheitserreger nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG-MeldepflichtV)</p> <p>Brandenburg: in Brandenburg, Verordnung über die Erweiterung der Meldepflicht für Infektionskrankheiten (InfKrankMV)</p> <p>Hessen: in Hessen, Verordnung über die Ausdehnung der Meldepflicht nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSGMeldeVO)</p> <p>Mecklenburg-Vorpommern: in Mecklenburg-Vorpommern, § 1 Abs. 2 IfSAG M-V, Infektionsmeldeverordnung; § 1 des Gesetzes zur Ausführung des Infektionsschutzgesetzes (Infektionsschutzausführungsgesetz – IfSAG M-V); Landesverordnung über die Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten (Infektionsmeldeverordnung – IfMeldeVO M-V)</p> <p>Rheinland-Pfalz: in Rheinland-Pfalz, Landesverordnung über die Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten</p> <p>Saarland: im Saarland, Verordnung über Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten (MPfVO)</p> <p>Sachsen: in Sachsen, Verordnung über die Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten und Krankheitserreger nach dem Infektionsschutzgesetz; Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Soziales über die Erweiterung der Meldepflicht für übertragbare Krankheiten nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSGMeldeVO)</p> <p>Sachsen-Anhalt: in Sachsen-Anhalt, Verordnung über die erweiterte Meldepflicht bei übertragbaren Krankheiten</p> <p>Thüringen: in Thüringen, Thüringer Infektionskrankheitenmeldeverordnung; Thüringer Verordnung über die Anpassung der Meldepflicht für Infektionskrankheiten (Thüringer Infektionskrankheitenmeldeverordnung – ThürIfKrmVO)</p>					

## ■ KRINKO

In diesem Absatz sind Zusammensetzung und Aufgaben der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut festgeschrieben. Es wird geregelt, dass

- die KRINKO gesetzlich verankert ist,
- die Mitglieder vom Bundesministerium für Gesundheit im Benehmen mit den obersten Landesgesundheitsbehörden als unabhängige Experten berufen werden,
- Empfehlungen zu betrieblich-organisatorischen sowie baulich-funktionellen Maßnahmen erarbeitet werden, wobei
  - diese stetig weiter entwickelt werden sollen und
  - diese vom RKI zu veröffentlichen sind.

## ■ ART

Der Absatz 2 definiert eine weitere wichtige Kommission am RKI, die ART (Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie), die

- vergleichbar der KRINKO berufen wird und
- Empfehlungen mit allgemeinen Grundsätzen für Diagnostik und antimikrobielle Therapie, insbesondere bei Infektionen mit resistenten Krankheitserregern erstellen soll.

➤ **Die Empfehlungen der Kommission ART sollen direkt auf die Ursache der sich weltweit ausbreitenden Resistenzentwicklung bei bakteriellen Infektionserregern zielen. Handlungshilfen zum korrekten Einsatz von Antibiotika im stationären wie ambulanten Bereich sind deshalb die wichtigsten Maßnahmen zur Prävention multiresistenter Bakterien und Bestandteil einer wirksamen Hygieneorganisation. Bislang erfolgt die Etablierung derartiger Antibiotic-Stewardship-(ABS-)Teams auf der Basis der S3-Leitlinie der AWMF „Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotika-Anwendung im Krankenhaus“.**

Im § 23 IfSG nicht enthalten ist die Ständige Impfkommission (STIKO) beim RKI, obwohl Impfungen zu den wesentlichen infektionspräventiven Maßnahmen gehören. Wenngleich eine Maßnahme des Arbeitsschutzes, sofern die Impfung der

Beschäftigten gemeint ist, kann sie erheblich dazu beitragen, Übertragungen auf Patienten durch Mitarbeiter in Medizinischen Einrichtungen vorzubeugen („Impfungen auf Grund eines erhöhten beruflichen Risikos, z. B. nach Gefährdungsbeurteilung gemäß Arbeitsschutzgesetz/Biostoffverordnung/Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge [ArbMedVV] und/oder zum Schutz Dritter im Rahmen der beruflichen Tätigkeit“). Deshalb sollte auch unter dem Aspekt der Vermeidung nosokomialer Infektionen dem Impfschutz von Patienten – mit ggf. eindringlichem Anraten Impflücken zu schließen – bei ambulanten wie stationären Behandlungen größere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

## ■ Hygieneorganisation

Der Abs. 3 des § 23 IfSG formuliert als wichtigste Voraussetzung einer wirksamen Infektionsprävention die erforderlichen Maßnahmen, zu denen jeder Leiter der folgenden Einrichtungen verpflichtet wird:

1. Krankenhäuser
2. Einrichtungen für ambulantes Operieren
3. Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt
4. Dialyseeinrichtungen
5. Tageskliniken
6. Entbindungseinrichtungen
7. Behandlungs- oder Versorgungseinrichtungen, die mit einer der in den Nummern 1 bis 6 genannten Einrichtungen vergleichbar sind
8. Arztpraxen, Zahnarztpraxen
9. Praxen sonstiger humanmedizinischer Heilberufe

Die Leiter werden verpflichtet sicherzustellen, dass die nach dem Stand der medizinischen Wissenschaft erforderlichen Maßnahmen getroffen werden, um

- nosokomiale Infektionen zu verhüten und
- die Weiterverbreitung von Krankheitserregern, insbesondere solcher mit Resistenzen, zu vermeiden.

➤ **Eine dem Risiko der Medizinischen Einrichtung angepasste Hygieneorganisation ist die notwendige formale Grundlage, um sicherzustellen, dass alle relevanten Verhaltens- und Handlungsvorgaben zuverlässig eingehalten werden.**

## ■ Surveillance

Von der Meldepflicht streng zu unterscheiden – wenngleich häufig verwechselt – ist die **Erfassung definierter Infektionen bzw. Infektionserreger** im Rahmen der **Surveillance** (§ 23 Abs. 4 IfSG). Diese wurde vom Gesetzgeber mit einer Verpflichtung zur Bewertung verknüpft und hat das erklärte Ziel, dass „die Leiter von Krankenhäusern und von Einrichtungen für ambulant Operieren (...) Schlussfolgerungen hinsichtlich erforderlicher Präventionsmaßnahmen“ ziehen und entsprechend umsetzen. Eine der Kernaufgaben des Hygienebeauftragten Arztes ist es, die Umsetzung der Surveillance als qualitätssichernde Maßnahme nach IfSG § 23 Abs. 4 im eigenen Zuständigkeitsbereich sicherzustellen.

Den zunehmenden Resistenzen bakterieller Infektionserreger wurde zudem dadurch Rechnung getragen, dass auch die **Erfassung des Antibiotikaverbrauchs** im Abs. 4 ergänzend vorgeschrieben wurde. Sinn dieser Forderung ist, Art und Umfang des Antibiotikaverbrauchs in den betroffenen medizinischen Einrichtungen zu erfassen und epidemiologisch (deutschlandweit) auszuwerten. Zudem ermöglicht eine solche Erfassung aber auch jeder Einrichtung, das eigene Antibiotikaverordnungsverhalten, insbesondere vor dem Hintergrund der eigenen Keim- und Resistenzstatistik, zu bewerten und ggf. zu optimieren – eine Aufgabe, die künftig dem **Antibiotikabeauftragten Arzt** im Rahmen der einrichtungsspezifischen Antibiotic-Stewardship-Regelung (**ABS**) zufällt. Ein Rahmencurriculum der Bundesärztekammer (BÄK) für die Qualifizierung des Antibiotikabeauftragten Arztes wurde im Februar 2016 verabschiedet und ist auf der Homepage der BÄK abrufbar ([http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Fortbildung/Antibiotic\\_Stewardship.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Fortbildung/Antibiotic_Stewardship.pdf)).

### Grundzüge der Surveillance nach § 23 Abs. 4 IfSG

Die Leiter von Krankenhäusern und von Einrichtungen für ambulant Operieren müssen sicherstellen, dass

- die vom Robert Koch-Institut nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b festgelegten nosokomialen **Infektionen** und

- das Auftreten von **Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen**

fortlaufend in einer gesonderten Niederschrift

- aufgezeichnet,
- bewertet und
- sachgerechte Schlussfolgerungen hinsichtlich erforderlicher Präventionsmaßnahmen gezogen werden
- und dass die erforderlichen Präventionsmaßnahmen dem Personal mitgeteilt und umgesetzt werden.

Darüber hinaus müssen die Leiter bezüglich des **Antibiotikaverbrauchs** sicherstellen:

- Aufzeichnung der nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b festgelegten Daten zu Art und Umfang des Antibiotikaverbrauchs fortlaufend in zusammengefasster Form
- Bewertung unter Berücksichtigung der lokalen Resistenzsituation
- Sachgerechte Schlussfolgerungen hinsichtlich des Einsatzes von Antibiotika
- Mitteilung der erforderlichen Anpassungen des Antibiotikaeinsatzes an das Personal und Umsetzung

Nach den Sätzen 1 und 2 müssen die Aufzeichnungen 10 Jahre nach deren Anfertigung aufbewahrt werden. Dem zuständigen Gesundheitsamt ist auf Verlangen Einsicht in die Aufzeichnungen, Bewertungen und Schlussfolgerungen zu gewähren.

Dabei ist zu beachten, dass die Surveillance als Qualitätsindikator in stationären Medizinischen Einrichtungen (v. a. Krankenhäuser und Einrichtungen für ambulant Operieren) derzeit erheblich an Bedeutung gewinnt und künftig zu einem der zentralen Parameter zur Beurteilung der Qualität einer Medizinischen Einrichtung werden wird, der jährlich im Qualitätsbericht zu veröffentlichen ist (s. u.).

Deshalb reicht es nicht aus, beispielsweise in einem Krankenhaus nur eine Infektion zu erfassen,

sondern, wie in der einschlägigen Verlautbarung des RKI erläutert, es muss jede Abteilung mit abgrenzbarem Infektionsrisiko eine separate Infektionserfassung durchführen. Hierfür stellt das Nationale Referenzzentrum Surveillance ein Sortiment an Erfassungsmodulen bereit, das fortlaufend an die Erfordernisse angepasst wird.

### **Zu erfassende nosokomiale Infektionen**

Fortschreibung der Liste der gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b in Verbindung mit § 23 Abs. 4 IfSG zu erfassenden nosokomialen Infektionen (RKI 2013)

Je nach einrichtungsspezifischen Erfordernissen (d. h. entsprechend den nachvollziehbar identifizierten Risikobereichen) sind aus der folgenden Liste die in der jeweiligen Einrichtung (Krankenhaus bzw. Einrichtung für ambulantes Operieren) für die Erfassung und Bewertung jeweils geeigneten und angemessen aussagekräftigen nosokomialen Infektionen auszuwählen und festzulegen:

- Postoperative Wundinfektionen (anhand geeigneter Indikatoroperationen)
- Katheterassoziierte Septikämien
- Beatmungsassoziierte Pneumonien
- Katheterassoziierte Harnwegsinfektionen
- Nosokomiale Diarrhöen durch *C. difficile* (CDAD) sollen in allen Bereichen eines Krankenhauses erhoben werden

Neben den Infektionen umfasst die gesetzliche Verpflichtung zur Surveillance auch die Erfassung von aus Patientenmaterial isolierten Bakterienarten mit besonderen Resistenzen.

■ **Tab. 1.2** gibt die zu erfassenden Krankheitserreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen wieder. Zu erfassen ist die Resistenz (hier: intermediäre Empfindlichkeit und Resistenz; I/R auf der Basis einer Testung nach den EUCAST-Kriterien) gegen die genannten antimikrobiellen Substanzen, sofern sie im Rahmen der klinisch-mikrobiologischen Diagnostik im Testumfang enthalten sind. Die Erfassung soll in der gesamten Einrichtung erfolgen. Für die rasche Erkennung des gehäuften Auftretens

dieser Erreger ist die fortlaufende und regelmäßige Bewertung der erhobenen Daten in den jeweiligen von der Einrichtung zu definierenden Organisationseinheiten geboten. Bei Vorliegen einer der aufgeführten Einzel- oder Mehrfachresistenzen soll weiterhin das gesamte vorliegende Antibiogramm zum Zweck der besseren Bewertung dokumentiert werden.

### ■ **Hygienepläne**

Zentraler Bestandteil einer Hygieneorganisation in Medizinischen Einrichtungen ist der Hygieneplan. Er regelt, was in der jeweiligen Einrichtung auf Grund der Risikoanalyse erforderlich ist. Im Gesetz heißt es:

Die Leiter folgender Einrichtungen haben sicherzustellen, dass innerbetriebliche Verfahrensweisen zur Infektionshygiene in Hygieneplänen festgelegt sind:

1. Krankenhäuser
2. Einrichtungen für ambulantes Operieren
3. Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen
4. Dialyseeinrichtungen
5. Tageskliniken
6. Entbindungseinrichtungen
7. Behandlungs- oder Versorgungseinrichtungen, die mit einer der in den Nummern 1 bis 6 genannten Einrichtungen vergleichbar sind

Die Landesregierungen können durch Rechtsverordnung vorsehen, dass

- Leiter von Zahnarztpraxen sowie
- Leiter von Arztpraxen und Praxen sonstiger humanmedizinischer Heilberufe, in denen invasive Eingriffe vorgenommen werden,

sicherzustellen haben, dass innerbetriebliche Verfahrensweisen zur Infektionshygiene in Hygieneplänen festgelegt sind. Die Landesregierungen können die Ermächtigung durch Rechtsverordnung auf andere Stellen übertragen.

➤ **Hygienepläne sind weit mehr als Reinigungs- und Desinfektionspläne. Sie beinhalten auf der Basis einer Risikoanalyse alle organisatorischen Maßnahmen und Handlungsanleitungen zur Prävention nosokomialer Infektionen sowie der Verbreitung resistenter Bakterienarten. Leider fehlen bei der Auflistung der dazu verpflichteten Einrichtungen Nachsorgeeinrichtungen wie die Heime.**

**Tab. 1.2** Fortschreibung der Liste der gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b in Verbindung mit § 23 Abs. 4 IfSG zu erfassenden Krankheitserreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen (RKI 2013)

Erregerspezies	Resistenzen
Grampositive Erreger	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Oxacillin (Cefoxitin), Vancomycin, Linezolid, Daptomycin, Tigecyclin, Teicoplanin als Einzelresistenzen
<i>S. pneumoniae</i>	Vancomycin, Penicillin (Oxacillin 1 µg), Cefotaxim, Linezolid, Daptomycin, Levofloxacin, Moxifloxacin als Einzelresistenzen
<i>Enterococcus faecalis</i> <i>E. faecium</i>	Ampicillin ( <i>E. faecalis</i> ), Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid, Tigecyclin als Einzelresistenzen
<i>Enterobacteriaceae</i>	
<i>Escherichia coli</i> <i>Proteus</i> spp. <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>K. oxytoca</i>	Ertapenem oder Imipenem oder Meropenem, Cefotaxim oder Ceftazidim als Einzelresistenzen; Mehrfachresistenz Piperacillin + (Cefotaxim oder Ceftazidim) + Ciprofloxacin (3MRGN), ggf. + Imipenem oder Meropenem (4MRGN)
Andere <i>Klebsiella</i> spp. <sup>a</sup> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Citrobacter</i> spp. <i>Serratia marcescens</i> <i>Morganella morganii</i>	Imipenem oder Meropenem als Einzelresistenzen; Mehrfachresistenz Piperacillin + (Cefotaxim oder Ceftazidim) + Ciprofloxacin (3MRGN) ggf. + Imipenem oder Meropenem (4MRGN)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Imipenem und Meropenem; Mehrfachresistenz Piperacillin + (Cefotaxim und Ceftazidim und Cefepim) + Imipenem und Meropenem (3MRGN) bzw. Piperacillin + Ciprofloxacin und Meropenem (3MRGN) bzw. Piperacillin + (Cefotaxim und Ceftazidim und Cefepim) + Ciprofloxacin (3MRGN) bzw. (Cefotaxim und Ceftazidim und Cefepim) + Ciprofloxacin + Imipenem und Meropenem (3MRGN) bzw. Piperacillin + (Cefotaxim und Ceftazidim und Cefepim) + Imipenem und Meropenem + Ciprofloxacin (4MRGN)
<i>Acinetobacter baumannii</i>	
<i>Acinetobacter-baumannii</i> -Komplex	Imipenem oder Meropenem als Einzelresistenzen; Mehrfachresistenz Piperacillin + (Cefotaxim oder Ceftazidim oder Cefepim) + Ciprofloxacin (3MRGN), ggf. + Imipenem oder Meropenem (4MRGN)
Andere	
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Cotrimoxazol als Einzelresistenz
<i>Candida</i> spp. <sup>b</sup>	Fluconazol

**Fett gedruckte Antibiotika/MRGN** bezeichnen Leitresistenzen bzw. Mehrfachresistenzen für wichtige Erregergruppen (z. B. MRSA, Carbapenemase bildende *Enterobacteriaceae*).

<sup>a</sup> Außer *Klebsiella pneumoniae* bzw. *K. oxytoca*

<sup>b</sup> Erfassung nur in Einrichtungen mit hämatologisch-onkologischen Abteilungen, auch von primär resistenten Spezies

### ■ Infektiologische Überwachung

In diesem Absatz wird geregelt, welche Medizinischen Einrichtungen durch die Aufsichtsbehörden (das Gesundheitsamt) überwacht werden müssen und welche lediglich überwacht werden können.

### ■ Befugnisse der Überwachungsbehörden

Abs. 7 regelt die Befugnisse der Überwachungsbehörden: den Zugang zu allen Räumen und Anlagen der Einrichtungen, die Einsichtnahme in alle relevanten Unterlagen, daraus Abschriften, Ablichtungen oder

Auszüge anzufertigen sowie ggf. Untersuchungsproben zu entnehmen.

### ■ **Verpflichtung der Landesregierungen, Hygieneverordnungen zu erlassen**

Abs. 8 verpflichtet die einzelnen Bundesländer im Rahmen des Föderalismus, eigene Hygieneverordnungen zu erlassen, mit sehr detailliert vorgegebenen Regelungsinhalten:

Die Verordnung soll gelten für:

- Krankenhäuser
- Einrichtungen für ambulant Operieren
- Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt
- Dialyseeinrichtungen
- Tageskliniken

Zudem sind für erforderlich gehaltene Regelungen bzw. Maßnahmen zur Verhütung, Erkennung, Erfassung und Bekämpfung von nosokomialen Infektionen und Krankheitserregern mit Resistenzen aufgeführt. Dabei sind insbesondere Regelungen zu treffen über:

- Hygienische Mindestanforderungen an Bau, Ausstattung und Betrieb der Einrichtungen
- Bestellung, Aufgaben und Zusammensetzung einer Hygienekommission
- Erforderliche personelle Ausstattung mit Hygienefachkräften und Krankenhaushygienikern und die Bestellung von Hygienebeauftragten Ärzten, einschließlich bis längstens zum 31. Dezember 2019 befristeter Übergangsvorschriften zur Qualifikation einer ausreichenden Zahl an geeignetem Fachpersonal
- Aufgaben und Anforderungen an Fort- und Weiterbildung der in der Einrichtung erforderlichen Hygienefachkräfte, Krankenhaushygieniker und Hygienebeauftragten Ärzte
- Erforderliche Qualifikation und Schulung des Personals hinsichtlich der Infektionsprävention
- Strukturen und Methoden zur Erkennung von nosokomialen Infektionen und resistenten Erregern und zur Erfassung im Rahmen der ärztlichen und pflegerischen Dokumentationspflicht
- Zur Erfüllung ihrer jeweiligen Aufgaben erforderliche Einsichtnahme der in Nummer

4 genannten Personen in Akten der jeweiligen Einrichtung einschließlich der Patientenakten

- Information des Personals über Maßnahmen, die zur Verhütung und Bekämpfung von nosokomialen Infektionen und Krankheitserregern mit Resistenzen erforderlich sind
- Klinisch-mikrobiologisch und klinisch-pharmazeutische Beratung des ärztlichen Personals
- Information von aufnehmenden Einrichtungen und niedergelassenen Ärzten bei der Verlegung, Überweisung oder Entlassung von Patienten über Maßnahmen, die zur Verhütung und Bekämpfung von nosokomialen Infektionen und von Krankheitserregern mit Resistenzen erforderlich sind

### ■ **Fazit**

Empfehlungen einer durch das Bundesministerium für Gesundheit berufenen Expertenkommission gibt es seit 1976, die Erwähnung im Gesetz seit Inkrafttreten des Infektionsschutzgesetzes im Jahre 2000. Nicht zuletzt die öffentlich gewordenen „Hygieneskandale“ der letzten Jahre haben aber erkennbar werden lassen, dass in vielen Einrichtungen des Gesundheitswesens die erforderlichen Maßnahmen zur Infektionsprävention gar nicht oder unzureichend umgesetzt werden. Anliegen der Politik ist:

- Die Verantwortung der Leiter Medizinischer Einrichtungen soll herausgestellt werden. („Die Leiter [...] haben sicherzustellen, dass die nach dem Stand der medizinischen Wissenschaft erforderlichen Maßnahmen getroffen werden, um nosokomiale Infektionen zu verhüten und die Weiterverbreitung von Krankheitserregern, insbesondere solcher mit Resistenzen, zu vermeiden.“) Dies ist von besonderer Bedeutung, weil notwendige krankenhaushygienische Maßnahmen – insbesondere die Einstellung von Hygienefachpersonal – in der Vergangenheit oft unter Hinweis auf die Kosten unterlassen wurden.
- Die Beschäftigung von Hygienefachpersonal wird verbindlich geregelt, wenngleich in den Bundesländern uneinheitlich umgesetzt (z. B. Hygienebeauftragte in der Pflege, obwohl von zentraler Bedeutung, fehlen in vielen Krankenhaushygieneverordnungen; s. u.).

- Es soll deutlich gemacht werden, dass Maßnahmen zur Infektionsprävention auch eine kontinuierliche Beratung zum Einsatz von Antibiotika umfassen müssen. Die zusätzliche Etablierung des Antibiotikabeauftragten Arztes ist eine sinnvolle und notwendige Ergänzung.
- Die Länder werden aufgefordert, flächendeckend Hygieneverordnungen zu erlassen, in denen diese Anforderungen geregelt werden. Hier wäre in Zukunft eine einheitlichere Umsetzung in den Bundesländern wünschenswert!

## 1.2 Hygieneverordnungen der Länder

Inzwischen haben alle Bundesländer ihre Hygieneverordnungen erstellt bzw. aktualisiert – allerdings mit zum Teil erheblichen Unterschieden (■ Tab. 1.3). Im Sinne der vom Gesetz gewünschten sektorenübergreifenden Regelung ist es sicher sinnvoll – wie in über der Hälfte der Bundesländer geschehen – auch die ambulanten Arzt- und Zahnarztpraxen mit einzubeziehen. Leider sind die Pflegeeinrichtungen nicht im Geltungsbereich enthalten. Diese Lücke hat beispielsweise Bayern dadurch geschlossen, indem das Bayerische **Pflege- und Wohnqualitätsgesetz (PfleWoqG)** um eine zugeordnete Hygieneverordnung (**PfleWoGHygV**) ergänzt wurde.

Bei der personellen Ausstattung haben nur 7 der 16 Bundesländer explizit Hygienebeauftragte in der Pflege konkret gefordert, 2 weitere diese als sinnvoll zwar erwähnt, in den entsprechenden Paragraphen aber nicht konkret gefordert, ein Bundesland erwähnt sie lediglich. Gerade den Hygienebeauftragten und hier insbesondere den Hygienebeauftragten in der Pflege kommt aber bei der Umsetzung der Hygienemaßnahmen in stationären Einrichtungen eine besondere Schlüsselrolle zu. Hessen hat die Besonderheit, zusätzlich den Hygieneingenieur zu erwähnen, was bislang leider keine Grundlage in der KRINKO-Empfehlung (KRINKO 2009) hat. Ein Hygieneingenieur ist in größeren Kliniken (z. B. Kliniken der Maximalversorgung) aber notwendig, da dort in erheblichem Umfang technische Einrichtungen existieren, die aus krankenhaushygienischen Gründen regelmäßig überprüft werden müssen

(z. B. raumlufttechnische Anlagen, Werkbänke, Reinnräume). Ebenfalls bemerkenswert ist, dass ein Bundesland (Sachsen-Anhalt) bereits eine Regelung für medizinische Fachangestellte in die Verordnung aufgenommen hat. Es ist davon auszugehen, dass gerade in stationären Einrichtungen künftig vermehrt medizinische Fachangestellte auch in Risikobereichen am Patienten eingesetzt werden. Deshalb wird den Hygienebeauftragten aller unmittelbar am Patienten tätigen Berufsgruppen – und hier sollten künftig auch die noch fehlenden einbezogen werden wie z. B. medizinisch-technische Assistenten und Physiotherapeuten – eine zentrale qualitätssichernde Aufgabe im Bereich der Infektionsprävention zukommen.

Auf einen gerade für Hygienebeauftragte Ärzte wichtigen Punkt sei an dieser Stelle hingewiesen: die im IfSG in § 23 Abs. 8 Nr. 10 eingeforderte Regelung zum sektorenübergreifenden Informationsaustausch (■ Tab. 1.4). Im Gegensatz zur gesetzlichen Regelung, die lediglich eine Weitergabe der Maßnahmen erlaubt, fordern einige Bundesländer immer noch weitergehende Informationen wie Keimart, Lokalisation, Infektionsart und damit patientenspezifische Befunde – was sich nach Auffassung von Juristen jedoch mit grundlegenden datenschutzrechtlichen Vorgaben wie der ärztlichen Schweigepflicht nicht in Einklang bringen lässt. Allgemein gehaltene, für die Praxis wenig hilfreiche Formulierungen wie „Informationen über das Risiko“ dürften zur Weitergabe eben solcher Daten verleiten, was den Vorgaben des IfSG widerspricht. Einige Bundesländer verwenden Formulierungen wie „über die geplante Datenübermittlung ist die Patientin oder der Patient vorab zu informieren“. Eine Information ist aber etwas anderes als eine vom Patienten schriftlich gegebene Einverständniserklärung, wie sie die Rechtsprechung in solchen Fällen aber fordert!

## 1.3 RKI, KRINKO, ART: Aufgaben, Organisation und Stellenwert der Empfehlungen

### 1.3.1 Robert Koch-Institut

Die Aufgaben des Robert Koch-Institutes (RKI) im Hinblick auf die Infektionsprävention sind im § 4 IfSG geregelt und umfassen:



Tab. 1.3 Fortsetzung				
Bundesland	Hygienebeauftragter Arzt	Hygienebeauftragte Pflegekraft	Klinisch-mikrobiologische und klinisch-pharmazeutische Beratung	
Hamburg	Krankenhäuser	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren	
Hessen	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	Nein	Nein (Thema muss bei Besprechungen lediglich berücksichtigt werden)	
Mecklenburg-Vorpommern	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken Dialyseeinrichtungen	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt	
Niedersachsen	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	Nein	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	

Tab. 1.3 Fortsetzung				
Bundesland	Hygienebeauftragter Arzt	Hygienebeauftragte Pflegekraft	Klinisch-mikrobiologische und klinisch-pharmazeutische Beratung	
Nordrhein-Westfalen	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken Der Hygienebeauftragte Arzt muss fachlich weisungsbefugt sein	Nicht als konkrete Forderung formuliert, nur erwähnt („auf jeder Station und in jedem Funktionsbereich“)	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken	
Rheinland-Pfalz	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren	
Saarland	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken	Krankenhäuser, Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken Behandlungs- oder Versorgungseinrichtungen, die mit einer der in den Nummern 1–6 genannten Einrichtungen vergleichbar sind	Krankenhäuser, Einrichtungen für ambulantes Operieren	
Sachsen	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Tageskliniken	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren	

Tab. 1.3 Fortsetzung			
Bundesland	Hygienebeauftragter Arzt	Hygienebeauftragte Pflegekraft	Klinisch-mikrobiologische und klinisch-pharmazeutische Beratung
Sachsen-Anhalt	Krankenhäuser Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt	Nicht gefordert, aber als sinnvoll erwähnt, ergänzt um Hygienebeauftragte bei medizinischen Fachangestellten!	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren
Schleswig-Holstein	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	Für erforderlich gehalten, den Bedarf aber unscharf formuliert	Nein
Thüringen	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, in denen eine den Krankenhäusern vergleichbare medizinische Versorgung erfolgt Dialyseeinrichtungen Tageskliniken	Nein	Krankenhäuser Einrichtungen für ambulantes Operieren

■ Tab. 1.4 Länderspezifische Regelungen zum sektorenübergreifenden Informationsaustausch

Bundesland	Weitergabe von						Beurteilung
	Unkonkrete Informationen	Maßnahmen	Risiko	Keim	Infektionssort	Patientenspezifische Befunde	
Baden-Württemberg	+						Wenig hilfreich
Bayern		+					Gesetzeskonform
Berlin	+					(+)	Datenschutzrechtlich problematisch
Brandenburg <sup>1, 2</sup>	+	+	+				Sehr vorsichtig formuliert
Bremen <sup>3, 4</sup>	+	+					Gesetzeskonform
Hamburg <sup>1</sup>	+	+					Gesetzeskonform
Hessen		+				+	Datenschutzrechtlich problematisch
Mecklenburg-Vorpommern	+	+					Gesetzeskonform
Niedersachsen		+	+				Unschärf formuliert, ggf. datenschutzrechtlich problematisch
Nordrhein-Westfalen	+	+					Gesetzeskonform
Rheinland-Pfalz	+	+					Gesetzeskonform
Saarland	+	+		+	+		Datenschutzrechtlich problematisch
Sachsen <sup>4</sup>	+						Wenig hilfreich
Sachsen-Anhalt	+						Wenig hilfreich
Schleswig-Holstein	+	+					Gesetzeskonform
Thüringen		+				+	Datenschutzrechtlich problematisch

<sup>1</sup> Verweis auf datenschutzrechtliche Bestimmungen<sup>2</sup> Vorher Einwilligung des Patienten<sup>3</sup> Patient ist vorab zu informieren<sup>4</sup> Hinweis auf Verwendung eines Übergabebogens

■ Entwickeln von Konzeptionen zur Vorbeugung übertragbarer Krankheiten sowie zur frühzeitigen Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von Infektionen (schließt die Entwicklung und Durchführung

epidemiologischer und laborgestützter Analysen sowie Forschung zu Ursache, Diagnostik und Prävention übertragbarer Krankheiten ein)

■ Beratung zuständiger Stellen bei Maßnahmen zur Vorbeugung, Erkennung und

Verhinderung der Weiterverbreitung von schwerwiegenden übertragbaren Krankheiten

- Beratung der obersten Landesgesundheitsbehörden bei länderübergreifenden Maßnahmen
- Zusammenarbeit mit den jeweils zuständigen Bundesbehörden, den zuständigen Landesbehörden, den nationalen Referenzzentren, weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen und Fachgesellschaften sowie ausländischen und internationalen Organisationen und Behörden und Wahrnehmung von Koordinierungsaufgaben im Rahmen des Europäischen Netzes für die epidemiologische Überwachung und die Kontrolle übertragbarer Krankheiten.

### 1.3.2 KRINKO und ART

Bei der Umsetzung orientiert sich der Gesetzgeber an nationalen Empfehlungen der vom Bundesministerium für Gesundheit berufenen Kommissionen KRINKO und ART, für die er im § 23 IfSG bestimmte Inhalte fordert und formuliert: „Die Einhaltung des Standes der medizinischen Wissenschaft auf diesem Gebiet wird vermutet, wenn jeweils die veröffentlichten Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut und der Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie beim Robert Koch-Institut beachtet worden sind.“

Diese Formulierung hat in Medizinischen Einrichtungen häufig zu der Auffassung geführt, die KRINKO-Empfehlungen seien nunmehr quasi Gesetz und müssten unesehen befolgt werden. Dass dem nicht so ist, kann man bereits der Begründung zur Gesetzesinitiative entnehmen, in der steht ([www.hygieninspektoren-rlp.de/gesetze/Infektionsschutzgesetz\\_Begrundung.pdf](http://www.hygieninspektoren-rlp.de/gesetze/Infektionsschutzgesetz_Begrundung.pdf)):

- Die widerlegbare Vermutung lässt im Einzelfall ein Unterschreiten der Empfehlungen der KRINKO und der Kommission ART zu, etwa wenn nicht erfüllte baulich-funktionelle Voraussetzungen durch betrieblich-organisatorische Maßnahmen kompensiert werden können.
- Ein Überschreiten der Empfehlungen ist erforderlich, soweit diese objektiv nicht an den Stand der Wissenschaft angepasst sind.

- Die Vermutungswirkung entbindet die Adressaten nicht davon, den nach Erscheinen einer Empfehlung erfolgten wissenschaftlichen Fortschritt auch selbst zu verfolgen.
- Im Ergebnis muss eine dem Stand der Wissenschaft entsprechende Prävention von nosokomialen Infektionen und Krankheitserregern mit Resistenzen sichergestellt sein.

Juristisch wird das so gesehen (S. Bessler, Justiziarin des Klinikum Nürnberg; persönl. Mitteilung): „Die Formulierung in § 23 (3) neu führt nicht zu einer Verbindlichkeit der jeweils veröffentlichten Empfehlungen, sondern zu einem Anscheinsbeweis, sprich es wird vermutet, dass der Stand der medizinischen Wissenschaft auf diesem Gebiet eingehalten wurde, wenn die Empfehlung beachtet wurde. Es gibt aber keinen automatischen Umkehrschluss, wonach bei nicht Beachtung automatisch der Stand der medizinischen Wissenschaft als nicht eingehalten gilt. Nur kommt bei Nichteinhaltung der Empfehlung dem jeweiligen Haus die Vermutung/der Anscheinsbeweis nicht zu Gute, sondern das Haus muss die Einhaltung des Standes der med. Wissenschaft 'anders' nachweisen. Die Beweislast liegt dann bei dem jeweiligen Haus.“

Die neue Kommission ART wurde als Konsequenz auf die weltweit bedrohlich zunehmenden Resistenzen bakterieller Infektionserreger beschlossen, als deren Ursache zweifellos ungerechtfertigte Verschreibungen von Antibiotika im humanmedizinischen (vor allem aber veterinärmedizinischen) Bereich ausgemacht wurden.

- **Entscheidend für eine effektive Infektionsprävention ist die zuverlässige Umsetzung aktueller Empfehlungen. Hierfür bedarf es der notwendigen personellen wie organisatorischen Voraussetzungen, insbesondere speziell ausgebildeter Mitarbeiter sowohl im ärztlichen wie auch im nicht ärztlichen Bereich, deren Rechte und Pflichten auf der Basis der KRINKO-Empfehlung „Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen“ (KRINKO 2009a) einrichtungsspezifisch klar geregelt sind.**

Im Hygieneteam kommt den täglich direkt am Patienten arbeitenden Mitarbeitern eine besondere Bedeutung zu, da nur sie in der Lage sind sicherzustellen, dass alle Vorsichtsmaßnahmen dann eingehalten werden, wenn sie erforderlich sind. Noch so akribisch erstellte Arbeitsanweisungen können nicht automatisch deren Befolgung garantieren. Dieser Verantwortung muss sich jeder Hygienebeauftragte Arzt (und jeder Hygienebeauftragte in der Pflege) jederzeit bewusst sein.

### ■ KRINKO-Empfehlung

Grundlage der Organisation einer effektiven Infektionsprävention in Medizinischen Einrichtungen ist die Empfehlung der KRINKO „Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen“ mit der dazugehörigen Präambel (KRINKO 2009a, 2009b). Die Präambel zeigt die Elemente des Hygienemanagements in Medizinischen Einrichtungen, die auf europäischer Ebene Konsens sind.

In ■ Tab. 1.5 werden die wichtigsten Voraussetzungen für eine effektive Krankenhaushygiene, die eine Vermeidung nosokomialer Infektionen sowie die Entstehung und Verbreitung multiresistenter Bakterien zum Ziel hat, genannt:

- Eine nach erfolgter Risikoanalyse den Erfordernissen angepasste Hygieneorganisation mit dem erforderlichen Hygienefachpersonal (Umsetzungsempfehlungen in KRINKO 2009a).
- Analyse der in der eigenen Einrichtung vorkommenden nosokomialen Infektionen

sowie der Wirksamkeit der getroffenen Präventionsmaßnahmen. Eine geeignete Methode hierfür ist z. B. die Anwendung der vom Nationalen Referenzzentrum für Surveillance ([www.nrz-surveillance.de](http://www.nrz-surveillance.de)) angebotenen Surveillance-Module.

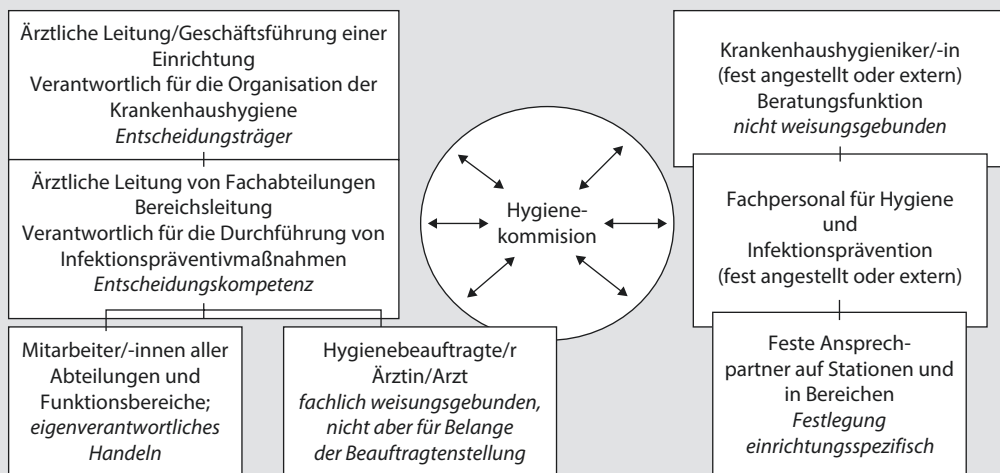
Neben diesem als Voraussetzung unabdingbaren Organisationsrahmen ist aber die Befolgung der wichtigsten Handlungsvorgaben entscheidend:

- Händehygiene als die wichtigste, effektivste und einfachste Maßnahme
- Schulung des individuellen Verhaltens bei infektionsgefährdenden Tätigkeiten am Patienten direkt bzw. indirekt bei vorbereitenden Handlungen
- Regelmäßige Überprüfung der festgelegten Verfahren und Verhaltensweisen
- Festgelegte Standards für die Diagnostik einer Infektionserkrankung inklusive der mikrobiologischen Diagnostik
- Etablierte Standards für den Einsatz von Antibiotika zu Prophylaxe und Therapie

■ Abb. 1.1 zeigt die für stationäre Einrichtungen typische Organisation unter Einbeziehung aller Beteiligten (neben den Mitgliedern des Hygieneteams vor allem die Verantwortlichen der Einrichtung). Als zentrales Element bildet die Hygienekommission die Schnittstelle für die Beteiligten als Ort der Entscheidungsfindung und Umsetzung.

■ Tab. 1.5 Elemente des Hygienemanagements in Medizinischen Einrichtungen. (Adaptiert nach KRINKO 2009b)

Aspekte der Krankenhaushygiene	Aspekte der mikrobiologischen Diagnostik	Aspekte des Einsatzes von Antibiotika
Präsenz einer angemessenen Zahl von Hygienefachpersonal Surveillance nosokomialer Infektionen Monitoring der Compliance mit dem Händehygieneregime Schulungsprogramm für das Personal Regelmäßige Auditierung der Strategien und Präventionsstandards	Definition von Problemerregern Screening von Risikopatienten auf definierte Problemerreger Erstellen regelmäßiger Erreger- und Resistenzstatistiken Verfügbarkeit/Zugang zu geeigneten Laboratorien für die klinisch-mikrobiologische Diagnostik Adäquate mikrobiologische Diagnostik vor Antibiotikagaben	Erfassung und Rückkopplung des Antibiotikaverbrauchs Vorgaben zum Einsatz von Antibiotika in der perioperativen Prophylaxe Therapiestandards zur Vermeidung nicht indizierter Antibiotikagaben



■ Abb. 1.1 Beispiel eines Organigramms für das Hygienemanagement in Kliniken. (Nach KRINKO 2009a)

➤ Für eine erfolgreiche Umsetzung entscheidend ist das lückenlose Befolgen der festgelegten Hygienemaßnahmen durch alle Beschäftigten einer Medizinischen Einrichtung.

#### ■ Hygienebeauftragter Arzt

Die wesentlichen Aufgaben der Hygienebeauftragten Ärzte umfassen:

- Kenntnisse der bereichsspezifischen Infektionsrisiken
- Umsetzung der auf den eigenen Verantwortungsbereich zugeschnittenen Hygienemaßnahmen
- Eruiieren der Ursachen nosokomialer Infektionen
- Möglichst zeitnahe Einleitung von Maßnahmen

Um das verlässlich gewährleisten zu können, sollen sie in ihrem Gebiet Facharzt und weisungsbefugt sein. Dabei ist wichtig hervorzuheben, dass sie – obwohl sie so heißen – keine Beauftragtenfunktion im klassischen Sinn haben (Beratung der Verantwortlichen – das ist Aufgabe des Krankenhaushygienikers!), sondern sie sind für die Umsetzung der Maßnahmen in ihrem Zuständigkeitsbereich verantwortlich, wobei dennoch die Gesamtverantwortung für eine Klinik beim Chefarzt, für ein Klinikum beim Vorstand verbleibt.

#### Qualifikation und Aufgaben Hygienebeauftragter Ärzte (KRINKO 2009a)

##### Voraussetzung:

- Facharztqualifikation im klinischen Zuständigkeitsbereich
- Facharzt mit Weisungsbefugnis

##### Betrieblich-organisatorische Aufgaben:

- Vermittlung von Entscheidungen aus der Hygienekommission in die eigenen Bereiche
- Bindeglied zwischen Behandlungs- und Hygieneteam
- Mitglied der Hygienekommission
- Mitarbeit in speziellen Arbeitsgruppen zu Fragen der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (Mitsprache bei der Erarbeitung von Standards)

##### Abteilungs-/bereichsbezogene

##### Unterstützung des Hygienefachpersonals:

- Bei der Analyse der bereichsspezifischen Infektionsrisiken
- Beim Erstellen des bereichsspezifischen Hygieneplans
- Bei der Fortbildung des Personals im Bereich Krankenhaushygiene und Infektionsprävention

- Bei der Durchführung der Infektions-surveillance im Zuständigkeitsbereich (Erreichen eines Konsenses über die erfassten Ereignisse)

#### Optimierung des Antibiotikagebrauchs:

- Im eigenen medizinischen Verantwortungsbereich trägt der hygienebeauftragte Arzt dazu bei, den Einsatz von Antibiotika in Zusammenarbeit mit der klinisch-medizinischen Mikrobiologie und der klinischen Infektiologie auf der Basis von patientenspezifischen Aspekten, Surveillance- und Resistenzdaten zu optimieren.

#### Ausbruchsmangement:

- Zeitnahes Erkennen und Melden von Infektionsausbrüchen (schon bei begründetem Verdacht) an die ärztliche Leitung, das Hygienefachpersonal und ggf. das Gesundheitsamt
- Verantwortlich für die Abklärung infektiöser Komplikationen
- Einleiten von Gegenmaßnahmen in enger Abstimmung mit den übrigen Hygienemitarbeitern
- Mitwirkung beim Ausbruchsmangement (Mitglied des Ausbruchsteams)

**Stellung und Rahmenbedingungen** Neben der Tatsache, dass Hygienebeauftragte Ärzte in weisungsbefugter Funktion tätig sein sollen und ihr zusätzliches Engagement regelmäßig mehrere Wochenarbeitsstunden beansprucht, sind in betriebsinternen Vereinbarungen schriftliche Regelungen festzulegen für:

- Die fachliche Zusammenarbeit mit dem Krankenhaushygieniker
- Den Umfang der Freistellung zur Erfüllung der definierten zusätzlichen Aufgaben
- Die Sicherstellung, dass Konflikte zu ihren klinischen Tätigkeiten ausgeschlossen sind

**Bedarf** Jedes Krankenhaus sollte mindestens einen Hygienebeauftragten Arzt berufen. Nahezu alle Krankenhaushygieneverordnungen verlangen aber in Übereinstimmung mit einer Verlautbarung des RKI je Bereich mit abgrenzbarem Risikoprofil

einen eigenen Hygienebeauftragten Arzt. In Behandlungszentren mit mehreren organisatorisch getrennten Abteilungen mit speziellem Risikoprofil für nosokomiale Infektionen (z. B. Hämatologie/Onkologie, internistische Intensivmedizin, Chirurgie mit Intensivstation, Neurochirurgie, Pädiatrie) sollte deshalb jede Fachabteilung einen Hygienebeauftragten Arzt aus der eigenen Abteilung benennen.

**Risikoanalyse** Sie berücksichtigt das Behandlungsspektrum der Einheit (invasive diagnostische und therapeutische Maßnahmen) und das Risikoprofil der dort behandelten Patienten und ermittelt daraus den Bedarf. Erforderlich dafür sind die Kenntnis des Risikoprofils der Station, der Abteilung, des Bereichs bzw. der ambulanten Einrichtung und des Risikoprofils der dort vorrangig behandelten Patienten. ■ **Tab. 1.6** gibt Anhaltspunkte für die durchzuführende Risikoanalyse.

Somit ergibt sich der tatsächliche Bedarf differenziert abgestimmt:

- Aus dem Risikoprofil der Station, welches vor allem durch das jeweilige invasiv-diagnostische oder -therapeutische Angebot der hier tätigen medizinischen Fachgebiete bestimmt wird (z. B. intensivmedizinische oder vergleichbare Betreuung mit vielen invasiv-diagnostischen oder -therapeutischen Maßnahmen)
- Aus dem individuellen Risikoprofil der Patienten in Bezug auf nosokomiale Infektionen (z. B. Anteil der Patienten mit hochgradiger Immunsuppression, Anteil der Patienten, die aufgrund einer Kolonisation oder Infektion mit einem multiresistenten Infektionserreger isoliert werden müssen, Anteil polytraumatisierter oder schwer brandverletzter Patienten, Anteil der Patienten nach Organtransplantationen)

### 1.3.3 Kommission ART

Die Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie (ART) wurde wegen der zunehmenden Bedeutung von resistenten Krankheitserregern gegründet. Aufgabe der Kommission ist es, Empfehlungen für Standards zu Diagnostik und Therapie von Infektionskrankheiten nach aktuellem Stand der medizinischen Wissenschaft zu erstellen. Sie soll diese Aufgaben „in enger Zusammenarbeit mit der AWMF, den einzelnen Fachgesellschaften, anderen

■ **Tab. 1.6** Einstufung von Maßnahmen bzw. Patienten in Bezug auf das Infektionsrisiko. (Nach KRINKO 2009a)

Risiko	Hoch	Mittel	Niedrig
Maßnahmen/Bereich			
	Intensivmedizinische oder vergleichbare Betreuung: – Komplexbehandlungen – Betreuung isolierter Patienten	Alle Operationen und Eingriffe Invasive Diagnostik	Konservative Diagnostik und Therapie
Patienten			
Stationär	Immunsupprimierte/-defiziente Patienten mit signifikant erhöhtem Infektionsrisiko: – Polytraumatisierte Patienten – Schwerstbrandverletzte – Alle Intensivpatienten	Chirurgische Fächer Gynäkologie Geburtshilfe Stroke Unit Intermediate Care Interventionelle Radiologie Operative Dermatologie Chemotherapie Dialyse Psychiatrie Konservative Medizin der verschiedenen Fachrichtungen (z. B. innere Medizin, Geriatrie, HNO, Dermatologie, Neurologie, Radiologie) Nicht immunsupprimierte hämatologisch-onkologische Patienten Rehabilitationsabteilungen	Psychiatrie Konservative Medizin der verschiedenen Fachrichtungen (z. B. innere Medizin, Geriatrie, HNO, Dermatologie, Neurologie, Radiologie) Nicht immunsupprimierte hämatologisch-onkologische Patienten Rehabilitationsabteilungen
Ambulant und teilstationär		Ambulante Operationen Ambulante, invasive Diagnostik (z. B. Endoskopie, Bronchoskopie) Ambulante/teilstationäre Dialyse	Behandlungsbereiche ohne invasive Maßnahmen und Diagnostik (inkl. Tageskliniken) Ambulante Chemotherapien

wissenschaftlichen Institutionen und Organen der Selbstverwaltung wahrnehmen. Die Kommission ART wird vorhandene Empfehlungen und Leitlinien sichten und gegebenenfalls Bedarf für aktuelle Leitlinien in den Bereichen Diagnostik und Therapie von Infektionskrankheiten identifizieren.“

Auch wenn zwischenzeitlich durch die Bundesärztekammer in Ergänzung zum Hygienebeauftragten Arzt die Qualifizierung zum „Antibiotikabeauftragten Arzt“ als ebenfalls curriculare Fortbildung etabliert und von ersten Landesärztekammern bereits in Form 40-stündiger Kurse angeboten wird,

werden die Empfehlungen der Kommission ART auch für die Arbeit des Hygienebeauftragten Arztes von besonderer Bedeutung sein.

## 1.4 Biostoffverordnung und TRBA 250

### 1.4.1 Biostoffverordnung (BioStoffV)

➤ Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit

**biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV) zielt auf den Schutz der Beschäftigten unter anderem in Medizinischen Einrichtungen ab und nicht auf die Patienten.**

Die BioStoffV gilt für Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffen). Sie regelt Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten vor Gefährdungen durch diese Tätigkeiten.

In der BioStoffV wird erläutert, was Biostoffe sind, nämlich insbesondere Infektionserreger und sonstige Mikroorganismen, die sensibilisierende oder toxische Eigenschaften haben. Die Verordnung legt weiterhin fest, dass eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen ist, und nennt grundlegende Schutzmaßnahmen. Auch enthält die BioStoffV einen speziellen Paragraphen für Medizinische Einrichtungen, der der Umsetzung der Richtlinie 2010/32/EU zur Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor dient.

- **Für den Hygienebeauftragten Arzt wichtig dabei ist zu klären,**
- **ob es in seiner Einrichtung einen Betriebsarzt gibt, dessen Aufgabe es ist, sich um die Belange des Beschäftigtenschutzes zu kümmern, oder**
  - **ob er diese Aufgabe zusätzlich wahrnehmen muss, sofern keine dritte Stelle damit beauftragt ist.**
- Auf jeden Fall muss er diese Aspekte bei der Erstellung von Hygieneplänen berücksichtigen!**

### 1.4.2 TRBA 250

Für die Entscheidung, welche Präventionsmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten in Medizinischen Einrichtungen konkret erforderlich sind, gibt die Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250 wertvolle Hinweise. Sie muss vergleichbar den KRINKO-Empfehlungen sowohl in stationären wie ambulanten Einrichtungen beachtet werden und enthält Regelungen,

die mittelbar auch für den Schutz der Patienten von Bedeutung sind. Die TRBA 250 kann in der jeweils aktuellen Fassung auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) eingesehen werden ([www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-250.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-250.html)).

## 1.5 SGB V und Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA)

Maßnahmen zur Infektionsprävention sind ein wesentlicher Bestandteil des Qualitätsmanagements. Verantwortlich sind auch hier die Träger bzw. die Leitung eines Krankenhauses oder sonstigen Medizinischen Einrichtung (§§ 35a, 37 SGB V; [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgeb\\_5/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgeb_5/gesamt.pdf)).

Für den Hygienebeauftragten Arzt sind folgende Regelungen von Bedeutung:

- **Qualität und Wirksamkeit der Leistungen** müssen dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse entsprechen und den medizinischen Fortschritt berücksichtigen (§ 2 Leistungen).
- **Beschäftigte haben Anspruch auf Leistungen** für Schutzimpfungen im Sinne des § 2 Nr. 9 des Infektionsschutzgesetzes (§ 20d Primäre Prävention durch Schutzimpfungen).
- **Die Krankenkassen und die Leistungserbringer** müssen eine bedarfsgerechte und gleichmäßige, dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse entsprechende Versorgung der Versicherten gewährleisten (§ 70 Qualität, Humanität und Wirtschaftlichkeit).

Die Einflussnahme durch den Gemeinsamen Bundesausschuss leitet sich aus § 92 „Richtlinien des gemeinsamen Bundesausschusses“ ab:

- **Er kann die Erbringung und Verordnung von Leistungen oder Maßnahmen einschränken oder ausschließen**, wenn nach allgemein anerkanntem Stand der medizinischen Erkenntnisse der diagnostische oder therapeutische Nutzen, die medizinische Notwendigkeit oder die Wirtschaftlichkeit nicht nachgewiesen sind.

- Er kann die Verordnung von Arzneimitteln einschränken oder ausschließen, wenn die Unzweckmäßigkeit erwiesen oder eine andere, wirtschaftlichere Behandlungsmöglichkeit mit vergleichbarem diagnostischen oder therapeutischen Nutzen verfügbar ist.

Maßnahmen zur Fortbildung und Qualitätssicherung, die die Qualität der Behandlung, der Versorgungsabläufe und der Behandlungsergebnisse umfassen (§ 125 Rahmenempfehlungen und Verträge):

- Verpflichtung zur Qualitätssicherung (§ 135a): Die Leistungserbringer sind zur Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität der von ihnen erbrachten Leistungen verpflichtet. Die Leistungen müssen dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse entsprechen und in der fachlich gebotenen Qualität erbracht werden.
- Vertragsärzte, medizinische Versorgungszentren, zugelassene Krankenhäuser, Erbringer von Vorsorgeleistungen oder Rehabilitationsmaßnahmen und Einrichtungen, mit denen ein Versorgungsvertrag nach § 111a besteht, sind nach Maßgabe der §§ 137 und 137d verpflichtet, sich an einrichtungsübergreifenden Maßnahmen der Qualitätssicherung zu beteiligen, die insbesondere zum Ziel haben, die Ergebnisqualität zu verbessern und einrichtungsintern ein Qualitätsmanagement einzuführen und weiterzuentwickeln.

Richtlinien und Beschlüsse zur Qualitätssicherung (§ 137; 139a):

- Der Gemeinsame Bundesausschuss legt in seinen Richtlinien nach Abs. 1 geeignete Maßnahmen zur Sicherung der Hygiene in der Versorgung fest und bestimmt insbesondere für die einrichtungsübergreifende Qualitätssicherung der Krankenhäuser Indikatoren zur Beurteilung der Hygienequalität. Der Gemeinsame Bundesausschuss berücksichtigt bei den Festlegungen etablierte Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Rückkopplung von nosokomialen Infektionen, antimikrobiellen Resistenzen und zum Antibiotikaverbrauch sowie die Empfehlungen der nach § 23 Abs. 1 und 2 des Infektionsschutzgesetzes

beim Robert Koch-Institut eingerichteten Kommissionen.

- Die nach der Einführung mit den Indikatoren nach Abs. 1a Satz 1 gemessenen und für eine Veröffentlichung geeigneten Ergebnisse sind in den Qualitätsberichten nach Abs. 3 Nummer 4 darzustellen. Der gemeinsame Bundesausschuss soll ihm bereits zugängliche Erkenntnisse zum Stand der Hygiene in den Krankenhäusern unverzüglich in die Qualitätsberichte aufnehmen lassen sowie zusätzliche Anforderungen nach Abs. 3 Nummer 4 zur Verbesserung der Informationen über die Hygiene stellen.
- Bereitstellung von für alle Bürgerinnen und Bürger verständlichen allgemeinen Informationen zur Qualität und Effizienz in der Gesundheitsversorgung sowie zu Diagnostik und Therapie von Krankheiten mit erheblicher epidemiologischer Bedeutung.

Für die konkrete Umsetzung hat der Gemeinsame Bundesausschuss Regelungen zu Umfang und Inhalt eines Qualitätsberichts der Krankenhäuser (Qb-R) veröffentlicht, die für alle nach § 108 SGB V zugelassenen Krankenhäuser verbindlich sind. In der Anlage 1 werden unter Punkt A-12.3 „hygienebezogene Aspekte des klinischen Risikomanagements“ abgefragt, die von Angaben zur Struktur (z. B. Hygienepersonalausstattung) bis hin zu Ergebnissen (z. B. KISS-Ergebnisse) reichen.

Die künftig regelmäßig zu veröffentlichen Qualitätsindikatoren werden von durch das vom Gemeinsamen Bundesausschuss eigens dafür neu gegründeten Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) erarbeitet.

Ergänzend hierzu wurde vom Gemeinsamen Bundesausschuss die Richtlinie über grundsätzliche Anforderungen an ein einrichtungsinternes Qualitätsmanagement für Vertragsärztinnen und Vertragsärzte, Vertragspsychotherapeutinnen und Vertragspsychotherapeuten, medizinische Versorgungszentren, Vertragszahnärztinnen und Vertragszahnärzte sowie zugelassene Krankenhäuser (Qualitätsmanagement-Richtlinie/QM-RL) veröffentlicht, in der es unter § 4 Hygienemanagement heißt: „Hygienemanagement umfasst den sachgerechten Umgang mit allen Hygiene-assoziierten Strukturen

und Prozessen einer Einrichtung und dient der Verhütung und Vorbeugung von Infektionen und Krankheiten. Dazu gehören z. B. auch der sachgerechte Einsatz antimikrobieller Substanzen sowie Maßnahmen gegen die Verbreitung multiresistenter Erreger.“ Damit wird deutlich, dass Krankenhaushygiene endlich als Qualitätssicherung zur Infektionsvermeidung anerkannt ist (s. auch ► [Kap. 20](#)).

## 1.6 Öffentlicher Gesundheitsdienst: Aufgaben, Befugnisse, Beratungspartner

Der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD) hat im Bereich des Infektionsschutzes vielfältige Aufgaben, die sich neben dem IfSG aus weiteren Gesetzen und Verordnungen auf Länder- wie auf Bundesebene ergeben (z. B. Gesundheitsdienstgesetz GDG, Länderhygieneverordnungen MedHygV, Trinkwasserverordnung TrinkWV). Der Öffentliche Gesundheitsdienst tritt in Medizinischen Einrichtungen auf als

- Überwachungsbehörde
- Partner im Bewältigen von Sondersituationen (Ausbrüche, Pandemien)
- Informationsquelle (Homepage des zuständigen Gesundheitsamtes und des Landesgesundheitsamtes)
- Netzwerkorganisator (regionale Netzwerke wie Euregio, LARE etc.)

und ist somit ein wichtiger Partner in der Bewältigung krankenhaushygienischer Probleme.

### Literatur

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG). [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ifsg/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ifsg/gesamt.pdf)

KRINKO (2009a) Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. Bundesgesundheitsbl 52: 951–962

KRINKO (2009b) Präambel zum Kapitel D, Hygienemanagement, der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention Bundesgesundheitsbl 2009 52: 949–950

RKI (2013) Surveillance nosokomialer Infektionen sowie die Erfassung von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen Fortschreibung der Liste der

gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b in Verbindung mit § 23 Abs. 4 IfSG zu erfassenden nosokomialen Infektionen und Krankheitserreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen. Bundesgesundheitsbl 56: 580–583

Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes v. 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477) (SGB V) [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgb\\_5/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgb_5/gesamt.pdf)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (BioStoffV) [www.gesetze-im-internet.de/biostoffv](http://www.gesetze-im-internet.de/biostoffv)

# Hygieneplan

*E. Göttlich-Fligg*

- 2.1 Der Hygieneplan – 38
- 2.2 Strukturierung des Hygieneplans – 40
- 2.3 Schritte zur Erstellung eines Hygieneplans – 42
- 2.4 Integration des Hygieneplans in das Qualitätsmanagement – 44
- Literatur – 52

## Zusammenfassung

Der Hygieneplan ist ein gesetzlich verankertes zentrales Instrument der Krankenhaushygiene zum Schutz der Patienten und des Personals vor Infektionen. Er dient der Infektionsprävention und der Sicherung der Qualität der Behandlung in einer Einrichtung. Er enthält alle einrichtungsinternen Vorgaben zur Infektionsprävention sowie zu deren Umsetzung und Überwachung in verbindlicher Form (KRINKO 2009). Als solches dient er der Beweissicherung bei Haftungsfragen bei Hygienemängeln und ist eine wichtige Praxisanleitung zum sicheren Arbeiten und ein betriebsinternes Schulungsinstrument.

Seine Erstellung und Führung liegt in der Eigenverantwortung der Träger und Leiter der dazu verpflichteten Einrichtungen. Als Grundlage, Hilfestellung und Empfehlung für die Erstellung von Hygieneplänen dienen die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des Robert Koch-Instituts (KRINKO) und die Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA). Darüber hinaus sind Gesetzesvorschriften aus verschiedenen Rechtsbereichen maßgeblich.

## 2.1 Der Hygieneplan

Damit die jeweils aktuelle und gültige Revision des Hygieneplans im Arbeitsbereich verfügbar ist, sollte der Hygieneplan der Dokumentenlenkung des Qualitätsmanagements der Einrichtung unterworfen sein. Den zuständigen Kontrollbehörden (Gesundheitsämter) ist auf Verlangen Einsicht in den Hygieneplan zu gewähren.

Die wichtigsten Vorgaben, Hilfestellungen und Empfehlungen zur Realisierung von Hygieneplänen und zur Integration in das Qualitätsmanagement einer Einrichtung werden im Folgenden dargestellt.

### 2.1.1 Gesetzlicher Hintergrund

Die Verpflichtung zu Hygieneplänen findet sich in verschiedenen Rechtsgebieten, unter anderem im Infektionsschutzgesetz:

- Laut § 23 Abs. 5 des Infektionsschutzgesetzes sind Einrichtungen des Gesundheitswesens

verpflichtet, innerbetriebliche Verfahrensweisen zur Infektionshygiene in Form von Hygieneplänen schriftlich festzulegen. Zu den Einrichtungen zählen Krankenhäuser, Einrichtungen für ambulantes Operieren, Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, Dialyseeinrichtungen, Tageskliniken, Entbindungseinrichtungen und damit vergleichbare Behandlungs- oder Versorgungseinrichtungen. Gleiches gilt auch für Kindergemeinschaftseinrichtungen, Gemeinschaftsunterkünfte, Obdachlosenunterkünfte und Justizvollzugsanstalten (§ 36 IfSG) sowie Zahnarzt-, Arztpraxen und Praxen sonstiger humanmedizinischer Heilberufe, in denen invasive Eingriffe vorgenommen werden, die durch landesrechtliche Verordnung verpflichtet werden können, einen Hygieneplan vorzuhalten (§ 23 IfSG).

- Mit dem Hygieneplan sollen die Infektionsrisiken für Patienten oder Bewohner und für das Personal minimiert werden. Die innerbetrieblichen Verfahrensweisen müssen sich am Stand der medizinischen Wissenschaft zu Fragen der Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen orientieren (§ 23 IfSG). Dies gilt als umgesetzt, wenn die Leitlinien, Standards und Empfehlungen der Kommissionen für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) und der Antinfektiva, Resistenz und Therapie (ART) beim Robert Koch-Institut bei der betriebsinternen Festlegung beachtet wurden (§ 23 IfSG).

Zwei weitere Verpflichtungen zur Erstellung und Fortführung eines Hygieneplans finden sich in den arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben und im Sozialgesetzbuch:

- Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) verpflichtet den Arbeitgeber gemäß der Biostoffverordnung (BiostoffV) und den vom Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe veröffentlichten „Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege“ (TRBA 250), entsprechend der Infektionsgefährdung Maßnahmen zur Desinfektion, Reinigung und Sterilisation sowie zur Ver- und Entsorgung schriftlich festzulegen (Hygieneplan) und zu überwachen.

- Die Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen zum ambulanten Operieren nach § 115 SGB V (Qualitätsvereinbarung ambulant Operieren) verpflichtet die an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmenden Einrichtungen, ein einrichtungsinternes Qualitätsmanagement einzuführen und weiterzuentwickeln. Eine der hygienischen Voraussetzungen (§ 5) ist es, einen Hygieneplan nach IfSG zu führen.

### 2.1.2 Inhalte des Hygieneplans

Im Hygieneplan sollen die Struktur des Hygienemanagements und alle hygienerelevanten Maßnahmen zum Schutz der Patienten und des Personals in einer Einrichtung verbindlich in Verfahrensanleitungen geregelt werden. Was im Einzelnen geregelt werden soll, ist im Infektionsschutzgesetz nicht vorgegeben. Hierzu nennt die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des RKI (KRINKO) in ihren Empfehlungen beispielhaft Themen und Inhalte von Hygieneplänen, z. B. für Heime (KRINKO 2005). Ausdrücklich wird in den Empfehlungen der KRINKO darauf hingewiesen, dass es in der Eigenverantwortung der Träger und Leiter von Gesundheitseinrichtungen liegt, ihre innerbetrieblichen Strukturen und Organisationen den jeweiligen Erfordernissen anzupassen (KRINKO 2009). Weitere Praxishilfen geben auch die Gesundheitsämter in Form von Vorlagen für Rahmen- oder Musterhygieneplänen.

Eine wichtige, konkrete Anleitung zur Umsetzung von Hygieneplänen und eine beispielhafte Gliederung eines Hygieneplans gibt die **TRBA 250** und ergänzend auch die TRBA 400. Letztere gibt Anleitung zur Beurteilung der Gefährdung der Beschäftigten, die mit Biologischen Arbeitsstoffen in Kontakt kommen können (z. B. bei der Pflege), und deren Unterrichtung. Beide wurden vom Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS) als Arbeitshilfe zur Umsetzung der Grundsätze für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (nach BioStoffV) erarbeitet (TRBA 400).

Da die Maßnahmen zum Schutz des Personals und der Patienten am effektivsten in einem einzigen umfassenden Plan vermittelt werden können, ist es zweckmäßig, beide Schutzziele in einem Hygieneplan zusammenzufassen.

### 2.1.3 Hinweise für die Erstellung eines Hygieneplans nach TRBA 250

Nach TRBA 250 ist Ziel des Hygieneplans, Übertragungen von Infektionen durch Mikroorganismen und schädigende Einflüsse durch erforderliche Reinigungs-, Desinfektions-, Sterilisations- sowie Ver- und Entsorgungsmaßnahmen zu verhindern. Entsprechend erforderliche Präventionsmaßnahmen sind in Abhängigkeit des arbeitsplatzspezifischen Risikos festzulegen. In Anhang II der TRBA 250 wird beispielhaft die Vorgehensweise zur Erstellung eines tätigkeitsbezogenen Hygieneplans aufgeführt.

**Gefährdungsanalyse:** Definition der Gefährdungsmerkmale (Gefahr einer Kontamination, Infektion, Intoxikation oder Sensibilisierung) eines Arbeitsplatzes oder ggf. eines Bereichs und Festlegung, wer gefährdet sein kann und ggf. unter welchen Voraussetzungen.

**Präventionsmaßnahmen:** Unter Beachtung der für den Arbeitsplatz/-bereich geltenden Vorschriften und unter Hinzuziehen relevanter Regelwerke (Empfehlungen, Richt- und Leitlinien, Normen etc.) sind **risikoadaptierte Handlungs- und Verhaltensanweisungen** zu erstellen und einrichtungsspezifisch verbindlich vorzugeben. Die Beschäftigten sind entsprechend **zu schulen**. **Fachkräfte (für Arbeitssicherheit bzw. Hygiene)** sind durch schriftliche Regelungen entsprechend der gesetzlichen Vorgaben beratend oder verantwortlich in die Umsetzung einzubinden.

#### Maßnahmenstruktur:

**Basismaßnahmen:** grundlegende Regelungen zu den Bereichen Händehygiene, Arbeits- bzw. Schutzkleidung, Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen.

**Risikobezogene Maßnahmen:** Zusätzliche Regelungen sind ggf. unter speziellen Voraussetzungen erforderlich. Beispiele sind: **Erregereigenschaften** (Virulenz, Toxinbildung etc.), **bestimmte Tätigkeiten** (Operationen, Injektionen, Punktionen, Labor Diagnostik, Endoskopien etc.), **definierte Bereiche** (Küche, Wäscherei, Zentrale Sterilgutversorgungsabteilung, Physikalische Therapie, Entsorgung etc.).

Dies gilt auch für Instandhaltungsarbeiten (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) an kontaminierten und nicht desinfizierbaren Geräten, die mit biologischen Arbeitsstoffen kontaminiert sein können.

➤ Diese Arbeitsanweisungen können nach TRBA 250 ausdrücklich in den Hygieneplan integriert werden.

## 2.2 Strukturierung des Hygieneplans

Außer den Maßnahmen zur Minimierung der Infektionsrisiken für das Personal und den patientenbezogenen Schutzmaßnahmen sollten auch die Struktur und Organisation der Hygiene sowie die fachlichen und normativen Vorgaben im Hygieneplan benannt werden. Seine Verbindlichkeit sowie Aktualisierung, Geltungsbereich, Kenntnissgabe und Schulung sollten geregelt sein. Wichtig ist dabei:

■ Im Hygieneplan sollten die grundlegenden Festlegungen zur Struktur des Hygienemanagements und zu den Hygienemaßnahmen geregelt werden.

- Die jeweils aktuelle und gültige Version muss allen Mitarbeitern jederzeit zur Verfügung gestellt werden können, z. B. als elektronisches Dokument im Intranet.
- Die Sprache sollte einfach und verständlich, die Darstellungen einprägsam sein – Schlagwortregister und Suchfunktionen erleichtern die praktische Anwendung.
- Der Hygieneplan kann aus einem Leitdokument und mitgeltenden Einzeldokumenten bestehen und sollte klar strukturiert sein.
- Formal sollten alle Bedingungen zur Implementierung des Hygieneplans in das Qualitätsmanagement einer Einrichtung erfüllt sein, beispielsweise die Dokumentenlenkung, die Untergliederung in Kapitel und Prozessbeschreibungen.

Ein Beispiel für die Strukturierung eines Hygieneplans zeigt ■ Tab. 2.1.

■ Tab. 2.1 Strukturierung eines Hygieneplans für ein Akutkrankenhaus

Kapitel	Inhalte
	Vorwort – Ziele
	Inhaltsverzeichnis
1	Hygieneorganisation
1.1	Aufbau einer Hygienestruktur <ul style="list-style-type: none"><li>– Hygienekommission (Leitung, Zusammensetzung, Berufung, Beschlussfassung)</li><li>– Hygienebeauftragter Arzt</li><li>– Hygienefachkraft</li><li>– Krankenhaushygieniker</li><li>– Anzahl an Hygienefachkräften (nach Bettenzahl, Risikoklassen)</li><li>– Qualifikation des Hygieneteams</li><li>– Zusammenarbeit, Aufgaben und Verantwortlichkeit, Weisungsbefugnis</li></ul>
1.2	Hygieneplan (Erstellung, Freigabe, Gültigkeit, Aktualisierung, zur Kenntnissgabe, Schulung)
1.3	Hygienebegehung
1.4	Schulung
2.	Personalhygiene und Personalschutz
2.1	Kleiderordnung
2.2	Händehygiene
2.3	Handschuhe
2.4	Schutzmasken
2.5	Schutzbrillen
2.6	Schutzhauben

■ Tab. 2.1 Fortsetzung

Kapitel	Inhalte
2.7	Sofortmaßnahmen bei Verletzungen mit Material, das potenziell mit Hepatitis B, C, D und HIV kontaminiert ist
3	Reinigung und Desinfektion von Flächen und Instrumenten
3.1	Flächenreinigung
3.2	Flächendesinfektion
3.3	Instrumenten- und Materialaufbereitung
4	Patientenbezogene Hygienemaßnahmen (in Pflege, Diagnostik, Therapie)
4.1	Hautdesinfektion vor invasiven Maßnahmen
4.2	Schleimhautdesinfektion
4.3	Hygienemaßnahmen bei Verbandswechseln
4.4	Vorrichten von i.v. Medikamenten und Infusionen
4.5	Umgang mit Infusionssystemen in situ
4.6	Anlegen von peripheren Venenzugängen
5	Spezielle Hygienemaßnahmen bei bestimmten Erregern/Infektionen
6	Meldepflichtige Erkrankungen
7	Standardhygienemaßnahmen in speziellen Funktionsbereichen (Physiotherapie, Bäderabteilung)
8	Wasserkeime
8.1	Legionellen – Standardmaßnahmen, Aktionsplan
8.2	Wasserplan
9	Standardhygienemaßnahmen für die Hygiene im Labor
10	Hygienestandards für Patientenkochgruppen
11	Hygienestandards in der Küche und Stationsküche
12	Wäscheversorgung und -entsorgung
12	Abfall
13	Umgebungsuntersuchungen
14	Surveillance – Kennzahlen
14.1	Surveillance nosokomialer Infektionen nach KISS
14.2	Erfassung und Bewertung von Erregern mit besonderen Resistenzen nach § 23 IfSG
14.3	Bewertung der allgemeinen Resistenzstatistik
14.4	Bewertung des Antibiotikaverbrauchs Andere Qualitätsindikatoren (z. B. Händedesinfektionsmittelverbrauch, Compliance-Beobachtungen u. a.)
15	Einbindung in die kontinuierliche Prozessverbesserung (KPV)
16	<b>Anhänge:</b> Mitgeltende Unterlagen (Leitfäden, fachliche Empfehlungen und normative Vorgaben, Merkblätter, Formulare [z. B. Meldeformular], Verträge mit Fremdfirmen, Leistungsverzeichnisse [z. B. Reinigungsdienst], Verfügbarkeit der Dokumente)

2.3 Schritte zur Erstellung eines Hygieneplans

Hinweise zum Vorgehen, wie Hygienepläne systematisch erarbeitet werden können, finden sich beispielsweise in den Empfehlungen der KRINKO und in der TRBA 250. Auch einige Landeshygieneverordnungen (LHygV) geben die Aktualisierung, die Verbindlichkeit, die Art der Kenntnissgabe und -nahme sowie die Schulungsverantwortung für die Hygienepläne vor.

Eine ausführliche Anleitung für einen Hygieneplan in Einrichtungen zum ambulanten Operieren stellt beispielsweise auch der „Länderarbeitskreis zur Erstellung von Hygieneplänen“ zur Verfügung (Länderarbeitskreis zur Erstellung von Hygieneplänen 2003).

2.3.1 Infektionsrisiken und Risikominimierung

Folgende Daten und Schritte sind notwendig bei der Planung von Maßnahmen zur Infektionsprävention (■ Tab. 2.2). Allem zugrunde liegt die **Ist- und Sollanalyse** der Infektionsrisiken in den Bereichen unter Berücksichtigung der organisatorischen und baulichen Bedingungen. In diese Analyse gehen auch die Daten der externen Qualitätssicherung zum

Hygienemanagement ein (z. B. Surveillance nosokomialer Infektionen), anhand derer mögliche Defizite im Rahmen der krankenhaushygienischen Maßnahmen analysiert werden können.

Die Einzelschritte entsprechen dem Grundkonzept des **PDCA-Zyklus** „plan, do, check, act“ (Deming 1982) und sind Grundlage für die kontinuierliche Verbesserung der hygienerelevanten Prozesse (**kontinuierlicher Verbesserungsprozess** [KVP]).

In der Regel führt das Hygieneteam die Gefährdungsanalyse durch und erstellt die Verfahrensanweisungen unter Koordination der Hygienekommission. Der Leiter der Hygienekommission gibt den Hygieneplan (inhaltlich) frei. Der Leiter der Einrichtung setzt ihn in Kraft.

Hygieneplan und Betriebsanweisungen (Umgang mit Biologischen Arbeitsstoffen) können kombiniert werden. Bei speziellen Festlegungen ist es ggf. auch ratsam, das zuständige Gesundheitsamt hinzuzuziehen.

2.3.2 Rechtsverbindlichkeit und Geltungsbereich

Rechtsverbindlichkeit bekommt der Hygieneplan durch die (inhaltliche) Freigabe durch die Hygienekommission und durch die Unterschrift der Leitung der Einrichtung (dokumentierte Inkraftsetzung).

■ Tab. 2.2 Schritte zur Erstellung und Aktualisierung von Hygieneplänen

Phase	Schritte
Plan	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ist-Analyse: Analyse der Infektionsgefahren und Bewertung der Risiken</li><li>– Soll-Analyse: Notwendigkeit von Maßnahmen zur Risikominimierung</li><li>– Festlegung von Kontrollmaßnahmen (Überwachung und Dokumentation)</li><li>– Festlegung von Schulungsmaßnahmen</li></ul>
Do	<ul style="list-style-type: none"><li>– Umsetzung der Festlegungen</li><li>– Verfahrensanweisungen erstellen (Hygieneplan)</li><li>– Verfahren durch Schulung, Beratung und Bereitstellung von Ressourcen implementieren</li></ul>
Check	Hygieneplan überprüfen anhand von: <ul style="list-style-type: none"><li>– Hygienebegehung</li><li>– Ergebnissen der internen Qualitätssicherung</li><li>– Ergebnissen der externen Qualitätssicherung</li></ul>
Act	Verfahrensweisen anpassen an die Ergebnisse der internen und externen Qualitätssicherung unter Beachtung der Empfehlungen der KRINKO und der normativen Vorgaben (Evidenzbasierte) Maßnahmen umsetzen

Die im Hygieneplan festgelegten innerbetrieblichen Verfahrensweisen sind verbindliche Arbeits- oder Betriebsanweisungen des Arbeitgebers und als **Dienstanweisungen** zu verstehen. Die Beschäftigten können durch Dienstanweisung zur Einhaltung der Grundsätze der Hygiene verpflichtet werden (z. B. LHygV Hessen, LHygV NRW). Sie gelten für alle Mitarbeiter. Gegebenenfalls muss die Verbindlichkeit auch für externe Arbeitskräfte, die in einem Bereich tätig sind, geregelt werden. Die Nichtbeachtung kann arbeitsrechtliche Konsequenzen haben.

### 2.3.3 Fortlaufende Überarbeitung und Aktualisierung

Hygienepläne müssen fortlaufend überarbeitet und aktualisiert werden, damit sie dem Stand der medizinischen Wissenschaft zu Fragen der Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen entsprechen (§ 23 IfSG).

Die Festlegung von hygienerelevanten Qualitätszielen und Anpassungen der Organisations- und Funktionsabläufe, die sich z. B. aus der jährlichen Evaluation der Einrichtung (**strukturierter Qualitätsbericht** nach § 137 SGB V) und der Evaluation der Surveillance-Daten ableiten, müssen sinnvoll in den Hygieneplan integriert werden. Eine jährliche, strukturierte **Hygieneberichterstattung** der relevanten Daten und Ereignisse an die Hygieneverantwortlichen (Leiter der Abteilung/Einrichtung) kann hier hilfreich sein.

**Überarbeitungsintervalle** gibt das Infektionsschutzgesetz nicht vor, diese müssen von der Einrichtung festgelegt werden. Bei der Festlegung müssen jedoch in jedem Fall die Bestimmungen in den jeweiligen Landeshygieneverordnungen berücksichtigt werden, die zum Teil konkrete Vorgaben enthalten.

- Zumeist werden Hygienepläne in den Einrichtungen jährlich oder alle zwei Jahre routinemäßig überprüft und aktualisiert, darüber hinaus anlassbezogen, z. B. bei Veröffentlichung neuer Empfehlungen der KRINKO und der Kommission für Antinfektiva, Resistenz und Therapie oder bei betrieblichen Veränderungen.

Es empfiehlt sich, die Aktualität der innerbetrieblichen Verfahrensweisen mit neuem Gültigkeitsdatum

auch dann kenntlich zu machen, wenn die Überprüfung ergab, dass keine Änderung notwendig ist.

### 2.3.4 Bekanntgabe des Hygieneplans und Schulung

Nach TRBA 250 soll der Hygieneplan an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt gemacht, zur Einsichtnahme ausgelegt oder ausgehängt werden (TRBA 250). Desinfektionspläne müssen gut sichtbar ausgehängt werden.

Davon unterschieden werden muss die Verpflichtung des Arbeitgebers zur Unterweisung anhand der Betriebsanweisung und des Hygieneplans über die auftretenden Gefahren und über die Schutzmaßnahmen (ab Schutzstufe 2) (TRBA 250). Diese Unterweisung muss inhaltlich und mit Datum dokumentiert und durch Unterschrift des Unterwiesenen bestätigt werden. Sie kann mündlich, arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen geschehen, muss jedoch mindestens jährlich erfolgen und außerdem vor Aufnahme der Tätigkeiten, bei Tätigkeitsänderungen, die zu einer erhöhten Gefährdung führen können, und anlassbezogen, z. B. im Zusammenhang mit der arbeitsmedizinischen Vorsorge (TRBA 250).

Einige Landeshygieneverordnungen konkretisieren die Bekanntgabe des Hygieneplans durch die Leitung der Einrichtung (z. B. LHygV NRW und Sachsen-Anhalt). Demnach soll der Hygieneplan bei Beginn des Arbeitsverhältnisses und danach regelmäßig, mindestens jedoch einmal jährlich dem Personal bekannt gemacht und dies dokumentiert werden.

- **Damit die jeweils aktualisierte und gültige Version des Hygieneplans allen Mitarbeitern jederzeit zur Verfügung gestellt werden kann, haben sich elektronische Dokumente und eine Bereitstellung z. B. im Intranet der Einrichtung bewährt. Schlagwortregister und Suchfunktionen können den Wert des Hygieneplans für den Anwender erhöhen und schaffen praxisnahe Akzeptanz.**

Die Organisation von Hygieneschulungen anhand des Hygieneplans liegt in der Verantwortung der Leitung einer Einrichtung, die Durchführung von Schulungen ist Aufgabe des Hygieneteams. Gegebenenfalls werden in der LHygV auch einzelne

Mitglieder des Hygieneteams als Schulungsverantwortliche benannt. Es empfiehlt sich, zur Planung, Durchführung und zum Nachweis der Schulungen einen **Schulungsplan** zu führen, der auch die Anforderungen des Qualitätsmanagements erfüllt.

## 2.4 Integration des Hygieneplans in das Qualitätsmanagement

Ein umfassendes Qualitätsmanagement kann die Akzeptanz und Verbindlichkeit des Hygienemanagements einer Einrichtung fördern und schafft zusätzlich kurze Kommunikationswege. Zum Beispiel kann ein Vertreter des Qualitätsmanagements (z. B. QM-Beauftragter) an den Hygienekommissionssitzungen teilnehmen. Strukturen und Abläufe in der Hygiene werden dadurch transparenter, und der kontinuierliche Verbesserungsprozess wird angetrieben. Ist das Qualitätsmanagement zertifiziert, wird die Struktur- und Prozessqualität der Hygiene auch in den Überwachungsaudits oder Visitationen durch den Zertifizierer überprüft.

Schon aus Gründen der Beweissicherung bei Haftungsfragen bei mutmaßlichen Hygienemängeln sollte auf eine gute Dokumentation und lückenlose Rückverfolgbarkeit geachtet werden. Dies bedeutet im Einzelnen:

- Der Hygieneplan muss formal alle Punkte der Dokumentenlenkung erfüllen. Dazu zählen das Datum der Erstellung und Überarbeitung, Versionierung, Benennung der Verantwortlichkeiten, Verfügungsstellung (wo kann der Hygieneplan eingesehen werden?), Änderungsindex, Seitenzahl und Gesamtseitenzahl.
- Er untergliedert die Verfahrensweisen, z. B. nach Kapiteln, und bildet Handlungsabläufe als Prozessbeschreibungen ab.
- Der Hygieneplan legt Revisionsintervalle und Archivierungsfristen fest.
- Er enthält Aussagen zur Verbindlichkeit des Hygieneplans für die betroffenen Bereiche und Personengruppen.
- Der Hygieneplan schreibt die Kenntnissgabe und den Schulungsprozess fest.

Wie dies erfolgt, ob der Hygieneplan als Qualitätsmanagementdokument in das Qualitätsmanagementhandbuch oder als mitgeltendes Dokument integriert wird, ist im Einzelnen in Zusammenarbeit mit dem

Qualitätsmanagement und je nach bestehendem QM-System (z. B. DIN EN 15224, DIN ISO 9001:2015, KTQ® etc.) der Einrichtung zu entscheiden.

### 2.4.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz, Gefahrstoffverordnung, TRBA 213

Die Entsorgung von Abfällen einer Einrichtung muss unter Beachtung des Abfallrechts und der Arbeitssicherheit und gemäß der Gefährdungsbeurteilung einrichtungsspezifisch geplant und schriftlich im Hygieneplan geregelt sein (TRBA 250).

Dieser **Abfallplan** muss alle Schritte des Umgangs mit Abfällen von der Entstehung aus der unmittelbaren Krankenversorgung auf Station, aus dem OP, der Dialyse und anderen medizinischen Bereichen, z. B. dem Krankenhauslabor, bis zu ihrer Entsorgung regeln. Die Abfallstoffe in Krankenhäusern sind komplex:

- Infektiöse Abfälle
- Pathologieabfälle
- Spitze und scharfe Gegenstände
- Chemikalien
- Medikamente
- Gentoxische Abfälle
- Radiotoxische Abfälle
- Schwermetalle
- Sonstige hausmüllähnliche Abfälle, Papier, Plastik, Elektroschrott, Küchenabfälle

Entsprechend müssen bei der Erstellung des Abfallplans Gesetzesvorgaben aus sehr vielen Rechtsgebieten beachtet werden (■ Tab. 2.3).

Weitere Regelwerke sind das Gentechnikgesetz (GenTG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Abwasserverordnung, die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), das Chemikalienrecht sowie auch bezüglich der Pflichten als Absender und Verpacker das Gefahrgutrecht im Gesundheitswesen zur Beförderung von gefährlichen Gütern sowie die kommunalen Abfallsatzungen.

Hilfestellung bei der Planung des Abfallmanagements gibt die Vollzugshilfe der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes (LAGA 2015). Danach müssen Krankenhäuser:

- Im Hinblick auf umwelthygienische und infektionspräventive Gesichtspunkte betriebsinterne Eigenkontrollen vornehmen

■ **Tab. 2.3** Vorgaben bei der Entsorgung von Krankenhaus- und krankenhausspezifischen Abfällen (EU-Recht und deutsches Abfallrecht)

Vorgabe	Inhalt
EU-Abfallrahmenrichtlinie (AbfRRL) Abfallverzeichnisverordnung (AVV) Europäischer Abfallkatalog (EAK)	Eingruppierung der Abfälle entsprechend ihrer Herkunft und ihres Gefährdungspotenzials  Europäischer Abfallschlüssel (6-stelliger Schlüssel, mit * gekennzeichnete Abfallarten gelten als gefährliche Abfälle im Sinne des KrWG und müssen überwacht werden. Sie enthalten mindestens einen der Stoffe mit nach Anhang III EU-Abfallrahmenrichtlinie aufgeführten gefahrenrelevanten Eigenschaften (HP 1-15))
Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) AbfBeauftrV Verpackungsverordnung Nachweisverordnung	Abfallpolitische Zielsetzung: 5-stufige Abfallhierarchie, Abfallminimierung  Bestellung eines Betriebsbeauftragten für Abfall  Nachweisverfahren für gefährliche Abfälle
Infektionsschutzgesetz (IfSG)	Umgang mit Gegenständen, die mit meldepflichtigen Erregern behaftet sind
Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)	Technisches Regelwerk zur Gefährdungsbeurteilung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen beim Arbeiten mit chemischen Stoffen
Biostoffverordnung (BioStoffV) TRBA 213 Abfallsammlung: Schutzmaßnahmen TRBA 250 Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und der Wohlfahrtspflege	Abfallplan, Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen

- Einen Abfallplan erstellen und in den Hygieneplan integrieren. Dieser kann wie folgt strukturiert sein:
  - Gesetzliche Grundlagen
  - Grundsätze der Abfallentsorgung in der Einrichtung (z. B. Abfallminimierung, Schutzziele)
  - Zuständigkeiten
  - Abfallarten und Entsorgungswege
  - Anforderungen an Sammlung, Transport, Zwischenlagerung, Transport zur Entsorgung
  - Schutzmaßnahmen
- Eine betriebspezifische Gefährdungsbeurteilung nach BioStoff V (§ 7) und TRBA 213 für die mit Abfall Beschäftigten (i.d.R. Schutzstufe 2) durchführen und dementsprechend adäquate Schutzmaßnahmen einführen.
- Für die einzelnen in der Einrichtung produzierten Abfallstoffe entsprechend ihrem Gefährdungspotenzial (EAK-Schlüssel, ■ [Tab. 2.4](#)) und unter Beachtung der Vorgaben des Arbeits- und Patientenschutzes die Anforderungen an Sammlung, Transport, Zwischenlagerung und Transport zur Entsorgung festlegen.
- Den Umgang mit Abfällen regeln, die bei der Behandlung von Patienten mit entsprechenden meldepflichtigen Infektionskrankheiten entstehen (Gefährdungsanalyse).
- Dienstanweisungen für den Umgang z. B. mit Kanülen erstellen auf der Grundlage der Gefährdungsanalyse (z. B. spitze und scharfe Gegenstände, EAK-Schlüssel 18 01 01)
- Kennzeichnungs- und sonstige Vorschriften für überwachungspflichtige Abfälle (gefährliche Abfälle) umsetzen.
- Lagerungsfristen festlegen.
- Einen Betriebsbeauftragten für Abfall schriftlich bestellen (Krankenhäuser mit regelmäßigem Aufkommen an gefährlichen Abfällen).
- Als Erzeuger von gefährlichen Abfallstoffen am elektronischen Nachweisverfahren für gefährliche Abfälle teilnehmen.

■ **Tab. 2.4** Abfälle aus der medizinischen Versorgung und Forschung (EAK-Schlüssel)

EAK	Abfallbezeichnung nach AVV
180101	Spitze und scharfe Gegenstände (außer AS 18 01 03*), aus infektionspräventiver Sicht keine besondere Anforderungen
180102* 180203*	Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht besondere Anforderungen gestellt werden
180104	Abfälle, an deren Entsorgung keine besonderen Anforderungen zu stellen sind
180106*	Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder diese enthalten
180107	Chemikalien mit Ausnahme derjenigen, die unter 18 01 06* fallen
180108*	Zytotoxische und zytostatische Arzneimittel
180109	Arzneimittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 18 01 08* fallen
180110*	Amalgamabfälle aus der Zahnmedizin
180102	Körperteile und Organabfälle, einschließlich Blutbeutel und Blutkonserven (außer 18 01 03*)

\* Gefährliche Abfälle, enthalten mindestens einen der Stoffe mit nach Anhang III EU-Abfallrahmenrichtlinie aufgeführten gefahrenrelevanten Eigenschaften  
EAK Europäischer Abfallkatalog, AVV Abfallverzeichnisverordnung

Die Erstellung des Abfallplans sollte immer in enger Zusammenarbeit der Hygiene mit der Arbeitssicherheit und dem Arbeitsschutz erfolgen.

- **Die Abfallschlüssel (AS) nach dem Europäischen Abfallkatalog (EAK-Schlüssel) lösen die früher üblichen Bezeichnungen A-, B-, C-, D- und E-Müll im Krankenhausalltag ab.**

## 2.4.2 Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

- Infektionsrisiken durch Übertragung von Wasserkeimen über das Trinkwasser, wie z. B. Legionellen, *Pseudomonas* und *Acinetobacter*, und die entsprechenden Maßnahmen der Einrichtung zur Risikominimierung müssen im Hygieneplan aufgezeigt werden.
- Dargestellt werden müssen die krankenhaushygienischen Standardmaßnahmen für alle Patienten und spezielle für immunsupprimierte

Patienten. Darüber hinaus sind im Krisenfall weitere Maßnahmen einzuplanen (Aktionsplan).

- Auch die Routineuntersuchungen nach TrinkwV, Proben- und Spülpläne und sonstige Maßnahmen für den Unterhalt der Trinkwasserinstallation müssen im Hygieneplan festgeschrieben werden. Hierzu gehört auch eine Bewertung des Trinkwassersystems inklusive der Abnahmestellen hinsichtlich der Risiken für Infektionen. Die jeweiligen Zuständigkeiten und die benötigten Ansprechpersonen (z. B. das akkreditierte Trinkwasserlabor) sollten benannt werden.

Im Sinne eines übergreifenden „Wasserplans“ für die Einrichtung sollte von diesem Teil des Hygieneplans aus ein Zugriff auf die Dokumente zur Durchführung der technischen Bestandsaufnahme der Trinkwasserinstallation möglich sein (► [Kap. 5](#)). Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) ist hierfür maßgeblich.

### ■ **Krankenhaushygienische Maßnahmen im Krisenfall**

In Bereichen, in denen Patienten mit hohen Risiken für Krankenhausinfektionen behandelt werden (etwa stark immunsupprimierte oder intensivmedizinisch betreute Patienten), ist das Risiko einer Infektion durch fakultativ pathogene Keime aus dem Trinkwasser als besonders hoch zu bewerten. Zum Schutz der Patienten im Krisenfall, wenn eine Kontamination der Trinkwasserinstallation nicht ausgeschlossen werden kann, muss daher auch über technische oder organisatorische Maßnahmen wie den Einsatz von Sterilfiltern oder eine Nutzungseinschränkung entschieden werden, die über die Standardmaßnahmen hinausgehen (UBA 2012).

Für diese Situation sollte im Hygieneplan ein Aktionsplan bereitgehalten werden, der dessen Auslösung regelt und die entsprechenden Maßnahmen zur Risikominimierung und zu ihrer Überwachung beschreibt.

### ■ **Technische Bestandsaufnahme der Wasserinstallation**

Die gesetzliche Pflicht der Einrichtung als Anlagenbetreiber, eine aktuelle technische Bestandsaufnahme der gesamten Wasserinstallation vorzuhalten, leitet sich aus den Pflichten nach TrinkwV ab. Diese impliziert, die Empfehlungen des Umweltbundesamtes einzuhalten (§ 16 TrinkwV und UBA 2012).

Solange die Vorgaben in der TrinkwV eingehalten werden, gelten die Risiken für eine Kontamination in der Hausinstallation in Normalbereichen als beherrschbar, wenn mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) sowie die mikrobiologischen und chemischen Anforderungen und Indikatorparameter nach TrinkwV eingehalten werden (§§ 4 bis 7 TrinkwV).

Bei Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen in der Hausinstallation von 100 KBE/100 ml muss zusätzlich zur Meldung an das Gesundheitsamt eine umfassende Gefährdungsanalyse auf der Basis einer technischen Bestandsaufnahme der gesamten Wasserinstallation (TrinkwV, § 16 und UBA 2012) erfolgen (► Kap. 5). Sind Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Verbraucher erforderlich, müssen diese in Form eines Maßnahmenplans dem Gesundheitsamt übermittelt werden.

➤ **Der Maßnahmenplan muss bis zehn Jahre nach Abschluss der Maßnahmen aufbewahrt werden.**

### 2.4.3 Aufbewahrungsfristen

Im Rahmen von Hygienebegehungen müssen Dokumente wie der Hygieneplan, Desinfektions- und Reinigungspläne, Belege zur Entsorgung von gefährlichen Abfällen, Befunde von Umgebungsuntersuchungen, Statistiken, ggf. Betriebsanweisungen, arbeitsplatzbezogene Gefährdungsanalysen und Prüfprotokolle technischer Anlagen und Geräte (Raumlufttechnische [RLT] Anlagen, Reinigungs- und Desinfektionsgeräte [RDG], Geschirrspülautomaten, Waschmaschinen etc.) u. a. geprüft werden. Viele dieser Aufzeichnungen sind aufzubewahren. Die Pflichten zur Dokumentation und die zugehörigen Aufbewahrungspflichten und -fristen ergeben sich aus unterschiedlichen Rechtsgebieten, z. B.:

- Medizinproduktegesetz und Medizinproduktebetrieberverordnung
- Infektionsschutzgesetz
- Strahlenschutz- und Röntgenverordnung

Mitunter sind je nach rechtlichem Bezug auch unterschiedlich lange Fristen vorgesehen. Beispielsweise sehen die ärztlichen landesrechtlichen Berufsordnungen eine zehnjährige Aufbewahrungsfrist für ärztliche Behandlungsunterlagen vor, soweit nicht nach gesetzlichen Vorschriften eine längere Aufbewahrungspflicht besteht.

➤ **Aus Gründen der Beweissicherung wird jedoch teilweise eine Aufbewahrungsfrist von bis zu 30 Jahren empfohlen. Schadensersatzansprüche, die auf der Verletzung des Lebens, des Körpers, der Gesundheit oder der Freiheit beruhen, verjähren gemäß § 199 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) spätestens nach 30 Jahren.**

Qualitätsaufzeichnungen werden in der Regel zehn Jahre aufbewahrt, doch kann die Mindestaufbewahrungsfrist für die patientenunabhängigen Qualitätsmanagementdokumente wie die Auditdokumentation intern auch auf beispielsweise fünf Jahre festgesetzt werden, während die Aufbewahrungsfrist

■ Tab. 2.5 Aufbewahrungsfristen für krankenhausspezifische Dokumente und Aufzeichnungen (Beispiele)

Art des Dokuments/der Aufzeichnung	Aufbewahrungsfrist	Anmerkungen/rechtliche Grundlagen
Ärztliche Behandlungsunterlagen	(10–)30 Jahre	Nach landesrechtlicher Berufsordnung für Ärzte, soweit nicht nach gesetzlichen Vorschriften eine längere Aufbewahrungspflicht besteht Aus Beweisicherungsgründen und unter Berücksichtigung der Verjährungsfristen des Bürgerlichen Gesetzbuches wird grundsätzlich eine Aufbewahrungsfrist von 30 Jahren empfohlen
Aufzeichnungen über Röntgenbehandlungen	30 Jahre	Nach § 28 Abs. 3 der Röntgenverordnung (RöV)
Röntgenbilder und Aufzeichnungen über Röntgenuntersuchungen	10 Jahre; bei Personen, die das 18 Lebensjahr nicht vollendet haben, bis zu deren 28. Lebensjahr	
Strahlenbehandlungen	30 Jahre	Nach § 85 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung (StrLSchV)
Strahlenuntersuchungen (z. B. szintigraphische Aufnahmen)	10 Jahre	Besondere Bestimmungen gelten für die arbeitsmedizinische Vorsorge für beruflich strahlenexponierte Personen (§42 StrLSchV)
Dokumente über die Anwendung von Blutprodukten zum Zweck der Rückverfolgung wie Patientenidentifikationsnummer, Chargenbezeichnung, Pharmazentralnummer oder Bezeichnung des Präparats, Anwendungsdatum und Uhrzeit	30 Jahre (mindestens)	Nach § 14 Abs. 3 Transfusionsgesetz (TFG)
Aufklärung, Einwilligungserklärung	15 Jahre (mindestens)	
Medizinproduktebuch	5 Jahre nach Außerbetriebnahme des Medizinprodukts	Nach § 9 Abs. 2 MPBetreibV
Aufzeichnungen über Einzelschritte der Aufbereitung (Chargendokumentation, Freigabedokumentation), Validierungsdokumente <sup>a</sup>	5 Jahre	Nach RKI-Richtlinie (2.2.8 Chargendokumentation) in Anlehnung an § 9 Abs. 2 MPBetreibV bzw. auch länger gemäß sonstiger Rechtsvorschriften zu Aufbewahrungsfristen (z. B. patientenbezogene Dokumentation, ärztliche Behandlungsunterlagen)
Gebrauchsanweisungen, Hinweise u. a.	Für die Dauer der der Anwendung des Medizinprodukts	Nach § 6 Abs. 3 MPBetreibV
Protokolle über sicherheitstechnische Kontrollen	Mindestens bis zur nächsten sicherheitstechnischen Kontrolle	Nach § 6 Abs. 3 MPBetreibV

■ Tab. 2.5 Fortsetzung			
Art des Dokuments/der Aufzeichnung	Aufbewahrungsfrist	Anmerkungen/rechtliche Grundlagen	
Bestandsverzeichnis der aktiven, nicht implantierbaren Medizinprodukte (EKG-Geräte u. a.)	Keine Vorgaben	Nach § 8 MPBetrBV	
Dokumentation über die in Anlage 3 (MPBetrBV) genannten implantierbaren Medizinprodukte und Aufbewahrung, sodass im Falle korrekter Maßnahmen nach MPSV Patienten innerhalb von 3 Werktagen erreicht und eindeutig identifiziert werden können (§ 10 MPBetrBV)	20 Jahre nach Implantation, danach vernichten	Nach § 10 MPBetrBV und § 16 Medizinprodukte-Sicherheitsplanverordnung (MPSV)	
BTM-Aufzeichnungen, Karteikarten und Betäubungsmittelbücher	3 Jahre	Nach § 13 Betäubungsmittel-Verschreibungsverordnung (BtMVV)	
Für Krankenhausapotheken relevante Unterlagen: Aufzeichnungen über Herstellung, Prüfung, Überprüfung der Arzneimittel, Lagerung, Einfuhr, Inverkehrbringen, Rückruf, Rückgabe der Arzneimittel auf Grund eines Rückrufs, Bescheinigung nach § 6 und Nachweise nach § 19 ApBetrO	Mindestens 1 Jahr nach Ablauf des Verfalldatums, jedoch nicht weniger als 5 Jahre	Nach § 22 Abs. 1 Apothekenbetriebsordnung (ApBetrO)	
Aufzeichnungen nach § 17 Abs. 6 (Rückverfolgbarkeit zum jeweiligen Unterzeichner der Verschreibung)	3 Jahre nach der letzten Eintragung	Nach § 22 Abs. 1b ApBetrO	
Aufzeichnungen nach § 17 Abs. 6a zum Zweck der Rückverfolgbarkeit des Erwerbs und der Abgabe von Blutzubereitungen, Sera u. a., gentechnisch hergestellte Plasmaproteine	Mindestens 30 Jahre	Nach § 22 Abs. 4 ApBetrO	
Transplantationsunterlagen wie Aufzeichnungen über Untersuchungsergebnisse, Aufklärung, gutachterliche Stellungnahmen sowie die Dokumentationen der Übertragung, Organentnahme und Vermittlung (zum Zweck der Rückverfolgung)	Mindestens 30 Jahre	Nach § 15 Transplantationsgesetz (TPG)	

■ Tab. 2.5 Fortsetzung			
Art des Dokuments/der Aufzeichnung	Aufbewahrungsfrist	Anmerkungen/rechtliche Grundlagen	
Aufzeichnungen über die Erfassung und Bewertung von nosokomialen Infektionen, Krankheits- erregern mit besonderen Resistenzen, lokalen Resistenzsituation und des Antibiotikaverbrauchs <sup>a</sup>	10 Jahre	Nach § 23 Abs. 4 Infektionsschutzgesetz (IfSG)	
HACCP-Konzept und Arbeitsanweisungen für Krankenhausküchen <sup>a</sup>	I.d.R. 10 (5) Jahre in Analogie zu sonstigen Qualitätsaufzeichnungen (einrichtungsinterne Festlegung)	VO (EG) 852/2004 für einen angemessenen Zeitraum, keine sonsti- gen gesetzlichen Vorgaben	
Dokumente zur Rückverfolgbarkeit von Lebensmit- telprodukten mit Mindesthaltbarkeitsdatum bzw. Verbrauchsdatum <sup>a</sup>	Z. B. 3 Monate nach Ablauf des Datums	Nach VO 178/2002	
Aufzeichnungen von Kontrollpunkten/ Temperaturmessungen <sup>a</sup>	Z. B. mindestens 1 Jahr	VO (EG) 37/2005	
Register über gefährliche Abfälle, elektronische Belege über die Entsorgung gefährlicher Abfälle	Mindestens 3 Jahre (Erzeuger, Entsorger)	§ 49 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), Nachweisverordnung (NachwV)	
Elektronische Belege über die Beförderung gefähr- licher Abfälle	Mindestens 1 Jahr (Beförderer)		
Durchgangsarztverfahren: ärztliche Unterlagen, Röntgenaufnahmen	Mindestens 15 Jahre (Anforderungen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger)	Nach § 34 SGB VII	
Arbeitsmedizinische Pflichtuntersuchungen bei Tätigkeiten mit gefährlichen Arbeitsstoffen: ärzt- liche Bescheinigung/Vorsorgekartei mit Angaben über Anlass, Tag und Ergebnis jeder Untersuchung <sup>a</sup>	Bis zum Ausscheiden des Mitarbeiters	§ 4 Abs. 3 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)	
Verzeichnis der Beschäftigten mit gezielten Tätig- keiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risiko- gruppe 3 und 4 im Sinne der BioStoffV (z. B. Labor) <sup>a</sup>	Bis zum Ausscheiden des Mitarbeiters	§ 13 Abs. 3.4 Biostoffverordnung (BiostoffV)	

■ Tab. 2.2 Fortsetzung			
Art des Dokuments/der Aufzeichnung	Aufbewahrungsfrist	Anmerkungen/rechtliche Grundlagen	
Verzeichnis der Beschäftigten, die Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen der Kategorie 1 oder 2 ausüben und bei denen die Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit ergibt	40 Jahre nach Ende der Exposition	§ 14 Abs. 3 Nr. 3, 4 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)	
Qualitätssicherungsunterlagen gemäß § 137 SGB V	3–5 Jahre	Empfehlung	
Hygienepläne, Reinigungs- und Desinfektionspläne, Standardarbeitsanweisungen, QM-Handbücher, Auditberichte <sup>a</sup>	I.d.R. 10 (5) Jahre	Empfehlung, einrichtungsinterne Festlegung erstellen	
Trinkwasserinstallation, Aufzeichnungen über Maßnahmen (Maßnahmenplan) bei Überschreitungen des technischen Maßnahmenwerts für Legionellen im Trinkwasser <sup>a</sup>	10 Jahre nach Abschluss der Maßnahmen	§ 16, Abs. 7 Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	
HACCP hazard analysis critical control point <sup>a</sup> Besonders hygienerelevante Themen			

für patientenbezogene Dokumente mindestens zehn Jahre beträgt.

Wie lange hygiespezifische Dokumente aufbewahrt werden müssen, muss hausintern festgelegt werden unter Beachtung der allgemein geltenden Grundsätze aus Zivil- und Strafrecht sowie auch spezieller Regelungen der ärztlichen Standesorganisationen und des öffentlichen Gesundheitsdienstes. Beispielsweise müssen Aufzeichnungen über die Erfassung und Bewertung von nosokomialen Infektionen, Krankheitserregern mit besonderen Resistenzen, der Resistenzsituation und des Antibiotikaverbrauchs nach § 23 IfSG zehn Jahre aufbewahrt werden; das Medizinproduktebuch noch 5 Jahre nach der Außerbetriebnahme des Medizinproduktes (§ 9 MPBetreibV) und Aufzeichnungen über Einzelschritte der Aufbereitung (Chargendokumentation, Freigabedokumentation, Validierungsdokumente) fünf Jahre (nach RKI in Anlehnung an § 9 Abs. 2 MPBetreibV). ■ **Tab. 2.5** gibt eine zusammenfassende Übersicht über die wichtigsten Aufbewahrungsfristen.

- Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 213: Abfallsammlung, Schutzmaßnahmen. Bundesarbeitsblatt 2005; 8/9: 53–57
- Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250: Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. Gemeinsames Ministerialblatt 2014, 10/11: 206
- Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 400: Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und zur Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. Bundesarbeitsblatt 2006; 6: 62–77
- Umweltbundesamt (UBA) (2012) Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission. Empfehlungen für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse gemäß Trinkwasserverordnung. Maßnahmen bei Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionellen. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz. [www.uba.de](http://www.uba.de)

## Literatur

- Deming WE (1982) Produktivität und Competitive Position. Cambridge: UP
- DVGW-Arbeitsblatt W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwassererwärmungsanlagen. Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, Berlin: Beuth
- Infektionsschutzgesetz. Kommentar und Vorschriftensammlung, 2. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer, S 247–49
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2005) Infektionsprävention in Heimen. Bundesgesundheitsblatt 48:1061–80
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2009) Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. Bundesgesundheitsblatt 52: 951–62
- LAGA (Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 18: Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, Stand 2015. [www.laga-onlinie.de/servlet/is/23874/](http://www.laga-onlinie.de/servlet/is/23874/)
- Länderarbeitskreis zur Erstellung von Hygieneplänen (2003) Rahmenhygieneplan gemäß § 36 Infektionsschutzgesetz (IfSG) für Einrichtungen zum ambulanten Operieren. [www.uminf.de](http://www.uminf.de)
- Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2007) Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (Loseblattsammlung), Anlage 5.6. Stuttgart: Elsevier

# Psychologie der Hygiene

*S. Schulz-Stübner*

- 3.1 Einführung – 54
- 3.2 Hygiene im Krankenhausalltag – 54
- 3.3 Vorbildfunktion von Führungskräften – 55
- 3.4 Maßnahmen zur Steigerung der Hygienecompliance – 56
- Literatur – 58

### Zusammenfassung

Der Alltag im Krankenhaus ist durch die Interaktionen zahlreicher Personen geprägt, die nicht immer nach streng rationalen Grundsätzen erfolgen. „Es menschtelt“, heißt es nicht umsonst im Volksmund, und in der praktischen Krankenhaushygiene spielt die „Psychohygiene“, insbesondere wenn es um die Compliance mit Hygieneregeln, aber auch um die Änderung von Verhalten („change management“) oder das tägliche Miteinander auf Station geht, eine wichtige Rolle.

Aspekte der Arbeitspsychologie, Motivationspsychologie, Erwachsenenbildung und des Konfliktmanagements sollen daher in diesem Kapitel angesprochen werden, um die Patientensicherheit durch effektive und effiziente Krankenhaushygiene zu verbessern.

### 3.1 Einführung

Ursprünglich leitet sich der Begriff Hygiene von der griechischen Göttin der Gesundheit Hygieia ab. Gleichwohl stellte schon der römische Arzt Galenus von Pergamon (129–199 n. Chr.) die Hygiene als Lehre von der Erhaltung und Förderung der Gesundheit der Iatrik, also der ärztlichen Heilkunde als der Lehre von der Beseitigung krankhafter Zustände, gegenüber. So verwundert es nicht, dass sich im Lauf der Jahrhunderte im medizinischen Alltag Verhaltensweisen etabliert haben, die mit Fug und Recht als Hygienerrituale bezeichnet werden.

Derartige **Rituale** haben sich oft über viele Jahre entwickelt und sind Teil einer institutionellen Kultur geworden. Oftmals verbergen sie sich hinter Begriffen wie „Standard“ (wessen?), „Protokoll“ (bei Hofe?) oder „Routine“ (denkfreie Zone?), können aber durchaus auch positiver Bestandteil einer Fokussierung auf bestimmte Tätigkeiten oder Aufgaben sein (z. B. Anlegen einer Uniform/Bereichskleidung).

➤ **Rituale können nützen, harmlos sein, aber sie können auch schaden.**

In den vergangenen Jahren wurde versucht, durch den Einsatz der Prinzipien der **Evidenced Based Medicine** (EBM) die Praktiken im Bereich der Hygiene und der Infektionsprävention auf eine

wissenschaftliche Grundlage zu stellen. Deutliches Kennzeichen hierfür sind die überarbeiteten Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut (KRINKO). Diese lehnen sich an die Systematik der Guidelines der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) an und haben ihre Evidenzgrade in 2010 nochmals verändert (KRINKO 2010).

### 3.2 Hygiene im Krankenhausalltag

Trotz dieser Bemühungen klagen Praktiker der Krankenhaushygiene im Alltag immer wieder darüber, dass die Umsetzung auch derartiger wissenschaftlich begründeter Empfehlungen an **psychologischen Widerständen** scheitert.

➤ **Änderungen von erlernten Verhaltensmustern erfordern Überzeugung und Motivation. Der Veränderungsprozess wird nahezu immer von Ängsten und Widerständen begleitet.**

Reinhold Bergler gibt in seinem Buch „Psychologie der Hygiene“ eine umfassende Übersicht zum Change-Management und zu Strategien der Motivationspsychologie zur Verbesserung der Compliance (Bergler 2009).

Eine eigene Fragebogenuntersuchung zur Ermittlung psychologischer Faktoren im Bezug auf die Krankenhaushygiene kam unter 92 befragten Kongressteilnehmern zu folgenden Ergebnissen (Schulz-Stübner 2003):

- 46 Befragte stimmen der Aussage „Hygienefragen werden oft als Nebenkriegsschauplatz für persönliche Konflikte gebraucht“ zu. 68 Befragte sind der Meinung, dass Hygienefragen stets nach streng wissenschaftlichen Kriterien zu beantworten seien. Andererseits sind 57 der Meinung, dass viele Hygienefragen nur mit Expertenmeinung beantwortet werden können.
- 55 der Befragten bescheinigen Ärzten ein schlechteres Wissen in Hygienefragen als Pflegenden, während 38 der Meinung sind, dass Pflegende Hygienefragen selten kompetent beantworten können.

### 3.3 · Vorbildfunktion von Führungskräften

- 63 Befragte bescheinigen Chefärzten, sich selten an Hygieneregeln zu halten. 36 Befragte meinen, dass Hygieneregeln auch dazu dienen, bestimmte Berufsgruppen zu disziplinieren, und 32 sehen sie als Selbstbestätigung des Personals gegenüber anderen Bereichen im Krankenhaus.
- Nur 24 der 92 Befragten halten die Aussage „viele Hygienemaßnahmen dienen der Beruhigung des Personals, der Patienten oder der Angehörigen“ für richtig. Hingegen glauben 56, dass manche Hygienemaßnahmen das Personal in falscher Sicherheit wiegen. 60 sind der Meinung, dass gerade in Hygienefragen die Verantwortung für Entscheidungen häufig hin und her geschoben wird.

- **Unklare Verantwortlichkeiten und fehlende Zuständigkeiten verunsichern die Mitarbeiter.**

Den direkten Missbrauch hygienischer Argumente, um jemand anderes zur Raison zu bringen oder wirtschaftliche bzw. arbeitsorganisatorische Ziele durchzusetzen, geben 26 der Befragten zu. Eine fast gleich hohe Anzahl, nämlich 25, berichtet, dass hygienische Argumente ihnen gegenüber gebraucht wurden, um andere Interessen durchzusetzen.

Die Tatsache, dass immerhin über 70 % der von uns Befragten Hygienefragen als stets oder meistens nach streng wissenschaftlichen Kriterien beantwortbar einschätzten, deutet auf eine hohe prinzipielle Akzeptanz von EBM-basierten Empfehlungen im Hygienemanagement hin. Dabei ist zu beachten, dass schon der Nestor der EBM, David Sackett, für deren Praxis ausführte, dass es sich hierbei um die Integration individueller klinischer Expertise mit der bestmöglichen verfügbaren externen wissenschaftlichen Evidenz handele.

Die teilweise unterschiedliche und nicht selten schwer erkennbare Validität der wissenschaftlichen Aussagen und teilweise stark differierende Expertenmeinungen können dabei erheblich zur Verwirrung beitragen, zumal zwischen den Berufsgruppen der Ärzte und Pflegenden nicht unerhebliche Vorbehalte hinsichtlich der Kompetenz in Hygienefragen bestehen, wie die Antworten in unserer Umfrage zeigen.

Teamwork und gegenseitiges Vertrauen zwischen den Berufsgruppen sind für die Erstellung von

Hygieneplänen und ihre Einhaltung im Alltag essenziell. Divergierende Aussagen in Arbeitsanweisungen, z. B. zwischen ärztlichem Dienst, Pflegestandard und Hygieneplan, müssen unbedingt vermieden werden.

Auch die Einhaltung von bestehenden Hygieneregeln erscheint problematisch, zumal diese nach Einschätzung der Beteiligten teilweise (immerhin zu knapp 40 %) in erster Linie zur Disziplinierung oder aber (etwas über 30 %) zur Selbstbestätigung des Personals eingesetzt würden.

- **Missbrauch der Hygiene oder von Hygieneargumenten für sach- und fachfremde Zwecke (persönliche Konflikte, Arbeitsunzufriedenheit etc.) vermindert die Compliance mit Hygieneregeln.**

### 3.3 Vorbildfunktion von Führungskräften

Es überrascht nicht, ist jedoch für die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems äußerst problematisch, dass gerade das Führungspersonal bei der Einhaltung der selbst aufgestellten Hygieneregeln nicht selten zu versagen scheint (knapp 70 % bescheinigen Chefärzten, sich selten an Hygieneregeln zu halten).

In einer Folgestudie (Schulz-Stübner 2012) zum Vorbildverhalten leitender Ärzte ergab sich folgendes Bild: In der Selbsteinschätzung zur Erfüllung ihrer Vorbildfunktion gaben sich die Leitenden Ärzte auf einer Skala von 0–10 eine gute Einschätzung mit 7,9, während sie in der Fremdeinschätzung ihre eigenen Kollegen nur mit einer 5,0 bewerteten. Die Fremdeinschätzung des Vorbildverhaltens Leitender Ärzte durch andere Berufsgruppen war noch schlechter: 4,9 bei der Bewertung durch Hygienefachkräfte und 4,0 bei der Bewertung durch die Pflegenden.

- **Es besteht eine Diskrepanz zwischen Selbsteinschätzung und Fremdbewertung des Vorbildverhaltens von Führungskräften, die nur durch konstruktives Feedback und Introspektionsfähigkeit zu überwinden ist.**

Bei der Frage nach Gründen für schlechtes Vorbildverhalten gaben die Leitenden Ärzte eine fehlende

Priorität mit 85 %, Zeitmangel mit 58 % und ökonomischen Druck mit 19 % an. Der ökonomische Druck wurde von den Leitenden Ärzten deutlich häufiger als von Hygienefachkräften (3,5 %) und Pflegenden (8 %) als Grund angeführt. Etwa gleich häufig wurde von den unterschiedlichen Berufsgruppen persönliche Überlastung (50 % bei Leitenden Ärzten, 45 % bei Hygienefachkräften und 50 % bei Pflegenden) angegeben. In den Freitextantworten der Leitenden Ärzte wurden noch „problematischer persönlicher Führungsstil“, „problematische Primärpersönlichkeiten unter den Führungskräften“ und „Allgemeine Frustration“ als Gründe angegeben.

Bei den Maßnahmen zur Verbesserung der Vorbildfunktion und des Hygieneverhaltens präferieren Leitende Ärzte die persönliche Kommunikation mit dem Hygienefachpersonal (71 %), spezielle Workshops (64 %) und das Feedback von relevanten Daten, z. B. Beobachtung der Händehygiene compliance oder des Desinfektionsmittelverbrauchs (64 %). Letzteres wird auch von den Hygienefachkräften als sehr wertvoll angesehen (90 %), von den Pflegenden hingegen deutlich seltener genannt (41 %). Während (in der Frage nicht näher spezifizierte) Belohnungen (LÄ 57 %, HFK 68 %, PFL 48 %) durchaus positiv gesehen werden, wird öffentliches Lob im Sinne von „Mitarbeitern des Monats“ abgelehnt und von allen Berufsgruppen nur selten als Möglichkeit zur Verbesserung der Compliance und des Vorbildverhaltens genannt (LÄ 14 %, HFK 27 %, PFL 16 %).

Zur Verbesserung des Vorbildverhaltens und der Hygiene compliance im Allgemeinen werden persönliche Kommunikation und das Feedback relevanter Daten (z. B. Infektionsraten, Händedesinfektionsmittelverbrauch, Antibiotikaverbrauch, Resistenzstatistiken) berufsgruppenübergreifend als besonders wirkungsvoll empfunden.

- **In den letzten Jahren hat sich das Vorbildverhalten von Führungskräften in Sachen Hygiene verbessert.**

### 3.4 Maßnahmen zur Steigerung der Hygiene compliance

Jang et al. (2010) identifizierten neben der Arbeitsbelastung („realities of their workload“), überbordenden und zu komplizierten Richtlinien und

Wissenslücken vor allem das Vorbild anderer Mitarbeiter als einen wesentlichen Faktor für die eigene Einstellung zur Hygiene und das eigene Verhalten. Dabei stellten sie fest, dass vor allem Ärzte von den anderen Berufsgruppen als Vorbild gesehen werden, sich selbst jedoch nicht als solches begreifen. Dies kontrastiert mit den Ergebnissen unserer Umfrage insofern, als die befragten deutschen Leitenden Ärzte sich durchaus ihrer Vorbildrolle bewusst sind – diese allerdings sowohl aus Sicht ihrer Kollegen als auch der anderen Berufsgruppen nicht suffizient erfüllen. Dabei fällt die deutliche Diskrepanz zwischen Anspruch, Selbsteinschätzung und Fremdeinschätzung auf, die auf Defizite beim Feedback und in der Kommunikationskultur im Sinne von des „Kaisers neuen Kleidern“ hindeuten könnte – sprich: Es traut sich niemand, Chef- oder Oberärzte auf fehlerhaftes Hygieneverhalten hinzuweisen, sodass diese letztlich keine Chance zur Verhaltensänderung haben.

In diesem Zusammenhang werden auch gute Erfolge mit sogenannten „Speak-up-Kampagnen“ berichtet, bei denen die Patienten durch Informationsbroschüren und Plakate aufgefordert werden, z. B. aktiv auf eine unterlassene Händedesinfektion hinzuweisen und Fragen zur Hygiene zu stellen, wenn sie etwas beunruhigt oder sie etwas nicht verstehen.

#### ■ Empathie und Automatisität

Da die Compliance mit Hygienemaßnahmen (vor allem untersucht am Beispiel der Händedesinfektion) eher weniger ein Thema des Eigenschutzes, sondern vor allem eines der Patientensicherheit ist (es also um das Wohl anderer geht), ist aktuell Empathie als ein die Compliance steigernder Faktor in die Diskussion gebracht worden [Sassenrath 2016]. So konnte gezeigt werden, dass selbst eingeschätzte Empathie mit selbstberichtetem Handhygieneverhalten korreliert und durch geeignete Interventionen induzierte Empathie sowohl im Experiment als auch in einer kontrollierten Studie im Feld das gewünschte Verhalten (hier: Händedesinfektion) förderte. Dieser Ansatz ist vielversprechend, weil er ohne moralischen Zeigefinger eine ethisch-moralische Dimension in das Feld der Compliance-Förderung einführt und auch die emotionale Komponente der Mitarbeitenden berücksichtigt. Empathie als auf andere gerichtete emotionale Reaktion, die mit dem Wohlergehen des anderen kongruent ist, kann nicht

nur mittels Fragebogen gemessen, sondern auch durch ein geeignetes Umfeld gesteigert werden.

➤ **Idealerweise wird das leitliniengerechte Hygieneverhalten zu einer Gewohnheit und läuft automatisch (ohne Nachdenken) ab.**

Gewohnheiten sind Verhaltensweisen, die sich durch eine hohe „Automatizität“ auszeichnen und die Menschen am ehesten unter stabilen äußeren Verhältnissen entwickeln. Wenn Mitarbeiter sich also gewohnheitsmäßig die Hände desinfizieren, tun sie dies regelmäßig (Verhaltensfrequenz) und mit hoher Gewohnheitsstärke. Letztere wird auch als psychisches Merkmal definiert, das vorliegt, wenn der Handelnde sein Verhalten so erlebt, dass er es routinemäßig, automatisch und ohne darüber nachzudenken leitliniengerecht umsetzt, und es „typisch“ für ihn ist (von Lengerke 2016).

Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass nicht nur explizite, sondern auch implizite Einstellungen, die auf unbewussten, automatisch aktivierten Assoziationen basieren, das Verhalten beeinflussen. Bei der gewünschten Händedesinfektion handelt es sich dann um eine spontane Verhaltensweise, die durch Assoziation mit positiv erlebten olfaktorischen, visuellen oder akustischen Reizen (z. B. angenehme Musik oder Düfte) gefördert werden könnte. So korrelierten in einer Studie in einem süddeutschen Klinikum tatsächlich implizite und nicht explizite Einstellungen mit selbstberichtetem Verhalten bei der Händedesinfektion (Diefenbacher 2012).

■ **Mündliche und schriftliche Informationen**

Bei mündlichen Informationen für Patienten (und wahrscheinlich auch für das medizinische Personal) ist zu beachten, dass im Durchschnitt nur 25 % der präsentierten Informationen aktiv behalten werden, ca. 67 % durch gezielte Nachfrage abrufbar sind und der Rest bereits primär vergessen werden (Sandberg 2012). Neben Personalwechsel und „Vergessen durch Routine“ dürfte dies mit ein Grund sein, warum Informationskampagnen, z. B. zum Thema Händehygiene, in regelmäßigen Abständen (z. B. jährlich) wiederholt werden sollten und durch vielfältigen, kreativen Medieneinsatz verstärkt werden können (mit Emotionen verbundene Information wird besser behalten). Hierbei können auch

E-Learning-Programme und kurze Videos im Klinikintranet helfen.

Vielfältige Materialien stellt die nationale Kampagne zur Verbesserung der Compliance der Händedesinfektion in deutschen Gesundheitseinrichtungen „Aktion Saubere Hände“ ([www.aktion-sauberehaende.de](http://www.aktion-sauberehaende.de)) bereit.

■ **Feedback**

➤ **Kommunikation darf nicht durch Hierarchieebenen zusammenbrechen. Institutionalisiertes Feedback und die Verwendung von allseits akzeptierten Checklisten, aber auch die Einbeziehung der Patienten („Speak-up-Kampagnen“) können diese Barrieren überwinden.**

In diesem Zusammenhang ist hervorzuheben, dass sich die Leitenden Ärzte genau diese Rückmeldung in allgemeiner Form (Feedback von Erhebungsdaten, z. B. der Händehygienecompliance) und im persönlichen Gespräch mit dem Hygienefachpersonal wünschen. Diesem scheint in diesem Zusammenhang ein besonderes Vertrauen entgegengebracht zu werden, welches Hygienefachkräfte und hygienebeauftragte Ärzte im Umgang mit ihren Vorgesetzten nutzen sollten, um sachliche, konstruktive Kritik vorzubringen. Wichtig erscheint es, dies in einem geschützten und vertraulichen Rahmen, z. B. einem institutionalisierten Feedbackgespräch, zu tun. Öffentliche Belobigung und Herausstellen von einzelnen Personen wird hingegen eher als negativ und nicht motivationsfördernd angesehen.

➤ **Konstruktive Kritik sollte in einem „geschützten Raum“ erfolgen. Neid- und Prangereffekte müssen vermieden werden und wirken demotivierend.**

Ein Neid- bzw. Prangereffekt sollte daher unter allen Umständen verhindert werden, was es auch bei der Präsentation, z. B. von Beobachtungsergebnissen zur Händehygienecompliance oder zum Händedesinfektionsmittelverbrauch zu beachten gilt. In diesem Zusammenhang erscheinen die positiv bewerteten, fokussierten Workshops ein adäquates Mittel zu sein, hygienerelevante Themen an spezifische Zielgruppen einschließlich der Leitenden Ärzte zu vermitteln.

Die Bedeutung von Führung und gelebter Sicherheit ist aus anderen Berufsfeldern bekannt, so z. B. bei Piloten oder Berufskraftfahrern.

### ➤ Führung bedeutet gelebte Sicherheitskultur und persönliche Verantwortung.

#### ■ Geeignete Medien

Als mögliche Medien, um die so wichtige Meinung der Führungskräfte in hygienerelevanten Fragen positiv zu beeinflussen und als Erinnerung an ihre Vorbildfunktion, scheinen derzeit klassische Medien wie Plakataktionen, Infoflugblätter, aber auch Bildschirmsschoner neueren Kommunikationsformen überlegen zu sein, insbesondere den ansonsten in sozialen Netzwerken genutzten Diensten wie Twitter oder auch dem Angebot von Apps für das Smartphone. Bei E-Mails ist eine gewisse Überfrachtung mit Informationen und Spam vermutlich der Grund, warum derartige Benachrichtigungen oder Newsletter nicht als besonders wirksam eingeschätzt werden.

#### ■ Praktische Aspekte

Unter den praktischen Aspekten kommt neben der **Strukturqualität** (Personalschlüssel, Bereitstellung von erforderlichen Materialien wie Händedesinfektionsmittelspender, persönlicher Schutzausrüstung etc.) vor allem der **Arbeitsorganisation** eine entscheidende Bedeutung für hygienisch korrektes Arbeiten und eine Compliance mit den Hygieneregeln zu.

Die Regeln selbst müssen möglichst **evidenzbasiert, klar formuliert und überschaubar** sein und **alle Berufsgruppen mit einbeziehen** (Ärztlicher Dienst, Pflege, unterstützende Dienste wie Apotheke, Haustechnik, Reinigungsdienst etc.). Der Reinigungsdienst wird sowohl hinsichtlich des Stellenwertes als auch des tatsächlichen Vorbildverhaltens von Ärzten und Pflegenden nachrangig bewertet, obwohl gerade dieser von Patienten und Besuchern intensiv wahrgenommen wird und in der praktischen Krankenhaushygiene und im Gesamtbild einer Einrichtung eine wichtige Rolle spielt (Weber 2017). Auch hier erscheinen gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Wertschätzung gegenüber den Mitarbeitenden angezeigt, und das Reinigungspersonal muss sich seiner Verantwortung für die Hygiene im Krankenhaus bewusst sein.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass nicht jedes Detail schriftlich geregelt werden muss. Individuelle Entscheidungen können und müssen nach Risikoanalyse durch qualifiziertes Personal getroffen werden, wobei jedoch die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten klar geregelt sein müssen.

### ➤ Überbordende Bürokratie und zu komplexe bzw. unverständliche Regelwerke verhindern die praktische Umsetzung im Alltag, daher nur so viel regeln wie nötig und so wenig wie möglich.

Bei allen Maßnahmen muss stets das Gesamtbild und der Gesamtprozess der Heilbehandlung mit dem Patienten im Mittelpunkt berücksichtigt werden. Hierbei helfen Präventionsschwerpunkte aufgrund einrichtungsspezifischer Daten oder auch im Rahmen von nationalen und internationalen Kampagnen sowie das Aufgreifen von Fallbeispielen und den Ergebnissen, z. B. von Ausbruchsanalysen.

Wichtig für die partnerschaftliche Akzeptanz ist auch eine klare **Prioritätensetzung** in der Alltagsarbeit seitens des Hygienefachpersonals, welches sich nur allzu oft auf Nebenkriegsschauplätzen wie der Diskussion um die Farbe der Bereichskleidung oder der Durchführung überfallartiger Händeabklatschproben verschleißt.

### ➤ Hygiene ist nicht alles, aber ohne Hygiene ist alles nichts.

## Literatur

- Bergler R (2009) Psychologie der Hygiene. Heidelberg: Steinkopff
- Diefenbacher S, Sassenrath C, Siegel A, Grünewald M, Keller J (2012) Implizite Einstellung zur Händehygiene als relevanter Prädiktor von Händehygieneverhalten. Hyg Med 37: 448–55
- Jang JH, Wu S, Kirzner D, Moore C, Youssef G, Tong A, Lourenco J, Stewart RB, McCreight LJ, Green K, McGeer A (2010) Focus group study of hand hygiene practice among healthcare workers in a teaching hospital in Toronto, Canada. Infect Control Hosp Epidemiol 31(2): 144–50
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010) Die Kategorien in der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention – Aktualisierung der Definitionen. Bundesgesundheitsbl 53: 754–756

## Literatur

- Sandberg EH, Sharma R, Sandberg WS (2012) Deficits in retention for verbally presented medical information. *Anesthesiology*; 117: 772–9
- Sassenrath C, Diefenbacher S, Siegel A, Keller J (2016) A person-oriented approach to hand hygiene behaviour: Emotional empathy fosters hand hygiene practice. *Psychol Health* 31: 205–27
- Schulz-Stübner S, Hauer T (2003) Pilotstudie zur Analyse psychologischer Widerstände bei der Realisierung der Krankenhaushygiene im klinischen Alltag. *Hyg Med* 28: 13–16
- Schulz-Stübner S (2012) Vorbildverhalten Leitender Ärzte in Sachen Hygiene – Ergebnisse und Erkenntnisse einer Umfrage. *Hyg Med* 37: 408–12
- Von Lengerke T, Schulz-Stübner S, Chaberny IF, Lutze B (2016) Psychologie der Händehygiene-Compliance: Von der Motivation zum Verhalten. *Krankenhaushygiene up2date* 11: 135–50
- Weber L (2017) Hygiene im Reinigungsdienst. Berlin: Springer, 24–28

# Ausbruchsmangement

*R. Schulze-Röbbecke*

- 4.1 Einführung – 62
- 4.2 Was ist ein Ausbruch? – 63
- 4.3 Wie erkennt man einen Ausbruch? – 64
- 4.4 Schritte vor Einleitung von Interventionsmaßnahmen – 65
- 4.5 Intervention – 67
- 4.6 Interventionsbegleitende Maßnahmen – 69
- 4.7 Ende des Ausbruchs und Dokumentation – 77
- Literatur – 77

### Zusammenfassung

Ausbrüche nosokomialer Infektionen sind Notfälle, die schnelles Handeln erfordern. Um eine Gefährdung weiterer Patienten abzuwenden und wirtschaftliche Schäden zu begrenzen, ist es entscheidend, möglichst umgehend die richtigen Maßnahmen zu ergreifen. Wichtig ist es zunächst, den Ausbruchsverdacht zu bestätigen und einen Pseudoausbruch auszuschließen. Darüber hinaus sollte das Gesundheitsamt unverzüglich über den Ausbruch informiert werden. Im klinischen Alltag liegen meist schon bei Bekanntwerden eines nosokomialen Ausbruchs wesentliche Informationen über die Art des Ausbruchs und den Erreger vor. Aufgrund dieser Informationen kann das Ausbruchsteam meist schnell Vermutungen über die wahrscheinlichsten Infektionsquellen und Übertragungswege aufstellen, sodass man meist gezielt und ohne große Zeitverzögerung mit den Interventionsmaßnahmen beginnen kann. Gegebenenfalls müssen die zu Beginn des Ausbruchmanagements aufgestellten Hypothesen über die Ausbruchsursachen und die davon abgeleiteten Bekämpfungsmaßnahmen während der weiteren Interventionsmaßnahmen bestätigt, verfeinert und ggf. modifiziert werden. Zu diesen interventionsbegleitenden Maßnahmen zählen die deskriptive Epidemiologie, Laboruntersuchungen, Ortsbesichtigungen und aktive Fallsuche (Screening). Von Bedeutung ist ein hohes Maß an Transparenz innerhalb (manchmal auch außerhalb) der betroffenen Einrichtung über den Ausbruch und den Fortschritt der Interventionsmaßnahmen. Das Ende des Ausbruchs sollte vom Ausbruchsteam festgestellt und bekannt gegeben werden. Hilfreich ist oft ein schriftlicher Abschlussbericht.

## 4.1 Einführung

Mitte des 19. Jahrhunderts beschrieb der englische Epidemiologe William Farr seine Beobachtung, dass Cholera-Epidemien in einer nahezu symmetrischen Verlaufskurve anschwellen und wieder abebben (Bregman 1990). Auch heutige Epidemien (z. B. die Ebola-Epidemie in Westafrika 2014/15; WHO 2016) und Ausbrüche nosokomialer Infektionen verlaufen oft entsprechend diesem als Farr-Gesetz bezeichneten Schema. Wenn die Ursachen

und effektive Bekämpfungsmaßnahmen eines Ausbruchs bekannt sind, wäre es allerdings falsch, seinen natürlichen Verlauf entsprechend dem Farr-Gesetz abzuwarten, denn bei rascher Einleitung geeigneter Interventionsmaßnahmen lässt er sich meist beträchtlich schneller beenden. Um eine Gefährdung weiterer Patienten abzuwenden und wirtschaftliche Schäden zu begrenzen, ist es entscheidend, möglichst umgehend die richtigen Maßnahmen zu ergreifen. Nosokomiale Ausbrüche sind daher als Notfälle zu betrachten, die schnelles Handeln erfordern (Ammon 2007).

Der weitaus überwiegende Anteil nosokomialer Infektionen, einschließlich der durch Übertragungseignisse verursachten, ist endemischer Natur. Im Rahmen des US-amerikanischen Surveillance-Systems NNIS wurde berechnet, dass lediglich ca. 5 % aller nosokomialen Infektionen epidemisch, d. h. im Rahmen von Ausbrüchen auftreten (Beck-Sague 2004). Auf diese wird aus verschiedenen nachvollziehbaren Gründen (akuter, offensichtlicher Anstieg von Infektionsfällen, akute Ressourcenbindung, wirtschaftliche Ausfälle, Öffentlichkeitswirksamkeit) besonderes Augenmerk gelegt, auch wenn die zeitlich verteilten „stillen“ Infektionsfälle quantitativ erheblich bedeutsamer sind. Ausbrüche können prinzipiell in allen Krankenhausbereichen auftreten. Häufiger sind sie jedoch in Bereichen mit besonders gefährdeten Patienten und/oder mit hoher Invasivität, zum Beispiel in Intensivstationen oder Dialyseeinrichtungen.

Über die Bekämpfung von Ausbrüchen wurde eine Reihe lezenswerter Arbeiten veröffentlicht (Ammon 2001, 2007; Beck-Sague 2004; Jarvis 2004; Ostrowsky 2003; Arias 2010; Australian Government 2010; CDC 2015). Die Autoren dieser Arbeiten berichten jedoch überwiegend aus der Perspektive nationaler Institutionen wie dem Robert Koch-Institut (RKI) und den Centers for Disease Control and Prevention (CDC), die bei großen, überregionalen Epidemien und in ungewöhnlich schwierigen Fällen hinzugezogen werden. Ihre Empfehlungen eignen sich daher nur bedingt als Anleitung zur Bekämpfung von nosokomialen Ausbrüchen des klinischen Alltags. Hier geht es meist um Routinesituationen wie gehäufte Infektionen durch Noroviren, MRSA und *Clostridium difficile*, bei denen das Vorgehen recht klar vorgegeben ist, ohne dass Hypothesen auf

## 4.2 · Was ist ein Ausbruch?

wissenschaftlichem Niveau überprüft oder Fall-Kontroll-Studien und andere analytisch-epidemiologische Verfahren angewendet werden müssen.

Insbesondere von solchen „Standardausbrüchen“ in medizinischen Einrichtungen handelt dieses Kapitel. Trotz vieler Gemeinsamkeiten und der Notwendigkeit des systematischen Vorgehens können Ausbrüche nosokomialer Infektionen unter so verschiedenartigen Bedingungen entstehen und ablaufen, dass es unmöglich ist, ein allgemeingültiges „Kochrezept“ zu ihrer Eindämmung zu verfassen. Die nachfolgenden Ausführungen können daher nur Grundsätze des Vorgehens beschreiben; von ihnen muss abgewichen werden, wenn es die besonderen Umstände erfordern.

### 4.2 Was ist ein Ausbruch?

Gemäß § 6 Abs. 3 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) ist ein Ausbruch nosokomialer Infektionen definiert als „das gehäufte Auftreten nosokomialer Infektionen, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird“. In der Fachliteratur spricht man dagegen von einem Ausbruch (oder einer Epidemie), wenn von einer bestimmten Krankheit in einer begrenzten Zeitspanne und einem begrenzten Raum bzw. in einer spezifischen Bevölkerungsgruppe mehr Fälle auftreten als erwartet (CDC 2015; Arias 2010; Beck-Sague 2004).

Bei der Einschätzung, ob ein Ausbruch nosokomialer Infektionen vorliegt, sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

**Stationär und ambulant** Nosokomiale Infektionen sind nicht nur Infektionen, die im Krankenhaus erworben wurden, sondern auch in anderen stationären und ambulanten Einrichtungen der Patientenversorgung (vgl. Legaldefinition in § 2 Nr. 8 IfSG). Der Bezeichnung „nosokomial“ (von griechisch νοσοκομειον = Krankenhaus) für diese Art von Infektionen ist daher irreführend. Zutreffender ist dagegen die englischsprachige Bezeichnung „healthcare-associated infections“ (HAI), für die bisher jedoch keine offizielle deutschsprachige Übersetzung eingeführt wurde.

**Kausaler vs. zeitlicher Zusammenhang** Für den Nachweis des Erwerbs einer nosokomialen Infektion

wird nicht der Nachweis eines Kausalzusammenhangs gefordert, sondern es reicht der räumlich-zeitliche Zusammenhang aus (so auch gem. § 2 Nr. 8 IfSG).

**Intoxikationen** Nicht nur Infektionen, sondern auch mikrobiell bedingte Intoxikationen (z. B. durch Enterotoxine von *Staphylococcus aureus* in Lebensmitteln) können gem. § 2 Nr. 8 IfSG „nosokomial“ sein.

**Personal** Nosokomiale Infektionen können nicht nur bei Patienten, sondern auch beim medizinischen Personal vorkommen.

**Erworben vs. mitgebracht** Infektionen oder mikrobielle Intoxikationen, die bereits bei der ambulanten oder stationären Aufnahme bestanden oder sich in Inkubation befanden, gelten nicht als „nosokomial erworben“.

**Exogen vs. endogen** Ausbrüche nosokomialer Infektionen sind meist exogener Natur, d. h., die Infektionen werden von außen auf die betroffenen Personen übertragen. Sie müssen jedoch weder nach der Legaldefinition in § 2 Nr. 8 IfSG noch nach wissenschaftlicher Auffassung zwangsläufig auf ein exogenes Übertragungsgeschehen zurückgehen (s. unten).

**Endemische Grundrate** Die Einschätzung, ob ein Ausbruch vorliegt, setzt – zumindest ungefähre – Kenntnisse über die durchschnittlich zu erwartende Häufigkeit bestimmter Infektionen in bestimmten Bereichen voraus. In diesem Zusammenhang spricht man auch von der „endemischen Grundrate“, mit der eine bestimmte Infektion üblicherweise beobachtet wird. Auf einer urologischen Station mit häufig auftretenden Harnwegsinfektionen kann man daher erst bei einer höheren Fallzahl an Harnwegsinfektionen von einem Ausbruch sprechen als auf einer pädiatrischen Station, wo diese Infektionen selten sind. Einige klinisch relevante Erreger (z. B. Hepatitis-B-Virus, Hepatitis-C-Virus, A-Streptokokken, Legionellen, panresistente Bakterien) werden heute so selten nosokomial übertragen, dass bereits zwei Fälle als Ausbruch betrachtet werden können, auch wenn keine statistisch signifikante Inzidenzerhöhung

vorliegt. Unter Umständen herrscht hier sogar schon bei einem Fall Handlungsbedarf (Beck-Sague 2004), obwohl es sich hier nicht um einen „Ausbruch“ handelt.

**Infektion vs. Kolonisation** Von einem „Ausbruch“ spricht man bei gehäuften *Infektionen*, nicht aber bei gehäuften *Kolonisationen*. Durch die gesetzliche Verpflichtung gem. § 23 Abs. 4 IfSG, das Auftreten bestimmter multiresistenter Erreger (MRE) aufzuzeichnen und zu bewerten, werden immer häufiger Häufungen von MRE-Kolonisationen erkannt. Falls eine solche Häufung ausschließlich aus Kolonisationsfällen besteht, handelt es sich definitionsgemäß nicht um einen Ausbruch; eine solche Häufung braucht formal daher gem. § 6 Abs. 3 IfSG nicht als Ausbruch nosokomialer Infektionen an das Gesundheitsamt gemeldet zu werden. Dessen ungeachtet wird auch bei Häufungen von MRE-Kolonisationen manchmal wie bei einem Ausbruch interveniert, zum Beispiel wenn es sich um panresistente Bakterien oder um eine Situation mit relevanten Infektionsrisiken handelt. Eine Meldung kann daher auch in solchen Fällen sinnvoll sein.

**Epidemiologischer Zusammenhang** Zu einem Ausbruch nosokomialer Infektionen gemäß § 6 Abs. 3 IfSG zählt ein „epidemischer Zusammenhang“. Der Gesetzeskommentar schreibt hierzu: „Ein solcher Zusammenhang wird immer dann anzunehmen sein, wenn ähnliche Infektionen innerhalb einer Krankenhausstation oder unter Patienten mit vergleichbaren Bedingungen auftreten, eine Häufung von Infektionen mit der Anwendung bestimmter invasiver Maßnahmen verbunden ist, Patienten und/oder Personal die gleichen Krankheitsbilder aufweisen, die gleichen Erreger diagnostiziert werden oder wenn eine Häufung von Infektionen durch Mikroorganismen auftritt, die typischerweise mit nosokomialen Infektionen verbunden sind“ (Bales 2003). Eine Häufung von Infektionsfällen mit epidemiologischem Zusammenhang tritt üblicherweise in einem umschriebenen räumlich-zeitlichen Kontinuum auf, auch wenn dieses nicht unmittelbar erkennbar sein muss. Ein epidemiologischer Zusammenhang verweist letztlich auf einen Kausalzusammenhang, auch wenn dieser erst später oder überhaupt nicht nachgewiesen wird. Da nosokomiale Ausbrüche meist auf

die exogene Übertragung *eines* Erregers zurückgehen, ist die Erregertypisierung (s. unten) oft ein hilfreiches Instrument zur Herstellung eines Kausalzusammenhangs. Nosokomiale Ausbrüche müssen jedoch nicht zwangsläufig durch den gleichen Erreger verursacht werden, um einen epidemiologischen Zusammenhang vermuten zu lassen. So kann zum Beispiel ein bestimmter Prozessfehler bei Operationen oder bei der maschinellen Beatmung einen Ausbruch endogener Infektionen durch unterschiedliche Erreger verursachen.

**Pseudoausbrüche** Ausbrüche dürfen nicht mit Pseudoausbrüchen verwechselt werden. Ein Pseudoausbruch ist eine tatsächliche Häufung nicht vorhandener Infektionen (Pseudoinfektionen) oder eine nicht vorhandene Häufung tatsächlicher Infektionen (Schulze-Röbbecke 2008). So kann es zum Beispiel durch Probenkontamination im mikrobiologischen Labor zum gehäuften Nachweis eines Bakteriums in Blutkulturen kommen, obwohl die betroffenen Patienten keine Anzeichen einer Sepsis haben (= tatsächliche Häufung von Pseudoinfektionen). Oder es kann die Einführung eines neuen, sensitiveren Diagnoseverfahrens einen scheinbaren Anstieg bestimmter Infektionsfälle zur Folge haben, obwohl die Infektionsrate bei Fortführung des ehemaligen Diagnoseverfahrens gleichgeblieben wäre (= nicht vorhandene Häufung tatsächlicher Infektionen).

#### 4.3 Wie erkennt man einen Ausbruch?

Bei einer Häufung von Fällen mit auffälliger Symptomatik, kurzer Inkubationszeit und einem klaren räumlich-zeitlichen Zusammenhang sind Ausbrüche leicht erkennbar, zum Beispiel bei fünf Fällen von Norovirus-Gastroenteritis innerhalb von drei Tagen auf einer Station. Schwieriger wird es den Ausbruch zu erkennen, wenn dieselben Fälle auf einer Station auftreten, auf der ein Großteil der Patienten Grundkrankheiten mit ähnlicher Symptomatik haben, zum Beispiel auf einer hämatonkologischen Station.

Auffällig sind auch Häufungen von Infektionen durch seltene Erreger wie *Rhodococcus bronchialis* oder *Mycobacterium chelonae* (Beck-Sague 2004; Jarvis 2004). Schwer erkennbar sind dagegen

#### 4.4 · Schritte vor Einleitung von Interventionsmaßnahmen

Ausbrüche von Infektionen durch einen häufigen Erreger, zum Beispiel postoperative Wundinfektionen durch einen bestimmten Stamm von *Staphylococcus aureus*, gerade wenn dieser nicht die auffällige Methicillin-Resistenz aufweist. Solche Ausbrüche, wenn überhaupt, werden oft erst durch eine Genotypisierung der asservierten Erreger erkannt.

Schwierig ist die Ausbruchserkennung auch bei Infektionen mit fehlender oder unspezifischer Symptomatik und/oder langen Inkubationszeiten, zum Beispiel bei der Übertragung von Hepatitis-B-Virus auf ambulante Patienten durch falsche Injektionstechnik.

- **Die oben aufgeführten Beispiele zeigen, dass Ausbrüche nosokomialer Infektionen im klinischen Alltag unerkant bleiben können und oft erst bei aktiver Suche als solche erkannt werden.**

Auch die Aufzeichnung und Bewertung nosokomialer Infektionen nach § 23 Abs. 4 IfSG (z. B. mithilfe des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems, KISS) gewährleistet die Erkennung von Ausbrüchen nicht. Entgegen einer weit verbreiteten Annahme zählt nicht die Ausbruchserkennung zu den eigentlichen Zielen der Surveillance nosokomialer Infektionen, sondern die Ermittlung der endemischen Grundrate (Beck-Sague 2004). Zur Ausbruchserkennung trägt dagegen die arbeitstäglige Sichtung der mikrobiologischen Befunde bei, die nicht selten aufgrund zu geringer Personalkapazitäten unterbleibt. Idealerweise sollte diese auch nicht per Hand erfolgen. Moderne Laborprogramme erlauben eine elektronische Filterung nach individuellen Bedürfnissen.

Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim RKI empfiehlt, „Auslöseereignisse für das Inkrafttreten des Ausbruchmanagements vorab festzulegen“ (KRINKO-RKI 2002). Diese Empfehlung ist problematisch, da es einfache und allgemeingültige Regeln zur Ausbruchserkennung nicht gibt.

- **In der Praxis geben oft aufmerksame Beobachtungen von Klinikern, Mikrobiologen, Virologen oder Mitgliedern des Hygiene-Teams die entscheidenden Hinweise, zum Beispiel wenn es zu einer**

**auffälligen Häufung von Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen kommt oder wenn das mikrobiologische Labor ein gehäuftes Auftreten von seltenen Erregern oder von Erregern mit einheitlichem Resistenzmuster bzw. gleichem Genotyp bemerkt (Ammon 2007).**

#### 4.4 Schritte vor Einleitung von Interventionsmaßnahmen

Sobald ein Ausbruch nosokomialer Infektionen bekannt wurde oder vermutet wird, sollten zunächst die intern für das Ausbruchmanagement zuständigen Personen informiert werden. In der Regel sind das der Krankenhaushygieniker, die Hygienefachkräfte und der zuständige hygienebeauftragte Arzt. Zumindest die beiden erstgenannten Personengruppen sollten über Kenntnisse und Erfahrungen zum effektiven Ausbruchmanagement verfügen.

- **Wichtig ist es außerdem, schon zu Beginn alle unmittelbar verfügbaren Informationen über den Ausbruch zu beschaffen und zu bestätigen, dass es sich tatsächlich um einen Ausbruch handelt bzw. dass der Ausbruchsverdacht begründet ist.**

Das nachfolgend beschriebene Prozedere beschreibt das formale Vorgehen. Bei deutlich erkennbaren Ausbrüchen wird oft nicht mit diesen formalen Einzelschritten, sondern intuitiv vorgegangen, wodurch sich allerdings das Fehlerrisiko erhöhen kann. Unter Umständen müssen verschiedene Schritte je nach Dringlichkeit parallel oder in anderer Reihenfolge durchgeführt werden (zum Beispiel schon bei Ausbruchsverdacht sofortiger Anruf im Labor, um Isolate aufzubewahren, die ansonsten routinemäßig bald verworfen würden).

##### 4.4.1 Bestätigung des Ausbruchs bzw. des Ausbruchsverdachts

Um festzustellen, ob die Häufigkeit bestimmter Infektionsfälle tatsächlich oberhalb der erwarteten Häufigkeit liegt, wird die Inzidenz während des

Ausbruchs bestimmt und mit der sonst üblichen Inzidenz verglichen. Um die vorhandenen Daten sinnvoll auswerten zu können, ist es zunächst sinnvoll, eine Falldefinition festzulegen.

#### ■ Falldefinition

Aufgrund der über den vermeintlichen Ausbruch gesammelten Fakten sollte definiert werden, welche Fälle als Infektionsfälle zu betrachten sind, damit die weiteren Untersuchungen in standardisierter Weise erfolgen. Die Falldefinition kann auf klinischen Diagnosen beruhen (z. B. akute Gastroenteritis auf Station A), auf kulturell-mikrobiologischen Parametern (z. B. Nachweis von *Klebsiella pneumoniae* mit bestimmtem Antibiotogramm im Zeitraum XY in Krankenhaus B), auf PCR-Befunden (z. B. Nachweis von Influenza-A-Virus-RNA im Zeitraum XY auf Station B) etc. Generell sollten bei der Falldefinition die Parameter klinische bzw. Labordiagnose, Zeitraum, Ortsangabe und Personeneigenschaften berücksichtigt werden (Ammon 2007). Es sollten möglichst spezifische und sensitive Falldefinitionen zur Anwendung kommen; in schwierigen Situationen können aber auch zunächst grobe Definitionen verwendet und im weiteren Verlauf verfeinert werden.

#### ■ Ausbruchsbestätigung

Für die zuvor definierten Fälle wird die Inzidenz in einem begrenzten Zeitraum außerhalb des Ausbruchs bestimmt (= Grundrate, erwartete Infektionsrate) wie auch für die Zeit während des vermeintlichen Ausbruchs. Für die Inzidenzberechnungen werden nur exponierte Patienten berücksichtigt, das heißt zum Beispiel nur Patienten einer bestimmten Station, falls sich der Ausbruch auf eine Station beschränkt, oder nur beatmete Patienten, falls es sich um einen Ausbruch von Beatmungspneumonien handelt. Mithilfe des Vergleichs der beiden Inzidenzwerte (in schwierigen Fällen ggf. mit Berechnung der statistischen Signifikanz) lässt sich der Ausbruchverdacht bestätigen oder verwerfen. § 6 Abs. 3 IfSG fordert die Meldung eines nosokomialen Ausbruchs an das Gesundheitsamt, sofern ein „epidemischer Zusammenhang“ besteht. Zur Bedeutung dieses Begriffes siehe die Ausführungen weiter oben.

#### ■ Ausschluss eines Pseudoausbruchs

Nicht selten stellen sich vermeintliche Ausbrüche nosokomialer Infektionen als Pseudoausbrüche

heraus. Die Fehlinterpretation eines Pseudoausbruchs als Ausbruch kann erhebliche Ressourcen binden und muss vermieden werden (Schulze-Röbbecke 2008). Entsprechend der Definition eines Pseudoausbruchs (s. oben) wird sichergestellt, dass die Diagnosen der in den Ausbruch involvierten Patienten auch mit entsprechenden Krankheitszeichen assoziiert sind (Ausschluss von Pseudoinfektionen) bzw. dass die Infektionshäufigkeit während und außerhalb der Ausbruchperiode mit vergleichbarer Methodik ermittelt wurde. Zur Vermeidung der zuletzt genannten Problematik sind nicht nur einheitliche Falldefinitionen erforderlich, sondern auch einheitliche Methoden bei der Diagnosestellung und Inzidenzberechnung.

### 4.4.2 Meldung an das Gesundheitsamt

Gemäß § 6 Abs. 3 IfSG ist das gehäufte Auftreten nosokomialer Infektionen, bei denen ein „epidemischer Zusammenhang“ wahrscheinlich ist oder vermutet wird, dem Gesundheitsamt unverzüglich als Ausbruch nichtnamentlich zu melden.

Die unterlassene Meldung eines Ausbruchs ist nicht bußgeldbewehrt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass es bei der Bearbeitung von Ausbruchssituationen mehr auf partnerschaftliche Zusammenarbeit als auf Kontrolle ankommen sollte (Bales 2003). So und nicht anders sollte die Meldung in der Praxis von allen Beteiligten aufgefasst werden. Das Gesundheitsamt sollte dabei von Maximalforderungen und Schuldzuweisungen absehen, da in einem Klima von Aktionismus und Angst vor Sanktionen die Gefahr besteht, dass im öffentlichen Interesse liegende Meldungen nicht abgesetzt werden. Schlimmstenfalls besteht in einem solchen Klima sogar die Gefahr, dass mit dem Einschalten der Aufsichtsbehörde (möglicherweise sogar der Staatsanwaltschaft) Beweismittel vernichtet und Tatbestände verschleiert werden. Umgekehrt liegt in der rechtzeitigen Einschaltung des Gesundheitsamts die Chance, dessen Kompetenz und Erfahrung zu nutzen. Auch wenn im zuständigen Gesundheitsamt keine „ausbruchserfahrenen“ Kollegen verfügbar sind, kann in einem frühen Stadium Verantwortung gemeinsam übernommen werden, sodass bei vertrauensvoller Zusammenarbeit auf übertriebene

Maximalforderungen verzichtet werden kann. Dies sollte geschehen, bevor durch Aufmerksamkeit der Medien rationale Entscheidungen immer schwieriger werden und im schlimmsten Falle parteipolitische Interessen das Handeln beeinflussen. Vermutlich sind solche Vorgänge mit verantwortlich dafür, dass die Ursachen einiger nosokomialer Ausbrüche, von denen die Medien in den letzten Jahren berichteten, nicht aufgeklärt werden konnten.

## 4.5 Intervention

Ausbrüche nosokomialer Infektionen können sehr unterschiedlich verlaufen und entsprechend unterschiedliche Gegenmaßnahmen erforderlich machen. Die nachfolgend beschriebenen interventionsbegleitenden Maßnahmen haben sich im Rahmen des Ausbruchsmangements als sinnvoll erwiesen, dürfen aber nicht starr und formalistisch „abgehakt“ werden. In der Realität laufen sie oft parallel und in anderer Reihenfolge ab. Einzelne Schritte können in besonderen Fällen überflüssig sein, während andere, hier nicht beschriebene Maßnahmen hinzukommen können.

➤ **Vernünftige Überlegungen, der „gesunde Menschenverstand“ und ein gewisses Maß an Intuition sind immer Teil des Ausbruchsmangements.**

### 4.5.1 Bildung eines Ausbruchsteams

Im Ausbruchsteam sollten sich diejenigen Personen zusammenfinden, die sich mit größter Wahrscheinlichkeit dazu eignen, die Ursache des Ausbruchs zu ermitteln und ihn rasch zu beenden. Je nach Art des Ausbruchs kann die Zusammensetzung des Ausbruchsteams variieren. Kern des Teams bilden typischerweise der Krankenhaushygieniker, die zuständige Hygienefachkraft und der zuständige hygienebeauftragte Arzt. Oft ist es sinnvoll, zusätzliche Kliniker und Pflegekräfte des betroffenen Bereichs sowie den Mikrobiologen bzw. Virologen mit einzubeziehen. Besonders bei Ausbrüchen von größerer epidemiologischer Relevanz sollten auch Mitarbeiter des Gesundheitsamtes und ein

Ansprechpartner für die Presse zum Ausbruchsteam gehören.

Das Ausbruchsteam benennt einen Koordinator, trifft sich während des Ausbruchs regelmäßig, verschafft sich gleichen Kenntnisstand über die aktuelle Sachlage und verteilt Aufgaben bezüglich der zu treffenden Interventions- und Begleitmaßnahmen. Daneben sollten der Stand der Erkenntnisse und die abgeleiteten Maßnahmen engmaschig dokumentiert werden. Bei im Nachhinein auftretenden Differenzen oder gar juristischer Aufarbeitung ist es sonst später unmöglich, die Details in ihrer zeitlichen Abfolge zu reproduzieren. Die Aufzeichnungen sind auch Grundlage des späteren Abschlussberichtes (s. unten).

➤ **Kommunikation ist beim Ausbruchsmangement wichtig. Kommunikationsmängel oder sogar die aktive Zurückhaltung von Informationen behindern dagegen die erfolgreiche Ausbruchsbekämpfung.**

### 4.5.2 Interventionsbeginn aufgrund erster Hypothesen zur Ausbruchsursache

Im klinischen Alltag sind meist schon bei Bekanntwerden eines nosokomialen Ausbruchs wesentliche Informationen über die Art des Ausbruchs und die Erreger bekannt. Mithilfe dieser Informationen lassen sich i. d. R. Hypothesen über Infektionsquellen und Übertragungswege aufstellen, die einen raschen Einsatz von Interventionsmaßnahmen erlauben und sich im Nachhinein oft als zutreffend herausstellen. Voraussetzung für einen effektiven Interventionsbeginn aufgrund solcher Hypothesen sind Grundkenntnisse über die wesentlichen Infektionsquellen und Übertragungswege der Erreger nosokomialer Infektionen. So werden zum Beispiel multiresistente Bakterien und Noroviren vorwiegend durch Kontakt mit den Händen übertragen, Influenza und Pertussis vorwiegend durch größere Tröpfchen von Atemwegssekret (Reichweite üblicherweise <1 m) und die Tuberkulose durch kleinste Schwebepartikel („Tröpfchenkerne“) von aerosolisiertem Atemwegssekret (Reichweite >1 m) (Schulze-Röbbecke 2013, 2014; Siegel 2007).

Mit Kenntnis des Erregers sowie der wahrscheinlichen Infektionsquellen und Übertragungswege wird zu Beginn des Ausbruchmanagements im Allgemeinen ein Paket mehrerer Interventionsmaßnahmen eingeleitet, wobei man sich in diesem Stadium im Zweifelsfalle eher *für* eine Erfolg versprechende Maßnahme entscheiden wird als *dagegen*; ggf. kann man später wieder deeskalieren (Schulze-Röbbecke 2013). Beispiele für sinnvolle Interventionsmaßnahmen sind:

- **Beispiel 1: Norovirusausbruch:** räumliche Isolierung aller klinisch an Diarrhö erkrankten Patienten (ggf. in Kohorte); Schulung von Personal, Patienten und Besuchern über Händehygiene sowie richtigen Gebrauch von Schutzhandschuhen und anderer persönlicher Schutzausrüstung; an Diarrhö erkranktes Personal kommt erst 48 Stunden nach Ende der Symptome wieder zum Dienst; Intensivierung von Reinigung und Desinfektion der Patientenumgebung; Einschränkung des Besucherkreises; ggf. Kohortierung des Personals (d. h. Personal, das die Norovirus-infizierten Patienten versorgt, hat keinen Kontakt mit anderen Patienten); ggf. vorübergehende Sperrung der betroffenen Station(en) für Neuaufnahmen (Schulze-Röbbecke 2012, 2013).
- **Beispiel 2: Salmonelloseausbruch mit Hinweisen auf die Zentralküche als Infektionsquelle:** Stuhluntersuchungen des Küchenpersonals; Schulungen des Küchenpersonals über Händehygiene; Untersuchung von Speiserückstellproben der Tage, an denen die Infektionen stattgefunden haben müssen; vorübergehende Austeilung von Salaten und Nachspeisen externer Zulieferer; Analyse und Verbesserung der Temperaturführung während der Speiselagerung und -verteilung (Schulze-Röbbecke 2013).
- **Beispiel 3: Ausbruch mit vierfachresistentem (4MRGN) *Acinetobacter baumannii*:** räumliche Isolierung aller Patienten mit Nachweis von 4MRGN *A. baumannii* (ggf. in Kohorte); Schulung von Personal, Patienten und Besuchern über Händehygiene sowie richtigen Gebrauch von Schutzhandschuhen und anderer persönlicher Schutzausrüstung;

aktive Suche nach weiteren Patienten, die bisher unerkannt mit dem Erreger besiedelt sind; Intensivierung von Reinigung und Desinfektion der Patientenumgebung; ggf. Personalkohortierung, ggf. vorübergehende Sperrung der betroffenen Station(en) für Neuaufnahmen (Schulze-Röbbecke 2013).

- **Ein häufiger Fehler ist die Entfaltung eines auf Unsicherheit beruhenden Aktivismus und die Einleitung von Maßnahmen, die das Ausbruchsgeschehen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht beeinflussen.**

Anhand der oben genannten drei Ausbruchssituationen werden nachfolgend einige Negativbeispiele gegeben, die das Ausbruchsgeschehen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht beeinflussen:

- **Beispiel 1:** Im Rahmen eines Norovirusausbruchs ist es unangebracht, FFP2-Atemschutzmasken auszugeben, denn Noroviren werden im klinischen Alltag nicht aerogen übertragen (Schulze-Röbbecke 2012).
- **Beispiel 2:** Im Falle eines Salmonelloseausbruchs ist es in aller Regel überflüssig, die betroffenen Patienten strikt zu isolieren, denn Salmonellen werden im Krankenhaus unter normalen Umständen nicht direkt von Mensch zu Mensch übertragen (Schulze-Röbbecke 2014; Siegel 2007).
- **Beispiel 3:** Im Rahmen eines Ausbruchs mit 4MRGN *Acinetobacter baumannii* ist ein Personalscreening (Mund-, Haut- und Rektalabstriche) unangebracht, da kolonisiertes Personal nach derzeitigem Kenntnisstand keine relevante Übertragungsquelle für *A. baumannii* darstellt.

Solche Fehlentscheidungen werden manchmal als Panikreaktion getroffen, sind aber kontraproduktiv, da sie Aufmerksamkeit und Ressourcen in falsche Richtungen lenken. Wichtig ist es in solchen Situationen, einen kühlen Kopf zu bewahren und die Entscheidungen rational und möglichst evidenzbasiert zu treffen. Wichtig ist weiterhin, dass Aufwand und wahrscheinlicher Nutzen in vernünftiger Relation zueinander stehen.

- **Ein professionelles Ausbruchsmangement handelt ökonomisch, d. h., mit gezielt eingesetztem aber möglichst geringem Aufwand wird der Ausbruch in möglichst kurzer Zeit beendet.**

## 4.6 Interventionsbegleitende Maßnahmen

Die zu Ausbruchsbeginn aufgestellten Hypothesen und die daraus abgeleiteten ersten Interventionsmaßnahmen sind nur teilweise so offensichtlich, dass der Ausbruch bereits dadurch zum Stillstand kommt und sich weitere Maßnahmen erübrigen. Der Ausbruch muss hinsichtlich seiner zeitlichen und räumlichen Ausbreitung sowie der betroffenen Personen beschrieben und dokumentiert werden. Darüber hinaus müssen in der Regel weitere begleitende Maßnahmen ergriffen werden, um das bisherige Vorgehen zu bestätigen oder ggf. zu modifizieren.

Im ersten der oben aufgeführten Beispiele würde man zum Beispiel mindestens für einen Teil der betroffenen Personen die Laborbestätigung einholen, dass es sich tatsächlich um Fälle von Norovirusinfektionen handelt; Typisierungsmaßnahmen sind bei Norovirusausbrüchen dagegen meist unnötig.

Im Beispiel 2 würde man sich auf die Quellen-suche konzentrieren, mittels Ortsbesichtigungen in Küche und Stationen das Verhalten des Personals beobachten und der Temperaturführung der Speisen nachgehen. Durch aktive Fallsuche (Screening) würde man versuchen herauszufinden, ob der Salmonelloseausbruch in Wirklichkeit größere Ausmaße hat, und im Austausch mit dem Gesundheitsamt würde man eruieren, ob der Salmonelloseausbruch möglicherweise nicht nur das Krankenhaus, sondern auch andere Bereiche betrifft. Falls Salmonellen aus einer Speiserückstellprobe oder einer Stuhlprobe isoliert werden, würde man mittels Typisierung einen Vergleich mit den Patientenisolaten anstreben.

Und im Beispiel 3 würde man das Patientenscreening auf 4MRGN *Acinetobacter baumannii* wegen seiner begrenzten Sensitivität ggf. wiederholen sowie relevante Arbeitsabläufe aller auf der Station tätigen Berufsgruppen beobachten und analysieren.

In solcher Weise sollte das Ausbruchsmangement durch individualisierte Begleitmaßnahmen

gesteuert werden. Bestimmte Interventionsmaßnahmen können sich dabei gegebenenfalls als überflüssig erweisen, andere Maßnahmen werden erst aufgrund später gewonnener Erkenntnisse eingeführt. Wenn zum Beispiel bei einem *Pseudomonas-aeruginosa*-Ausbruch ursprünglich die Hypothese einer Patient-zu-Patient-Übertragung aufgestellt wird und sich im Zuge der Begleitmaßnahmen herausstellt, dass die Übertragung von einer gemeinsamen Quelle in der Patientenumgebung ausgeht, so müssen die Interventionsmaßnahmen entsprechend modifiziert werden.

Die wichtigsten interventionsbegleitenden Maßnahmen werden nachfolgend beschrieben und diskutiert. Sie sollten möglichst aufgrund rationaler Überlegungen und mit System gewählt werden. Doch auch das **Prinzip von Versuch und Irrtum** lässt sich in gewissem Ausmaß nicht vermeiden.

### 4.6.1 Deskriptive Epidemiologie, Beschreibung des Ausbruchs

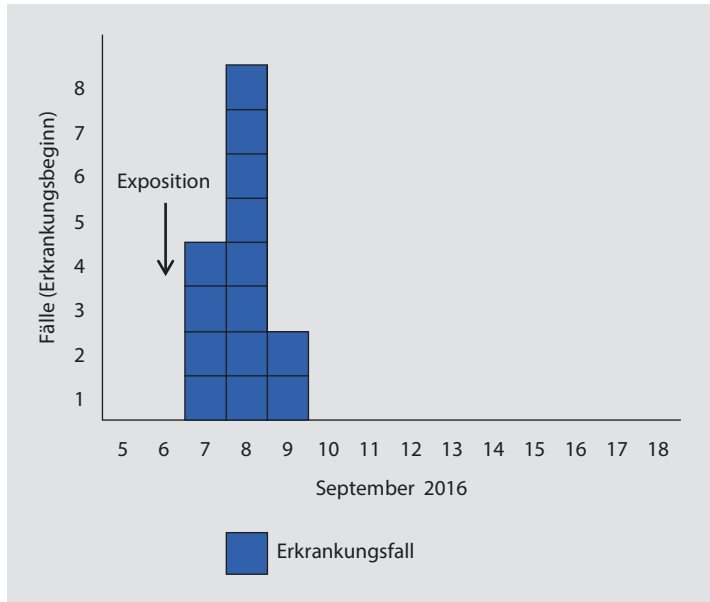
Die Ausbruchscharakterisierung hinsichtlich betroffenen Personen, Zeit und Raum wird auch als deskriptive Epidemiologie bezeichnet (Beantwortung der Fragen „Wer?“, „Wann?“, „Wo?“). Von entscheidender Bedeutung ist sie, weil sie eindeutig vorhandene Sachverhalte wie auch unklare Zusammenhänge des Ausbruchs vor Augen führt. Darüber hinaus liefert sie eine übersichtliche und umfassende Beschreibung des Ausbruchs und erlaubt sie eine Einschätzung und ggf. Modifikation der ursprünglich aufgestellten Hypothese über die Ausbruchsursachen. Mit der deskriptiven Untersuchung sollte möglichst früh begonnen werden; durch neu hinzukommende Daten sollte sie laufend vervollständigt werden.

- **Charakterisierung der betroffenen Personen**  
Über die wesentlichen Daten der gemäß Falldefinition (s. oben) betroffenen Personen sollte eine Liste geführt werden, ein Vorgang der auch als „line listing“ bezeichnet wird. In einer Tabelle wird hierbei je eine Zeile für die betroffenen Personen und je eine Spalte für die wichtigsten Variablen eingefügt. ■ **Tab. 4.1** gibt ein Beispiel für das „line listing“ im Rahmen eines Hepatitis-A-Ausbruchs.

**Tab. 4.1** „Line listing“ im Rahmen eines Hepatitis-A-Ausbruchs. (Modifiziert nach CDC 2015)

Fall	Diagnostik												
	Klinik												
	Labor												
Lfd. Nr.	Initialen	Alter	Geschlecht	Krankheits- beginn	Ärztliche Diagnose	Ü	E	A	F	DU	I	HAV IgM	Andere
1	JS	36	W	05.09.	Hep. A	+	-	+	+	+	+	+	GOT ↑
2	CK	52	M	08.09.	Hep. A	+	+	+	+	+	+	+	GPT ↑
3	FJT	18	M	12.09.	Hep. A	+	-	+	-	+	+	+	GOT ↑
4	ML	65	W	04.09.	Hep. A	+	-	+	+	+	S	+	HBsAG -
5	KV	44	M	06.09.	K. A.	-	-	+	+	+	+	K. A.	K. A.
6	RR	32	W	15.09.	Hep. A	+	+	+	+	?	-	+	GOT ↑
8	JP	23	M	17.10.	Hep. A	+	-	+	+	+	+	+	GOT ↑
A Appetitlosigkeit, DU dunkler Urin, E Erbrechen, F Fieber, HAV IgM-Antikörper gegen Hepatitis-A-Virus, I Ikterus, S Skleren, Ü Übelkeit													

■ **Abb. 4.1** Epidemiekurve eines Salmonelloseausbruchs durch gleichzeitige Exposition gegenüber einer gemeinsamen Infektionsquelle (Aufnahme einer mit Salmonellen kontaminierten Speise). Der Beginn des Ausbruchs entspricht der minimalen, sein Ende der maximalen Inkubationszeit nach Aufnahme von Enteritissalmonellen



#### ■ Zeitliche Charakterisierung

Fast immer ist es sinnvoll, den zeitlichen Verlauf des Ausbruchs graphisch darzustellen. Dies geschieht in Form einer Epidemiekurve (kurz: Epi-Kurve), eines Histogramms, in dem die Zeit auf der X-Achse und die Zahl der erkrankten Personen (Erkrankungsbeginn bzw. Erstdnachweis des Erregers) auf der Y-Achse eingetragen wird. Die Epi-Kurve zeigt den bisherigen Verlauf und gestattet Vermutungen über den weiteren Verlauf des Ausbruchs. Bei Ausdehnung der Zeitachse hilft sie bei der Einschätzung, ob es sich tatsächlich um einen Ausbruch handelt. Bei bekannter Infektionskrankheit und Inkubationszeit erlaubt sie Rückschlüsse auf den Zeitraum der Exposition, was wiederum hilfreich ist, die Ausbruchsursache zu ermitteln. Darüber hinaus ermöglicht sie Rückschlüsse auf das Übertragungsgeschehen, zum Beispiel ob die Betroffenen zum gleichen Zeitpunkt einer gemeinsamen Infektionsquelle exponiert waren (sogenannter „point source outbreak“ oder Punktquellenausbruch, ■ [Abb. 4.1](#)) oder ob sich der Ausbruch in Form einer Infektkette von Mensch zu Mensch ausgebreitet hat (■ [Abb. 4.2](#)).

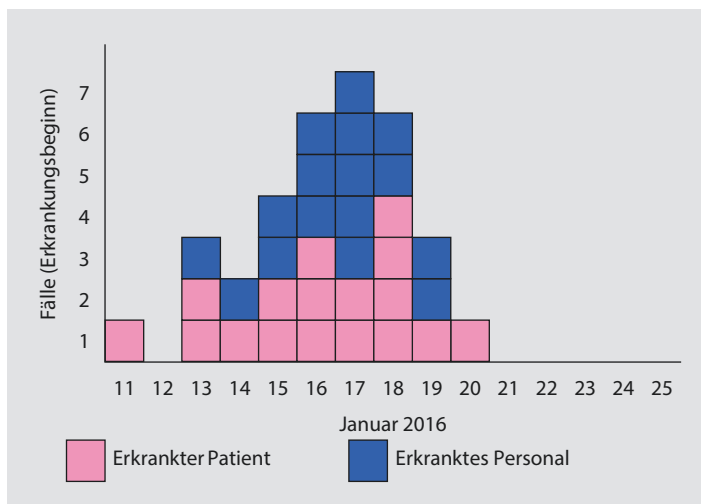
#### ■ Räumliche Charakterisierung

Bei einem Ausbruch, der sich auf eine Station beschränkt, sind die räumlichen Zusammenhänge meist klar. Bei räumlich ausgedehnten

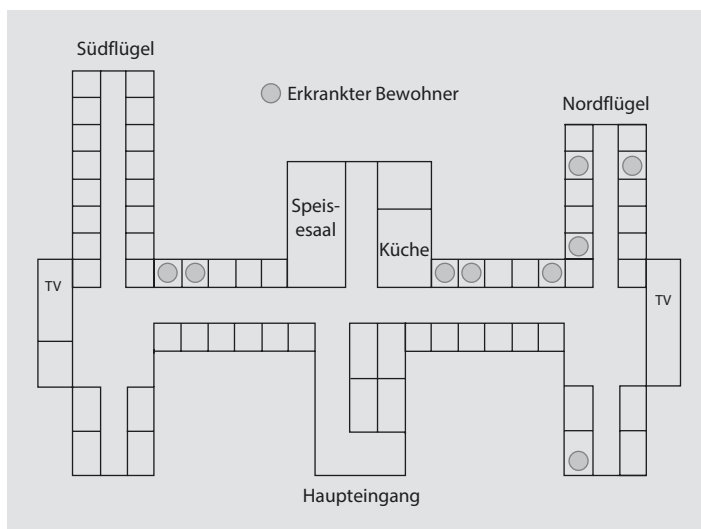
Ausbrüchen, z. T. auch in einem Krankenhaus oder auf einer Station, kann es jedoch sinnvoll sein, auf einem Grundriss die Orte zu kennzeichnen, an denen sich die betroffenen Personen jeweils bei vermuteter Exposition oder zu Krankheitsbeginn aufgehalten haben. Finden sich auf einer solchen „spot map“ Zeichen einer räumlichen Häufung, so muss nach Erklärungen gesucht werden, zum Beispiel nach Zusammenhängen mit dem Einsatzbereich eines bestimmten Mitarbeiters, mit dem Versorgungsbereich einer Küche oder einer Lüftungsanlage. Die auf der „spot map“ in ■ [Abb. 4.3](#) dargestellte Häufung könnte bei alleiniger Berücksichtigung der räumlichen Fallverteilung auf eine gemeinsame Infektionsquelle mit geringer Reichweite oder auf eine Übertragung von Mensch zu Mensch zurückzuführen sein. Eine großflächigere Verteilung innerhalb einer Einrichtung würde dagegen für ein Übertragungsvehikel mit größerer Reichweite sprechen oder für eine Infektionsquelle, denen die Personen ohne Beschränkung auf bestimmte Raumgruppen ausgesetzt sind, zum Beispiel einen gemeinsamen Speiseraum oder ein gemeinsames Wasserleitungssystem.

Wichtig sind „spot maps“ bei geographisch ausgedehnten Ausbrüchen. In komplexeren Fällen lassen sich manchmal erst durch die graphische Darstellung Zusammenhänge erkennen wie zum Beispiel der Versorgungsbereich eines Wasserwerks

■ **Abb. 4.2** Epidemiekurve eines nosokomialen Norovirusausbruchs mit Erkrankung sowohl von Patienten als auch von Personal. Ursache war ein Indexpatient, der am 11.01. mit Zeichen einer akuten Gastroenteritis stationär aufgenommen wurde. Nach Ablauf der Inkubationszeit traten drei Sekundärfälle auf und es entwickelte sich eine Infektkette mit Übertragungen von Mensch zu Mensch



■ **Abb. 4.3** „Spot map“ eines Pneumokokkenpneumoniausbruchs in einem Pflegeheim aufgrund lückenhafter Pneumokokkenimpfung der Heimbewohner. Markiert sind die Zimmer der erkrankten Bewohner. Die Fälle traten häufiger im Nordflügel als im Südflügel auf, wobei sich die zwei erkrankten Bewohner des Südflügels nach Angaben des Personals oft im Nordflügel aufgehalten hatten. (Nach Tan 2003)

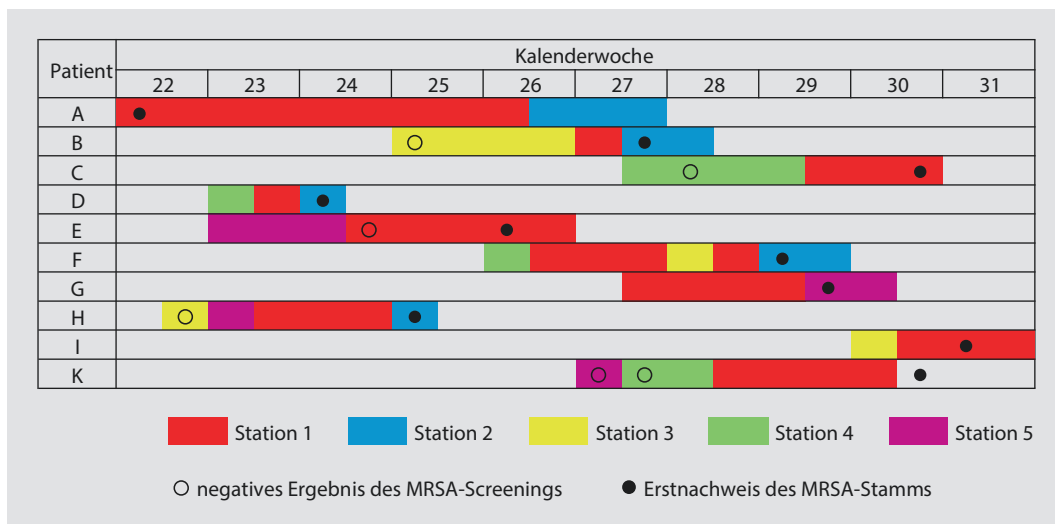


oder einer Großküche bzw. der Emissionsbereich eines Rückkühlwerks.

#### ■ Räumlich-zeitliche Charakterisierung der Verlegungshistorie

Bei Ausbrüchen in Einrichtungen, in denen Patienten öfters zwischen verschiedenen Stationen verlegt werden, sind „spot maps“, in die die Orte des Erregererstmachweises oder des Erkrankungsbeginns eingetragen werden, wenig aussagekräftig. Denn „spot maps“ berücksichtigen nicht die Möglichkeit, dass die Übertragung auf einer anderen Station

stattgefunden haben kann, auf der sich der Patient vorher aufgehalten hat. In solchen Situationen hat es sich bewährt, die verschiedenen Aufenthaltsorte der betroffenen Patienten synchroptisch in einem Balkendiagramm darzustellen. ■ **Abb. 4.4** zeigt am Beispiel eines MRSA-Ausbruchs, dass der Ort des Übertragungsgeschehens bei alleiniger Berücksichtigung der Station, auf der der Erstmachweis geführt wurde, nicht eindeutig identifizierbar ist (verdächtig wären sowohl Station 1 als auch Station 2). Berücksichtigt man aber alle Stationen, auf denen sich die Patienten aufgehalten haben, ist es oft leichter, den



■ **Abb. 4.4** Balkendiagramm zur Darstellung der Verlegungshistorie von zehn Patienten, bei denen ein MRSA-Stamm des gleichen Genotyps nachgewiesen wurde. Der Ausbruch ist offensichtlich auf eine Übertragung des MRSA-Stamms von Patient zu Patient auf der Station 1 zurückzuführen, wobei Patient A der Indexpatient ist, der den Stamm auf die Station mitgebracht hat. Die anderen Stationen kommen als Übertragungsorte nicht infrage, da sich nicht alle Patienten dort aufgehalten haben und sich die Aufenthalte dort nur teilweise zeitlich überschneiden haben

Ort des wahrscheinlichen Übertragungsgeschehens zu erkennen. Schwer zu berücksichtigen sind in solchen Balkendiagrammen allerdings sämtliche Aufenthaltsorte, wie zum Beispiel Röntgenabteilungen, EKG-, Endoskopie- und Operationsräume.

Sollten sich in einem solchen Balkendiagramm keine eindeutigen räumlichen und zeitlichen Überschneidungen der Patientenaufenthalte ergeben, besteht die Möglichkeit, dass der für den Ausbruch verantwortliche Erregerstamm nicht von Patient zu Patient übertragen wurde, sondern aus einer Umgebungsquelle oder von einem kolonisierten/infizierten Mitarbeiter auf die Patienten.

#### 4.6.2 Aktualisierung des Wissensstands

Oft verfügt das Ausbruchsteam nicht über alle Kenntnisse, die zum Verständnis und zur Beendigung des Ausbruchsgeschehens notwendig sind. Wichtig sind beispielsweise Kenntnisse über potenzielle Erreger bei einer bestimmten Symptomatik, über Inkubationszeiten, Dauer der Infektiosität, Übertragungswege und effektive Maßnahmen zur Verhinderung

von Übertragungen. Wichtige Informationsquellen sind zum Beispiel die Internetseiten der CDC ([www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)), des RKI ([www.rki.de](http://www.rki.de)) und der Outbreak Database ([www.outbreak-database.com](http://www.outbreak-database.com)) sowie Lehrbücher und Fachzeitschriften. Ein Zugang zu internationalen medizinischen Fachzeitschriften ist beispielsweise über PubMed möglich ([www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)).

#### 4.6.3 Laboruntersuchungen

Ein intensiver Informationsaustausch mit dem mikrobiologischen/virologischen Labor ist nicht nur zur Sicherung der Diagnose, sondern auch aus mehreren anderen Gründen von Bedeutung:

##### Informationsaustausch und Erreger-Asservierung

Wenn es sich nicht um klinisch auffällige Erkrankungen handelt, ist es oft das Labor, dem eine Häufung bestimmter Erreger als erstes auffällt. Wichtig ist, dass das Labor diese Beobachtung sofort dem Krankenhaushygieneteam oder den behandelnden Ärzten mitteilt und die Isolate aufbewahrt (ggf. auch mehrere Isolate derselben Person), um sie für weitere

Untersuchungen (z. B. Genotypisierung) zur Verfügung zu haben. Auch wenn der Erreger bei weiteren Patienten nachgewiesen wird, sollte dies sofort mitgeteilt werden.

**Zusammenarbeit bei aktiver Fallsuche** Bei einer aktiven Fallsuche (s. unten) zur Ermittlung des Ausbruchsmaßes sind unter Umständen größere Probenmengen mit Spezialverfahren (z. B. Selektivmedien) zu untersuchen. Auch eine solche Maßnahme muss mit dem Labor abgesprochen werden.

**Umgebungsuntersuchungen** Falls es begründete Hinweise darauf gibt, dass die unbelebte Umwelt als Infektionsquelle infrage kommt (z. B. bei Ausbrüchen von Legionellen oder *Pseudomonas aeruginosa*-Infektionen), können neben Patientenmaterial auch zum Beispiel Proben von Oberflächen, Leitungswasser, Medizinprodukten, Nahrungsmitteln oder Arzneimitteln untersucht werden. Die Indikation zu solchen Untersuchungen sollte fachlich begründet sein, denn erfahrungsgemäß gibt es nur selten nosokomiale Ausbrüche, die sich durch Umgebungsuntersuchungen aufklären lassen. Falls erforderlich, sind solche Untersuchungen oft nicht im mikrobiologischen Routinelabor möglich, sodass Speziallaboratorien kontaktiert werden müssen.

**Erregertypisierung** Wenn der Verdacht besteht, dass es sich um einen Ausbruch durch Erregerübertragung handelt (sei es in Form eines Punktquellenausbruchs (■ Abb. 4.1), einer Infektkette (■ Abb. 4.2), einer Übertragung aus der Patientenumgebung oder eines anderen Geschehens), kann durch eine Erregertypisierung festgestellt werden, ob die verschiedenen Erregerisolate klonal miteinander verwandt sind. Nicht erforderlich ist eine Typisierung bei klaren epidemiologischen Verhältnissen (zum Beispiel bei den meisten nosokomialen Norovirusausbrüchen) oder bei Ausbrüchen mit seltenen Erregern. Bei vermehrtem Nachweis eines weit verbreiteten Erregers (z. B. *Staphylococcus aureus* oder *Escherichia coli*) und/oder bei unklaren epidemiologischen Zusammenhängen ist es oft jedoch erst mithilfe einer Typisierung unterhalb der Speziesebene möglich festzustellen, ob es sich um eine zufällige Häufung nicht verwandter Erreger handelt oder um eine tatsächliche

Häufung verwandter Erreger und somit um ein wahrscheinliches Übertragungsgeschehen.

Viele mikrobiologische Labors verfügen über die Möglichkeit der Erregertypisierung. Gegebenenfalls kann man sich auch an das für den jeweiligen Erreger zuständige nationale Referenzzentrum oder Konsiliarlabor wenden (Liste dieser Zentren auf der Internetseite des RKI, [www.rki.de](http://www.rki.de)). Üblich sind heute molekulare Typisierungsverfahren (Genotypisierung, genetischer Fingerabdruck) wie Pulsfeld-Gelelektrophorese, spa-Typisierung und Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD); bei wenigen Erregern (z. B. Salmonellen) werden auch noch phänotypische Verfahren wie die Lysotypisierung angewandt.

➤ **Die Erregertypisierung kann die epidemiologische Aufarbeitung eines Ausbruchs nicht ersetzen, sondern nur ergänzen (Beck-Sague 2004).**

#### 4.6.4 Ortsbesichtigung, Beobachtung von Arbeitsabläufen

Eine Besichtigung der Räumlichkeiten, in denen sich die vom Ausbruch betroffenen Personen aufhalten und vermutlich infiziert haben, sollte möglichst umgehend erfolgen. Oft lassen sich bei dieser Gelegenheit Risikofaktoren erkennen und abstellen, die den Ausbruch möglicherweise begünstigt oder sogar verursacht haben.

Die alleinige Beobachtung bestehender Strukturen (z. B. räumliche Gegebenheiten, personelle Ausstattung) reicht bei einer Ortsbegehung meist nicht aus. In der Praxis ist es nicht selten die Beobachtung von Arbeitsabläufen, die entscheidende Hinweise auf die Ausbruchsursachen liefert, wobei den Personen vor Ort die Risiken bestimmter Prozesse oft nicht bewusst sind. Derartige Beobachtungen, die sich über mehrere Stunden, manchmal sogar Tage erstrecken können, sollten daher von geschulten externen Personen vorgenommen werden; prädestiniert sind Hygienefachkräfte und Krankenhaushygieniker. Wichtig ist es, dem Personal vor Ort deutlich zu machen, dass es bei den Beobachtungen nicht darum geht, Schuldige zu finden, sondern gemeinsam den Ausbruch zu beenden.

Einzuleitende Präventionsmaßnahmen (z. B. Patientenisolierung, Personalkohortierung, Tragen von persönlicher Schutzausrüstung) können unter Berücksichtigung der räumlichen und personellen Gegebenheiten vor Ort besprochen werden.

- **Durch den Dialog und die Einbindung des Personals in den betroffenen Stationen wird die Compliance für die eingeleiteten Maßnahmen erhöht (Ammon 2007).**

#### 4.6.5 Aktive Fallsuche

##### ■ Wann ist eine aktive Fallsuche indiziert?

Bei Infektionen mit hohem Manifestationsindex und charakteristischer Klinik (z. B. Keratoconjunctivitis epidemica, Norovirusgastroenteritis) ist es oft möglich, das tatsächliche Ausmaß eines Ausbruchs allein mithilfe der klinischen Infektionszeichen zu ermitteln. Bei Ausbrüchen, in denen die betroffenen Personen nicht durch charakteristische Symptome auffallen (wenn zum Beispiel klinisch inapparent kolonisierte oder subklinisch infizierte Personen in ein Übertragungsgeschehen involviert sind), ist es dagegen meist schwierig, das tatsächliche Ausmaß des Ausbruchs festzustellen. In solchen Situationen ist es falsch zu meinen, das Problem dadurch lösen zu können, dass man sein Ausmaß nicht wissen will. Eine solche „Vogel-Strauß-Politik“ kann das Problem nur vergrößern und verzögern.

- **Um einen Ausbruch möglichst schnell und erfolgreich zu beenden, ist es meist wichtig, sich nicht mit den Informationen über die anfänglich „passiv“ bekannt gewordenen Fälle zu begnügen, sondern sich durch aktive Fallsuche ein möglichst vollständiges Bild vom tatsächlichen Ausmaß des Ausbruchs zu verschaffen.**

##### ■ Ausdehnung auf bereits entlassene Patienten

Insbesondere bei Infektionen mit langen Inkubationszeiten (z. B. Hepatitis B) sollten unter Umständen auch bereits entlassene Patienten in die aktive Fallsuche mit einbezogen werden, da sonst das Ausmaß des Ausbruchs unterschätzt wird. Ergeben

sich aus diesen Informationen Hinweise auf mögliche Fälle in anderen Krankenhäusern oder Einrichtungen, so ist es die Aufgabe des Gesundheitsamtes, auch in anderen Kliniken, Pflegeheimen, Laboratorien etc. nach weiteren Fällen zu suchen (Ammon 2007).

##### ■ Ausdehnung auf zusätzliche Bereiche

Die aktive Fallsuche sollte man unter Umständen nicht auf den Bereich beschränken, in dem alle bisherigen Fälle beobachtet wurden. Gegebenenfalls sollte man auch Bereiche einbeziehen, in die der Ausbruch inzwischen unbemerkt vorgedrungen sein könnte. Wenn zum Beispiel alle bisherigen Fälle einer nosokomialen Häufung von 3MRGN Klebsielleninfektionen und -kolonisationen auf Station A auftraten, viele Patienten aber von Station A auf die Stationen B und C weiter verlegt werden, kann es sinnvoll sein, auch auf den Stationen B und C aktiv nach Patienten zu suchen, die mit den 3MRGN Klebsiellen kolonisiert sind.

##### ■ Personalscreening

Bei Ausbrüchen wird immer wieder die Frage gestellt, ob es nicht auch sinnvoll ist, ein Personalscreening durchzuführen, d. h. auch das medizinische Personal in die aktive Fallsuche mit einzubeziehen. In der Tat sind zahlreiche Ausbrüche beschrieben, die von Angehörigen des medizinischen Personals ausgehen (z. B. Hepatitis B, Hepatitis C, Influenza, *S. aureus*-Infektionen) oder in denen sie auf andere Weise Anteil am Ausbruchsgeschehen hatten (zum Beispiel als Teil einer Infektkette bei Norovirus- oder Adenovirusausbrüchen). Falls die deskriptive Epidemiologie Hinweise darauf gibt, dass ein Ausbruch durch unbekannte Ausscheider oder Träger unter dem Personal verursacht bzw. unterhalten wird, kann ein Personalscreening sinnvoll sein. An eine MRSA-Weitergabe durch einen oder mehrere Mitarbeiter einer Station würde man zum Beispiel denken, wenn die einzige Gemeinsamkeit aller in **Abb. 4.4** wiedergegebenen Patienten der Aufenthalt auf einer Station war, sie sich dort aber nur teilweise zeitlich überschneiden hätten. In der Praxis sind solche Konstellationen aber eher selten. Bei Erregern wie Vancomycin-resistenten Enterokokken (VRE) und MRGN sind sie zum Beispiel nicht beschrieben. Auf keinen Fall sollte man ein Personalscreening durchführen,

ohne vorher vereinbart und schriftlich festgelegt zu haben, wie mit dem positiv getesteten Personal zu verfahren ist.

#### ■ Zusammenarbeit mit dem Labor

Die aktive Fallsuche muss in enger Zusammenarbeit mit dem mikrobiologischen oder virologischen Labor durchgeführt werden. Entsprechend dem zu untersuchenden Personenkreis und der Fragestellung sind Probenumfang, Probeneingang, Entnahmetechnik, zu untersuchende Parameter etc. mit dem Labor abzusprechen.

#### 4.6.6 Informationsweitergabe, Pressearbeit

Da in jedem nosokomialen Ausbruch zwangsläufig eine größere Zahl von Personen (insbesondere Patienten, Angehörige, klinisches und Laborpersonal) involviert ist, ist es falsch, eine Atmosphäre der Geheimhaltung zu schaffen. Zumindest *intern* muss möglichst transparent über den Ausbruch informiert werden. Prinzipiell ist eine aktive und möglichst transparente Berichterstattung immer erheblich besser als gezwungen zu sein, auf Gerüchte oder gar auf Pressemitteilungen zu reagieren.

Neben dem Gesundheitsamt sollten daher zumindest die Geschäftsleitung der betroffenen Einrichtung einschließlich Ärztlichem Direktor und Pflegedirektion sowie die Leitung der betroffenen Abteilung(en) umfassend und regelmäßig über das Ausbruchsgeschehen unterrichtet werden. Das Personal der betroffenen Abteilung(en) wird ohnehin meist im Zuge der Interventionsmaßnahmen über den Ausbruch informiert.

Für die Medien ist ein nosokomialer Ausbruch immer ein potenzieller Anlass für Meldungen. Diese fallen selten sachlich aus, eignen sich immer wieder zur Skandalisierung und können mit großer Rufschädigung für das betroffene Haus einhergehen. Sobald die Medien über den Ausbruch berichten, ist man nicht mehr Herr über das Informationsgeschehen.

- **Prinzipiell ist es immer besser, Medien und Öffentlichkeit proaktiv und möglichst transparent über den Ausbruch zu informieren, als nachträglich auf**

**Medienberichte reagieren zu müssen. Es wäre aber falsch anzunehmen, jeden Ausbruch proaktiv an die Medien kommunizieren zu müssen.**

Wann überhaupt ein Medieninteresse besteht, ist wenig vorhersehbar. Zu erwarten ist es, sobald in den Ausbruch prominente Personen, Todesfälle und/oder bestimmte „skandalträchtige“ Erreger wie MRSA oder Legionellen involviert sind. Auch in Zeiten mit geringer Ereignis-/Meldungsdichte (Stichwort: „Sommerloch“) ist mit erhöhtem Medieninteresse zu rechnen.

Für die Entscheidung, ob und wann man die weitere Öffentlichkeit und die Medien aktiv informiert, gibt es keine festen Regeln; sie sollte möglichst frühzeitig im Ausbruchsteam und in der Geschäftsführung besprochen werden. Falls man sich dafür entscheidet, muss ein Presseansprechpartner – möglichst mit entsprechender Erfahrung – bestimmt und mit allen aktuellen Informationen versorgt werden. Er sollte an den regelmäßigen Treffen des Ausbruchsteams teilnehmen. Ein sofortiges proaktives Zugehen auf die Medien ist auf jeden Fall dann sinnvoll, wenn der Vorfall bereits öffentlich ist, d. h., wenn er schon in den Social Media besprochen wird und/oder wenn es schon Medienanfragen gibt. Falls er potenziell öffentlich ist (z. B. wenn behördliche Stellungnahmen zu erwarten sind), sollte zumindest eine Presseerklärung vorbereitet werden, die verbreitet werden kann, kurz bevor der Fall tatsächlich öffentlich wird.

#### 4.6.7 Analytische Epidemiologie

Während die deskriptive Epidemiologie (s. oben) nur den Ausbruch beschreibt, dienen analytische epidemiologische Untersuchungen dazu, durch den mathematischen Vergleich von Risikofaktoren zwischen betroffenen und nicht betroffenen Personen nach den wahrscheinlichen Ausbruchsursachen zu suchen (Beantwortung der Frage „Warum“?). Hierzu werden in der Regel Fall-Kontroll-Studien oder Kohortenstudien durchgeführt und die Ergebnisse statistisch ausgewertet (Ammon 2007; Beck-Sague 2004; Jarvis 2004; Ostrowsky 2003; Ammon 2001; Arias 2010; Australian Government 2010; CDC 2015). Solche Studien sind zeit- und

arbeitsaufwändig und es sind dafür entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen notwendig. So muss bei Fall-Kontroll-Vergleichen zum Beispiel sichergestellt werden, dass die Kontrollen nicht mit dem Erreger kolonisiert sind; ein aktive Fallsuche (Screening) ist hier unbedingt notwendig.

In der Praxis sind die Erreger und wahrscheinlichen Ursachen von Ausbrüchen nosokomialer Infektionen meist so weit bekannt, dass sich analytische epidemiologische Untersuchungen erübrigen. Sollte dies in schwierigen oder ungewöhnlichen Situationen dennoch der Fall sein, empfiehlt sich die Kontaktaufnahme mit dem Robert Koch-Institut über das Gesundheitsamt und die oberste Landesgesundheitsbehörde.

#### 4.7 Ende des Ausbruchs und Dokumentation

Wenn ein nosokomialer Ausbruch beendet ist, lässt sich oft nicht beurteilen, welche der oft mehrfachen Interventionsmaßnahmen entscheidend zum Erfolg beigetragen haben oder ob er – entsprechend dem Farr-Gesetz (s. oben) – vielleicht sogar spontan zum Stillstand gekommen ist. Wenn es gelingt, nosokomiale MRE-, Norovirus- und andere Ausbrüche, in die bei mangelnder Intervention leicht mehrere Dutzend Personen involviert werden, auf eine wesentlich geringere Personenzahl zu beschränken, so lässt dies auf ein erfolgreiches Ausbruchsmanagement schließen.

Das Ausbruchsteam verfügt über die Kompetenz zu entscheiden, wann ein Ausbruch als beendet erklärt werden kann.

➤ **Bei klassischen Infektionskrankheiten (z. B. Salmonellen, RSV- oder Norovirusinfektionen) kann der Ausbruch als beendet betrachtet werden, sobald die doppelte maximale Inkubationszeit ohne Neuinfektionen verstrichen ist.**

Bei Ausbrüchen mit typischen Krankenhauserregern (z. B. durch *S. aureus* oder Enterokokken) ist die Regel der doppelten Inkubationszeit jedoch nicht anwendbar, weil hier keine Inkubationszeiten definierbar sind. Ein wichtiges Hilfsmittel, einen

Ausbruch als beendet zu erklären, ist hier die Auswertung der aktualisierten Epidemiekurve.

Besonders nach komplizierteren Ausbrüchen ist eine Abschlussbesprechung des Ausbruchsteams sinnvoll. Als Themen einer solchen Besprechung empfehlen sich zum Beispiel:

- Feedback an alle beteiligten Partner
- Notwendigkeit, neue interne Regelungen zu schaffen oder bestehende Regelungen zu ändern, um ähnliche Ausbrüche künftig zu vermeiden
- Weitere Überprüfung der Effektivität der getroffenen Maßnahmen (Surveillance)
- Identifizierung langfristiger und struktureller Präventionsmaßnahmen und Planung ihrer Implementierung
- Klarstellung, ob und wenn ja, welcher Bedarf an strukturellen Veränderungen und Fortbildung besteht, um die Aufdeckung und Untersuchung zukünftiger Ausbrüche zu optimieren
- Identifikation von Faktoren, die die Untersuchung behindert oder erschwert haben und Suche nach entsprechenden Lösungen
- Gegebenenfalls Diskussion rechtlicher Aspekte

Die Daten des Ausbruchs sind auf jeden Fall zu dokumentieren und aufzubewahren. In komplizierteren Fällen ist es darüber hinaus sinnvoll, einen schriftlichen Abschlussbericht zu erstellen. Dieser dient der Dokumentation für interne Zwecke, unter Umständen auch der Information nach außen. Bei kritischer Auseinandersetzung mit diesem Bericht lassen sich manchmal Schwächen im Ausbruchsmanagement identifizieren, die bei einem nächsten Ausbruch vermieden werden können. Der Bericht kann somit einen wesentlichen Beitrag zur internen Qualitätssicherung liefern (Ammon 2007).

#### Literatur

- Ammon A, Gastmeier P, Weist K, Kramer MH, Petersen LR (2001) Empfehlung zur Untersuchung von Ausbrüchen nosokomialer Infektionen. RKI-Hefte 21: 1–34
- Ammon A (2007) Vorgehen bei Ausbrüchen nosokomialer Infektionen. Krankenhaushygiene up2date 2: 217–230
- Arias KM (2010) Outbreak Investigation, Prevention and Control in Health Care Settings: Critical Issues in Patient Safety. 2<sup>nd</sup> Edition. Sudbury MA: Jones and Bartlett Publishers.

- Australian Government (2010) Australian Guidelines for the Prevention and Control of Infection in Healthcare. Chapter B3.2 (p. 121) Outbreak investigation and management. [www.nhmrc.gov.au/node/30290](http://www.nhmrc.gov.au/node/30290) (letzter Zugriff: 15.06.2013)
- Bales S, Baumann HG, Schnitzler N (2003) Infektionsschutzgesetz – Kommentar und Vorschriftensammlung. 2., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Kohlhammer
- Beck-Sague C, Soto-Caceres V, Jarvis WR (2004) Outbreak investigations. In: Lauterbach E, Woeltje K (eds) Practical Handbook for Healthcare Epidemiologists, 2<sup>nd</sup> edition. Slack Inc., Thorofare, p. 99–110
- Bregman DJ, Langmuir AD (1990) Farr's law applied to AIDS projections. JAMA 263: 1522–1525
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2015) Epidemiology in the Classroom: How to Investigate an Outbreak. [www.cdc.gov/excite/classroom/outbreak/objectives.htm](http://www.cdc.gov/excite/classroom/outbreak/objectives.htm) (letzter Zugriff: 15.03.2015)
- Jarvis WR (2004) Investigations of outbreaks. In: Mayhall CG (ed) Hospital Epidemiology and Infection Control, 3<sup>rd</sup> edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 107–122
- KRINKO-RKI (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut) (2002) Ausbruchmanagement und strukturiertes Vorgehen bei gehäuftem Auftreten nosokomialer Infektionen. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 45: 180–186
- Ostrowsky B, Jarvis WR (2003) Efficient management of outbreak investigations. In: Wenzel RP (ed) Prevention and Control of Nosocomial Infections, 4<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 500–523
- Schulze-Röbbecke R (2008) Nosokomiale Pseudoinfektionen und Pseudoepidemien. Krankenhaushygiene up2date 3: 141–160
- Schulze-Röbbecke R (2012) Norovirus-Ausbrüche: die neue CDC/HICPAC-Leitlinie. Krankenhaushygiene up2date 7: 95–105
- Schulze-Röbbecke R, Hauer T (2013) Ausbruchmanagement in medizinischen Einrichtungen. Krankenhaushygiene up2date 8: 165–180
- Schulze-Röbbecke R (2014) Übertragung nosokomialer Infektionen und Prinzipien der Transmissionsprävention. Krankenhaushygiene up2date 9: 281–298
- Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L (2007) Health Care Infection Control Practices Advisory Committee. 2007 Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in health care settings. Am J Infect Control 35(10 Suppl 2): S65–164
- Tan CG, Ostrowski S, Bresnitz EA (2003) A preventable outbreak of pneumococcal pneumonia among unvaccinated nursing home residents in New Jersey during 2001. Infect Control Hosp Epidemiol 24: 848–852
- WHO Ebola Response Team (2016) After Ebola in West Africa – unpredictable risks, preventable epidemics. N Engl J Med 375: 587–596

# Bauhygiene

*E. Tabori, S. Schulz-Stübner*

- 5.1 Einführung – 80**
- 5.2 Allgemeine Pflegestationen und Sanitäranlagen – 82**
- 5.3 Untersuchungs- und Behandlungszimmer – 90**
- 5.4 Operationsabteilungen, Eingriffsräume und Hybridoperationssäle – 91**
- 5.5 Intensivstationen – 109**
- 5.6 Lüftungstechnik – 110**
- 5.7 Schutzvorkehrungen bei Bau- und Umbaumaßnahmen – 117**
- Literatur – 118**

## Zusammenfassung

Eine Reihe von Empfehlungen zu baulichen Maßnahmen für Einrichtungen zur medizinischen Versorgung von Patienten orientiert sich an technischen Regelwerken. Das technisch Mögliche muss allerdings nicht zwangsläufig mit einem tatsächlichen infektionspräventiven Nutzen für Patient und Personal einhergehen. Der Einfluss unterschiedlicher Baumaßnahmen zur Senkung der Rate von nosokomialen Infektionen wurde auf wissenschaftlicher Ebene allerdings in nur wenigen kontrollierten Studien untersucht. Häufig werden Forderungen an die baulich-funktionelle Ausstattung von Krankenhäusern zur Prävention nosokomialer Infektionen aufgrund von Ergebnissen aus Untersuchungen zur Umgebungskontamination gestellt, obwohl diese nicht notwendigerweise mit dem Infektionsgeschehen korrelieren.

Baulich-funktionelle Gegebenheiten können jedoch unterstützend auf die Einhaltung essenzieller Hygienestandards wirken und auf diesem Weg zur Prävention beitragen. Tatsächlich führen jedoch eine prozessdienliche Bauplanung in Kombination mit einem adäquaten Personalschlüssel sowie die konsequente Compliance bei der Umsetzung der hygienischen Standards bei der Patientenversorgung zu einer Reduktion der Rate nosokomialer Infektionen (Tabori 2010). Zu einer sorgfältigen Bauplanung gehört von Anfang die Einbeziehung der Hygiene. So können Hygienefehler und unnötige Ausgaben vermieden werden.

## 5.1 Einführung

Der im Entscheidungsprozess befindliche Planer braucht konkrete Vorgaben oder zumindest richtungsweisende Empfehlungen, um anstehende Ausführungen an einem Bauprojekt in Auftrag geben zu können. Doch nur wenige Empfehlungen hinsichtlich baulicher Maßnahmen für Einrichtungen des Gesundheitswesens sind auf belegbare Zusammenhänge gegründet. Oft orientieren sich Planer daher an den Vorgaben technischer Regelwerken (DIN, VDI etc.). Leider wird dabei nicht selten vergessen, dass das technisch Machbare nicht zugleich mit einem infektionspräventiven Vorteil für Patient und Personal verbunden sein muss.

Manche gut gemeinte technische Innovation hat sich bei genauer Betrachtung später als unwirksam hinsichtlich der Infektionsprävention erwiesen (Breier et al. 2011).

Eine Zuteilung von operativen Eingriffen zu Eingriffsräumen oder OP-Sälen wurde (wenn auch nicht unter primär hygienischen Gesichtspunkten) vom Robert Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V. (BDC) und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung erstellt und findet sich im Anhang zur Anlage zu den Ziffern 5.1 und 4.3.3 (s. RKI 1997 und ► Abschn. 5.4.3). Darüber hinaus wird im Anhang zur Richtlinie 28 „Anforderungen an OP-Räume, Eingriffsräume und Behandlungsräume – invasiv“ der österreichischen Empfehlung des Arbeitskreises für Hygiene in Gesundheitseinrichtungen des Magistrats der Stadt Wien eine Einteilung vorgenommen (MA 15 – Gesundheitsdienst der Stadt Wien 2015). Ebenfalls haben Kramer et al. (2012) einen Vorschlag für eine aktualisierte Einteilung erstellt. Weitere wesentliche Empfehlungen zu baulichen Belangen finden sich in den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) aus den Jahren 2000, 2002, 2007 und 2010 sowie im Kommentar aus 2010.

Der Einfluss von Baumaßnahmen auf das Infektionsrisiko war Gegenstand einer systematischen Literaturrecherche mit Erfassung und Auswertung der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur zu diesem Themengebiet (Dettenkofer et al. 2006) und wurde in Zusammenarbeit mit dem deutschen Cochrane-Zentrum ausgewertet (Evidenzlevel nach Mindorff et al. 1999). Von 382 potenziell relevanten Publikationen wurden 178 eingeschlossen und evaluiert. Keine der gefundenen Literaturstellen konnte als Level I (Metaanalyse) oder Level II (randomisierte kontrollierte Studie) eingeteilt werden. Die meisten basierten auf Expertenmeinungen und sind daher Level V zuzuordnen (► Tab. 5.1).

Eine Reihe von Studien berichtet über verschiedene Ergebnisse bei mikrobiologischen Umgebungsuntersuchungen, allerdings bei unterschiedlichen baulichen Verhältnissen in den untersuchten Bereichen. Untersuchungsgröße war jeweils die Keimbelastung, nicht aber die Rate nosokomialer Infektionen.

■ **Tab. 5.1** Veröffentlichungen zu baulich-funktionellen Maßnahmen und ihr „level of evidence“. (Adaptiert nach Mindorff et al. 1999)

Level of Evidence	Untersuchung/Publication
I	Metaanalysen randomisierter kontrollierter Studien
II	Randomisierte kontrollierte Studien (RCT)
IIIa	Zeitgleicher (nicht randomisierter) Kohortenvergleich
IIIb	Historischer (nicht randomisierter) Kohortenvergleich
IIIc	Fall-Kontroll-Studien
IV	Fallberichte ohne Kontrollgruppe
V	Berichte von Expertenkreisen, Konsensuskonferenzen

Zwar konnten Kohortenstudien der Levelstufen IIIa und IIIb im Ergebnis zeigen, dass nach dem Umzug die mikrobielle Umgebungscontamination in einem Krankenhausneubau zeitweise signifikant vermindert war, jedoch konnte keine Verringerung der Infektionsraten festgestellt werden (Maki et al. 1982). Selbst eine spezielle Isolierstation zeigte keinen signifikanten Rückgang von nosokomialen Infektionsraten (Chattopadhyay 2001).

Durch bauliche Verbesserungen war die Rate nosokomialer Infektionen (NI) in den meisten Untersuchungen nicht signifikant zu senken. Allerdings konnten Studien zum Einfluss personalgebundener Maßnahmen zeigen, dass diese Aktionen halfen, Kreuzinfektionen zu reduzieren und konnten einen positiven Effekt erkennen lassen, beispielsweise (Mullin et al. 1997):

- Personalaufstockung
- Höhere Anzahl von Waschbecken
- Größeres Platzangebot pro Patient
- Insgesamt höhere Personaldisziplin

Ähnlich ist das Ergebnis bei der Betrachtung des Einflusses baulich-funktioneller Maßnahmen bei Operationsabteilungen: So konnten 3 von 4 Studien trotz zum Teil sehr aufwendiger Baumaßnahmen keine signifikante Senkung der NI-Rate feststellen (Leisner

1976; van Griethusen et al. 1996; Hansis et al. 1997). Die hiervon abweichende Untersuchung verglich bauliche Standards, die nach heutigen Gesichtspunkten inkomparabel sind (Millar et al. 1979).

➤ **Bei der Bewertung der Ergebnisse von Umgebungsuntersuchungen darf nicht außer Acht gelassen werden, dass ein korrelativer Zusammenhang zwischen dem Kontaminationsgrad von Oberflächen, z. B. im OP-Saal, und der Häufigkeit nosokomialer Infektionen in der wissenschaftlichen Literatur nicht belegt ist. Es gibt allerdings Hinweise dafür, dass kontaminierte Oberflächen diesbezüglich relevant sein können (Yezli et al. 2014; Otter et al. 2011).**

Die Hauptaussage der Untersuchungen ist, dass ein geringeres Platzangebot sowie ein sinkender Pflegeschlüssel einen ungünstigen Einfluss auf die Rate nosokomialer Infektionen haben (Kibbler et al. 1998).

➤ **Es hat sich gezeigt, dass ein geringeres Platzangebot sowie ein sinkender Pflegeschlüssel einen ungünstigen Einfluss auf die Rate nosokomialer Infektionen haben.**

Folglich können auf Grundlage von wissenschaftlich belegten Ergebnissen nur diese beiden Aussagen im Sinne der Infektionsreduktion als evident nutzbringende Vorgaben genannt werden. Auf der anderen Seite mag es zumindest als eine Teilerklärung dienen, wieso vonseiten der Hygiene in einigen Fällen nicht einfach stets gleich lautende Erklärungen oder Empfehlungen zu vereinzelten Detailfragen gegeben werden können. Manchmal monieren Planer, dass vermeintlich widersprüchliche Meinungen seitens der Hygienefachleute bestehen. Jedoch müssen in Ermangelung einfacher Kausalzusammenhänge die genauen Umstände und vor allem die geplanten Arbeitsprozesse in Zusammenhang zur Frage berücksichtigt werden, um dann die individuell beste Antwort geben zu können.

Da Abläufe und zukünftige Umstände schwer oder gar nicht vorauszusehen sind, kann es für die zuständigen Hygieniker und Hygienefachkräfte, insbesondere wenn sie nur selten mit bauhygienischen

Fragen konfrontiert werden, schwierig sein, eine Entscheidung zu weitreichenden Baumaßnahmen mit allen Konsequenzen zu treffen. Wirtschaftlicher Druck, kritische Rückfragen sowie die latent stets gegenwärtige Angst vor möglichen juristischen Auseinandersetzungen tragen nicht unbedingt zu einer sachdienlichen Entscheidungsfindung bei. Es ist bedauerlich, jedoch nachzuvollziehen, dass unter Umständen der Weg des geringsten Widerstandes gewählt wird und unter Umständen die Zustimmung zu einer aus infektionspräventiver Sicht fraglich nutzbringenden Maßnahme erteilt wird. Da können der Rat und Beistand eines erfahrenen und unvoreingenommenen externen Hygienikers für alle Beteiligten sehr hilfreich, unter Umständen sogar unumgänglich sein.

## 5.2 Allgemeine Pflegestationen und Sanitäranlagen

### 5.2.1 Planung

Der beauftragte Projektsteuerer muss neben der Auswahl der in der Planung medizinischer Einrichtungen erfahrenen Architekten und Bereichsplaner sowie aller weiteren Fachgruppen und Berater für eine gute Organisation und Koordination und vor allem Kommunikation sorgen. Ebenso ist ein Krankenhaushygieniker bereits in der Planungsphase mit einzubeziehen.

Die **Einbindung von Krankenhaushygienikern** bei Bau- und Umbaumaßnahmen ist in Deutschland mittlerweile üblich und in den Hygieneverordnungen verankert. Als Rahmenbedingungen sind die Medizinhygieneverordnungen der Bundesländer sowie **Krankenhausbauverordnungen** und die Empfehlungen der KRINKO heranzuziehen.

Die Gestaltung der Funktionsbereiche einer medizinischen Einrichtung sollte einen möglichst reibungslosen Arbeitsablauf ermöglichen, zumindest aber darf sie diesen nicht behindern. Da der Bedarf der einzelnen Abteilungen und Funktionsbereiche eines Krankenhauses naturgemäß unterschiedlich ist, müssen eine durchdachte und am konkreten Bedarf orientierte Planung sowie eine gezielte Ausstattung erfolgen. Neben den fachspezifischen Aspekten, die bei der Planung individuell geregelt

werden müssen, gibt es auch eine Reihe allgemeiner Merkmale, die zu berücksichtigen sind.

Die Standortwahl eines neu zu errichtenden Krankenhauses sollte sich unter anderem auch an Kriterien wie Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel, Parkflächen und Erreichbarkeit für Patienten und Besucher orientieren. Innerhalb der Einrichtung gilt es, alles zu berücksichtigen, was unter dem Begriff der **Barrierefreiheit** verstanden wird (Anfahrtsmöglichkeit für Krankentransporte, Rollstuhlrampen, Fahrstuhl, kanten- und stufenfreie Bauweise u. v. m.).

In diesem Kapitel können lediglich die wichtigsten bauhygienischen Themen Berücksichtigung finden. Ausführungs-, bau-, brandschutz- und sicherheitstechnische Vorgaben werden hier nicht behandelt, sondern auf die einschlägigen Vorgaben der zuständigen Stellen und jeweiligen Verbände verwiesen. Selbstverständlich müssen alle baurelevanten gesetzlichen Auflagen erfüllt werden.

➤ Allgemein ist darauf zu achten, dass alle verwendeten Oberflächen für die jeweils zur Anwendung kommenden Desinfektionsmittel geeignet sind. Alle eingesetzten Oberflächen (v. a. Mobiliar, Fußboden- und Wandbeläge) müssen glatt und geschlossenporig sein, damit eine feuchte Reinigung und Desinfektion möglich ist.

Selbstverständlich müssen die Räume der Einrichtung ihren Funktionen entsprechend, d. h. bedarfsorientiert, gestaltet sein.

Eine frühzeitige Involvierung und Kommunikation mit dem zuständigen Gesundheitsamt wird empfohlen. Darüber hinaus ist es ratsam, bereits in der Planungsphase das zukünftig dort tätige Personal und die Krankenhaushygiene in die Planung beziehungsweise zu speziellen Fragestellungen hinzuzuziehen. Vor allem zu Fragen der Raumgröße und -aufteilung, Fluchtwegeführung und Lüftungstechnik müssen zu Beginn der Planung wichtige Entscheidungen getroffen werden, da sie bedeutenden Einfluss auf andere Planungsprozesse haben und außerdem bereits beim Einreichen des Bauantrages aufzuführen sind.

Für den Patienten ist es wichtig, dass die Wegführungen eindeutig und Räumlichkeiten klar gekennzeichnet sowie gut lesbar sind. Besonders wenn die

Mobilität des Patienten eingeschränkt ist, wirken sich Versäumnisse bei der Planung deutlich aus. Die Frage, wie groß die Entfernung zwischen den einzelnen Funktionsbereichen, z. B. zur Röntgenabteilung, ist, gehört ebenso dazu wie die Gestaltung des Eingangsbereichs sowie der Wartezonen. Nur wenn die Raumgestaltung die Arbeitsprozesse sinnvoll, koordiniert und effizient ablaufen lässt, war die Planung erfolgreich (Tabori 2012).

### 5.2.2 Leitungen, Wasserversorgung und Heizung

Leitungen für die Versorgung mit Strom, Wasser, Heizung, Druckluft, Sauerstoff etc. werden unter Putz oder in geschlossenen Kanälen geschützt und sicher verlegt. Ideal ist die Temperierung von Räumen (Heizen wie Kühlung) über Bauteile. Fußboden- oder Wandheizung sowie eine Deckenkühlung stellen eine flächeneinsparende Möglichkeit dar, die Temperatur eines Raumes anzupassen. Sofern dennoch Heizkörper gewählt werden, sollten in Krankenhäusern und anderen Einrichtungen der medizinischen Patientenversorgung an der Wand befestigte Platten- oder Rippenheizkörper eingesetzt werden, die einer einfachen Reinigung zugänglich sind. Für höhere Heizleistungen eignen sich Planheizkörper ohne Konvektoren. Es ist darauf zu achten, dass die Abstände der Plattenflächen ebenso wie die zwischen den Rippen des Rippenheizkörpers weit genug sind, um eine einfache und dennoch gründliche Reinigung zu ermöglichen.

Der Abstand zum Boden und zur Wand muss ausreichend groß sein ( $\geq 10$  cm). Generell müssen die Oberflächen der Heizkörper gut zu reinigen und desinfektionsmittelbeständig sein. Herkömmliche Planheizkörper mit Konvektoren sind nicht geeignet, da die Reinigung bauartbedingt (v. a. durch die dicht gefaltete Innenstruktur zwischen den Platten und die Abdeckgitter) schwierig und aufwendig scheint.

**Leistungsplan** Der Hohlraum über abgehängten Decken muss abdichtet sein. Bei Neubauten sollte für alle Versorgungsleitungen ein systematisch aufgebauter lesbarer Leistungsplan erstellt werden. Dieser ist bei späteren Arbeiten am Leitungsnetz hilfreich und verhindert insbesondere im Wasserleitungsnetz

das Entstehen von Totleitungen, beispielsweise in Zusammenhang mit Umbaumaßnahmen.

**Wasserleitungsnetz** Bei Altbauten ist der Verlauf des Wasserleitungsnetzes nicht mehr oder nur in Teilen bekannt. Entsprechend erschwert ist die Analyse bei Problemen. In diesen Fällen ist es sinnvoll, eine Skizze zu erstellen. Die Zufahrts- und Zugangspläne der Feuerwehr können hier meist sehr gut als Grundlage benutzt werden: In die vorgegebenen Gebäude können die Warmwassererwärmer (Boiler) und Zirkulationsleitungen schematisch eingezeichnet werden, wobei jeder Boiler separat aufzuführen ist:

- Technik der Erwärmung
- Boilergröße
- Mischzonen innerhalb des Boilers
- Wartungs- und Reinigungsintervall
- Technische Installation zur Legionellenprophylaxe vorhanden oder nicht

Auch jede Zirkulationsleitung sollte separat aufgeführt werden:

- Versorgter Bereich
- Temperatur am Wasseraustritt aus Boiler
- Temperatur vor Wiedereintritt aus Zirkulation
- Probenahmeähne am Vorlauf und Zirkulationsrücklauf vorhanden oder nicht

Jede Stichleitung sollte separat aufgeführt werden und bereits bekannte Stagnationsleitungen (Totleitungen) sind zu kennzeichnen. Dabei sollten im Plan der jeweilige Versorgungsbereich sowie Abteilungen mit Risikopatienten bzw. Risikostationen (z. B. Intensivpflegestation) klar ersichtlich sein.

**Frischwasserleitungen** Der Einbau von Frischwasserleitungen muss nach den entsprechenden handwerklichen Standards erfolgen, wobei eine primäre Kontamination der Leitungsrohre, z. B. durch Kondens- oder Regenwasser bei Lagerung im Freien, durch wirksame Schutzmaßnahmen (idealerweise Lagerung in geschlossenen Räumen und Verwendung geeigneter Schutzkappen) verhindert werden muss.

Das Zuleitungswasser (Hauseinspeisung) sollte rechtzeitig vor Befüllung eines Neubaus mindestens in drei zeitversetzt abgenommenen Proben gemäß Trinkwasserverordnung überprüft werden.

- **Werden Waschbecken, Wasseranschlüsse oder Sanitäranlagen entfernt, wird dringend empfohlen, den Rückbau der zuführenden Wasserleitungen immer bis zum Versorgungsstrang vorzunehmen, um keine Totleitungen entstehen zu lassen.**

**Totleitungen** Nicht gebrauchte Wasseranschlüsse müssen wenn immer möglich komplett zurückgebaut werden, ansonsten sind sie nach einem Spülplan regelmäßig zu spülen, um das Entstehen funktioneller Totleitungen zu verhindern. Neben strukturellen Totleitungen (Stagnationsleitungen) stellen sie das Hauptaugenmerk bei der Legionellenprävention in großen Leitungsnetzen dar.

**Sprinkleranlagen** Sprinkleranlagen sollten ebenso wie wassergefüllte **Steigleitungen** für Hydranten und Löschschläuche entweder über eine Zirkulation oder eine separate Versorgung vom Stadtleitungsnetz verfügen bzw. durch geeignete Ventilsysteme vom Hausleitungsnetz getrennt sein.

**Warmwasserversorgung** Bei der Warmwasserversorgung ist auf eine passende Dimensionierung der Speichertanks und eine ausreichende Zirkulation im Leitungsnetz zu achten. Horizontale Durchlauferwärmer sind günstiger als vertikale Standspeicher. Gegebenenfalls können zusätzliche Zirkulationspumpen bei Problemen mit peripherem Stagnationswasser und niedrigen Temperaturen am Auslass erforderlich sein. Nach DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.) sollte nach Ablauf von 3 l die konstante Heißwassertemperatur erreicht sein (werden größere Wassermengen bis zum Erreichen der konstanten Heißwassertemperatur benötigt, ist entweder die Stichleitung von der Zirkulation zur Armatur zu lang oder es ist ein Hinweis auf fehlerhafte Hydraulik im Warmwassersystem).

**Heißwassertanks** Das Warmwasser in zentralen Heißwassertanks sollten auf mindestens 60 °C gehalten werden und die Warmwasser-Rücklauftemperatur nicht weniger als 55 °C betragen. Zum **Verbrüfungsschutz** können Thermostatmischventile nah am Auslass eingesetzt werden.

**Kaltwassertemperatur** Die Kaltwassertemperatur im Leitungsnetz sollte 20 °C nicht überschreiten,

da sonst das Legionellenwachstum gefördert wird (Isolierung nebeneinander verlaufender Leitungsstränge bzw. ausreichender Abstand zwischen Kalt- und Warmwasserleitung).

**Beprobungspunkte** Gemeinsam mit dem Installationsfachmann müssen sinnvolle Beprobungspunkte für die Probenentnahme nach Trinkwasserverordnung, die alle Zirkulationssysteme und Endstränge sowie die Risikobereiche erfassen, festgelegt und dem Gesundheitsamt gemeldet werden. Probleme mit Legionellen oder anderen Wasserkeimen im Leitungssystem eines Krankenhauses bedürfen einer interdisziplinären Intervention (Haustechnik, Fachinstallateur, Krankenhaushygiene, Kliniker), bei der die Quellensuche und sofern erforderlich die unmittelbare Gefahrenabwehr (z. B. durch Einsatz endständiger Wasserfilter) an erster Stelle stehen (**Gefährdungsanalyse**). Nach Trinkwasserverordnung § 16 Abs. 7 muss beim Überschreiten des **technischen Maßnahmenwerts** für Legionellen von 100 KBE/100 ml eine derartige Gefährdungsanalyse erstellt und entsprechend dokumentiert werden.

#### Checkliste für das Wassersystem

Überprüfung des Wassersystems im Rahmen der Gefährdungsanalyse nach Trinkwasserverordnung:

- Entspricht die Hausinstallation der DIN 1988 (v. a. in Bezug auf die Dimensionierung der Anlagen) sowie dem DVGW-Arbeitsblatt W 551?
- Welches Installationsmaterial ist vorhanden und ist dieses bereits von Korrosion gezeichnet?
- Welche Temperaturen werden im System erreicht? (Warmwasserzirkulation: Sollwert  $\geq 55$  °C, Heißwassertank  $\geq 60$  °C)
- Ist die Hydraulik des Zirkulationssystems abgeglichen? (DVGW-Arbeitsblatt W 553)
- Befindet sich die Kaltwasserzumischung möglichst direkt bzw. nahe der Entnahmearmatur?
- Kann sich das Kaltwasser erwärmen?
- Gibt es unterschiedliche Temperaturzonen innerhalb des Wasserspeichers?

- Sind Stagnationsleitungen (Totleitungen) im Gebäude vorhanden?
- Werden alle Entnahmestellen regelmäßig benutzt?
- Haben evtl. vorhandene Membranausdehnungsgefäße genügend Durchfluss?
- Wurden regelmäßig Wartungsmaßnahmen, insbesondere Reinigungsarbeiten an Filtern, Wasserspeichern, Armaturen usw. durchgeführt?
- Sind Feuerlöschwasserleitungen trocken oder nass ausgebaut, erfolgt ein regelmäßiger Wasserdurchsatz oder werden diese ggf. gespült?

In Abhängigkeit vom Ergebnis der Risikoanalyse bzw. der ermittelten Ursache kann versucht werden, das Leitungsnetz zu sanieren. Es existieren verschiedene Ansätze für die Beseitigung der Ursache:

- Thermische Desinfektion durch zentrales Hochheizen (möglichst über 70 °C) und kontrolliertes Spülen an den Zapfstellen
- Mechanisch-chemische Desinfektionsverfahren, z. B. Einbringen eines Luft-Wasser-Gemisches zur mechanischen Biofilmlösung und anschließendes Einbringen einer Desinfektionsmittellösung (z. B. auf Sauerstoffabspalterbasis oder Chlordioxid), ggf. auch konsekutiv und anschließendes Ausspülen und Beprobieren
- Einsatz hypochloriger Säure
- Kontinuierlicher Einsatz von Chlordioxid (genehmigungspflichtig nach Trinkwasserverordnung)
- Einsatz von UV-Desinfektionsanlagen
- Austausch von verdächtigen Wasserarmaturen
- Austausch von verdächtigen Leitungsrohren (wenn technisch möglich)
- (Intensivierter) Spülplan
- Bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Zirkulation

Leider können weder die Effektivität noch die Verlässlichkeit der Sanierungsversuche sicher vorhergesagt werden.

### 5.2.3 Fußbodenbelag

Die aus hygienischer Sicht wichtigsten Eigenschaften von Fußbodenbelägen in medizinischen Einrichtungen sind, dass sie sich gut reinigen lassen und gegen die gebräuchlichen Flächendesinfektionsmittel beständig sind. Weiterhin muss der geeignete Belag unempfindlich sein gegen alkoholische Händedesinfektionsmittel. Es darf nicht zu Material- und/oder Farbveränderungen führen, da im klinischen Alltag bei angemessen praktizierter Händedesinfektion mit unvermeidlichen Spritzern zu rechnen ist. Sollten Unsicherheiten diesbezüglich bestehen, ist eine entsprechende Unbedenklichkeitsbescheinigung beim Hersteller oder Vertreiber anzufordern.

Zudem sollten auch umweltmedizinische Aspekte und später eventuell anstehende Entsorgungsprobleme in die Überlegungen mit einfließen. Auch sind allgemeine Qualitätskriterien wie Abriebfestigkeit und Haltbarkeit, aber auch die Feuerschutzauflagen zu beachten.

#### ■ Materialien

In sämtlichen Funktions- und Arbeitsräumen, in denen Patienten und Patientenmaterial (z. B. Blut, Urin) untersucht und behandelt werden, sind aus rein hygienischer Sicht glatte und geschlossenporige Materialien bevorzugt zu wählen. Geeignet sind Materialien wie z. B. PVC, Kunstkauschuk oder Linoleum, die sich gut regelmäßig feucht reinigen und wischdesinfizieren lassen.

Bodenbeläge aus **PVC** (Polyvinylchlorid = thermoplastischer Kunststoff) sind strapazierfähig und langlebig, wenig pflegeintensiv, in der Anschaffung verhältnismäßig günstig und erfüllen die hygienischen Anforderungen. Es werden Produkte in vielen Farben und unterschiedlichen Ausführungen, unter anderem in Holzstruktureoptik, angeboten, auch aus Recyclingmaterialien. Allerdings enthalten weiche PVC-Produkte relativ große Anteile von Weichmachern (Phthalate). Die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) stuften die Phthalate DEHP, DBP und BBP als fortpflanzungsgefährdend ein. Für einige Anwendungsbereiche, wie beispielsweise bei Kinderspielzeug und Babyartikeln, ergibt sich in deren Risikobewertung eine Gesundheitsgefährdung, weshalb sich das Umweltbundesamt dafür ausspricht, den weiteren Umwelteintrag von Weichmachern nach Möglichkeit zu

vermeiden (Umweltbundesamt 2007; Heinemeyer et al. 2012).

**Kautschuk und Kunstkautschuk** (= synthetischer Kautschuk mit kautschukähnlichen Eigenschaften) werden ebenfalls verwendet. Das dauerelastische Material ist ebenfalls vielseitig verwendbar, sehr widerstandsfähig, wasserfest, fußwarm und bietet eine gute Trittschalldämmung. Es enthält kein PVC und gilt als schadstoffarm. Darüber hinaus ist es schwer entflammbar.

**Linoleum** ist ein Naturprodukt, das aus nachwachsenden Rohstoffen, v. a. aus Leinöl, Korkmehl und Jutegewebe, gefertigt wird. Linoleum ist ein Klassiker unter den dauerelastischen Fußbodenbelägen und wurde bereits im 19. Jahrhundert verwendet. Es ist vielseitig verwendbar, fußwarm, schwer entflammbar, langlebig und gegen mechanische Beanspruchungen sehr widerstandsfähig, sodass selbst Verformungen an Druckstellen sich nach einiger Zeit selbstständig zurückbilden. Eine permanente Leinöloxydation verleiht dem Linoleummaterialeine leicht bakterio- statische Wirkung.

Unabhängig vom gewählten Material ist es günstig, den Fußbodenbelag gerundet an der Wand ca. 10 cm emporzuführen und mit dem Wandbelag bündig zu verbinden. So werden runde Boden-Wand-Abschlüsse geschaffen, die ohne Fugen und Ritzen die Reinigung vereinfachen und die Wand beim Bodenwischen vor Verschmutzung schützen. Der Einbau sogenannter Hohlkehlen ist aus hygienischer Sicht nicht erforderlich.

Gelegentlich wünscht der Bauherr, einen **textilen Bodenbelag oder Holzparkettboden** in der Einrichtung zu verlegen. In öffentlich zugänglichen Bereichen wie Korridor- und Empfangszone, Verwaltungsabteilung, Schreibzimmer sowie Büro- und Aufenthaltsräumen, in denen keine Patientenbehandlungen erfolgen (also in Bereichen mit geringem Infektionsrisiko), stellen diese Bodenbeläge nicht grundsätzlich ein Problem dar, sofern die grundlegenden hygienischen Anforderungen an die Reinigung und ggf. Desinfektion gewährleistet sind. Die Unterhaltsreinigung eines Teppichbodens erfolgt in der Regel durch mindestens tägliches Staubsaugen, am besten durch Bürstsaugen. Je nach Nutzung und Bedarf sollte zusätzlich eine feuchte Grundreinigung beispielsweise per Sprühextraktion erfolgen. Allgemeine Qualitätskriterien wie Abriebfestigkeit und Haltbarkeit des Bodenbelags,

aber auch die üblichen Feuerschutzauflagen sind unabhängig hiervon ebenfalls zu beachten.

In anderen Bereichen einer Gesundheitseinrichtung, insbesondere in Funktionsbereichen, im Patientenzimmer und in Nasszonen sind textile Bodenbeläge ungeeignet. Daher wird die Verlegung von Teppichböden, ebenso wie von Holzparkettböden, in allen Bereichen, in denen eine Patientenversorgung erfolgt, prinzipiell nicht empfohlen.

➤ **Textile Bodenbeläge (z. B. Teppichboden) oder Holzparkettböden sind als Einrichtungsgegenstände in allen Funktionsbereichen (Untersuchungs- und Behandlungsräumen, Arbeitsräumen, Nasszonen etc.) einschließlich Patientenzimmern nicht geeignet und werden in diesen Bereichen grundsätzlich nicht empfohlen.**

Bei der Versorgung von immunsupprimierten Patienten ist die Verwendung aus infektionsprophylaktischer Sicht generell untersagt (KRINKO 2010).

#### 5.2.4 Wandbelag

Der Wandbelag sollte generell fugendicht ausgeführt werden. Wände können mit (feucht reinigbaren) Tapeten (z. B. Gitterfasertapeten) belegt oder glatt verputzt sein und mit einem gut zu reinigenden und für den Bedarfsfall **desinfizierbaren Anstrich** (z. B. auf Naturlatexbasis) versehen werden. Im Gegensatz zu den Glasfasertapeten ist letztgenannte Ausführung weniger stoßempfindlich und Beschädigungen lassen sich im Gegensatz zu diesen leicht ausbessern.

Fenster von Behandlungs-, Funktions- und insbesondere von Eingriffsräumen sind mit fugendicht angebrachten Insektenschutzgittern zu versehen. Die Oberflächen der Fensterrahmen wie auch eventueller Fensterbänke werden mit einer glatten, leicht reinigbaren und desinfektionsmittelbeständigen Oberfläche ausgestattet.

#### 5.2.5 Anmelde- und Wartebereich

Der Anmelde- und Wartebereich eines Krankenhauses ist die zentrale Anlaufstelle für Patienten und

Besucher und wird demzufolge stark frequentiert. Die Anmeldung muss so gelegen sein, dass vertrauliche Gespräche und die Patientendaten vertraulich bleiben.

Er ist günstig, wenn der Wartebereich von der Anmeldung aus zwar gut zu erreichen ist, aber dennoch etwas abseits der Hauptverkehrswege des Krankenhauses liegt, da im Wartebereich keine Unruhe oder eine hektische Atmosphäre entstehen darf. Dies könnte Patienten verunsichern und ängstigen, wenn zum Beispiel der Eindruck einer angespannten Arbeitsorganisation oder Überlastung des Personals entsteht. Gleichzeitig dürfen keine Gespräche oder Telefonate „belauscht“ werden können.

Aus hygienischer Sicht stellen Anmeldebereich und die Wartezone einen Übergangsbereich dar. Obgleich hier keine Patientenbehandlung erfolgt, sollten dennoch einige hygienerlevanten Aspekte bei der Planung beachtet werden. Selbstverständlich müssen die routinemäßige Reinigung und Desinfektion kontaminierter Flächen gewährleistet sein. Im Empfangs- und Wartebereich ist mindestens ein Händedesinfektionsmittelspender, z. B. am Eingang zu installieren. Es ist üblich Zeitschriften, Bilderbücher oder Kinderspielzeug im Wartezimmer anzubieten. Bereitgelegtes Spielzeug muss für eine routinemäßige (desinfizierende) Reinigung geeignet sein.

#### Tipp

Bei der Planung von Eingangsbereichen, insbesondere in Ambulanzen und Notaufnahmen, sollten die Erstkontaktpunkte so gestaltet sein, dass Patienten mit augenscheinlichen oder nach gezielter Abfrage erkennbaren Symptomen einer Infektionskrankheit identifiziert und direkt einem geeigneten Behandlungsbereich zugeführt werden können.

**Topfpflanzen** Topfpflanzen können in einem Akutkrankenhaus allenfalls im Eingangsbereich (Lobby) aufgestellt werden, wo sich meist keine stark immun-supprimierten Personen über längere Zeit aufhalten. Die (geeignete) Pflanzenart, der Arbeitsaufwand und die Zuständigkeit für die regelmäßige Pflege sind bereits vor der Anschaffung festzulegen. Allgemein sind Hydrokulturen meist weniger arbeitsaufwendig.

Giftige Pflanzen sind generell zu vermeiden. In allen übrigen Bereichen eines Krankenhauses haben Topfpflanzen aus hygienischer Sicht nichts zu suchen.

#### Tipp

Pflanzen sollten nur nach gründlicher Überlegung (und fachmännischer Beratung) allenfalls in Eingangsbereichen aufgestellt werden. Meist sind andere optische Gestaltungsoptionen für eine angenehme Atmosphäre langfristig sinnvoller als schlecht gepflegte Pflanzen.

### 5.2.6 Verkehrswege

Korridore, Türen, Aufzüge und Kreuzungspunkte müssen ihrem jeweiligen Zweck entsprechend ausreichend groß dimensioniert und verkehrstechnisch günstig, ohne Hindernisse (barrierefrei) begehbar und mit Rollstuhl oder Bett befahrbar sein. Neben einem Handlauf ist zum Schutz der Wände bei Bettentransporten ein umlaufender (desinfizierbarer) **Rammschutz** einzubauen.

Zu enge und für die Lagerung von Geräten und Gebrauchsmitteln „missbrauchte“ Stations- und Krankenhausflure sind konsequent zu vermeiden, da das nicht nur ein hygienisches, sondern auch für den Brandschutz ein großes Problem darstellen kann. Eine vorausschauende Planung von bedarfsangepassten großen Lager- und Abstellräumen sowie z. B. Nischenabstellflächen an geeigneten Stellen verhindert das „wilde“ Abstellen und Lagern. Generell müssen genügend ausreichend große dezentrale Lagerräume eingeplant werden. Es wird empfohlen, die Nutzer der jeweiligen Bereiche bei der endgültigen Planung hinzuzuziehen, um den realen Bedarf zu ermitteln und eventuell bereits absehbare Entwicklungen mit Bedarfssteigerung mitberücksichtigen zu können.

### 5.2.7 Patientenzimmer

Für die Unterbringung der Patienten auf allgemeinen Pflegestationen sind Ein- und Zweibettzimmer mit einem zugehörigen Sanitärraum günstig. Die

Anzahl an Einbettzimmern (die auch eine Isolierung des Patienten ermöglichen) wird je nach Station mit 10–25 % der Stationszimmer angegeben. Die Zugangstür sollte mindestens 1,50 m breit sein. Bei aller Standardisierung ist eine starre Fixierung auf eine bestimmte Zimmergröße nicht immer zielführend. Der Raumbedarf kann in Abhängigkeit von der medizinischen Disziplin und deren Anforderungen, der Patientenklintel und einer Reihe anderer Faktoren unterschiedlich sein. Bei der Neuplanung eines Krankenhauses wird empfohlen, einen Abstand von mindestens 1,20–1,50 m zwischen den Betten einzuplanen, um ein berührungs- und kontaminationsfreies Arbeiten zu ermöglichen beziehungsweise den Arbeitsprozess nicht zu behindern. Der Betten-Wand-Abstand beträgt im Allgemeinen etwa 1 m.

**Händedesinfektionsmittelspender** Um die Voraussetzung für eine hohe Händehygiene compliance zu schaffen, müssen ausreichend viele günstig positionierte Händedesinfektionsmittelspender vorhanden sein. Sie müssen so platziert sein, dass sie kein Hindernis für Patient und Personal darstellen. Auf jeden Fall sind im Zugangsbereich (türnah) innerhalb des Zimmers sowie zusätzlich arbeitsplatz- bzw. bettennahe Händedesinfektionsmittelspender zu installieren. Zusätzlich können mobile Spenderflaschen mit Pumpaufsatz sowie Kittelflaschen als geeignete ergänzende Möglichkeiten eingesetzt werden, um die Ausstattung zu verbessern. Verfügen die Patientenzimmer über Sanitäreinheiten einschließlich Waschbecken mit Hygieneausstattung, so sind innerhalb des Zimmers keine zusätzlichen Waschbecken erforderlich.

#### ■ Sanitärraum

Es entspricht dem gegenwärtigen Ausstattungsstandard, alle allgemeinen Patientenzimmer mit einem Sanitärraum auszustatten. Hier sind Toilette, Dusche und Waschbecken mit Seifen-, Papierhandtuchspender sowie Abwurfmöglichkeit vorzusehen. Sinnvoll und in den meisten Sanitärräumen bereits üblich ist die Installation eines Händedesinfektionsmittelspenders.

➤ **Im Patientenzimmer selbst muss nur dann eine Waschmöglichkeit installiert werden, wenn kein Sanitärraum vorhanden ist bzw. in diesem kein Waschbecken installiert wurde.**

**Waschbecken** Die Eignung/Funktionalität eines Waschbeckens steht in Patientenzimmern eines Krankenhauses an erster Stelle. Es muss eine Mindestgröße und -tiefe haben, die ein regelrechtes Händewaschen ohne anzustoßen ermöglichen und darüber hinaus leicht zu reinigen sind. Am Design orientierte Waschbecken wie in Hotelzimmern weisen diese Funktionalität nicht unbedingt aus. Die Waschbecken sind mit einer sogenannten **Hygieneausstattung** zu versehen, d. h. einem Seifen- und Einweghandtuchspender und Abwurfbehälter sowie einem Händedesinfektionsmittelspender. Der Wasserstrahl darf nicht direkt in die Abflussöffnung des Waschbeckens gerichtet sein, sondern sollte bei jeder Strahlstärke vor dieser auftreffen. Wasserstrahlregler sind regelmäßig in bedarfsangepassten Zeitintervallen zu warten (reinigen, entkalken) und falls erforderlich durch neue zu ersetzen. Die Waschbecken und Wandspiegel sind mit dauerelastischer Dichtmasse mit der Wand dicht verfugt, damit sie leicht gereinigt werden können. Gleiches gilt für Toilettenbecken, Bürsten- und Toilettenpapierrollenhalter und eventuell vorhandene Wandspiegel. Auf einen Abflussverschluss (Gummistöpsel) sollte verzichtet werden. Günstig ist die Ausstattung mit Schwenkhebelarmaturen, die eine Bedienung auch ohne Hände möglich machen. Lichtelektronisch gesteuerte Armaturen bieten keine Vorteile und werden nicht empfohlen.

**Bodenbeläge** Die Sanitärräume gestaltet man ebenso wie das ganze Zimmer barrierefrei. Sie müssen über wasserdichte, leicht zu reinigende und bei Bedarf desinfizierbare Fußboden- und Wandbeläge verfügen.

**Duschkabinen** Duschkabinen werden in der Regel barrierefrei mit festen Kabinentüren ausgestattet. Diese sind zweckmäßig, für den Nutzer angenehm, leicht zu reinigen und abzutrocknen. Allerdings sind Duschkabinentüren ohne eine Führungsschiene am Boden auszuführen. Sie müssen leicht zu reinigen und zu wischdesinfizieren sein.

In manchen Kliniken sind auch Duschvorhänge im Einsatz. Wichtig ist, dass die Vorhänge stets sauber sind. Dazu sind Produkte aus (feuchtigkeitsabweisenden) Kunstfasern zu wählen, die innerhalb kurzer Zeit trocknen, leicht zu reinigen und zu wischdesinfizieren sind. In der Regel ist die routinemäßige,

z. B. wöchentliche Reinigung der Vorhänge akzeptabel und ausreichend (maschinelles Waschen bei 60 °C). Bei massiver Verschmutzung und/oder großflächiger sichtbarer Kontamination mit infektiösem oder potenziell infektiösem Material und nach der Entlassung von Patienten mit einer Infektionserkrankung sowie Besiedlung mit MRE müssen sie allerdings unverzüglich einem desinfizierenden Waschverfahren unterzogen oder ersetzt werden. Die Duschböden werden vorzugsweise bodengleich (barrierefrei) ohne Fugen ausgeführt. Duschkabinenböden, -wände und eventuell eingebaute Duschwannen müssen gut zu reinigen und desinfektionsmittelbeständig sein.

**Duschköpfe** In regelmäßigen Zeitintervallen sind Duschköpfe (in Abhängigkeit vom Härtegrad des Leitungswassers z. B. alle 3–6 Monate) zu überprüfen, zu reinigen, zu entkalken und ggf. auszuwechseln. Aus diesem Grund sollte die Montage leicht sein. Selbstentleerende Duschköpfe/-schläuche reduzieren die Menge des Stagnationswassers. Dennoch müssen nach längeren Standzeiten (z. B. übers Wochenende) alle Wasserleitungen einschließlich Duschschläuche vor dem Gebrauch gründlich durchgespült werden (Spülplan).

**Zwangsentlüftung** In modernen Krankenhäusern sind Sanitärräume meist innenliegend und fensterlos. Eine aktive Entlüftung soll Gerüche und die anfallende Luftfeuchtigkeit abführen (sogenannte Zwangsentlüftung) und einer Schimmelbildung vorbeugen. Die Leistungsfähigkeit wird nach DIN 18017-3:2009-09 mit einem **Entlüftungsvolumen** von 60 m<sup>3</sup> (in Österreich 100 m<sup>3</sup>) pro Stunde angegeben. Die Entlüftung soll 15 min nachlaufen. Die mechanische Lüfteranlage muss in einem festen Zeitintervall (z. B. alle 3–6 Monate) kontrolliert, gereinigt sowie bei Bedarf der eingesetzte Filter ersetzt werden.

➤ **Zwangsentlüfter** sollen in Feuchträumen zwischen 60 m<sup>3</sup> (Deutschland) und 100 m<sup>3</sup> (Österreich) Luft abführen. Die Auslässe sind regelmäßig zu reinigen und zu überprüfen.

**Fliesen** Wände, die häufig mit Spritzwasser in Kontakt kommen (z. B. in der Dusche, am

Waschbecken), sind wasserdicht beispielsweise durch einen abwasch- und desinfizierbaren Wandanstrich auszurüsten. Oft werden in diesem Bereich Fliesen verwendet. Wichtig ist, dass die Zwischenfugen versiegelt sind. Bodenfliesen (z. B. Mosaikfliesen in barrierefreien bodengleichen Duschen) müssen rutschfest sein.

**Toilette** In der Toilette sind zur besseren Reinigung Toilettenbecken, -bürstenhalter sowie Abfallbehälter am besten wandständig mit dauerelastischer Dichtmasse zu montieren. Sollen spülrandlose WC-Becken eingebaut werden, so ist darauf zu achten, dass je nach Bauart des randlosen Beckens entweder die Reinigung aufwendig wird oder aber damit zu rechnen ist, dass Wasserspritzer leichter nach außen dringen können. Vor der Anschaffung eines bestimmten Produktes sollten umfangreiche Informationen eingeholt werden, um dessen Eignung einschätzen zu können. Um die Umgebung beim Spülvorgang vor Spritzwasser aus der Toilette zu schützen, sind die Toilettendeckel bei jedem Spülen zu schließen.

#### Tipp

Die WC-Becken sind mit Deckeln auszustatten. Ideal ist, wenn bei Neubauten für jeden Patienten eine eigene Toilette eingeplant wird.

**Haltehaken** Die Handtuch- und Waschlappenhalter sind in einem ausreichenden Abstand zueinander zu montieren, damit sich die personenbezogenen Utensilien nicht berühren und kontaminieren können. Günstig ist die patientenbezogene Halterungen an unterschiedlichen Wandabschnitten (z. B. rechts und links vom Waschbecken im Doppelzimmer) zu platzieren.

## 5.3 Untersuchungs- und Behandlungszimmer

Die spezielle Einrichtung der einzelnen Untersuchungs- und Behandlungszimmer orientiert sich an den Erfordernissen der jeweiligen Fachrichtung.

Generell müssen die Räume ausreichend groß, hell und zweckmäßig ausgestattet sein. Die Wände der Sprech-, Untersuchungs- und Behandlungsräume sind mit einem fugendichten, gut zu reinigenden und für den Bedarfsfall desinfizierbaren Wandbelag zu versehen. Folgende Ausstattung gehört in der Regel zum Standard:

- Untersuchungsliege und/oder Untersuchungsstuhl mit Abdeckung als Unterlage (Papierrolle in einer Halterung)
- Ausreichende Arbeitsfläche auf Einbauunterschrank und/oder Ablagetisch
- Vorratsschränke (z. B. Unterbauschrank oder Oberschrank)
- Medikamentenschrank, ggf. auch Medikamentenkühlschrank mit Thermometer (z. B. für Impfstoffe und Medikamente)
- Waschbecken mit Hygieneausstattung (Seifen- und Desinfektionsmittelspender, Hautpflegemittel, Einmalhandtuchspender, Abwurfbehälter)
- Zusätzlich ein fahrbarer (Untersuchungs-) Hocker, eine geeignete Untersuchungsleuchte, ein fahrbarer Abwurfbeimer (mit Müllbeutel), Kleiderhaken u. a.

### ■ Waschbecken

In allen Untersuchungs- und Behandlungsräumen sowie in Funktionseinheiten müssen Waschbecken mit Hygieneausstattung für das Personal vorhanden sein. Ebenso in den Sanitärräumen der Patientenzimmer. Die Waschbecken und Wandspiegel sind so zu montieren, dass sie leicht gereinigt werden können, z. B. mit dauerelastischer Dichtmasse dicht verfugt und mit der Wand verbunden.

Das für den medizinischen Einsatzbereich geeignete Waschbecken muss ausreichend groß und tief sein, damit die Hände beim Waschen nicht an den Rand stoßen. Darüber hinaus darf die Umgebung des Waschbeckens nicht mit Spritzwasser kontaminiert werden. Sofern das Waschbecken in eine Arbeitsfläche integriert ist, sollte es am Rand platziert werden und der reine Arbeitsbereich durch einen ausreichend großen **Spritzschutz** geschützt sein. Günstig sind transparente Trennwände, die wischdesinfiziert werden können.

Die Waschbecken werden, insbesondere in Untersuchungs- und Behandlungszimmern sowie

allen Funktionsbereichen, mit **Ellenbogenmischhebeln** ausgestattet, die ohne den Einsatz der Hände bedient werden können. Lichtelektronisch gesteuerte Armaturen bieten gegenüber Ellenbogenmischhebeln aus hygienischer Sicht keine Vorteile und werden nicht empfohlen. Im Gegenteil war in einer Untersuchung bei mechanisch gesteuerten Wasserhähnen eine geringere Besiedlung mit Legionellen nachweisbar als bei den elektronisch gesteuerten Wasserarmaturen (Sydnor et al. 2012).

Weiterhin ist ein Abfallsammelbehälter (ohne Deckel) in der Nähe des Waschbeckens einzuplanen. Es ist günstig, wenn der Papierhandtuchspender oben abgerundet ist, damit der Deckel nicht als Ablage missbraucht werden kann. Geeignete Papierhandtücher sind saugfähig und hautschonend und können nur einzeln aus dem Spender entnommen werden. Ungeeignet sind Spender, bei denen die Papierhandtücher gleich paketweise „herausfallen“.

In Büros, reinen Schreib- und Dokumentations- sowie Sprechzimmern, in denen Patienten weder behandelt noch untersucht werden und auch kein Patientenmaterial bearbeitet wird, kann aus Sicht der Hygiene auf ein Waschbecken verzichtet werden. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit für die Ausbildung von Stagnationswasser reduziert bzw. bedarf es keines Spülplanes bei Nichtgebrauch des Waschbeckens. Händedesinfektionsmittelspender sind jedoch auch in diesen Räumen an günstiger Stelle (z. B. Zugangstür) anzubringen.

### ■ Mobiliar

Das Mobiliar sollte generell einer Feuchtreinigung und Wischdesinfektion unterzogen werden können. Hierzu eignen sich neben Edelstahlausführungen auch glatte, geschlossporige Kunststoffoberflächen, wie z. B. Resopal®, Corian® oder Eternit®. Die Kanten der Arbeitstische, der Regale sowie des gesamten Mobiliars müssen allseits fugendicht mit einer fugendichten Plattenschmalseitenbeschichtung (Umleimer) versehen sein.

Stühle und Liegen sollten einer routinemäßigen Reinigung zugänglich sein und bei Bedarf desinfiziert werden können. Textile Bezüge, die nicht feucht gereinigt werden können, eignen sich für diese Einrichtungen generell nicht.

Sofern Holz- und Holzfurnieroberflächen vorhanden sind, müssen sie mit desinfektionsmittel-

beständigem Klarlack ausgerüstet sein. Sie müssen gut zu reinigen und bei Bedarf zu wischdesinfizieren sein.

- **Unbehandelte Holzoberflächen sind in medizinischen Einrichtungen generell nicht geeignet.**

## 5.4 Operationsabteilungen, Eingriffsräume und Hybridoperationssäle

Operationsabteilungen und die dazugehörigen Operationssäle in einem Krankenhaus oder großen ambulanten Operationszentrum (AOZ) werden meist von allen oder zumindest vielen verschiedenen Fachdisziplinen und Operateuren genutzt. Der Flächenbedarf und die Gestaltung der OP-Abteilung, d. h. die Zahl der OP-Säle, die Größe der Umkleide- und Lagerräume etc., orientieren sich am Bedarf, der Patientenklientel, dem Eingriffsspektrum, der OP-Frequenz sowie an der Zahl der Mitarbeiter. Entscheidend für die Raumgestaltung ist stets, dass die Funktionalität und der medizinisch sinnvolle wie hygienisch sichere, **kreuzkontaminationsfreie Ablauf** der einzelnen Arbeitsschritte gesichert sind und die hygienisch notwendigen Maßnahmen wie beispielsweise die Händedesinfektion bedarfsgerecht durchgeführt werden können.

Welche Art von raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) aus klimatischen und/oder infektionspräventiven Gründen notwendig oder gewünscht sind, hängt von den geplanten Eingriffsarten, den örtlichen wie räumlichen Gegebenheiten, v. a. der geographischen Lage der Abteilung, der Größe und Ausrichtung der Fenster und natürlich den arbeitsphysiologischen Erfordernissen ab. Selbstverständlich sollten die Wünsche der Nutzer zur Planung eingeholt und – soweit gerechtfertigt – beachtet werden. Die Erfordernisse zur optimierten Prävention postoperativer Wundinfektionen müssen grundsätzlich mit einem erfahrenen Krankenhaushygieniker eruiert werden.

Im Alltag gehören nachweislich die konsequente Beachtung der Standardhygiene und der weiteren Hygieneempfehlungen für OP-Personal (jenseits technischer Möglichkeiten) zu den maßgeblichen Mitteln, um das postoperative Infektionsrisiko im OP zu verringern (► [Kap. 20](#)).

Gemäß den RKI-Vorgaben wird grob zwischen Eingriffs- und Operationsräumen (mit erhöhten Anforderungen an die Keimarmut) unterschieden. Die Einteilung, was als Eingriff im Eingriffsraum oder als Operation im OP-Saal durchzuführen ist, wurde in Zusammenarbeit mit dem Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V. (BDC), der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, den Spitzenverbänden der Krankenkassen und dem Robert Koch-Institut erarbeitet und von der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention verabschiedet (RKI 1997).

Fest installierte, leicht erreichbare Händedesinfektionsmittelspender an den Zugangstüren der Abteilung, den einzelnen Sälen sowie den Funktions- und Nebenräumen sind für die Compliance bei der Händedesinfektion wichtig. Der Einbau von Handwaschbecken, Wasseranschlüssen sowie Fußbodenabläufen sind hingegen innerhalb von **OP-Sälen** nicht gestattet. Obgleich der Einbau von Waschbecken in **Eingriffsräumen** von Seiten des RKI nicht ausdrücklich verboten ist (RKI 1997), sollten bei einer Neuplanung auch hier keine Waschbecken vorgesehen werden. Möglichkeiten zum Händewaschen müssen aber in der Nähe außerhalb der OP- oder Eingriffsräume vorhanden sein.

Der **Hybrid-OP** ist vonseiten der Hygiene wie ein OP-Saal zu betrachten. Durch seine technische Ausstattung (CT, MRT, DSA-Anlage für interventionell-radiologische Verfahren) ist der Flächenbedarf deutlich höher, ermöglicht dadurch aber auch eine erweiterte Nutzungsmöglichkeit. Neben der Größe, des technischen Ausstattungsbedarfs und der erweiterten Nutzungsmöglichkeiten stellt er höhere Ansprüche an die Disziplin des Personals. Der Hybrid-OP ist mit einer dreistufig filternden raumlufttechnischen (RLT-)Anlage, entsprechend der Raumklasse I nach DIN 1946-4:2008-12, auszustatten (► [Abschn. 5.6](#)).

### 5.4.1 Eingriffsräume

Eingriffsräume sind abgeschlossene Raumeinheiten, die technisch für die hier stattfindenden Eingriffe geeignet ausgestattet, aber nicht innerhalb einer OP-Abteilung angesiedelt sein müssen. Die Planung des Eingriffsraums muss an den Erfordernissen der geplanten Nutzung ausgerichtet sein.

## Tipp

Als praktischer Richtwert für die Größenplanung eines neugeplanten Eingriffsraums in einem Krankenhaus gilt eine Fläche von 30 m<sup>2</sup> (Weidenfeller et al. 2011).

Die zur Anwendung kommenden Oberflächenmaterialien (Arbeitsflächen, Boden- und Wandbeläge, Mobiliar) müssen glatt, geschlossenporig, fugenfrei, leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein. Geeignet sind neben Edelstahl auch (preisgünstigere) rundum melaminharzbeschichtete Schichtpressstoffplatten, z. B. Trespa® oder Resopal®. Die Desinfektionsmittelbeständigkeit muss sich neben den zum Einsatz kommenden Flächendesinfektionsmitteln auch auf Spitzer des Händedesinfektionsmittels erstrecken. Dies gilt ganz besonders für die Fußbodenbeläge.

**Sterilgut** Die Aufbereitung der chirurgischen Instrumente und anderer Medizinprodukte wird in der zentralen Sterilgutversorgungsabteilung (ZSVA) der Einrichtung durchgeführt. Die Lagerung des Sterilguts erfolgt staub-, feuchtigkeits-, kontaminations- und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt in einem separaten (reinen) Lagerraum sowie in geschlossenen Schränken oder Schubladen.

**Zugänge** Sind Eingriffsräume einer OP-Abteilung angegliedert, so kann der Zugang sowohl von der Krankenhaus- wie von der OP-Seite möglich sein. Dies ist vor allem in ambulanten OP-Zentren bzw. medizinischen Versorgungszentren von Vorteil, die einem Krankenhaus angegliedert sind, da so der Operateur ohne lange Wege, umständliches Umkleiden und Zeitverlust kurz hintereinander sowohl Operationen in den OP-Sälen als auch kleinere Eingriffe im Eingriffsraum durchführen kann. In jedem Fall sind im Zugangsbereich von Eingriffsräumen sowie zusätzlich arbeitsplatznah Händedesinfektionsmittelpender anzubringen.

➤ **Wird die OP-Kleidung sichtbar oder vermeintlich kontaminiert, ist immer sofort ein Kleiderwechsel erforderlich. Nach dem Umziehen muss eine hygienische Händedesinfektion erfolgen.**

## 5.4.2 Operationsabteilung

Die Operationsabteilung (OP-Abteilung) ist eine abgeschlossene spezialisierte Funktionseinheit, die neben den OP-Sälen auch die erforderlichen Funktionsbereiche sowie Nebenräume umfasst. Sie ist gegenüber dem übrigen Klinikbereich klar abgetrennt und verfügt über eine definierte Zugangsregelung mit eindeutigen Verhaltensmaßgaben für Personal und Patienten. Die OP-Abteilung von Krankenhäusern sowie großen ambulanten Operationszentren (AOZ) verfügt im Allgemeinen über mehrere Operationssäle, die in der Regel von verschiedenen Operateuren unterschiedlicher chirurgischer Fachdisziplinen genutzt werden.

Der Flächenbedarf sowie die Gestaltung der gesamten OP-Abteilung, d. h. die Größe der Umkleide-, Neben- und Lagerräume, die Zahl der OP-Säle und deren Größe, Vorbereitungs- und Nebenräume etc., orientieren sich am Eingriffsspektrum, der OP-Frequenz und am jeweiligen Bedarf sowie an der Zahl der Mitarbeiter.

Die bauliche und organisatorische Struktur der OP-Abteilung muss Folgendes beinhalten:

- Klare Trennung von allgemeinem Klinik- und OP-Bereich.
- Patientenumkleideraum und -übergabebereich.
- Personalumkleideräume mit für den Bedarf angemessener Raumgröße mit Toiletten und Möglichkeiten zum Händewaschen auf der unreinen Seite.
- Räume für die präoperative Vorbereitung der Patienten sind erforderlich, sollten allerdings unabhängig vom OP-Saal sein.
- Angemessen große Arbeitsflächen zum Anrichten von Infusionen und Injektionen (z. B. im Vorbereitungs- oder Einleitungsbereich).
- An den Bedarf (OP-Arten, OP-Frequenz, Mitarbeiterzahl) angepasste Anzahl ausreichend großer OP-Säle.
- Geschützte Nischen für die chirurgische Händedesinfektion müssen in der Nähe der jeweiligen OP-Säle vorhanden sein, d. h. eine angemessene Anzahl von dezentralen Desinfektionseinheiten ist vorzusehen.
- Reine Räume mit Schränken/Regalen zur Lagerung von Sterilgut, Medikamenten,

Infusionen und OP-Wäsche und -Abdeckmaterial.

- Unreiner Arbeitsraum mit Ausgussbecken.
- Entsorgungsraum mit ausreichend Fläche für Sammelbehälter zur Zwischenlagerung der verschiedenen Abfallfraktionen.
- Putzraum zur Unterbringung von Putzwagen und Putzmitteln.
- Personalaufenthaltsraum.
- Dokumentationsarbeitsplätze.

Die Trennung der OP-Räume in aseptische und septische Abschnitte mit ggf. separaten Zugangswegen bringt keinen hygienischen Vorteil und ist aus infektionspräventiver Sicht nicht erforderlich, wird aber mitunter von den Berufsgenossenschaften als Voraussetzung für die Zulassung zum Verletzungsartenverfahren formal gefordert.

Auch wenn das Händewaschen mit Wasser und Seife nicht mehr zur routinemäßigen Vorbereitung des Chirurgen und des OP-Teams gehört und demzufolge die Zahl an Waschplätzen innerhalb der OP-Abteilung deutlich reduziert werden kann (und soll), ist es dennoch günstig, wenn die „Waschnischen“ Möglichkeiten zum Auffangen des Desinfektionsmittels bieten. Die Möglichkeit, sich verschmutzte oder verschwitzte Hände waschen zu können, sollte selbstverständlich weiterhin gegeben sein. Dafür sollten einzelne gut zu erreichende Handwaschplätze an geeigneten Stellen vorgesehen werden, wenn anderweitig in der Nähe installierte Waschbecken nicht infrage kommen.

Die Materialversorgung sowie die Entsorgung von Abfall und gebrauchten Instrumenten müssen so geregelt werden, dass sowohl Kreuzkontaminationen als auch Beeinträchtigungen des Patienten sowie der Arbeitsabläufe des Personals ausgeschlossen sind. Insbesondere ist dafür zu sorgen, dass weder Geräte, Material noch Abfallsäcke unkontrolliert im OP-Flur gelagert werden. Die Organisation wird so festgelegt, dass der Abtransport der Abfallfraktionen sowie gebrauchter Instrumente zeitnah sichergestellt ist.

- **Der Hygienestandard bei der operativen Versorgung eines jeden Patienten muss gleichermaßen in jedem OP-Saal optimal sein.**

Wenn Instrumente nicht direkt für die nachfolgende Operation im OP-Saal (in dem sie zum Einsatz kommen) gerichtet werden, sollte das **Richten der Instrumententische** lediglich gezielt und zeitnah zum nächsten anstehenden OP-Programmpunkt erfolgen. Darüber hinaus wird dringend empfohlen, alle nicht sofort zum Einsatz kommenden, gerichteten Instrumententische steril abzudecken und eindeutig zu kennzeichnen (für welchen OP-Programmpunkt und OP-Saal vorgesehen sowie Handzeichen des Mitarbeiters).

Die vorbereiteten Tische werden kontaminationsgeschützt auf kürzestem Weg in den OP-Saal gebracht. Zu keinem Zeitpunkt darf das vorbereitete, sterile OP-Besteck unbeaufsichtigt sein. Unkontrolliertes Abstellen oder Lagern von vorbereiteten Instrumententischen im Sterilgutlagerflur ist risikobehaftet. Kontaminierte, potenziell kontaminierte oder fraglich sterile Instrumententische und Medizinprodukte dürfen nicht zum Einsatz kommen. Die aufgeführten Empfehlungen sollte organisatorisch mit einer für die Mitarbeiter verbindlichen Arbeitsanweisung geregelt, Verantwortlichkeiten festgelegt sowie die konsequente Umsetzung kontrolliert werden.

## Operationssaal

Der Operationssaal ist stets in einer OP-Abteilung integriert; eines der deutlichsten Unterscheidungsmerkmale zum Eingriffsraum (Einleitungsräume müssen sich nicht in einer OP-Abteilung befinden). Die Anzahl an OP-Sälen bemisst sich an der realistischen Zahl der unabhängig voneinander operierenden OP- und Anästhesieteams. Die einzelnen OP-Säle können über einen Einleitungsraum oder direkt vom OP-Flur aus zugänglich sein. Der Nutzen sogenannter Luftschleusen vor OP-Sälen basiert auf Vermutungen, denn in der Literatur gibt es keinen Hinweis dafür, dass die Luft in den an den OP-Saal angrenzenden Räumen einen Einfluss auf das postoperative Wundinfektionsrisiko hat (DGKH 2002).

Die OP-Säle sind geschlossene Räume mit möglichst wenigen, aber ausreichend dimensionierten Türen. Mechanisch betriebene Schiebetüren, die wenig Raum beanspruchen und ohne Handkontakt geöffnet und geschlossen werden können, z. B. mit dem Fuß, sind zu bevorzugen. Sie ermöglichen sowohl die Investitions- wie auch die Betriebskosten für Wartung,

mögliche Reparaturen und nicht zuletzt die Energiekosten ohne Qualitätseinbußen zu senken (Tabori 2012). Elektrisch betriebene Schiebetüren bieten aus hygienischer Sicht keinen Vorteil. Ihr Einbau ist kostenintensiv und ihr Schließmechanismus mit Elektroantrieb meist aufwendig sowie insgesamt störanfälliger als einfache mechanisch mit dem Fuß betriebene Schiebetüren (Fußknauf mit „Gefälle“).

**Raumangebot** Der OP-Saal muss so konzipiert werden, dass die vorgesehenen Eingriffe problemlos durchgeführt werden können. Der Saal sollte über eine ausreichend große Fläche verfügen, damit sich das OP-Team einschließlich Anästhesie und der OP-Springer trotz aller Einbauten und zusätzlich benötigter Geräte (Videoturm, Absaugeinheit etc.), Instrumententische sowie dem OP-Tisch mit eventuell ausladendem Lagerungszubehör für die Extremitäten (z. B. Handchirurgie), ungehindert und ohne Berührungs- und Kontaminationsgefahr im Saal bewegen können. Sind die OP-Säle zu klein, steigen erfahrungsgemäß Organisationsdruck, Improvisationsbedarf und folglich das Kontaminationsrisiko in diesem hygienisch neuralgischen Funktionsbereich.

#### Tipp

Als Orientierungsmaß für einen neugeplanten OP-Saal einer Klinik gilt eine Fläche von mindestens 40 m<sup>2</sup>. Sind die Säle kleiner, steigen erfahrungsgemäß Organisationsdruck, Improvisationsbedarf und letztlich das Kontaminationsrisiko in diesem hygienisch neuralgischen Bereich. OP-Säle mit interdisziplinärer Nutzung für große operative Eingriffe und solche mit großem gerätetechnischen Aufwand (Videoturm, Bildwandler etc.) werden mit einer Fläche >50 m<sup>2</sup>, Hybrid-OP-Säle >60 m<sup>2</sup> geplant.

**Licht** Technisch betrachtet wird im Operationsraum kein Tageslicht benötigt. Allerdings sollte aus arbeitsphysiologischen Gründen der Wunsch nach Tageslicht berücksichtigt werden. Selbstverständlich müssen OP-Säle abgedunkelt werden können. Um die Wärmelast durch Sonneneinstrahlung zu reduzieren, sind Außenjalousien vorteilhaft.

**Wand-/Deckenbeläge** Sie sind ohne Fugen auszuführen. Der Wandbelag sollte glatt und geschlossensorig sein. In jedem Fall müssen die Oberflächen leicht (feucht) zu reinigen und desinfektionsmittelbeständig sein. Gleiches gilt für die Oberflächen des Inventars. Sofern fest montierte Schränke oder Regale installiert sind, müssen diese auch gut zu reinigen und zu desinfizieren sein.

#### ■ Fußbodenbelag

Der Fußbodenbelag muss glatt und eben verlegt sein. Das verwendete Material muss geschlossensorig und belastbar, d. h. vor allem abrieb- und rutschfest (R9 nach BGR 181) sein. Stoßkanten werden fugenfrei verschweißt. Geeignete Materialien sind unter anderem:

- PVC
- Kunstkautschuk
- Geschliffener Terrazzo (Beton-Naturstein-Gemisch)
- Epoxid-Gießharz

Bodenfliesen werden heute in OP-Räumen nicht oder kaum noch verwendet. Sie haben neben der „kalten“ Optik auch ungünstige akustische Eigenschaften. Im Vergleich zu anderen Bodenbelägen sind sie verhältnismäßig hart und damit für langes Stehen unkomfortabel. Dort wo Fliesen zum Einsatz kommen, müssen sie rutschfest sein und die Zwischenfugen versiegelt werden.

Sogenannte Hohlkehlleisten sind aus krankenhaushygienischer Sicht in der Regel auch im OP nicht erforderlich. Damit am Boden-Wand-Übergang keine Fugen oder Ritzen geschaffen werden und um die Reinigung auch in den Raumecken unproblematisch zu gestalten, sollten die Abschlüsse des Bodenbelags geschlossen gerundet ausgeführt werden.

#### Tipp

Als Alternative zu einer Hohlkehlleiste ist es günstig, den Fußbodenbelag an der Wand geschlossen ca. 10 cm gerundet emporzuführen und mit dem Wandbelag bündig abschließen zu lassen.

Ob der Boden in einem OP-Saal auch heute noch ableitfähig sein muss (Potenzialausgleich), wird zum

Teil kontrovers diskutiert und muss letztlich von technischer Seite entschieden werden.

### ■ Heizung und Kühlung

Die Heizung und Kühlung von OP-Sälen ausschließlich über die Zuluft der raumlufttechnischen (RLT-) Anlage erfordert große Luftvolumina, was die Investitions- sowie die laufenden Betriebskosten erhöht. Der Wärmetransport über Luft ist weit weniger effektiv als über Flüssigkeiten. Über LAF-Decken („laminar airflow“) ist eine Beheizung ohnehin nicht möglich. Die Raumtemperierung kann wärmetechnisch am günstigsten über Bauteile (z. B. Fußboden oder Wand) erfolgen. Prinzipiell wird der Einbau von Heizkörpern im OP-Saal eines Krankenhausneubaus für ungünstig und hinderlich angesehen und folglich nicht empfohlen. Erfahrungsgemäß wird eher der Abtransport von Wärmelasten aus den OP-Sälen zum Problem, insbesondere bei Einsatz zahlreicher technischer Geräte.

Werden dennoch Heizkörper gewünscht und eingeplant, sind für den OP-Saal nur spezielle geeignete Platten- oder Röhrenheizkörper (mit vergrößertem Abstand der Röhren zur besseren Reinigung) zu wählen. Ihre Oberfläche muss glatt und geschlossensorig, leicht zu reinigen und desinfektionsmittelbeständig sein. Planheizkörper mit Konvektoren sind hingegen nicht geeignet, da eine Reinigung bauartbedingt (v. a. durch die dicht gefalteten Konvektoren zwischen den Platten und dem Abdeckgitter) schwierig oder unmöglich scheint. Der Abstand vom Heizkörper zur Wand und zum Boden sollte 10 cm nicht unterschreiten, damit die Reinigung nicht behindert wird.

Zur Reduktion der extern zugeführten Wärmelasten durch Sonnenlicht sollte – wenn möglich – die Fensterfront einer OP-Einheit auf der sonnenabgewandten Seite (Norden, Nordosten) eingeplant werden. Weiterhin sollten geeignete Außenjalousien vor den Fenstern installiert werden, die ebenfalls die Wärmeeinstrahlung reduzieren.

- **Wasseranschlüsse und -abläufe (einschl. Bodeneinläufe) sind innerhalb des OP-Saals nicht zulässig.**

### Lagerräume in der OP-Abteilung

In der Operationsabteilung werden reine Güter (Sterilgüter, Medikamente, aufbereitete Geräte etc.) in

speziellen Lagerräumen, geschlossenen Schränken oder in geeigneten Behältnissen auf dafür ausgewiesenen Flächen bevorratet. Lagerschränke sind bündig mit Decke und Boden zu verbinden, damit Staubablagerungen verhindert und die Reinigungsarbeiten erleichtert werden. Für bestimmte Disziplinen, die viel Material und/oder Instrumente vorhalten müssen (z. B. Orthopädie), ist es erforderlich, mehr Lagerkapazitäten einzuplanen, um z. B. auch Leihinstrumente fachgerecht unterbringen zu können.

Die Planung der Lagerflächen sollte großzügig und v. a. weitsichtig erfolgen, d. h., es sollten für die Kapazitätsplanung der OP-Lagerräume neben dem realen Bedarf auch schon eventuell geplante oder für die Zukunft vorgesehene Erweiterungen des OP-Angebotes ermittelt und berücksichtigt werden.

- **Die Bodenlagerung von Material ist generell unzulässig. Insbesondere reine Güter dürfen keinen Bodenkontakt haben.**

### Personalumkleideraum

Das Personal betritt die OP-Abteilung über die Personalumkleideräume (**Personalschleuse**). Die Personalumkleideräume müssen eine an den Bedarf angemessene Größe haben, d. h., das Flächenangebot der Umkleideräume für weibliche und männliche Mitarbeiter orientiert sich an der Zahl der jeweiligen Mitarbeiter plus Studenten, Auszubildende, Gäste, Medizinproduktevertreter etc. (Fritz u. Tabori 2016).

Die räumliche Unterteilung der Personalschleuse in verschiedene Kammern (sogenannte Dreikammerschleuse) wird nicht gefordert. Vielmehr kann die Schleuse platzsparend als Einkammerschleuse vorgesehen werden, allerdings mit einer klaren Einteilung in eine unreine und eine reine Zone.

Auf der unreinen Seite ist auf genügend Stellfläche für Schuhe, Kleiderablage sowie Bewegungsraum zu achten. Statt raumeinnehmender Spinde können platzsparende Kleiderhaken und Stangen sowie kleine abschließbare Wertfächer vorgesehen werden. In der unreinen Zone muss eine Möglichkeit zum Händewaschen (Waschbecken mit Hygieneausstattung) vorhanden sein, damit das routinemäßige Waschen der Hände (spätestens) hier erfolgen kann (KRINKO 2007). Ebenso wird die Sanitäreinheit

mit der Toilette hier untergebracht. Auf eine Dusche kann in den meisten Fällen verzichtet werden bzw. ist ein Einbau nur dann zu erwägen, wenn ein tatsächlicher Bedarf besteht und die Dusche im Alltag nachweislich regelmäßig genutzt wird.

Auf der reinen Seite werden saubere OP-Bereichskleidung, OP-Schuhe, Mund-Nasen-Schutz sowie OP-Hauben in Regalen kontaminationsgeschützt untergebracht. Vor der Zugangstür zum OP-Flur ist zwingend ein Händedesinfektionsmittelspender zu installieren. Für die sich ausschleusenden Mitarbeiter muss für deren gebrauchte OP-Kleidung ein geeigneter Abwurfbehälter bereitstehen.

Ein hygienischer Vorteil von einer zusätzlichen separaten („unreinen“) Tür vom OP-Flur in die Personalschleuse zurück ist weder belegt noch ist er zu vermuten, weshalb keine zweite OP-Tür empfohlen wird.

- **Trennlinien zur Markierung der Zonen, quergestellte Bänke oder Mäuerchen sind überflüssig. Letztgenannte Barrieremaßnahmen stellen außerdem vermeidbare Stolperfallen dar.**

## Patientenübergabe

Der stationäre Patient kommt für gewöhnlich von einer Station in den OP-Bereich. Die Umlagerung erfolgt in einem geschützten Bereich. Als Umbett-hilfe können sogenannte Rollboards praktisch und günstig sein. Für ihre kontaminationsfreie Lagerung ist eine Aufhängevorrichtung vorzusehen. Die Kontaktflächen der Umbett-hilfe müssen stets sauber sein und nach jeder Nutzung mit einem geeigneten Flächendesinfektionsmittel wischdesinfiziert werden. Ebenso muss sich das Personal die Hände desinfizieren, d. h., die Händedesinfektionsmittelspender müssen an einer gut zu erreichenden Stelle installiert sein.

Werden ambulante Patienten behandelt, so müssen für diese Patienten ebenfalls Umkleide-möglichkeiten/-räume eingeplant werden. Für die Ablage der Bekleidung sollten abschließbare Spinde oder zumindest abschließbare Wertfächer eingeplant werden. Insbesondere für ältere sowie mobilitätseingeschränkte Patienten ist eine Sitzgelegenheit vorzusehen. Wichtig ist zudem, dem Patienten die

Möglichkeit zu bieten, vor dem Eingriff eine Toilette (idealerweise in der Nähe des Umkleidebereichs) aufsuchen zu können, wo er sich auch die Hände waschen kann. Vor Betreten des OP-Bereichs ist der Patient zu instruieren, sich die Hände zu desinfizieren. Folglich sollte vor der Zugangstür zur OP-Abteilung ein Händedesinfektionsmittelspender installiert werden.

- **Aufwendige Einschleuserituale sind aus hygienischer Sicht überflüssig. Am einfachsten ist es, wenn der Patient sich selbstständig auf den OP-Tisch legen kann. Braucht er dazu Hilfe, sind geeignete, leicht zu desinfizierende und für das Personal rückenschonende Systeme zu bevorzugen.**

## Waschräume und Waschnischen

Das vorangestellte routinemäßige Händewaschen ist nicht mehr Teil der chirurgischen Händedesinfektion (KRINKO 2007). Ein abgeschlossener zentraler Waschraum ist nicht notwendig und arbeitsorganisatorisch meist nicht so günstig wie dezentrale, nah an den einzelnen OP-Sälen gelegene und seitlich geschützte Waschnischen. Dennoch muss innerhalb der OP-Abteilung weiterhin die Möglichkeit bestehen, dass sich das Personal bei Bedarf die Hände waschen kann. Vorteilhaft ist, wenn das Händedesinfektionsmittel bei der Händedesinfektion nicht auf den Boden, sondern in ein Waschbecken oder eine Waschrinne tropft. Waschbecken sind mit einer berührungsfreien Armatur (am besten einem Ellenbogenmischhebel), Flüssigseifen-, Händedesinfektionsmittel- und Papierhandtuchspendern sowie einem Abwurfbehälter auszustatten. Der Wasserstrahl muss so gerichtet sein, dass er nicht direkt auf den Siphon trifft, um nicht zum Auf- und Verspritzen von kontaminiertem Wasser aus dem Abfluss zu führen.

## Einleitungsräume

Ob die Narkoseeinleitung im OP-Saal oder einem Einleitungsraum erfolgt, hat organisatorische und keine hygienischen Gründe.

Prinzipiell können Einleitungsräume auch flexibel für mehrere beieinander liegende Operationssäle genutzt werden. Aus hygienischer Sicht sind spezielle

Ausleitungsräume nicht erforderlich und werden heute kaum noch vorgesehen, da in den meisten Fällen die Ausleitung innerhalb des OP-Saals erfolgt. Weiterhin ist die Narkoseausleitung im Einleitungsraum möglich, wenn dadurch der Arbeitsablauf und weitere Patiententransporte nicht behindert werden.

Benötigte Materialien werden im Einleitungsraum in Schränken geschützt gelagert. In vielen Fällen werden Kombinationen aus Unter- und Oberschränken mit einer Arbeitsfläche, in der ein Waschbecken integriert ist, eingebaut. Dieses sollte bei Einbaueinheiten stets randständig und mit einem Spritzschutz ausgestattet sein, um die angrenzende Arbeitsfläche und Materialien zu schützen.

Im Einleitungsraum muss (mindestens) ein Händedesinfektionsmittelpender installiert sein. Wird im Einleitungsraum selbst der Einbau eines Waschbeckens nicht gewünscht, so muss in der Nähe eine Möglichkeit zum Händewaschen bestehen.

### Entsorgungs- und Putzraum

Innerhalb der OP-Abteilung sollten ausreichend große Räume für Ausguss, Putzmittel, zur Zwischenlagerung des Putzwagens sowie zur Entsorgung der Abfall- und Schmutzwäschesäcke vorhanden sein. Bei günstiger Positionierung des Entsorgungsraums kann die Entsorgung direkt von außen erfolgen. Ein separates Ausgussbecken für Schmutzwasser ist einzubauen. In allen unreinen Arbeitsräumen sind Händedesinfektionsmittelpender zu installieren.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes kann ein Abzug erforderlich sein, wenn Biopsate oder Organteile in Formaldehyd konserviert werden. Zu diesem Aspekt sollte im Bedarfsfall eine Fachkraft für Arbeitssicherheit bei der Planung hinzugezogen werden.

- **Grundsätzlich ist die Kombination von Entsorgungs-, unreinem Arbeits- und Putzraum in einem Raum möglich (KRINKO 2000). Dieser muss dann allerdings ausreichend groß konzipiert werden.**

### Aufwachraum

Der Aufwachraum ist meist günstig am Übergang von der OP-Abteilung zum allgemeinen

Klinikbereich gelegen. Üblicherweise wird er als eine sogenannte grün-weiße Zone geführt.

Der Pflegestützpunkt sollte über einen ausreichend großen Dokumentationsarbeitsplatz (z. B. für Computer, Bildschirm und Tastatur) sowie Schränke für die geschützte Lagerung von Medikamenten, Hilfsmaterial, Bettwäsche etc. verfügen und eine separate Fläche zum Anrichten von Medikamenten und Infusionen haben.

In der Nähe eines jeden Bettplatzes muss ein Händedesinfektionsmittelpender zur Verfügung stehen. Die Anordnung der Bettplätze muss ein berührungsfreies Arbeiten und eine suffiziente Abschirmung der Privatsphäre der Patienten (z. B. durch leicht zu reinigende und wischdesinfizierbare falt- oder mobile Trennwände, sogenannte spanische Wand) ermöglichen. Weniger günstig sind reine Vorhänge, da diese häufig unflexibel sind und ihre Reinigung – wenn keine Wischdesinfektion möglich ist – aufwendig werden kann.

Wird der Aufwachraum als postanästhesiologische Überwachungsstation (PACU) mit ggf. 24-Stunden-Aufenthalt der Patienten geführt, muss der Platzbedarf der Bettplätze entsprechend großzügig kalkuliert werden. Außerdem sollten je nach Ausmaß der Behandlungsintensität (z. B. Nachbeatmung) die Maßstäbe einer IMC- oder Intensivstation zugrunde gelegt werden.

In der Nähe des Aufwachraums sind ein Handwaschbecken, ein unreiner Arbeitsraum mit Steckbeckenspüle und Toiletten für Patienten (und Personal) einzuplanen.

### 5.4.3 Anforderungen an spezifische Eingriffe

Im Bundesgesundheitsblatt 5/1994 wurde die Anlage zu Ziffern 5.1 und 4.3.3 der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention „Anforderungen der Hygiene beim ambulanten Operieren in Krankenhaus und Praxis“ veröffentlicht, die in Zusammenarbeit mit dem Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V. (BDC), der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, den Spitzenverbänden der Krankenkassen und dem Robert Koch-Institut erarbeitet und von der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beraten und verabschiedet wurde.

Die Zuordnung von operativen Eingriffen zu den räumlichen Anforderungen wurde vom BDC vorgeschlagen und von der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention ergänzt und beschlossen (RKI 1997).

■ Tab. 5.2 zeigt eine Einteilung der operativen Eingriffe gemäß § 115 (Abs. 1) 1. SGB V der katalogisierten ambulant durchführbaren Operationen

laut Mindestanforderung der Anlage zu Ziffer 5.1 „Anforderungen der Hygiene beim ambulanten Operieren in Krankenhaus und Praxis“ und der Anlage zu Ziffern 4.3.3 „Anforderungen der Hygiene an die funktionell-bauliche Gestaltung von Operationsabteilungen, von Einheiten für kleine operative Eingriffe sowie von Untersuchungs- und Behandlungsräumen für operative Fachgebiete“.

■ Tab. 5.2 Eingriffe und räumliche Anforderungen (OP bzw. Eingriffsraum). Erläuterungen siehe Fließtext

OP	E	Eingriff
<b>Kapitel F: Innere Medizin</b>		
×		Thoraskopie oder Mediastinoskopie
	×	Laparoskopie/Pelviskopie
<b>Kapitel J: Gynäkologie</b>		
	×	Transzervikale Gewinnung von Chorionzottergewebe unter Ultraschallsicht
	×	Transabdominale Blutentnahme aus der Nabelschnur unter Ultraschallsicht
	×	Entfernung von Nachgeburt
	×	Naht eines oder mehrerer Zervixrisse
×		Operation einer Extrauterinschwangerschaft mit Entfernung des Eileiters
	×	– Endoskopisch
×		Operation einer Extrauterinschwangerschaft unter Erhaltung des Eileiters
	×	– Endoskopisch
	×	Beendigung einer Fehlgeburt
	×	Ausräumung einer Blasenmole oder einer „missed abortion“
	×	Messerkonisation der Portio
	×	Durchtrennung oder Sprengung eines Narbenstrangs der Scheide
	×	Abrasio der Gebärmutterhöhle
	×	Hysteroskopie
×	×	Vordere Scheidenplastik
	×	Hintere Scheidenplastik
×	×	Plastische Operation am Gebärmutterhals
	×	Cerclage bei Zervixinsuffizienz
	×	Kolpozöliotomie
	×	Versorgung vaginaler Nachblutung
	×	Exstirpation oder Marsupialisation von Vaginalzysten oder Bartholin-Zysten
×		Operation an den Adnexen einer Seite und/oder an der Gebärmutter
	×	– Endoskopisch
	×	Gewinnung von Eizellen zur In-vitro-Fertilisation
	×	Gewinnung von Eizellen und intratubarer Transfer

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
<b>Kapitel K: Augenheilkunde</b>		
	x	Entfernung einer Geschwulst, von Fremdkörpern aus der Augenhöhle
	x	Operation der Augenhöhle
	x	Tränensackexstirpation der Tränendrüse
	x	Plastische Korrektur der Lidspalte
	x	Operation der Lidsenkung
	x	Operation der Lidsenkung mit direkter Lidhebeverkürzung
	x	Augenlidplastik mittels Hautlappenverschiebung
	x	Naht einer Bindehaut oder einer nicht perforierenden Hornhaut- oder nicht perforierenden Lederhautwunde
x		Verlängerung, Verkürzung oder Verlagerung eines geraden Augenmuskels
x		Verlängerung, Verkürzung oder Verlagerung eines oder beider schrägen Augenmuskeln
x	x	Eröffnung, Spülung und/oder Wiederherstellung der vorderen Augenkammer je nach Aufwand
x		Diszision der Linse oder Diszision oder Laser Ausschneidung des Nachstars: – offen
x	x	– Laser
x		Staroperation
x		Operation des grauen Stars mit Implantation einer intraokularen Linse
x		Extrakapsuläre Operation des grauen Stars mittels Saug-Spül-Verfahren
x		Phakoemulsifikation
x		Implantation einer intraokularen Linse
x		Operative Extraktion oder Reposition einer intraokularen Linse
x	x	Hintere Sklerotomie je nach Aufwand
	x	Zyklodiatthermieoperation
x		Operative Regulierung des Augeninnendrucks
x	x	– Laser
x		– Offen
x		Fistelbildende Operation bei Glaukom
x		Goniotrepanation, Goniotomie bei Glaukom
	x	Licht- bzw. Laserkoagulation der Netz- oder Aderhaut
	x	Behandlung einer vaskulären Netzhauterkrankung mittels Diathermie- oder Kryokoagulation
x		Entfernung von Glaskörpergewebe aus der vorderen Augenkammer
	x	Glaskörperstrangdurchtrennung und/oder Entfernung von Glaskörpergewebe – Laser
x		– Offen
x		Hornhauttransplantation einschl. Trepanation

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
<b>Kapitel L: Hals – Nasen – Ohren</b>		
	x	Entfernung festsitzender Fremdkörper aus der Nase
	x	Abtragung einer Nasenmuschel
	x	Entfernung von Nasenpolypen
	x	Resektion an der Nasenscheidenwand
	x	Resektion an der Nasenscheidenwand mit Resektion der ausgedehnten knöchernen Leiste
	x	Plastische Korrektur am Nasenseptum und an den Weichteilen zur Wiederherstellung der Nasenatmung
	x	Plastische Korrektur am Nasenseptum, an den Weichteilen und am knöchernen Nasengerüst
	x	Plastische Operation zum Verschluss einer Nasenscheidewandperforation
	x	Operative Korrektur eines Nasenflügels
	x	Beseitigung eines Choanenverschlusses
	x	Tränensackoperation vom Naseninneren aus
	x	Fensterung einer Kieferhöhle vom Mundvorhof aus
	x	Fensterung einer Kieferhöhle von der Nase aus
	x	Ausräumung einer Kieferhöhle von der Nase aus
	x	Radikaloperation einer Kieferhöhle
	x	Operativer Verschluss einer retroaurikulären Öffnung oder einer Kieferhöhlenfistel
	x	Anbohrung einer Stirnhöhle von außen
	x	Operative Eröffnung einer Stirnhöhle vom Naseninneren aus
	x	Keilbeinhöhlenoperation der Siebbeinzellen von der Nase aus
	x	Keilbeinhöhlenoperation der Siebbeinzellen von der Nase aus, einschl. Abtragung einer Nasenmuschel
x	x	Operative Eröffnung einer Stirn-, Kieferhöhle oder Siebbeinzelle von außen
	x	Keilexzision aus der Zunge
	x	Operative Behandlung einer konservativ unstillbaren Nachblutung nach Tonsillektomie
	x	Eröffnung eines retrotonsillären Abszesses
	x	Entfernung der Rachenmandel unter Sicht
	x	Operative Behandlung einer konservativ unstillbaren Nachblutung nach Adenotomie
	x	Entfernung eines oder mehrerer Speichelsteine
	x	Exstirpation der Unterkieferspeicheldrüse
	x	Fremdkörperentfernung aus dem Kehlkopf
	x	Probeexzision aus dem Kehlkopf
	x	Entfernung von Polypen aus dem Kehlkopf
	x	Mikrochirurgische Entfernung von Polypen aus dem Kehlkopf

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
	x	Endolaryngeale Resektion eines Stimmbands
	x	Verschluss des Tracheostomas
	x	Operative Beseitigung einer Stenose im knöchernen Teil des Gehörgangs
	x	Anlage einer Paukenhöhlendrainage
	x	Eröffnung der Paukenhöhle durch temporäre Trommelfellaufklappung
		Myringoplastik vom Gehörgang aus
		Operative Eröffnung des Warzenfortsatzes
x		Operative Eröffnung des Warzenfortsatzes mit Freilegung sämtlicher Mittelohrräume
x		Operation eines Mittelohrtumors
x		Tympanoplastik mit Interposition, als selbständige Leistung
x		Tympanoplastik mit Interposition und Aufbau der Gehörknöchelchenkette
	x	Operative Korrektur absteigender Ohren
	x	Operative Korrektur der Ohrmuschelform
	x	Operative Korrektur der Ohrmuschelform, -größe und -stellung
<b>Kapitel M: Urologie</b>		
	x	Endoskopische Untersuchung der Harnröhre
	x	Innere Harnröhrenschlitzung unter Sicht
	x	Plastische Versorgung einer Meatusstriktur
	x	Operative Beseitigung einer Paraphimose
	x	Plastische Operation der Vorhaut
	x	Unterbindung eines Samenleiters
	x	Varikozelenoperation skrotal
	x	Varikozelenoperation mit Unterbindung der Vena spermatica, skrotal
x		- Retroperitoneal, inguinal
x	x	Operation einer Hydro- und/oder Spermatozele
x	x	Entfernung eines Hodens, ggf. einschl. Nebenhoden
x	x	Entfernung eines Nebenhodens
x	x	Operative Freilegung eines Hodens
x		Operation eines Leistenhodens
	x	Teilresektion der Prostata
x	x	Operative Entfernung eines Prostataadenoms als transurethrale Resektion (TUR)
	x	Resektion des Harnblasenhalses bei der Frau
	x	Ureterorenoskopie
	x	Operative Anlage einer Harnblasenfistel
	x	Zertrümmerung und Entfernung von Blasensteinen
	x	Ausräumung einer Bluttamponade der Harnblase

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
	x	Operativer Eingriff in der Harnblase transurethral, z. B. Koagulation
	x	Operativer Eingriff in der Harnblase transurethral zur Entfernung von Fremdkörpern
	x	Perkutane Anlage einer Nierenfistel
<b>Kapitel N II: Chirurgie/Orthopädie</b>		
	x	Exzision eines oder mehrerer Lymphknoten
x	x	Exzision von tiefliegendem Körpergewebe
	x	Exzision einer großen Geschwulst oder eines Schleimbeutels oder Exstirpation einer Pilonidalzyste oder -fistel
x	x	Exzision einer großen Geschwulst mit Entfernung von Muskeln und Ausräumung des regionären Lymphstromgebiets
x	x	Diagnostische Exstirpation eines tastbaren Mammatumors
	x	Diagnostische Exstirpation eines in bildgebenden Verfahren auffälligen, nicht als Tumor tastbaren Brustgewebestücks
x		Absetzen einer Brustdrüse
x		Subkutane Mastektomie
x		Absetzen einer Brustdrüse mit Entfernung von Brustmuskelgewebe
x		Teilresektion einer Brustdrüse
x		Ausräumung des regionären Lymphstromgebiets
x		Reduktionsplastik der Mamma
x		Aufbauplastik der Mamma/Implantation einer Mammaprothese
x		Rekonstruktive Aufbauplastik nach Mammaamputation
x		Rekonstruktive Aufbauplastik nach Mammaamputation einschl. Verschiebelappenplastik
x		Operative Entnahme einer Mamille
x		Replantation einer verpflanzten Mamille
x		Rekonstruktion einer Mamille
	x	Eröffnung eines tiefliegenden Abszesses
	x	Eröffnung einer Phlegmone oder eines Karbunkels
x	x	Tiefreichende, die Faszie und ggf. die darunterliegenden Körperschichten durchtrennende Entlastungsinzisionen
	x	Vollhauttransplantation zur Deckung eines kleinen Hautdefekts
	x	Überpflanzung von Epidermisstücken zur Deckung kleiner Hautdefekte
x	x	Vollhauttransplantation zur Deckung großer Hautdefekte
x	x	Verschiebeplastik zur Deckung eines großen Hautdefekts
	x	Transplantation haartragender Hautimplantate
	x	Schleimhauttransplantation einschließlich operativer Unterminierung der Entnahmestelle
x	x	Implantation eines Hautexpanders
x	x	Implantation eines subkutanen, auffüllbaren Medikamentenreservoirs

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
×		Anlage eines Rundstiellappens
×		Interimistische Implantation eines Rundstiellappens
×		Implantation eines Rundstiellappens, einschl. Modellierung am Ort
	×	Operative Entfernung eines Naevus flammeus
×	×	Operative Korrektur einer entstellenden Gesichtsnarbe
×	×	Exzision einer großen und funktionsbehindernden Narbe, einschl. plastischer Deckung
<b>Kapitel N III: Chirurgie/Orthopädie</b>		
	×	Eröffnung eines ossalen Sehnenscheidenpanaritiums
	×	Operative Versorgung einer Hohlhandphlegmone
×	×	Operation eines Ganglions an einem Hand-, Fuß- oder Fingergelenk
	×	Exstirpation eines Tumors der Finger- oder Zehenweichteile
	×	Operative Beseitigung einer Schnürfurche
×	×	Sehnenscheidenstenosenoperation
×	×	Operation der Tendosynovitis im Bereich eines Handgelenks
×	×	Sehnenscheidenradikaloperation
	×	Abtragung einer häutigen Verbindung zwischen Fingern oder Zehen
×	×	Operation einer von einem Finger- oder Zehengelenk ausgehenden Doppelbildung
×		Operation der Syndaktylie mit Vollhautdeckung
×		Operation einer Hand- oder Fußmissbildung an Knochen
×	×	Muskel- und/oder Fasziennaht
×	×	Präparation und Naht einer Strecksehne
×		Präparation und Naht einer Beugesehne
×	×	Präparation und Durchtrennung einer Sehne, eines Muskels
×	×	Raffung, Verkürzung, Verlängerung oder plastische Ausschneidung einer Sehne oder Faszie
×	×	Operative Lösung von Verwachsungen um eine Sehne
×	×	Operative Lösung von Verwachsungen um mehrere Sehnen
×		Verpflanzung einer Sehne oder eines Muskels
×	×	Stellungskorrektur der Hammerzehe mit Sehnenverpflanzung
×		Operative Herstellung eines Sehnenbetts
×		Freie Sehnentransplantation
×	×	Operation der Dupuytren-Kontraktur mit teilweiser Entfernung der Palmaraponeurose
×		– Mit vollständiger Entfernung der Palmaraponeurose
×		Operation des Karpal- oder Tarsaltunnelsyndroms
	×	Amputation oder Exartikulation eines Fingers
×	×	Amputation eines Fingerstrahls in der Mittelhand

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
<b>Kapitel IV: Chirurgie/Orthopädie</b>		
×	×	Stabilisierung einer Fraktur mittels perkutaner Drahtfixation
×		Osteosynthese eines kleinen Röhrenknochens
×		Osteosynthese von Schlüsselbein, Olecranon, Kniescheibe, Innen- oder Außenknöchel
×		Operation der Pseudarthrose des Kahnbeins, der Handwurzel oder Arthrose zwischen 2 Handwurzelknochen
×		Osteosynthese eines großen Röhrenknochens
×		Osteotomie eines kleinen Röhrenknochens
×		Osteotomie und/oder vollständige oder teilweise Resektion eines kleinen Knochens
	×	Entfernung von Osteosynthesematerial aus einem kleinen Röhrenknochen
×	×	Entfernung von Osteosynthesematerial aus einem großen Röhrenknochen je nach Ausdehnung
×		Entnahme von Knorpel- oder Knochenmaterial zur freien Verpflanzung
×	×	Implantation von Knorpel, Knochen
×	×	Probeausmeißelung aus einem Knochen
×	×	Knochenaufmeißelung oder Nekrotomie
×	×	Resektion eines kleinen Knochens und ggf. eines benachbarten Gelenkanteils
×		Operativer Ersatz eines Handwurzelknochens durch Implantat
×	×	Exostosenabmeißelung
	×	Exostosenabmeißelung bei Hallux valgus
×		Operation des Hallux valgus
×		Operative Behandlung des Bandscheibenvorfalles
<b>Kapitel N V: Chirurgie/Orthopädie</b>		
×	×	Operative Einrenkung der Luxation eines Finger-, Daumen- oder Zehengelenks
×	×	Operative Einrenkung der Luxation eines Hand-, Fuß- oder Kiefergelenks
×		Operative Einrenkung der Luxation eines Ellenbogen-, Schulter-, Knie- oder Hüftgelenks
×		Primäre Naht oder Reinsertion eines Bands und/oder Naht der Gelenkkapsel eines Finger- oder Zehengelenks
×		Primäre Naht des Bandapparats eines Daumen-, Kiefer-, Hand- oder Sprunggelenks
×		Primäre Naht oder Reinsertion eines Bandes und/oder Naht der Gelenkkapsel eines Schulter-, Ellenbogen-, Hüft- oder Kniegelenks
×		Bandplastik eines Finger- oder Zehengelenks
×		Bandplastik des Sprunggelenks und/oder der Syndesmose
×		Operation eines Meniskus
×	×	Operative Fremdkörperentfernung aus einem Kiefer-, Finger-, Hand-, Zehen- oder Fußgelenk

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
×		Operative Entfernung freier Gelenkkörper oder von Fremdkörpern aus einem Schulter-, Ellenbogen- oder Kniegelenk
×		Operative Entfernung einer Kniekehlenzyste (Baker-Zyste)
×	×	Synovektomie in einem Finger- oder Zehengelenk
×		Synovektomie in einem Hand- oder Fußgelenk
×		Synovektomie in einem Schulter-, Ellenbogen- oder Kniegelenk
×		Arthroskopische Untersuchung, ggf. einschl. Entnahme von Gewebeproben aus Weichteilen, Knorpel oder Knochen
×		Arthroskopische Operation mit Meniskus-(Teil-)Resektion Plica-(Teil-)Resektion, (Teil-)Resektion des Hoffa-Fettkörpers und/oder Entfernung freier Gelenkkörper
×		Arthroskopische Operation mit Knorpelglättung(en), Pridie-Bohrung(en), Patella-Shaving, Lateral Release und/oder Entfernung eines Meniskusganglions
×		Arthroskopische Operation mit Synovektomie, gelenkplastischer Abrasio, Fixierung von Knorpeldissekatanten, Patellazügelung, Meniskusnaht, Meniskusrefixation, Bandnaht, Bandraffung und/oder plastischem Ersatz eines Bands
×	×	Eröffnung eines Finger- oder Zehengelenks, ggf. einschl. Drainage
×	×	Eröffnung eines Kiefer-, Hand- oder Fußgelenks, ggf. einschl. Drainage
×		Eröffnung eines Ellenbogen- oder Kniegelenks, ggf. einschl. Drainage
×		Eröffnung eines Schulter- oder Hüftgelenks, ggf. einschl. Drainage
×	×	Denervation eines Finger- oder Zehengelenks
×	×	Denervation eines Hand-, Ellenbogen-, Fuß- oder Kniegelenks
	×	Drahtstiftung zur Fixierung eines kleinen Gelenks (Finger-, Zehengelenk)
×	×	Drahtstiftung zur Fixierung mehrerer kleiner Gelenke oder Drahtstiftung an Daumenbasis, Mittelhand oder Mittelfuß
×	×	Operative Versteifung eines Finger- oder Zehengelenks
×		Arthroplastik eines Finger- oder Zehengelenks
×		Arthroplastik eines Kiefer-, Hand- oder Fußgelenks
×		Arthroplastik eines Ellenbogen-, Schulter- oder Kniegelenks
	×	Resektion eines Finger- oder Zehengelenks
×		Operativer Einbau eines künstlichen Finger- oder Zehengelenks oder einer Fingerprothese
×		Entfernung einer Kniescheibenprothese oder Patellektomie
<b>Kapitel N VI: Chirurgie/Orthopädie</b>		
	×	Tracheotomie
×	×	Exstirpation einer lateralen Halszyste oder Halsfistel oder Divertikelresektion im Halsbereich
×	×	Exstirpation einer medianen Halszyste oder Halsfistel, ggf. einschl. Teilresektion des Zungenbeins
×		Operation eines Leisten- oder Schenkelbruchs

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
×		Operation eines Nabel-, Mittellinien oder Narbenbruchs
×		Operation eines Nabel-, Mittellinien- oder Narbenbruchs mit Muskel- und Faszienverschiebeplastik, ggf. einschl. Darmresektion
×		Operation eines eingeklemmten Leisten- oder Schenkelbruchs, ggf. einschl. Darmresektion oder Operation eines Leistenbruch- oder Schenkelbruchrezidivs
	×	Diagnostische Peritonealspülung (Peritoneallavage)
×		Exstirpation des Meckel-Divertikels, ggf. einschl. Appendektomie
×		Exstirpation des Wurmfortsatzes (Appendektomie)
×		Verschluss eines Anus praeter
	×	Blutige Erweiterung des Mastdarmschließmuskels (Sphinkterotomie)
	×	Operation einer Analfissur, ggf. einschl. Sphinkterotomie, ggf. einschl. Exzision
	×	Operative Versorgung einer Mastarmverletzung
	×	Operation einer intersphinkteren perianalen Fistel
	×	Operation einer transsphinkteren perianalen Fistel
	×	Exzision von Hämorrhoidalknoten, segmentär nach Milligan-Morgan
	×	Exzision von Hämorrhoidalknoten, submukös nach Parks
<b>Kapitel N VII: Chirurgie/Orthopädie</b>		
	×	Operative Anlage einer Pleuradrainage, ggf. einschl. Rippenteilresektion
×		Schrittmachererstimplantation einschl. Elektrodenplatzierung oder Elektrodenwechsel bei implantiertem Schrittmacheraggregat
×		Wechsel des Schrittmacheraggregats
×	×	Implantation eines permanenten Zugangs (Port) zu einem Gefäß
×	×	Freilegung und Unterbindung einer tiefen Vene oder einer Arterie an den Gliedmaßen
×		Rekonstruktion einer durch Verletzung eröffneten tiefen Vene oder einer Arterie an den Gliedmaßen durch Gefäßnaht
	×	Freilegung eines Blutgefäßes am Hals und Unterbindung oder Naht
×		Rekonstruktive Operation an einer Finger- oder Zehenarterie, mikrochirurgisch
×		Anlage eines arteriovenösen Shunts zur Hämodialyse
×		– Mit freiem Transplantat
	×	Beseitigung eines arteriovenösen Shunts
×	×	Exstirpation oder subfasziale Ligatur von jeweils bis zu 3 Seitenastvarizen oder insuffizienten Perforansvenen
×		Crossektomie und/oder Exstirpation der Vena saphena magna und/oder parva, ggf. einschl. Exstirpation oder subfaszialer Ligatur von Seitenastvarizen oder insuffizienten Perforansvenen
×		Rekonstruktive Operation an den Körpervenvenen unter Ausschluss der Hohlvenen (Thrombektomie, Transplantatersatz, Bypassoperation)
×		– Mit Anlegen einer temporären arteriovenösen Fistel

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
<b>Kapitel N VIII: Chirurgie/Orthopädie</b>		
×		Ventrikuläre intrakorporale Liquorableitung mittels Ventilsystem
×		Dauerimplantation von Reizelektroden zur Dauerstimulation des Rückenmarks, ggf. einschl. Durchleuchtung (BV/TV), ggf. einschl. Implantation eines Empfangsgeräts, ggf. einschl. Testsimulation
×	×	Freilegung und Durchtrennung oder Exhairese eines Nerven
×	×	Freilegung und Exhairese eines peripheren Trigeminasastes
×	×	Neurolyse
×	×	Neurolyse mit Nervenverlagerung und Neueinbettung
×		End-zu-End-Naht eines Nervs im Zusammenhang mit einer frischen Verletzung
×		Sekundärnaht eines peripheren Nervs durch epineurale Naht
×		Interfaszikuläre mikrochirurgische Nervennaht
×		Interfaszikuläre mikrochirurgische Nervennaht mit Defektüberbrückung durch Transplantat
×		Verödung oder Verkochung des Ganglion Gasseri
	×	Stereotaktische Thermokoagulation des Ganglion Gasseri
×		Denervation der kleinen Wirbelgelenke
<b>Kapitel N IX: Chirurgie/Orthopädie</b>		
	×	Operative Behandlung einer konservativ unstillbaren Blutung im Mund-Kiefer-Bereich
	×	Freilegung und/oder Entfernung eines retinierten oder verlagerten oder tief zerstörten Zahns
	×	Freilegung und/oder Entfernung eines retinierten oder verlagerten oder tief zerstörten Zahns durch Osteotomie
	×	Entfernung eines vollständig impaktierten Zahns durch Osteotomie oder Entnahmeosteotomie zur Zahntransplantation
	×	Osteotomie zur Entfernung tiefliegender Fremdkörper oder Sequester aus dem Kiefer
	×	Transplantation eines Zahns, einschl. operativer Schaffung des Knochenbetts
	×	Resektion einer Wurzelspitze an einem Seitenzahn
	×	Operation einer Kieferzyste durch Zystostomie
	×	Lippen- oder Zungenbandplastik
	×	Gingivoplastik im Bereich von mehr als 4 Zähnen einer Kieferhälfte
	×	Operative Entfernung eines Schlotterkamms oder Lappenfibroms
	×	Partielle Vestibulumplastik, je Kieferhälfte
	×	Mundboden- oder totale Vestibulumplastik
	×	Knochenresektion am Alveolarfortsatz zur Formung des Prothesenlagers im Frontzahnbereich oder in einer Kieferhälfte
×	×	Partielle Resektion des Ober- und Unterkiefers, auch Segmentosteotomie

■ Tab. 5.2 Fortsetzung

OP	E	Eingriff
×		Überbrückungsosteosynthese eines Kieferdefekts unter Verwendung von Knochen oder alloplastischem Material
	×	Operation einer Lippenspalte oder Naseneingangsplastik bei Lippen-/Kieferspaltformen oder Verschluss des weichen oder harten Gaumens
	×	Operativer Verschluss von perforierenden Defekten im Bereich von Gaumen oder Vestibulum
	×	Reimplantation eines Zahns
	×	Allmähliche Reposition des einmal gebrochenen Ober- oder Unterkiefers oder eines schwer einstellbaren oder verkeilten Bruchstücks des Alveolarfortsatzes
×		Allmähliche Reposition einer Mehrfach-, Trümmer- oder Defektfraktur des Ober- oder Unterkiefers oder von dislozierten Transversal- und/oder Sagittalfrakturen des Oberkiefers
	×	Fixation eines gebrochenen Kiefers durch Osteosynthese oder Aufhängungen
	×	Operative Einrichtung eines gebrochenen Gesichtsknochens
	×	Operative Einrichtung eines gebrochenen Kiefer- oder Gesichtsknochens und Fixation durch Osteosynthese und Aufhängungen
	×	Einrichtung und Fixation eines gebrochenen Kiefers außerhalb der Zahnreihen durch intraorale Schiene oder Stützapparat
	×	Anlegen einer Schiene bei Erkrankungen oder Verletzungen des Ober- oder Unterkiefers oder des Kiefergelenks oder als Hilfsschiene im unverletzten Kiefer bei Kieferfrakturen oder Anlegen eines extraoralen Extensions- oder Retentionsverbands
	×	Anlegen einer Schiene am gebrochenen Ober- oder Unterkiefer
	×	Operative Entfernung von Osteosynthesematerial aus einem Kiefer- oder Gesichtsknochen einer Kieferhälfte
<b>Kapitel Q I: Strahlendiagnostik</b>		
	×	Perkutane, transluminale Dilatation und Rekanalisation von Arterien mit Ausnahme der Koronararterien
	×	Embolisation einer oder mehrerer Arterien im Kopf-/Halsbereich
	×	Embolisations- bzw. Sklerosierungsbehandlung einer Varikozele

Dabei entspricht nach Ziffer 3.1 der Anlage 5.1 der Operationsraum dem Eingriffsraum (= E) nach Ziffer 3 der Anlage 4.3.3. Nach Ziffer 4.1 der Anlage 5.1 entspricht der Operationsraum mit erhöhten Anforderungen an die Keimarmut dem Operationsraum (= OP). Bei der Zuordnung von operativen Eingriffen ist für Eingriffe oralchirurgischer Art der zahnärztliche Behandlungsraum dem Eingriffsraum gleichzusetzen.

➤ Diese Tabelle wird in der Regel von den Behörden zur Frage, welche Eingriffe in welchem Raum durchgeführt werden können, herangezogen, auch wenn ihr keinerlei wissenschaftliche Evidenz zugrunde liegt.

Ein Vorschlag für eine aktualisierte Einteilung findet sich bei Kramer et al. (2012) sowie in einer

österreichischen Empfehlung des Arbeitskreises für Hygiene in Gesundheitseinrichtungen des Magistrats der Stadt Wien (MA 15 – Gesundheitsdienst der Stadt Wien, Stand 2013).

## 5.5 Intensivstationen

Die Intensivstation (ITS) stellt eine spezialisierte Funktionsabteilung dar, für die neben den zuvor genannten allgemeinen Anforderungen zusätzlich einige Besonderheiten zu beachten sind. Der Zugangsbereich zur Intensivstation muss aus Sicht der Hygiene nicht als Schleuse geplant werden. Allerdings sollte die ITS nur für befugtes Personal zugänglich sein. Besucher melden sich an und erhalten danach erst Einlass durch das zuständige ITS-Personal. Im Eingangsbereich ist ein (prominenter) Händedesinfektionsmittelspender zu installieren und die Besucher sind in ihrer korrekten Anwendung zu instruieren.

Die Anzahl an Intensivpflegebetten hängt in starkem Maße von der Größe und Art des Krankenhauses, der Art der operativen Eingriffe und den therapeutischen Ansätzen ab. Einer allgemeinen Übersicht über die Europäischen Krankenhäuser zufolge sind bei einem allgemeinen Krankenhaus durchschnittlich 5 %, in einer Universitätsklinik rund 10 % der Klinikbetten als Intensivbetten ausgewiesen (Valentin et al. 2011).

- Für Mehrbettzimmer werden pro Bettplatz ca. 20 m<sup>2</sup>, im Einzelzimmer 25 m<sup>2</sup> veranschlagt. Die Zimmer werden so geplant, dass eine Verkehrsfläche von ca. 2,5 m pro Bett zur Verfügung steht. Bei neonatologischen Intensivpflegestationen (NIPS) wird ein Mindestabstand von 2 m zwischen den Inkubatoren gefordert (KRINKO 2007).
- Die Durchgänge sollten ausreichend weit sein, um auch bei Betten mit orthopädischen Aufbauten, Beatmungsgeräten, Herz-Lungen-Maschinen, Dialysegeräten sowie Bildwandlern die Passage zu ermöglichen.
- Die meisten Intensivzimmer sind in der Regel nicht mit einem Sanitärraum ausgestattet. Im Zimmer selbst werden daher Waschbecken mit Hygieneausstattung eingebaut.
- 10–20 % der Zimmer auf der Intensivstation werden üblicherweise als Isoliereinheiten mit

Vorraum (Schleuse) geplant. Für spezielle Intensivstationen, wie beispielsweise Verbrennungs-, Transplantations- sowie Infektionsabteilungen, sind über 50 % der Räume als Isolierzimmer vorgesehen (Valentin et al. 2011).

- Die Vorräume (Schleusen) von Isolierzimmern sollten eine Fläche von ca. 3 m<sup>2</sup> aufweisen und Möglichkeiten zum Händewaschen, Lagern von Material sowie Abwurfmöglichkeiten und einen Händedesinfektionsmittelspender aufweisen.
- **Angegliederte Räume**
- Eine Intensivstation muss über einen eigenen reinen Arbeitsraum und einen unreinen Arbeitsraum verfügen. Die Größe der Räume orientiert sich am Bedarf und der Bettenzahl. Als Orientierung die Planung bei einer durchschnittlichen Größe werden für den reinen Arbeitsraum ca. 15 m<sup>2</sup> Fläche sowie für den unreinen Arbeitsraum ca. 25 m<sup>2</sup> Fläche genannt.
- Ein günstig platzierter Putzraum für die Unterbringung des Putzwagens sowie die Lagerung des benötigten Materials ist erforderlich. Als Orientierungsmaß sollten auf acht Patientenbetten mindestens 4 m<sup>2</sup> Fläche veranschlagt werden.
- Ver- und Entsorgungsräume sollten der Größe und Bettenzahl der Intensivstation angemessen groß konzipiert werden. Von der Station und von außen zugängliche Ver- und Entsorgungsräume sind für den Arbeitsablauf günstig und zu bevorzugen, sind jedoch nicht zwingend gefordert.
- Um den Materialbedarf einer Intensivstation ordnungsgemäß lagern zu können, wird empfohlen, pro Bett mindestens 10 m<sup>2</sup> Lagerfläche einzuplanen.
- Als weitere Räume sind Küche, Personalaufenthaltsraum sowie Personal- und Besucher-toiletten erforderlich.

Selbstverständlich sind die Flächenangaben nur orientierend zu verstehen. In Abhängigkeit zur Größe, Bettenzahl und dem Behandlungsschwerpunkt der ITS ist das jeweilige Flächenangebot entsprechend zu erhöhen.

### ■ Arbeitskleidung

Spezielle (farblich abgesetzte) Bereichskleidung für das Personal der ITS bietet keine Vorteile und ist aus hygienischer Sicht nicht erforderlich. Es kann die allgemein übliche zweckmäßige Dienstkleidung verwendet werden. Ist im Krankenhaus ein zentraler Umkleideraum vorgesehen, so können die Mitarbeiter der Intensivstation diese Räume selbstverständlich nutzen. Unabhängig hiervon muss auf der Intensivstation Wechselkleidung in ausreichender Stückzahl vorgehalten werden, damit sich das Personal bei versehentlichen Kontaminationen sofort umkleiden kann. Schutzkittel und flüssigkeitsdichte Schürzen sind auf der Intensivstation vorzuhalten.

### ■ Immunsupprimierte Patienten

Nach aktuellen Empfehlungen sollen für die isolierte Unterbringung von immunsupprimierten Patienten der Gruppen 2 und 3 die Patientenzimmer im relativen Überdruck zur Umgebung gehalten werden und mit einer **passiven Schleuse** ausgestattet sein (KRINKO 2010). Abwehrgeschwächte Patienten mit einer aerogen übertragbaren Infektionskrankheit (z. B. eine Varizellenpneumonie als Komplikation durch reaktivierte Windpockenviren ausgelöst) erfordern eine **aktive Schleuse**. In diesem Fall wird das Patientenzimmer im relativen Überdruck belüftet und die Schleuse bei negativem Druck gegenüber dem Zimmer sowie dem Patientenflur gehalten. Dies sollte bei der Planung der raumlufttechnischen Anlagen für Neu- und Umbauten berücksichtigt werden, falls geplant ist, auch immunsupprimierte Patienten der Gruppen 2 und 3 zu behandeln.

## 5.6 Lüftungstechnik

Vor Beginn der modernen Medizin wurde die Ursache von Krankheiten bestimmten **Miasmen** (griechisch: übler Dunst, Jauche) zugeschrieben. In der Vorstellung der vor-naturwissenschaftlich-begründeten Medizin wurde die Luft als ein maßgeblicher Weg für Infektionsübertragungen angesehen. Die Namensgebung beispielsweise der Malaria („schlechte Luft“) zeugt heute noch davon. Aus dieser Betrachtung heraus wurden auch Versuche zur Luftaufbereitung unternommen. Im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts versuchte der maßgebliche

Begründer der aseptischen Operationstechnik, Joseph Lister, die Luft im OP-Saal durch Versprühen von Desinfektionsmitteln zu entkeimen. Jahre später gestand er: „Was das Versprühen angeht: Ich schäme mich, es jemals empfohlen zu haben, um Mikroben in der Luft abzutöten [...] die] dadurch unmöglich ihrer Vitalität beraubt worden wären [...] In der Chirurgie können schwebende Partikel in der Luft außer Acht gelassen werden [...] wenn] wir darauf vertrauen können, dass wir und unsere Assistenten keine septischen Verschmutzungen aus anderen Quellen in die Wunde hineintragen“ (Sir Joseph Lister 1890).

Moderne raumlufttechnische (RLT-)Anlagen sollen in erster Linie zu einer Verbesserung der Qualität der Innenraumluft führen. Die technische Leistungsfähigkeit und der medizinische Nutzen von RLT-Anlagen mit dazugehöriger Filterung, um die Zuluft von hochgradig immunsupprimierten Patienten vor Keimen und Sporen zu befreien, sind unbestritten, und ihr Einsatz wird eindeutig empfohlen (KRINKO 2010).

### ■ Lüftungstechnik im OP-Bereich

Im OP-Bereich sind jedoch andere Faktoren von weit größerer Bedeutung, um postoperative Wundinfektionen (SSI) effektiv zu vermeiden (KRINKO-Kommentar 2010). Der jeweilige Bedarf an Lüftungstechnik muss anhand des OP-Spektrums eruiert werden und die RLT-Anlage muss angemessen dimensioniert und fachgerecht installiert werden. Damit die Anlagen dauerhaft zuverlässig die gewünschte Luftqualität bereitstellen können, müssen sie gut gewartet werden. Aus diesem Grund und auch aus Gründen der Energieeinsparung ist es sinnvoll, RLT-Anlagen ausschließlich dort zu installieren, wo sie aufgrund der hygienischen bzw. der klimaphysiologischen Anforderungen tatsächlich benötigt werden.

RLT-Anlagen in OP-Abteilungen haben verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Zunächst sollen sie ein angenehmes **Raumklima** (■ Tab. 5.3) erzeugen, damit ein konzentriertes Arbeiten im OP möglich ist. Ein Problem dabei ist, dass im OP-Saal Berufsgruppen mit unterschiedlich starker körperlicher Aktivität arbeiten. Mit der Höhe des Aktivitätsgrades geht aber auch eine höhere Anforderung an die Raumtemperierung einher. So kann eine für das OP-Team mit sterilem OP-Mantel optimal eingestellte Temperatur vom Patienten und/oder dem Anästhesiepersonal bereits als zu kühl empfunden werden. Ein Auskühlen des

■ **Tab. 5.3** Raumklima am OP-Arbeitsplatz  
(Empfehlungen der E DIN 1946-4:2016-06)

Raumtemperatur (frei wählbar)	Zwischen 19 °C und 26 °C In der Kinderchirurgie sogar >27 °C (nach Bedarf auch ≥32 °C) (DGKH 2002)
Außenluftstrom (mindestens)	1200 m³/h (Deutschland/Österreich); 800 m³/h (Schweiz)
Relative Raumluftfeuchte (maximal)	Zwischen 30 % und 60 % r. F. Zielwert auf 30 % r. F. beschränken (DGKH 2002)

Patienten bzw. des OP-Gebiets erhöht bekanntlich das Wundinfektionsrisiko und muss konsequent vermieden werden (AWMF 2014a, 2014b).

**Hypothermie** Für die Entstehung einer postoperativen Wundinfektion ist die Hypothermie des Patienten ein bedeutender Risikofaktor. Durch Studien ist belegt, dass die Rate an Wundinfektionen reduziert werden kann, wenn während des Eingriffs für den Erhalt der normalen Körpertemperatur beim Patienten gesorgt wird (Melling 2001). Während der Operation ist die Normothermie durch eine aktive Wärmezufuhr anzustreben, es sei denn, es besteht die klinische Notwendigkeit einer Hypothermie wie z. B. bei bestimmten Eingriffen der Herz-Thorax-Chirurgie (AWMF 2014a, AWMF 2014b).

#### ■ Anlagentypen

Unter dem Oberbegriff der RLT-Anlagen werden verschiedene Anlagentypen mit ganz unterschiedlicher Funktion zusammengefasst. Man unterscheidet Lüftungsanlagen, die lediglich Luft in Räume hineinblasen bzw. aus Räumen absaugen, von Klima- bzw. Teilklimaanlagen:

- Bei **Lüftungsanlagen** wird die Luft nicht behandelt.
- **Teilklimaanlagen** führen eine Teilbehandlung der Luft durch; sie wird entweder erhitzt, gekühlt oder befeuchtet. Maximal werden zwei dieser Behandlungsfunktionen installiert.
- Bei **Vollklimaanlagen** wird die Luft in allen Funktionen behandelt, d. h., sie wird sowohl erwärmt als auch gekühlt und – falls erforderlich – befeuchtet.

#### ■ Filter

In RLT-Anlagen in medizinischen Einrichtungen werden verschiedene Filterstufen eingebaut. Das „F“ steht dabei für „Feinfilter“, die Zahl dahinter gibt die Filterleistung, d. h. den Abscheidegrad, wieder:

- Die Installation der **ersten Filterstufe** befindet sich vor den Anlagenbauteilen, um sie vor grober Verschmutzung zu schützen. Hierzu werden Taschenfilter der Klassen (F5 bis) F7 eingesetzt. Sie dienen dem Schutz des Kanalsystems vor Verunreinigungen.
- Direkt nach den Anlagenteilen und vor dem Luftkanalsystem wird die **zweite Filterstufe** eingebaut. Hier werden Filter der Klasse F9 verwendet.

In Räumen mit hohen hygienischen Anforderungen an die zugeführte Raumluft (z. B. in OP-Sälen) werden im Wesentlichen spezielle Luftzuführungssysteme verwendet und ein **endständiger Schwebstofffilter** installiert, sodass die Zuluft dreistufig gefiltert wird. Die Schwebstofffilter werden mit „H“ bezeichnet, was für HEPA („high efficiency particulate air“) steht. Üblicherweise werden H-Filter der Klassen H13 oder H14 eingesetzt.

Die Standzeit, d. h. die Zeit zwischen dem Auswechseln der Filter, kann sehr unterschiedlich ausfallen. Während bei den beiden Vorfilterstufen der **Differenzdruck**, d. h. die Differenz zwischen dem Luftdruck vor und nach der Filterstufe, als Maß für die Schmutzbelastung der Filter und damit für das Wechselintervall gesehen werden kann, ist dies bei Schwebstofffiltern nicht möglich. Bei diesen Filtern kann lediglich der Differenzdruck zwischen Luftkanal und Raum bestimmt werden.

Die Standzeit eines Schwebstofffilters in modernen RLT-Anlagen kann 4–5 Jahre betragen. Die anderen Filterstufen müssen in kürzeren Abständen gewechselt werden. Als Kriterium für die Notwendigkeit eines Wechsels der Schwebstofffilter kann die Stellung des Volumenstromreglers benutzt werden (ÖNORM 2015). Der Volumenstrom dient dazu, den Luftvolumenstrom, der in den Raum hineingefördert wird, konstant zu halten. Mit zunehmender Schmutzbelastung des Schwebstofffilters muss die Luftmenge erhöht werden, d. h., der Volumenstromregler lässt eine immer größere Luftmenge passieren.

- **Nähert sich der Volumenstromregler seiner Endstellung, ist dies ein Zeichen, dass der Schwebstofffilter gewechselt werden muss.**

Die ordnungsgemäße Funktionsweise der Schwebstofffilter muss nicht nur bei der Installation, sondern auch in regelmäßigen periodischen Abständen überprüft werden. Bei der Installation (Wechsel) der Filter wird der dichte Sitz in der Zuluftöffnung mittels **Dichtsitzrille** getestet. Weiterhin wird durch eine **Partikelzahlmessung** über die gesamte Filterfläche die Dichtigkeit des Filters kontrolliert. Um die sichere Funktion des Schwebstofffilters zu ermöglichen, sollte diese Messung jährlich wiederholt werden (E DIN 1946-4:2016-06). Die Interpretation der Ergebnisse sollte aber immer durch einen Experten vorgenommen werden, da es konstruktionsbedingt je nach Anlage zu Unterschieden kommen kann.

Zusätzliche Messungen von Luftkeimzahlen werden aus infektionspräventiver Sicht nicht empfohlen (KRINKO-Kommentar 2010). Sie bringen keine zusätzlichen Aussagen über die Funktion der Filter. Ist der technische Zustand der Anlage und insbesondere der Filter, d. h. die Partikelzahlmessung, in Ordnung, so werden Keime in klinisch relevanter Form nicht über die Anlage eingebracht.

Endständige Schwebstofffilter werden nur für die OP-Säle und nicht für die OP-Nebenräume und OP-Flure gefordert.

#### ■ **Luftansaugung**

Es ist für die Luftqualität von entscheidender Bedeutung, wo die Luft angesaugt wird. Durch eine Klimaanlage kann die Luftqualität nur begrenzt verbessert werden. Unangenehme Gerüche, beispielsweise durch Verkehr oder Müllcontainer, werden von den gängigen Filtern nicht beseitigt. Um das Ansaugen von bakteriellen Erdsproren und Schimmelpilzen zu vermeiden, sollte die **Außenluftansaugung** mindestens 3 m über Erdniveau, begrünten Dachflächen u. Ä. erfolgen.

#### ■ **Zuluftbefeuchtung**

Ein aus Sicht der Krankenhaushygiene kritisches Bauteil einer Klimaanlage ist der Befeuchter. Bei **Umlaufsprühbefeuchtern** wird Wasser in eine Wanne gegeben und von dort zu Düsen gepumpt, die das Wasser in die Luft versprühen; das überschüssige Wasser gelangt wieder in das Reservoir und kann

verkeimen. Diese Art von Luftbefeuchtung ist nicht zulässig (E DIN 1946-4:2016-06).

Für OP-Einrichtungen empfiehlt sich ausschließlich die Verwendung von **Dampfbefeuchtern**, bei denen die Luft mit Wasserdampf angefeuchtet wird. Da Dampf bei Siedetemperatur gewonnen wird, ist das Verkeimungsrisiko praktisch ausgeschlossen.

Die relative Luftfeuchtigkeit sollte ganzjährig zwischen 30 % und 60 % r. F. betragen (E DIN 1946-4:2016-06) und wird im Allgemeinen als behaglich empfunden. Gelegentliche Unter- bzw. Überschreitungen von 20 % r. F. bzw. 75 % r. F. gelten als unbedenklich.

#### Tipp

In unseren Breiten kann für die meisten Räume auf eine Befeuchtung verzichtet werden. Nur an ganz wenigen Tagen sind die Luftfeuchten so niedrig, dass eine Befeuchtung wirklich sinnvoll wäre.

Von hygienischer Seite aus betrachtet, kann der Volumenstrom abgesenkt und die Luftbehandlungsfunktionen bzw. die gesamte RLT-Anlage während Nichtbetriebszeiten abgeschaltet werden. Wie Untersuchungen gezeigt haben, besteht dabei kein Unterschied in der Luftreinheit, wenn die Anlage über Nacht ausgeschaltet ist. Allerdings muss die raumluftechnische Anlage rechtzeitig vor Betriebsbeginn des OP-Saales wieder eingeschaltet werden, d. h. mindestens eine halbe bis eine Stunde vor OP-Beginn (Dettenkofer et al. 2003). In Österreich dürfen gemäß ÖNORM bereits seit 2007 die Lüftungsanlagen für OP-Räume sowie die zugehörigen Nebenräume mit Überströmluft bei Nichtbenützung (keine Person im Raum) abgeschaltet werden (ÖNORM 2015).

- **Bei Wiederinbetriebnahme der RLT-Anlage im OP muss der Vorlauf mindestens 30 min betragen.**

### 5.6.1 **Laminar Airflow und turbulenzarme Verdrängungsströmung**

Die Bezeichnungen „laminar airflow“ (LAF) sowie „turbulenzarme Verdrängungsströmung“ (TAV)

werden synonym verwendet. Die theoretische Überlegung zur Funktionsweise einer solchen Zuluftdecke beruht darauf, dass partikel- und damit keimarme Luft mit einer laminaren Strömung über ein Deckenfeld eingebracht und eine turbulenzarme Verdrängungsströmung von schwebstoffgefilterter Luft von oben nach unten erzeugt wird. Die Größe der heute empfohlenen und eingebauten Deckenfelder beträgt meist  $3,2\text{ m} \times 3,2\text{ m}$ . Über die einströmende Luft aus diesem Deckenfeld soll das eigentliche OP-Feld von potenziell kontaminierter Luft freigehalten werden. Die Strömung wird über die höhere Dichte der in Relation zur vorherrschenden Raumlufttemperatur kälteren Luft ermöglicht. Naturgemäß verursachen alle Objekte, die sich innerhalb dieser Verdrängungsströmung befinden, z. B. die OP-Leuchten sowie v. a. die Köpfe der Operateure, einen Strömungswiderstand. Zusätzlich werden durch die Temperatur der Objekte und der Menschen auch Thermik bedingte Vertikalbewegungen sowie Turbulenzen erzeugt, die die gewünschte gleichmäßige laminare Strömung und damit die angestrebte Funktion einer Zuluftdecke einschränken.

## Belüftungssysteme für OP-Säle

Im Wesentlichen stehen heute zwei Arten von Belüftungssystemen im Fokus:

- Turbulente Mischbelüftung mit Zufuhr keimarmer Luft über sogenannte Drall-Auslässe ohne Bildung einer dynamischen Abschirmung (auch konventionelle Belüftung genannt). Die zugeführte keimarme Luft vermischt sich gleichmäßig mit der Raumluft (Raumklasse IB gemäß DIN 1946-4:2088-12 oder Raumklasse I-TVS nach E DIN 1946-4:2016-06). Das zugeführte Luftvolumen liegt bei ca.  $3000\text{--}(4500)\text{ m}^3/\text{h}$ .
- Turbulenzarme Verdrängungsströmung. Das zugeführte Luftvolumen liegt bei ca.  $8000\text{--}10.000\text{ m}^3/\text{h}$  (Raumklasse IA gemäß DIN 1946-4:2008-12 oder Raumklasse I-TAV nach E DIN 1946-4:2016-06).

Folgende Aspekte sind für die weitere Betrachtung von zentraler Bedeutung und prinzipiell bei beiden Belüftungsvarianten identisch:

- Die Qualität (im Sinne von Reinheit) der mechanisch zugeführten Luft ist bei beiden Belüftungsformen prinzipiell identisch (= Raumklasse I), da die Zuluft über drei Filterstufen mit F7- und F9- sowie endständige H13- (oder höheren) Filtern aufbereitet wird.
- Der Frisch- oder Außenluftanteil soll jeweils mindestens  $1200\text{ m}^3/\text{h}$  (in der Schweiz mindestens  $800\text{ m}^3/\text{h}$ ) betragen (E DIN 1946-4:2016-06, SWKI 2015).
- Bei beiden Belüftungsvarianten herrscht in den jeweiligen OP-Sälen ein relativer Überdruck gegenüber den angrenzenden Räumen und dem OP-Flur.

Laut Arbeitskreis Krankenhaus- & Praxishygiene der AWMF (2013) sollen raumlufttechnische Anlagen für OP-Säle folgende Anforderungen erfüllen:

- Vermeidung des Partikel- oder Erregereintrags von außen in den OP-Saal
- Sicherstellung angemessener klimaphysiologischer Arbeitsbedingungen bezüglich Luftreinheit, Temperatur, Luftfeuchte und Luftbewegung
- Schutz des Patienten vor Kontamination und Auskühlung, Schutz des Instrumentiertisches vor Kontamination
- Sichere Schutzdruckhaltung vom OP zu den angrenzenden Räumlichkeiten der OP-Abteilung, darstellbar durch Rauchröhrchen oder Aerosolgeneratoren
- Partikelbelastung der Zuluft (Partikeldurchmesser  $>0,5\text{ }\mu\text{m}$ ): Richtwert  $4000/\text{m}^3$ , Grenzwert  $10.000/\text{m}^3$  (Gastmeier u. Brandt 2012)
- Mikrobielle Luftreinheit der Zuluft: Richtwert  $4\text{ KBE}/\text{m}^3$ , Grenzwert  $10\text{ KBE}/\text{m}^3$
- Temperaturbereich:  $22\text{--}26\text{ }^\circ\text{C}$  (Ausnahmen in der Neonatologie/Pädiatrie oder in besonderen Situationen)
- Relative Luftfeuchte:  $35\text{--}65\text{ }\%$
- Luftgeschwindigkeit: maximal  $0,2\text{ m/s}$
- $\text{CO}_2$ -Gehalt  $<0,1\text{ Vol.}\%$

Weitere Räume der OP-Abteilung wie Einleitung, Ausleitung, Wasch- und Aufwachraum, Flure, Schleusen, Aufenthaltsräume und Toiletten können, sofern sie überhaupt eine mechanische

Lüftung haben, ohne aufwendige (mehrstufige) Filtration betrieben werden. Die Raumklasse II (nach DIN 1946-4) ist für Nebenräume ausreichend, da es keinen Hinweis darauf gibt, dass die Luft in den an den OP-Saal angrenzenden oder sogar in den entfernter liegenden Räumen der OP-Abteilung einen Einfluss auf das postoperative Wundinfektionsrisiko hat (DGKH 2002).

## 5

## Einfluss auf die Rate postoperativer Wundinfektionen

In der internationalen Fachliteratur gibt es – außer bei Eingriffen mit Implantationen großer Fremdkörper – keine Hinweise dafür, dass die Luft als Kontaminationsweg für endemische postoperative Infektionen im Operationsgebiet (im Gegensatz zu epidemischen) eine relevante Infektionsgefährdung darstellt (DGKH 2002).

Heute weiß man, dass die meisten Infektionen durch patienteneigene Keime verursacht werden und dass das externe (nicht vom Patienten selbst stammende) intraoperative Infektionsrisiko vor allem durch den (direkten) Eintrag von Erregern und Partikeln in das OP-Feld bestimmt wird. Dementsprechend haben folgende Sachverhalte den wesentlichen Einfluss auf das Infektionsrisiko:

- Größe des OP-Feldes und Tiefe des Eingriffsraumes (Unterschied: minimalinvasiv oder großflächige Wundöffnung)
- OP-Dauer. Beldi et al. (2009) konnten die Zunahme des Wundinfektionsrisikos bei Operationen, deren Dauer oberhalb der 75. Perzentile gleichgearteter Operationen lag, belegen. Dabei spielt auch die angewandte chirurgische Technik, vor allem die Gewebeschonung eine bedeutende Rolle.
- Durchblutung des OP-Feldgewebes
- Einbau alloplastischer Implantate (Endoprothetik der großen Gelenke)
- Immunstatus bzw. Infektionsanfälligkeit des Patienten

In der internationalen Literatur existiert bislang keine randomisierte klinische Studie, die methodisch so gut wäre, dass sie mit belastbaren Daten den präventiven Nutzen von TAV-Decken mittels vertikaler Luftführungssysteme über dem OP-Feld hinsichtlich

postoperativer Wundinfektionen (SSI) zweifelsfrei belegen kann (s. Übersicht bei Kappstein I. Krankenhaushygiene up2date 2007; 2: 53-67 u. 161-180). Zwar haben die Untersuchungen von Lidwell et al. (1982) aus den 1970er- und 1980er-Jahren einen günstigen Effekt zeigen können, jedoch war der Einfluss der perioperativen Antibiotikaphylaxe (PAP) deutlich ausgeprägter und brachte bei konventioneller Belüftung eine Senkung der SSI-Rate von 3,4 % auf 0,8 %; der Einfluss der zusätzlichen LAF-Belüftung brachte keinen weiteren Nutzen (SSI-Rate mit PAP und LAF: 0,7 %). Die Bedeutung bzw. der Einfluss der zusätzlich eingesetzten Body-Exhaust-Suits blieb weitestgehend ungeklärt und spielt daher keine Rolle. Allerdings weist die Lidwell-Studie deutliche Mängel auf; so waren die beteiligten Abteilungen der 19 Kliniken auf drei Länder (England, Schottland, Schweden) verteilt und unterschiedlich ausgestattet (Lidwell et al. 1982, 1983, 1987). Während der Studie wurden außerdem das OP-Team und die OP-Technik gewechselt.

Dennoch wurde (und wird z. T. noch) aufgrund der historischen Daten der Lidwell-Studie, die den heutigen Anforderungen in keiner Weise mehr gerecht werden, weiterhin vermutet, dass bei Implantation alloplastischen Materials die großen Deckenfelder im Vergleich zu kleineren Deckenfeldern bzw. Drall-Auslässen eine Reduktion des postoperativen Wundinfektionsraten ermöglichen (AWMF 2013). Eine Metaanalyse von 26 Studien mit über 14.000 Hüftendoprothesen ergab ebenfalls, dass bei gleichzeitiger Gabe einer perioperativen Antibiotikaphylaxe (PAP) der Einfluss der Belüftung mit LAF statistisch nicht sicherbar war (Nelson 1999).

Neuere Studien der letzten Jahre, die sich mit dem Einfluss der Belüftungsart, insbesondere von LAF-Deckenfeldern, auf die Prävention postoperativer Wundinfektionen beschäftigen, fanden bei Einsatz von TAV/LAF keinen oder sogar einen negativen Effekt auf die Rate postoperativer Wundinfektionen (SSI). Die Auswertung der 10-jährigen Aufzeichnung des New Zealand Joint Registry bestätigt die zuvor publizierten Ergebnisse. Hierzu wurden die SSI-Raten von über 50.000 Hüft- und 36.000 Knie-TEP, von denen 35,5 % unter LAF-Belüftung durchgeführt wurden, mit denen unter konventioneller Belüftung verglichen. Im Ergebnis lag die Rate der frühen Infektionen bei unter LAF-Belüftung

implantierten TEP signifikant über der bei konventioneller Belüftung (Hooper et al. 2011).

Breier et al. (2011) werteten die Daten der KISS-Datenbank zwischen 2004 und 2009 von insgesamt über 60.000 TEP-Operationen aus, über 41.000 Hüft-TEP (davon <33.000 elektiv, >7500 nach Fraktur) und 20.554 Knie-TEP. Über alle Operationsarten gemittelt zeigte die gerichtete LAF-Belüftung keinen signifikanten Einfluss auf die SSI-Rate. Jedoch lag das Risiko für den Erwerb einer SSI bei einer elektiven Hüft-TEP unter LAF-Belüftung signifikant höher als bei konventioneller Belüftung (■ Tab. 5.4). Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die insgesamt gewonnenen Daten konsequent zeigen, dass die LAF-Belüftung keine Reduktion der SSI-Rate herbeiführen kann (Gastmeier et al. 2012). Die KRINKO kommentiert die Unterscheidung von OP-Sälen mit Einsatz von LAF/TAV (Raumklasse IA) gegenüber turbulenter Mischbelüftung (Raumklasse IB) hinsichtlich der postoperativen Infektionsprävention als nicht gerechtfertigt (KRINKO-Kommentar 2010).

➤ **Die Bedeutung der Luft als Infektionsursache für postoperative Wundinfektionen kann heute noch nicht abschließend beurteilt werden. Jedoch kann unter Beachtung der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse selbst bei aseptischen Eingriffen mit besonders hohem Infektionsrisiko (z. B. Endoprothesenimplantation) nicht**

■ **Tab. 5.4** Die postoperative Wundinfektionsraten (SSI-Rate) nach Totalendoprothesenimplantationen (TEP) nach Auswertung von 33.463 Hüft-TEP bei Arthrose (HIP-A), 7749 Hüft-TEP nach Fraktur (HIP-F) und 20.554 Knie-TEP (KPRO) (Breier et al. 2011)

Eingriff	SSI-Rate ohne TAV- Belüftung	SSI-Rate mit TAV-Belüftung	
		Deckengröße <3,2 m × 3,2 m	Deckengröße ≥3,2 m × 3,2 m
HIP-A	0,5	0,84	0,86
HIP-F	2,02	2,71	2,32
KPRO	0,59	0,5	0,71

**behauptet werden, dass unter LAF/  
TAV operierte Patienten eine niedrigere  
Wundinfektionsrate aufweisen.**

Da die Belüftungsart einer OP-Abteilung ein wichtiger Kostenfaktor ist, wird dieser Aspekt häufig angeführt und ebenfalls kontrovers diskutiert. Nach einer Untersuchung von Cacciari et al. (2004) erhöhen sich die Investitionskosten bei Einbau einer gerichteten Belüftung gegenüber einer konventionellen Belüftung jedoch um 24 %, die wesentlich bedeutenderen jährlichen Betriebskosten sogar um 34 %.

In einer Kosten-Nutzen-Analyse der Queensland University for Technology in Australien verglich ein Team um Merollini et al. (2013) unterschiedliche Maßnahmen nach einer Markov-Modell-Simulation, die zusätzlich zur präoperativen Antibiotikaphylaxe (PAP) zur Reduktion des SSI-Risikos bei der Hüftendoprothetik (THA) angewandt werden, wie Imprägnierung des Zements mit Antibiotika, dem Einsatz von turbulenzarmer Verdrängungsströmung (TAV) im Vergleich zur alleinigen präoperativen Antibiotikaphylaxe (PAP) und keiner PAP-Gabe miteinander. Die Berechnung (bezogen auf 30.000 primäre THA) brachte im Ergebnis mit dem zusätzlichen Einsatz der TAV einen deutlichen Anstieg tiefer Wundinfektionen (plus 179), vier zusätzlich zu erwartende Todesfälle und einen Lebensqualitätsverlust von knapp 127 Lebensjahren. Dazu kommt noch die Kostensteigerung mit LAF von rund 4,6 Millionen Australischen Dollar bzw. (umgerechnet) rund 3,15 Millionen EURO (■ Tab. 5.5).

Es herrscht allgemeiner Konsens darüber, dass die Raumluft insgesamt betrachtet bei den meisten operativen Eingriffen als eigenständiges Erregerreservoir keine wesentliche Rolle spielt, und selbst bei orthopädischen Implantationsoperationen sie nicht als Haupterregerreservoir betrachtet werden kann (Kramer et al. 2010). Eine abschließende Bewertung des Einflusses der TAV-Belüftung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Allerdings kann nach Betrachtung der Publikationen der letzten Dekade und der daraus gewonnenen Erkenntnisse die lang gehegte Vermutung, dass die TAV-Belüftung zur Prävention von SSI die „bessere“ Belüftungsart darstellt, nicht weiter aufrechterhalten werden (Lipsett 2008). Trotz methodischer Schwächen einiger Untersuchungen und der Ermangelung an guten

■ **Tab. 5.5** Kosten-Nutzen-Analyse von Präventionsmaßnahmen nach einer Markov-Modell-Simulation (bezogen auf 30.000 primären Hüftendoprothetikeingriffen). (Nach Merollini et al. 2013)

SSI-Präventionsstrategie	Tiefe SSI [Differenz in Fällen]	SSI-bedingte Todesfälle [Differenz in Fällen]	Kosten [AUD]	Lebensqualität (QALY) [Lebensjahre]
Basis-PAP	Basiskomparator			
Kein PAP	+230	+5	Steigerung um 1.517.954	Verlust um 163,1
PAP und Imprägnierung des Zements mit Antibiotika	-46	-1	Einsparung um 126.375	Gewinn um 32,3
PAP und LAF	+179	+4	Steigerung um 4.592.200	Verlust um 126,9

AUD Australische Dollar, LAF „laminar airflow“, QUAL „quality-adjusted life years“, PAP präoperative Antibiotikaphrophylaxe, SSI postoperative Wundinfektionen

randomisierten klinischen Studien müssen die Daten von mittlerweile weit über 100.000 orthopädischen Operationen unter TAV-Belüftung, bei denen keine Reduktion der SSI-Rate festgestellt wurden, beachtet werden. Letztlich müssen die Hersteller von TAV-Belüftungsdecken den Beweis liefern, dass ihr Produkt belastbar die versprochene Wundinfektionsprävention leisten kann. Die alleinige Betrachtung technischer Messwerte ist zwar interessant, aber in der Medizin zählt allein der bessere Nutzen für den Patienten. Solange dieser Nutzen nicht zweifelsfrei belegt ist, kann der Einsatz von TAV-Decken nicht als vorteilhaft gegenüber der turbulenten Mischbelüftung (Raumklasse I-TVS) betrachtet oder gar gefordert werden.

In einigen Bundesländern ist man der Ansicht des Kommentars der KRINKO (2010) gefolgt und sieht unter dem Gesichtspunkt des infektionsprophylaktischen Effekts von RLT-Anlagen keine Rechtfertigung für Differenzierung in Raumklasse Ia und Ib. Auch die Neufassung der schweizerischen Richtlinie zu Raumlufttechnik in Krankenhäusern resümiert als aktuellen Kenntnisstand, dass „speziell bei Operationsräumen mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung derzeit kein statistisch ausreichender Nachweis für geringere postoperative Infektionsraten“ vorlägen (SWKI 2015).

### 5.6.2 Umluftkühlgeräte

Kleine mobile Systeme, wie man sie aus dem Privathaushalt als **Kleinklimageräte** kennt und in Baumärkten erwerben kann, stellen keine RLT-Anlage dar. Umluftkühlgeräte werden lediglich zur Absenkung der Raumtemperatur eingesetzt.

Teilweise wird das regelmäßig anfallende Kondenswasser nicht geschlossen abgeführt, sondern tropft in eine Auffangschale oder in den Raum. Zum Teil werden in die Geräte Schwebstofffilter eingebaut. Allerdings ist dann dafür Sorge zu tragen, dass diese durch das Kondenswasser nicht feucht werden, da sie sonst ebenfalls verkeimen können und dann selbst zu einem Hygieneproblem werden.

Diese Geräte sind nicht für den Einsatz im OP-Saal geeignet. Auch in anderen Bereichen einer Klinik ist der Einsatz solcher Geräte stets kritisch zu betrachten. Ist ihr Einsatz unumgänglich, sollten spezielle Kühlgeräte, die für den Einsatz in Krankenhäusern entwickelt wurden, bevorzugt werden.

Aus hygienischer Sicht wird Folgendes empfohlen:

- Umluftkühlgeräte sind vorzugsweise mit trockener Kühlung auszuführen (bei trockener Kühlung ist der Kondensatablauf zu verschließen).

## 5.7 Schutzvorkehrungen bei Bau- und Umbaumaßnahmen

- Kann aus funktionellen Gründen auf eine nasse Kühlung nicht verzichtet werden, so muss sichergestellt sein, dass das durch den Kühlungsprozess entstandene Kondenswasser sicher über eine geschlossene Rohrleitung auf kürzestem Weg mittels eines freien Gefälles über einen Trichtersiphon nach außen abgeführt wird.
- Es soll keine Raumluftbefeuchtung erfolgen. Insbesondere darf keine Umluftsprühbefeuchtung vorgenommen werden.
- Das Gerät muss regelmäßig und sorgfältig nach Herstellerangaben gewartet werden. Dazu gehören sowohl die äußerliche Reinigung einschließlich der Lüftungslamellen als auch die Wartung, Kontrolle und der Austausch der eingesetzten Filtereinheiten.
- Die Einstellung des Kühleffekts sollte so gewählt werden, dass unangenehme Zugscheinungen für das Personal und v. a. die Patienten vermieden werden.
- Generell sollten die Geräte nur dann in Betrieb genommen werden, wenn tatsächlich Bedarf besteht, d. h. wenn die Temperatur über das erträgliche Maß ansteigt.
- Einsatz von saugseitigen Filtern (bevorzugte Klassen F oder H), nach ÖNORM (2015) mindestens G4.

## 5.7 Schutzvorkehrungen bei Bau- und Umbaumaßnahmen

Neben dem Neubau einer Klinik werden oft **An- und Umbaumaßnahmen** erforderlich, die dann in der Betriebsphase eines Krankenhauses erfolgen. Wenn immer möglich sollte angestrebt werden, die Baumaßnahmen nicht im laufenden Betrieb durchzuführen. Da jedoch nur in seltenen Ausnahmefällen der Krankenhausbetrieb eingestellt werden kann, erfolgen die Arbeiten sehr oft zeitgleich zum laufenden Klinikbetrieb.

Im Zusammenhang mit Baumaßnahmen sind stets erhebliche Verschmutzungen und Staubbelastungen, hauptsächlich bei Abbruch-, Abriss- und Schleifarbeiten, zu erwarten. Eine starke Freisetzung und Aufwirbelung von Klein- und Feinpartikeln stellt generell ein

„lufthygienisches“ Problem dar. Schwebstoffe können Mikroorganismen als „Vehikel“ dienen und diese über große Strecken transportieren. Die Luftkeimzahlen, z. B. von *Aspergillus*-Sporen, sind während umfangreicher Bautätigkeiten höher und steigern das potenzielle Infektionsrisiko, insbesondere bei immungeschwächten Patienten (Vonberg u. Gastmeier 2006; KRINKO 2010). Daher ist überall dort, wo sich kranke, speziell immungeschwächte Menschen aufhalten, besondere Vorsicht geboten, und es sind umfangreiche **Staubschutzmaßnahmen** erforderlich (Fritz u. Tabori 2016).

### ■ Allgemeine Maßnahmen

Bereits vor dem Baubeginn müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die Baustelle vom Krankenhaus wirksam abzugrenzen, d. h., es muss eine klare Trennung zwischen Krankenhaus und den Baustellenbereichen und deren jeweiliger Verkehrswege sichergestellt werden. Dazu sind bei größeren Bautätigkeiten mit Freisetzung von Baustaub (z. B. Stemm- und Abbrucharbeiten) hermetisch **abgedichtete Trennwände** erforderlich. Fenster und Verbindungstüren zwischen den Bereichen sollten vermieden werden. Falls Türen unverzichtbar sind, müssen sie fugenfrei eingesetzt und staubdicht sein. Sie sind stets geschlossen zu halten.

Der Baustellenbereich sollte über eine separate, nach Möglichkeit von außen erschlossene, Zugangsmöglichkeit und getrennte **Wegführungen** (Zugang zur Baustelle, Treppen, Aufzüge) verfügen, damit die Wege der Bauarbeiter nicht durch die Klinik führen.

➤ **Die zu treffenden Schutzmaßnahmen werden im Vorfeld der Bauarbeiten identifiziert und festgelegt. Außerdem wird festgelegt, wer während der Bauphase für ihre konsequente Umsetzung sorgt, diese überwacht und dokumentiert.**

Die Durchführungsverantwortung wird letztlich immer auf Leitungsebene der Klinik liegen, weshalb sie sich regelmäßig berichten lassen und sich (zumindest im Intervall) selbst ein Bild von der Situation vor Ort machen muss.

Bei Schleif-, Abriss- und Abbrucharbeiten sollten nasse Arbeitsweisen gewählt und bei Arbeiten mit starker Staubbildung Staubsauger mit Schwebstofffiltern eingesetzt werden. Der Raum, in dem die

staubintensiven Arbeiten stattfinden, sollte im Vergleich zu den angrenzenden Bereichen einen Unterdruck aufweisen.

Wird Schutt aus oberen Stockwerken entsorgt, müssen geschlossene **Staubbrutschen** und geschlossene Schuttcontainer verwendet werden. Da dennoch der Schmutzeintrag in den angrenzenden Klinikbereich nicht gänzlich zu vermeiden sein wird, ist eine deutlich erhöhte **Reinigungsfrequenz** durch feuchtes Aufwischen zwingend erforderlich.

- **Fenster von Patientenzimmern vor oder in der Nähe der Baustelle müssen während der Bautätigkeiten geschlossen sein und abgedichtet werden.**

Baumaßnahmen innerhalb einer OP-Abteilung stellen eine ganz besondere Herausforderung für die Hygiene dar. Der Patient sollte über jedes potenziell erhöhte Wundinfektionsrisiko präoperativ aufgeklärt werden.

- **Umbauarbeiten innerhalb der OP-Abteilung dürfen nicht während des laufenden OP-Betriebs stattfinden. Andernfalls muss eine zuverlässige (hermetische) Abtrennung und Abschirmung des OP-Bereichs sichergestellt sein.**

Die aus hygienischer Sicht sicherste, allerdings nicht immer realisierbare Variante ist, den OP-Betrieb für diese Phase einzustellen oder auszulagern (z. B. OP-Container).

#### ■ Grundsätze der Hygiene beim Bau im Krankenhaus

- Einbindung der Hygiene (Hygieniker, Hygienefachkraft, Hygienebeauftragte Ärzte) in Planung, Ausführung, Schutzmaßnahmen und Kontrolle der Bautätigkeiten
- Information der Patienten und der Mitarbeiter über Art und Dauer der Umbaumaßnahmen
- Effektive Staubschutzmaßnahmen planen, durchführen und überwachen (Staubschutzwände, Schutt- und Staubbeseitigung, Reinigung)
- Getrennte Wegführung von Klinik und Baustelle

## Literatur

- Arbeitskreis für Hygiene in Gesundheitseinrichtungen des Magistrats der Stadt Wien, MA 15 (2015) Anhang zur Richtlinie 28 „Anforderungen an OP-Räume, Eingriffsräume und Behandlungsräume - invasiv“ der Anforderungen an OP-Räume, Eingriffsräume und Behandlungsräume – Invasiv (Stand: 21.10.2015). <https://www.wien.gv.at/gesundheit/strukturen/hygiene/pdf/hygiene-nr28.pdf>
- AWMF (2013) Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen (RLTA) in medizinischen Einrichtungen. Leitlinien zur Hygiene in Klinik und Praxis. Hyg Med 13 (38-3): 84–86
- AWMF (2014a) Leitlinienreport zur S3-Leitlinie 001/018: Vermeidung von perioperativer Hypothermie (Stand: 12/2013). [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/001-018m\\_S3\\_Vermeidung\\_perioperativer\\_Hypothermie\\_2014-05.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-018m_S3_Vermeidung_perioperativer_Hypothermie_2014-05.pdf)
- AWMF (2014b) S1-Leitlinie: Strategien zur Prävention postoperativer Wundinfektionen (Stand: 01/2014). [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/029-031I\\_S1\\_Postoperative\\_Wundinfektionen\\_Praevention\\_2014-01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/029-031I_S1_Postoperative_Wundinfektionen_Praevention_2014-01.pdf)
- Breier AC, Brandt C, Sohr D, Geffers C, Gastmeier P (2011) Laminar Airflow Ceiling Size: No Impact on Infection Rates Following Hip and Knee Prosthesis. Infection Control and Hospital Epidemiology 32 (11): 1097–1102
- Cacciari P, Giannoni R, Marcelli E, et al. (2004) Cost evaluation of a ventilation system for operating theatre: an ultraclean design versus a conventional one. Ann Ig 16: 803–809
- Chattopadhyay B (2001) Control of infection wards – are they worthwhile? J Hosp Infect 47: 88–90
- DGKH (Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene, SGSH Schweizerische Gesellschaft für Spitalhygiene, ÖGHMP Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin) (2002) Leitlinienentwurf: Ausführung und Betrieb von raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) in Krankenhäusern. Hygiene und Medizin 27: 106–113
- Dettenkofer M, Scherrer M, Hoch V, Glaser H, Schwarzer G, Zentner J, Daschner F (2003) Shutting down operating theatre ventilation when the theater is not in use: Infection Control and Environmental aspects. Infection Control and Hospital Epidemiology 24: 596–600
- Dettenkofer M, Tabori E (2006) Baumaßnahmen und Prävention nosokomialer Infektionen. In: Daschner F, Dettenkofer M, Frank U, Scherrer M (Hrsg.) Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz, 3. Aufl. Heidelberg: Springer
- DIN 18017-3 (2009) Bad- und WC-Entlüftung. Ausgabe 09/2009
- DIN 1946-4 (2008) Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens. Ausgabe 12/2008
- DIN 1946-4 (2015) Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens (Entwurf: Juni 2016)
- Fritz E, Tabori E (2016) Baustelle OP. Im OP 6 (4): 159–163

- Gastmeier P, Brandt Ch (2012) Raumlufttechnik im OP und postoperative Wundinfektionen. Was gibt es Neues? Krankenhaushygiene up2date 7: 199–209
- Hansis M, Dorau B, Hirner A, Exner M, Krizek L, Hagen C von et al. (1997) Changes in Hygienic Standard and Infection Rates in a New Surgical Unit (Änderungen des Hygienestandards und der Infektionsrate in einem neuen Operationstrakt). Hyg Med 22: 226–238
- Heinemeyer G, Heiland A, Sommerfeld C, Springer A, Hausdörfer S, Treutz M, Lindtner O, Rüdiger Th (2012) Phthalat-Belastung der Bevölkerung in Deutschland: Expositionsrelevante Quellen, Aufnahmepfade und Toxikokinetik am Beispiel von DEHP und DINP. Band I. Umweltbundesamt, Bundesinstitut für Risikobewertung (Hrsg.) Umwelt und Gesundheit; 01/2012; Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.6 Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren. [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umwelt\\_und\\_gesundheit\\_01\\_2012\\_conrad\\_phthalatbelastung\\_bevoelkerung\\_band1.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umwelt_und_gesundheit_01_2012_conrad_phthalatbelastung_bevoelkerung_band1.pdf)
- Hooper GJ, Rothwell AG, Frampton C, Wyatt MC (2011) Does the use of laminar flow and space suits reduce early deep infection after total hip and knee replacement? The ten-year results of the New Zealand Joint Registry. J Bone Joint Surgery 93-B(1): 85–90
- Hygienerichtlinien Gesundheitsdienst der Stadt Wien. <https://www.wien.gv.at/gesundheit/strukturen/hygiene/richtlinien.html>
- Kappstein I. (2007) Krankenhaushygiene up2date 2: 53–67, 161–180
- Kibbler CC, Quick A, O'Neill AM (1998) The effect of increased bed numbers on MRSA transmission I on acute medical wards. J Hosp Infect 39: 213–219
- Kramer A, Külpmann R, Wille F, Christiansen B, Exner M, Kohlmann T, Heidecke CD, Lippert H, Oldhafer K, Schilling M, Below H, Harnoss JC, Assadian O (2010) Infektiologische Bedeutung von Raumlufttechnischen Anlagen (RLTA) in Operations- und Eingriffsräumen. Zentralbl Chir 135: 11–17
- Kramer A et al. (2012) Vorschlag für Raumklassen in Abhängigkeit vom invasiven Eingriff. Zu: Kramer A, Assadian O, Exner M, Hübner NO, Simon A (2011) Krankenhaus- und Praxishygiene: Hygienemanagement und Infektionsprävention in medizinischen und sozialen Einrichtungen. Ergänzung im Elsevier-Portal. 2. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag/Elsevier
- KRINKO (2000) Anforderungen an die Hygiene bei Operationen und anderen operativen Eingriffen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). BGBl Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 43: 644–648
- KRINKO (2002) Anforderungen der Hygiene an die baulich-funktionelle Gestaltung und apparative Ausstattung von Endoskopieeinheiten. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). BGBl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 45: 412–414
- KRINKO (2007) Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). BGBl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50: 377–393
- KRINKO (2010) Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Bundesgesundheitsbl 53: 357–388
- KRINKO (2010) Kommentar der KRINKO zur DIN 1946-4 (2008). Epid Bull 4: 34
- Leisner H (1976) Postoperative wound infection in 3200 clean operations. Acta Chir Scand 142: 83–90
- Lidwell OM, Lowbury EJ, Whyte W, et al. (1982) Effect of ultra-clean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomised study. Br Med J (Clin Res Ed) 285: 10–14
- Lidwell OM, Lowbury EJ, Whyte W et al. (1983) Airborne contamination of wounds in joint replacement operations: the relationship to sepsis rates. J Hosp Infect 4: 111–131
- Lidwell OM, Elson RA, Lowbury EJ et al. (1987) Ultraclean air and antibiotics for prevention of postoperative infection. A multicenter study of 8,052 joint replacement operations. Acta Orthop Scand 58: 4–13
- Lipsett AP (2008) Do We Really Need Laminar Flow Ventilation in the Operating Room to Prevent Surgical Site Infections? Ann Surg 248: 701–704
- Maki DG, Alvarado CJ, Hassemer CA, Zilz MA (1982) Relation of the inanimate hospital environment to endemic nosocomial infection. N Engl J Med 507: 1562–1566
- Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ (2001) Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. Lancet. 358: 876–880
- Merollini KM, Crawford RW, Whitehouse SL, Graves N (2013) Surgical site infection prevention following total hip arthroplasty in Australia: A cost-effectiveness analysis. Am J Infect Control 41(9): 803–809
- Millar KJ (1979) The impact of a new operating theatre suite on surgical wound infections. Aust N Z J Surg 49: 437–440
- Mindorff CM, Cook DJ (1999) Critical Review of the Hospital Epidemiology and Infection Control Literature. In C. Glen Mayhall (Hrsg.): Hospital Epidemiology and Infection Control, 2. Aufl. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, S. 1273–1281
- Mullin B, Rouget C, Clement C, Bailly P, Julliot MC, Viel JF et al. (1997) Association of a private isolation room with ventilator-associated Acinetobacter baumannii pneumonia in a surgical intensive-care unit. Infect Control Hosp Epidemiol 187: 499–503
- Nelson JP (1999) The operating room environment and its influence on deep wound infection. In: The hip. Proc 5th open scientific Meeting of the Hip Society, St.Louis: Mosby; 1977. Zit. in Lew DP, Pittet D, Waldvogel FA, Infections that complicate the insertion of prosthetic devices. In: MayhallCG, ed. Hospital Epidemiology and Infection Control, Philadelphia: Lippincott. 1190
- ÖNORM H 6020 (2015) Lüftungstechnische Anlagen für medizinisch genutzte Räume – Projektierung, Errichtung,

Betrieb, Instandhaltung, technische und hygienische Kontrollen. Ausgabe: 2015-03-15. Berlin: Beuth Verlag

- Otter JA, Yezli S, French GL (2011) The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32: 687–699
- RKI (1997) Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut, Berufsverband der Deutschen Chirurgen: Anhang zur Anlage zu Ziffern 5.1 und 4.3.3 Anforderungen der Hygiene beim ambulanten Operieren in Krankenhaus und Praxis der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. *Bundesgesundheitsblatt* 40: 361–365
- Sydnor ERM, Bova G, Gimburg A et al. (2012) Electronic-Eye Faucets: *Legionella* Species Contamination in Healthcare Settings. *ICHE* 33-3: 235–240
- SWKI VA 105-01 (2015) Richtlinie Raumlufthtechnische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen. SWKI VA105-01:2015
- Tabori E (2010) Nicht Mangel an Vorschriften, sondern Mangel an Disziplin gefährdet Patienten. *Chirurgenmagazin* 44(8): 44–46
- Tabori E (2012) Bauliche Voraussetzungen und Bauplanung. In: Zinn CG, Tabori E, Weidefeller P (Hrsg.) *Ambulantes Operieren – Praktische Hygiene*, 2. Aufl. Pürgen: Verlag für Medizinische Praxis
- Umweltbundesamt (2007) Phthalate - Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften. UBA Hintergrund Feb. 2007. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3540.pdf>
- Valentin A, Ferdinande P (2011) Recommendations on basic requirements for intensive care units: structural and organizational aspects. *ESICM Working Group on Quality Improvement. Intensive Care Med* 37: 1575–1587
- Van Griethusen A, Spies-van Rooijen N, Hoogenboom-Verdegaal A (1996) Surveillance of wound infections and a new theatre: Unexpected lack of improvement. *J Hosp Infect* 34: 99–106
- Vonberg RP, Gastmeier P (2006) Nosocomial aspergillosis in outbreak settings *Journal of Hospital Infection* 63: 246–254
- Weidenfeller P, Reick D, Bittighofer PM (2011) Leitfaden Praxishygiene. Hygiene in der Arztpraxis und beim Ambulanten Operieren. Stuttgart: Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
- Yezli S, Barbut F, Otter JA (2014) Surface contamination in operating rooms: a risk for transmission of pathogens? *Surg Infect (Larchmt)* 15: 694–699

# Grundlagen der Keimreduktion von Flächen und Medizinprodukten

*S. Axmann*

- 6.1 Unterhaltsreinigung – 122
- 6.2 Desinfektionsverfahren und Desinfektionsmittel in der  
Anwendung im klinischen Alltag – 124
- 6.3 Sterilisationsverfahren – 129
- 6.4 Aufbereitung von Medizinprodukten – 130
- 6.5 Umgang mit Sterilgut und Lagerhaltung – 144
- Literatur – 145

## Zusammenfassung

Der Mensch ist von einer Vielzahl von Mikroorganismen umgeben, die sich teilweise auf und in ihm befinden (z. B. auf der Haut oder im Gastrointestinaltrakt) und ohne die der Mensch nicht überleben könnte. Aber auch die den Menschen umgebende Umwelt ist mit zahlreichen Erregern behaftet, die für den immungesunden Menschen meist apathogen sind. Manche von ihnen jedoch können zu Infektionen führen, die es v. a. im Gesundheitswesen (nosokomiale Infektion) zu vermeiden gilt.

Um eine Erregerübertragung aus der Umgebung medizinischer Einrichtungen auf den Menschen bzw. Patienten zu vermeiden, stehen unterschiedliche Reinigungs-, Desinfektions- und Sterilisationsmethoden zur Verfügung. Wann welche Methode sinnvoll einzusetzen ist und welche formalen und praktischen Vorgaben zur korrekten Anwendung zusätzlich erfüllt sein müssen, wird in im Folgenden in Bezug auf Flächen und Medizinprodukte erläutert. Dabei gilt bei der Reinigung von Flächen: Von partikelarmen Flächen geht in der Regel keine relevante nosokomiale Infektionsgefahr aus. Und auch im Bereich der Aufbereitung von Medizinprodukten gilt immer die Maxime: Nur was sauber ist, kann adäquat desinfiziert und/oder sterilisiert werden.

## 6.1 Unterhaltsreinigung

Vorstellungen und Meinungen zum Sauberkeitsgrad einer Einrichtung divergieren bisweilen erheblich von Mensch zu Mensch. Die optische Sauberkeit ist jedoch ein Qualitätsmerkmal für den medizinischen Laien, das darüber mitentscheidet, ob eine medizinische Einrichtung als „qualifiziert und gut“ bewertet wird, ungeachtet dessen wie es um den tatsächlich bestehenden fachlichen Sachverstand des dort beschäftigten medizinischen Personals bestellt ist.

Die optische Sauberkeit von Flächen spielt aber auch in der Krankenhaushygiene eine wichtige Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass optisch saubere und trockene Oberflächen weniger mit keimbesiedelten Partikeln behaftet sind und damit eine nosokomiale Keimübertragung unwahrscheinlicher wird. Allerdings sind hierfür einige Grundregeln zu beachten, damit diese Aussage Bestand hat (s. unten).

- **Optisch saubere und trockene Flächen sind aus hygienischer Sicht als partikelarm (staubarm) und damit auch als keimarm zu bezeichnen.**

Erwiesenermaßen kann mit einer adäquaten Reinigung von Flächen eine Keimreduktion von bis zu 90 % erreicht werden (Widmer u. Andenmatten 2001). Im Gegensatz zur Desinfektion werden bei der Reinigung die Keime nicht abgetötet, sondern lediglich durch die eingesetzten Reinigungsmittel (z. B. Mikrofasertuch) zusammen mit den auf den Flächen befindlichen Partikeln bzw. Schmutzanhaftungen aufgenommen und entfernt oder den Mikroorganismen wird die Nahrungsgrundlage entzogen. Ungeachtet dessen, ob eine Oberfläche gereinigt oder desinfiziert wurde, wird die behandelte Fläche nach kurzer Zeit (ca. 2 h Stunden) wieder von Mikroorganismen rekolonisiert (Kappstein 2002) und muss daher wieder als mikrobiell kontaminiert gewertet werden.

- **Durch die Reinigung werden Mikroorganismen nicht abgetötet, sondern lediglich um bis zu 90 % reduziert. Bei einer Flächendesinfektion hingegen erfolgt eine Keimabtötung, und die Flächen sind in bis zu 99 % frei von pathogenen Erregern. Jedoch erfolgt eine Rekolonisierung der Flächen (unabhängig davon, ob „nur“ gereinigt oder desinfiziert) innerhalb kurzer Zeit.**

Um eine adäquate Reinigung durchzuführen, ist folgendes zu beachten:

- Reiniger nach Herstellerangaben exakt dosieren und im kalten Wasser arbeitstäglich frisch ansetzen.
- Zusätze nur nach Herstellerangaben hinzudosieren.
- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. chemikalienbeständige Einmalhandschuhe nach DIN EN 374) je nach Gefahrenstoffklasse tragen.
- Reinigungstücher oder Mopps müssen vor der Anwendung trocken (gelagert worden) sein.
- Reinigungstücher oder Mopps sollten nur einmalig unmittelbar vor der Benutzung in die Reinigungs-/Desinfektionsmittellösung eingetaucht werden (weniger Verbrauch,

## 6.1 · Unterhaltsreinigung

Gewährleistung einer gleichbleibend wirksamen Lösung).

- „Nebelfeuchte“ Reinigung, sodass die Oberfläche an der Luft ab- und nicht nachgetrocknet werden muss.
- Reinigung von optisch sauberen zu sichtbar verschmutzten Oberflächen bzw. von oben nach unten.
- Mit einem ausreichend großen Reinigungstuch bzw. Mopp kann bei entsprechender (Falt-) Technik eine Fläche von bis zu 25 m<sup>2</sup> suffizient gereinigt werden.
- Pro Arbeitsbereich bzw. Zimmer mindestens ein neues Tuch bzw. einen neuen Mopp verwenden (Vermeidung der Keimverschleppung).
- Eingesetzte Reinigungstücher oder Mopps nach Gebrauch direkt entsorgen bzw. in die Aufbereitung geben.
- Flächen können nach dem Antrocknen direkt wieder benutzt werden.
- Mopphalter am Ende der Schicht reinigen und aufgeklappt lagern.
- Reinigungswagen abrüsten, feucht reinigen und nach Abtrocknung wieder aufrüsten/auffüllen.

eingetaucht. Auf Bürsten, Schwämme und Besen sollte verzichtet werden, es sei denn die Bürsten und Schwämme werden mindestens arbeitstäglich bzw. nach Gebrauch desinfizierend aufbereitet und die Besen verfügen über desinfizierbare Kunststofflamellen. Grundsätzlich sollten die Reinigungsutensilien folgende Eigenschaften bieten, um bei der Unterhaltsreinigung eingesetzt zu werden (in Anlehnung an Schuster und Dettenkofer 2006):

- Gute schmutzablösende und -aufnehmende Eigenschaften
- Hohe mechanische Haltbarkeit
- Thermisch bis mindestens 60 °C aufbereitbar
- Bei der Aufbereitung gute Schmutzabgabe
- Schnelle Trocknung
- Wenig Gewicht und ggf. verschiedene Farben (Hilfreich kann dabei eine farbliche Kennzeichnung von Tüchern und Eimern je nach Einsatzort und/oder Lösungsinhalt sein)

► **Für die Unterhaltsreinigung einer medizinischen Einrichtung sind meist wenige, umweltverträgliche Mittel (Gefahrsymbole beachten!) in Kombination mit sauberen, trockenen Reinigungsutensilien einzusetzen.**

### 6.1.1 Reinigungsmittel und Reinigungsutensilien

Die Art der Reinigungsmittel sollte nach den Oberflächenbeschaffenheiten und deren Pflegeaufwand gewählt werden. In der Regel sind jedoch meist nur wenige Reinigungsmittel in medizinischen Einrichtungen erforderlich. Grundsätzlich können umweltverträgliche Mittel wie Allzweck- oder Neutralreiniger für die routinemäßige Unterhaltsreinigung eingesetzt werden. In Sanitärzellen können (säurehaltige) Sanitärreiniger sinnvoll sein. Bei der Anwendung dieser Mittel sind die oben angegebenen Voraussetzungen umzusetzen. Auf die Gefahrensymbole sollte aus Gründen des Personalschutzes und der Ökologie geachtet werden.

Für die routinemäßige Reinigung müssen die einzusetzenden Reinigungsutensilien wie Mopp und Wischtuch sauber und trocken sein. Sie werden erst unmittelbar vor dem Einsatz in die Lösung

### 6.1.2 Reinigung versus Desinfektion

Weiterhin wird in der Fachwelt die Frage nach dem erforderlichen Desinfektionsaufwand in medizinischen Einrichtungen kontrovers diskutiert. Bisher konnte noch nicht ausreichend wissenschaftlich belegt werden, wo und in welchem Ausmaß Umgebungskontaminationen ein Infektionsrisiko für die Patienten darstellen und wo und wie oft demzufolge eine routinemäßige Dekontamination mit einem Desinfektionsmittel erforderlich ist (Kappstein 2002; KRINKO 2004). Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) am Robert Koch-Institut geht in ihrer Empfehlung „Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten“ von 2015 einen praktikablen Weg, indem Flächen nach ihrem Übertragungsrisiko klassifiziert werden sollen, um dann einrichtungsindividuell die routinemäßige Reinigung bzw.

Desinfektion festzulegen. Folgende Anmerkungen sollten bei der Entscheidung für die eine oder andere Flächenbehandlung bedacht werden:

- Fußböden stellen keine Infektionsgefahr für Patienten dar, sofern sie nicht sichtbar mit potenziell infektiösem Material kontaminiert sind. Daher ist eine Reinigung mit einem Allzweckreiniger in der Regel ausreichend.
- Oberflächen der unmittelbaren Patientenumgebung mit häufigem Handkontakt werden je nach Bereich regelmäßig desinfiziert (z. B. einmal am Tag auf Normalstationen, einmal pro Schicht auf Intensivstationen).
- Oberflächen, die mit unterschiedlichen Patienten in Kontakt treten (Liegen, Röntgenplatten, Lagerungskissen etc.) sind nach jeder Benutzung desinfizierend zu behandeln.
- Oberflächen von Isolierzimmern, unter anderem aufgrund von MRE-Besiedelung/Infektion, sind desinfizierend zu reinigen, um eine Keimverschleppung zu vermeiden.
- Jede sichtbare Kontamination mit potenziell infektiösem Material ist umgehend zu beseitigen und gezielt zu desinfizieren.
- Jede Arbeitsfläche, die für das Richten von i.v.-Medikamenten oder sterilen Medizinprodukten dient, ist unmittelbar vor dem Richten desinfizierend zu reinigen, um eine keimreduzierte Fläche unmittelbar vor der Tätigkeit zu gewährleisten.

- **In der Regel ist eine routinemäßige Reinigung von Flächen in Einrichtungen des Gesundheitswesens ausreichend. Patientennahe Flächen werden bei Patientenwechsel wischdesinfiziert. Eine gezielte Wischdesinfektion ist bei sichtbarer Kontamination immer umgehend erforderlich.**

### 6.1.3 Routinemäßige trockene Flächenreinigung

Neben der feuchten Reinigung von Oberflächen muss der Vollständigkeit halber auch die trockene Flächenreinigung erwähnt werden. Die staubbindende Reinigung kann als Alternative zur

Nassreinigung eingesetzt werden. Ihre Effektivität wurde anhand von Abklatschuntersuchungen getestet, und die Ergebnisse sind vergleichbar der Nassreinigung. Aus praktischer Sicht ist sie meist einfacher und schneller durchzuführen und birgt keine Unfallgefahr durch Nässe. Zudem hat diese Methode ein mögliches Einsparpotenzial (Materialaufbereitung, Wasser, Reiniger etc.). Voraussetzung, damit diese Unterhaltsreinigung funktioniert, ist, dass Einmalmopps von der Rolle bzw. sehr gut getrocknete, aufbereitete Mopps eingesetzt werden. Das Reinigungspersonal muss außerdem geschult sein, wann eine Trockenreinigung ausreichend bzw. wann eine Nassreinigung zusätzlich oder von vorn herein bei sichtbarer Verschmutzung erforderlich ist. Inzwischen werden in manchen größeren medizinischen Einrichtungen bis zu 80 % aller Fußböden trocken gereinigt. Die Erfahrung mit diesem System ist dabei gut, es kann aber nicht flächendeckend und ohne Analyse der einrichtungsspezifischen Situation pauschal empfohlen werden.

## 6.2 Desinfektionsverfahren und Desinfektionsmittel in der Anwendung im klinischen Alltag

Im Gegensatz zur Reinigung erfolgt bei der Desinfektion eine Keimabtötung mit einer Keimreduktion der behandelten Flächen von bis zu 99 %. Dieses Ziel wird durch verschiedene Verfahren erreicht:

- Hitze (thermische Desinfektion z. B. in der zentralen Sterilgutversorgungsabteilung [ZSVA] oder durch moderne Dampfreiniger)
- Chemisch (chemische Desinfektionsmittel für die Wischdesinfektion)
- Kombination aus Hitze und Chemie (chemo-thermische Desinfektion z. B. in der Endoskopie)

Das zu bevorzugende desinfizierende Verfahren sollte, wann immer möglich, die Anwendung von feuchter Hitze sein. Grund hierfür sind die fehlende Resistenzentwicklung der Erreger sowie das Fehlen anderer Störfaktoren wie Eiweißfehler, Personalgefährdung, Dosierfehler etc. Je nach Risikobewertung kommen  $A_0$ -Werte von 60 bis 3000 zum Einsatz. Der  $A_0$ -Wert gibt bei einem Desinfektionsverfahren

mit feuchter Hitze bei einer durch das Verfahren auf das Medizinprodukt übertragenen Temperatur von 80 °C die Abtötungszeit in Sekunden an. So wird davon ausgegangen, dass bei einem  $A_0$ -Wert von 3000 bei 80 °C innerhalb von 3000 s (50 min) die gleiche Abtötungsrate erreicht wird, wie wenn 90 °C nur 300 s (5 min) einwirken. Beide Temperatur-Haltezeit-Kombinationen ergeben einen  $A_0$ -Wert von 3000. Diese Zeit-Temperatur-Korrelation gilt jedoch nur ab einer wirksamen Mindesttemperatur von ca. 60 °C.

➤ **Das derzeit zuverlässigste Desinfektionsverfahren erfolgt durch Anwendung feuchter Hitze oberhalb von 60 °C. Durch unterschiedliche Kombinationen von Temperatur und Haltezeit ( $A_0$ -Wert) kann der gleiche Abtötungsgrad erreicht werden.**

Werden chemische Desinfektionsmittel eingesetzt, so sind folgende Aspekte zu beachten bzw. zu vermeiden:

- Wirkungslücken chemischer Desinfektionsmittel
- Primäre bakterielle Resistenz oder mögliche Adaptation (Biofilmbildung)
- Seifen- und Eiweißfehler
- Rekontaminationsgefahr
- Gesundheitsrisiko aufgrund des Wirkstoffs (für Personal oder Patienten)
- Kosten
- Materialkorrosion
- Abfallaufkommen

Der Einsatz chemischer Desinfektionsverfahren lässt sich im klinischen Alltag kaum verhindern und ist seit jeher weit verbreitet. Daher ist die Auswahl des entsprechenden Wirkstoffs je nach Risikobewertung sorgfältig abzuwägen, da die Wirkstoffe unterschiedliche Wirkspektren aufweisen (■ Tab. 6.1). Die Auswahl des Desinfektionsmittels muss zwingend den Einsatzort bzw. die aktuelle Situation vor Ort berücksichtigen, um ein adäquates Desinfektionsergebnis zu erhalten.

■ **Tab. 6.1** Chemische Desinfektionsmittel sowie deren hauptsächlichster Einsatzort und Wirkspektrum

Wirkstoffgruppen		Einsatzort	Wirkspektrum
Sauerstoffabspalter	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Flächen	A–C
	Persäuren	Flächen, Medizinprodukte	A–C
Aldehyde	Formaldehyd (krebserregend!)	Flächen, Medizinprodukte	A–C
	Glyoxal	Flächen, Medizinprodukte	A, B
	Gluteral	Flächen, Medizinprodukte	A–C
Glucoprotamin		Flächen, Medizinprodukte	A, B
Amine		Flächen	A, B
Quaternäre (quartäre) Ammoniumverbindungen (QAV)	Benzalkoniumchlorid	Flächen, Medizinprodukte	A
	Octenidin	Schleimhaut, Haut	A
Halogenderivate	Jod	Schleimhaut, Haut	A, B
	Natriumhypochlorit	Haut	A–C
Guanidinderivate	Chlorhexidin	Schleimhaut, Haut	A
	Polyhexanid	Schleimhaut, Haut	A
Kurzketige Alkohole	Ethanol	Flächen, Haut	A, B
	Propanole	Flächen, Haut	A, B

A Abtötung von vermehrungsfähigen Bakterien, Pilze, Pilzsporen, Tuberkuloseerreger sowie den meisten behüllten Viren (auch als „begrenzt viruzid“ bezeichnet), B alle lipo- wie hydrophilen behüllten/unbehüllten Viren (als „viruzid“ bezeichnet), C Abtötung von bakteriellen Sporen bis Resistenzstufe *B. anthracis*

Hilfreich bei der Auswahl eines geeigneten Desinfektionsmittels ist der Blick in die VAH-Liste (Liste des Verbunds für angewandte Hygiene e.V.). Desinfektionsmittel, die dort gelistet sind, weisen einen definierten Standard an die erforderliche Keimabtötung nach. Jedoch gibt es für die Desinfektionsmittelhersteller keine Pflicht, dieser kostenpflichtigen Liste beizutreten. Desinfektionsmittel, die nicht in der VAH-Liste enthalten sind, sollten nur dann eingesetzt werden, wenn vom Hersteller die entsprechenden Gutachten auf Wirksamkeit vorgelegt werden können und das gewünschte Wirkspektrum abgedeckt ist.

- Bei der Auswahl eines chemischen Desinfektionsmittels ist eine Risikobewertung des Einsatzortes unter Berücksichtigung des zu erwartenden Keimspektrums sinnvoll und ein Blick in die VAH-Liste bzw. IHO-Liste (Liste des Industrieverbands Hygiene und Oberflächenschutz, sogenannte Viruzidie-Liste) hilfreich.

### 6.2.1 Praktische Anwendung der Flächendesinfektion

#### Konzentrationen der Desinfektionsmittel

Das eingesetzte Flächendesinfektionsmittel sollte in der Konzentration des sogenannten Einstundenwertes zum Einsatz kommen (Kappstein 1997a). Unter dem Einstundenwert wird diejenige Konzentration eines Desinfektionsmittels verstanden, bei der es (in In-vitro-Versuchen) zu einer definierten Keimreduktion innerhalb einer Stunde kommt.

Im normalen Klinikalltag muss jedoch die Einwirkzeit von einer Stunde nicht abgewartet werden, da auf einer optisch sauberen Oberfläche eine wesentlich geringere Ausgangskeimzahl vorliegt als im Laborversuch und die Desinfektionsmittelwirkung in den ersten Minuten der Flächenbenetzung die höchste Wirkung erzielt. Letztlich ist der Einstundenwert der Kompromiss für die Konzentration mit der schnellsten Wirkung im Routineeinsatz bei gleichzeitig minimiertem Gesundheitsrisiko für den Anwender.

Sichtbare Kontaminationen müssen selbstverständlich zuvor entfernt werden. So kann die Fläche nach Antrocknen des Desinfektionsmittels wieder benutzt bzw. betreten werden. Andere (meist deutlich höhere) Desinfektionsmittelkonzentrationen kommen nur bei behördlich angeordneter Desinfektion im „Seuchenfall“ zur Anwendung (die Auswahl hierfür erfolgt aus der vom Robert Koch-Institut herausgegebenen Desinfektionsmittelliste, „RKI-Liste“).

- Der Einstundenwert ist die praktikabelste Anwendungskonzentration bei routinemäßig eingesetzten chemischen Desinfektionsmitteln. Höhere Konzentrationen werden meist nur nach amtsärztlicher Anordnung vor allem im Ausbruchsfall erforderlich.

#### Dosierungsvorrichtungen und Zumischungen zu den Desinfektionsmitteln

Die Desinfektionsmittelausgabe sollte in medizinischen Einrichtungen möglichst an dezentralen Desinfektionsmittelzumischanlagen erfolgen. Alternativ können sie zum Beispiel in der Apotheke gebrauchsfähig hergestellt werden (Widmer 2002). So können Dosierfehler aufgrund einer Unter-/Überdosierung vermieden und Kosten durch Verschwendung von Desinfektionsmitteln eingespart werden. Zentrale Desinfektionsmittelzumischanlagen sind mit dem Risiko der Verkeimung und Dosierungsproblemen behaftet und entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Jedoch können auch schlecht gewartete und instandgehaltene, dezentrale Desinfektionsmittelzumischanlagen zu Ausbruchssituationen führen (v. a. auch aufgrund der fast flächendeckend eingesetzten Tuchspendersysteme, was zu einer selteneren Nutzung der Anlagen führen kann), sodass situationsbezogen ggf. stichprobenartige, mikrobiologische Untersuchungen des abgegebenen Desinfektionsmittels ratsam sind. Es ist zudem zu beachten, dass bei dezentralen Desinfektionsmitteldosieranlagen die Lösung unmittelbar vor dem Auslass gemischt wird und sich die Wirksamkeit dieser Mischung erst nach ein paar Minuten entfaltet bzw. bei manchen Anlagen eine Mindestmenge an Flüssigkeit abgenommen werden muss,

um eine wirksame Desinfektionsmittellösung zu gewährleisten! Die jährliche technische Überprüfung und Wartung der Desinfektionsmitteldosieranlagen ist obligat und muss entsprechend dokumentiert werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass es nicht zu inkompatiblen Zumischungen, z. B. von Reinigern oder andere Zusätzen, zum Desinfektionsmittel kommt. Um die Wirkung des Desinfektionsmittels sicherzustellen, dürfen diesem nur solche Zusätze beifügt werden, die vom Hersteller zugelassen und deren Verträglichkeit entsprechend geprüft worden sind. Aus Gründen des Personalschutzes sollte auf Duft- und Farbstoffzusätze generell verzichtet werden, da diese ein unnötiges Allergisierungspotenzial darstellen.

- **Desinfektionsmittel müssen in der richtigen Dosierung angewendet werden (bewährt haben sich dezentrale Desinfektionsmittelmischanlagen, die jährlich gewartet und ggf. stichprobenartig mikrobiologisch kontrolliert werden müssen). Desinfektionsmittel dürfen nur mit den vom Hersteller angegebenen Substanzen kombiniert werden.**

Grundsätzlich kann eine Desinfektionsmittellösung nur so lange sicher wirksam sein, wie der enthaltene Wirkstoff nicht gebunden oder verbraucht ist. Um zu gewährleisten, dass eine Desinfektionsmittellösung über die vom Hersteller angegebene Zeit voll wirksam ist, ist darauf zu achten, dass die einzusetzenden Utensilien nur in trockenem und sauberem Zustand einmalig mit der Lösung in Kontakt treten. Die Mopps und Tücher sind daher nach Gebrauch zu entsorgen oder der (thermisch-desinfizierenden) Aufbereitung zuzuführen.

## Reinigungsutensilien

Die zur Reinigung/Desinfektion eingesetzten Wischmopps oder -tücher müssen kompatibel mit der Reinigungs-/Desinfektionslösung sein. Dies bedeutet, dass das Reinigungsmaterial den erforderlichen Wirkstoff an die Fläche abgibt. Bekannt ist, dass Mikrofasertücher bzw. Vliesstoffe teilweise Desinfektionsmittel an die Textilfasern binden, sodass bei der Reinigung/Desinfektion der Wirkstoff nicht

wieder an die Oberflächen abgegeben wird, obwohl die Flächen angefeuchtet werden. Sinnvoll ist daher immer, den Desinfektionsmittelhersteller nach kompatiblen Textilien anzufragen. Diese Anfrage ist vor allem dann erforderlich, wenn Tuchspendereimer zur Flächendesinfektion eingesetzt werden, da in der Vergangenheit aufgrund von Sparzwängen die Tuchspendereimer von einer, das Desinfektionsmittel von einer anderen und die verwendeten Vliestücher von einer dritten Firma kostengünstig erstanden werden.

- **Reinigungs- und Desinfektionsmittel müssen mit den Reinigungsutensilien kompatibel sein, d. h., die Textilien müssen den Wirkstoff in ausreichender Menge an die Fläche abgeben.**

Je nach Verschmutzungsgrad der zu reinigenden oder desinfizierenden Oberflächen und ggf. Faltechnik der Wischtücher kann mit den Reinigungsutensilien eine Fläche zwischen 20–25 m<sup>2</sup> bearbeitet werden. Grundsätzlich muss die Fläche ausreichend befeuchtet werden, um den gewünschten Effekt der Reinigung bzw. Desinfektion zu erzielen.

Es ist sinnvoll, beim Wechsel von „reinen“ zu „unreinen“ Bereichen (z. B. zwischen Patientenzimmer und Nasszelle) die Arbeitsutensilien auszutauschen, spätestens jedoch nach jedem Raum (Widmer 2001). So können Verschleppungen von (potenziell) pathogenen Keimen von einem Raum in den nächsten oder durch die gesamte Einrichtung verhindert werden.

- **Bei der Unterhaltsreinigung muss die Fläche „nebelfeucht“ gewischt und die Reinigungsutensilien mindestens zimmerweise ausgetauscht werden. Es ist zudem sinnvoll von weniger kontaminierten hin zu kontaminierten Räumen zu reinigen/desinfizieren.**

### ■ Reinigungswagen

Der optische Eindruck des Reinigungswagens kann tiefgründige Einblicke in das Reinigungsmanagement eines Hauses geben und den Stellenwert des Reinigungsdienstes innerhalb der Einrichtung offenbaren. Grundsätzlich sollten Reinigungswagen übersichtlich organisiert sein, so dass die erforderlichen

Materialien (Mopps, Wischtücher, Reinigungsmittel, Abfalleutensilien, Mopphalter, Handschuhe, Händedesinfektionsmittel) sowie Abwürfe (Abfall, Schmutzwäsche) vorhanden sind und ein zügiges Arbeiten ermöglichen. Hilfreich ist dabei, wenn der für den Bereich erforderliche Reinigungs-/Desinfektionsplan am Wagen mitgeführt wird.

Am Ende der Schicht sind die Wagen komplett abzurüsten (Lösungen verwerfen, Tücher und Mopps sowie Bürsten der Wiederaufbereitung zuführen oder entsorgen etc.), die Oberflächen feucht zu säubern und abzutrocknen und für die folgende Schicht entsprechend dem festgelegten Standard vorzubereiten.

- **Ein übersichtlich organisierter, sauberer Reinigungswagen mit anhängendem Reinigungs- und Desinfektionsplan erleichtert die Abläufe im Reinigungsdienst. Die Sauberkeit und Ordnung eines Reinigungswagens kann als Visitenkarte des Reinigungsdienstes gewertet werden.**

## Desinfektion von Oberflächen

Der Begriff der patientennahen Flächen wird in der deutschsprachigen Literatur häufig verwendet (Gebel u. Carter 2012) und bezeichnet jene Flächen, die einen häufigen Hand- bzw. Hautkontakt durch Patienten und das medizinische Personal erfahren (Kappstein 1997; KRINKO 2004). Hierzu gehören zum Beispiel:

- Gesamtes Bettgestell inkl. Haltegriff, Bettgitter und Aufrichthilfen
- Nachttisch, Ablagen, patientennahe Möbel
- Klingel
- Toilettenstuhl, Tragen
- Medizinische Geräte sowie deren Bedienoberflächen
- Infusionsständer, Infusions- und Infusionsspritzenpumpen
- Inkubatoren und Wickeltische

Alle anderen Oberflächen, die nicht unmittelbar mit den Patienten in Kontakt treten, sind als patientenfern zu bezeichnen (Fensterbrett, Wand etc.).

- **Patientennahe Flächen sind diejenigen, mit denen der Patient oder das medizinische Personal häufigen Hand-/Hautkontakt haben.**

Im Allgemeinen wird bei der Flächendesinfektion zwischen einer laufenden bzw. Routinedesinfektion und einer Schlussdesinfektion unterschieden. Unter der laufenden Desinfektion wird die tägliche oder auch mehrmals tägliche Desinfektion patientennaher Oberflächen ohne Einbeziehung des Fußbodens verstanden. Ziel ist es, die Verbreitung von Krankheitserregern während der Pflege oder Behandlung zu vermeiden (Kappstein 2002).

Eine routinemäßige desinfizierende Flächenreinigung patientennaher Oberflächen ist für folgende Krankenhausbereiche sinnvoll:

- OP-Abteilung:
  - Operationssäle, Ein-/Ausleitung
  - Aufwachraum
  - Intensiv- oder Wachstation
- Zentralsterilisation (unreine Seite, Arbeitsflächen)
- Endoskopieabteilung (unreine Seite Aufbereitung, Arbeitsflächen; Untersuchungsfläche)
- Kreißsaal
- Patientenzimmer infektiöser/besiedelter oder immunsupprimierter (isolierter) Patienten
- Notfallaufnahme
- Radiologie

Eine Schlussdesinfektion beinhaltet eine Wischdesinfektion **aller** erreichbaren Oberflächen und Gegenstände in einem Patientenzimmer, inklusive des Fußbodens. Sie ist nur in Einzelfällen erforderlich.

- **Es wird zwischen einer laufenden und einer Schlussdesinfektion unterschieden. Letztere beinhaltet die Desinfektion aller erreichbaren Oberflächen und Gegenstände inklusive des Fußbodens, wohingegen bei ersterer nur die patientennahen Flächen desinfiziert werden.**

Eine routinemäßige Flächendesinfektion im Sanitärbereich ist nur dann erforderlich, wenn ein Patient nachgewiesenermaßen oder wahrscheinlich an einer Infektion leidet, die zu einer Keimverbreitung bei der Benutzung der sanitären Einrichtung führt und die Infektion auf diesem Wege auf den nachfolgenden Patienten übertragen werden kann (Just 2003).

- **In der Regel ist eine routinemäßige Reinigung zur Gewährleistung einer Partikelarmut in Einrichtungen des Gesundheitswesens mit wenigen Ausnahmen ausreichend und einer Wischdesinfektion gleichwertig, mit dem Vorteil der meist besseren Pflege der Oberflächen.**

#### ■ Einsatz von Desinfektionsmitteltuchheimern

Der Einsatz von Desinfektionsmitteltuchspendern ist mittlerweile in den meisten medizinischen Einrichtungen aus praktischen Gründen Routine. Dabei sind einige Aspekte zu beachten:

- Die Spender sind bei Anbruch mit dem Datum, dem Lösungsinhalt mit Konzentrationsangabe (falls es sich nicht um eine Fertigpackung handelt) und dem Kürzel des ansetzenden/eröffnenden Mitarbeiters zu kennzeichnen.
- Die Deckel der Spender sind nach der Entnahme der Tücher geschlossen zu halten, da ansonsten die Lösung entweicht und eine Wirksamkeit der Desinfektionslösung auf den Tüchern sowie die optimale Tränkung der Tücher über die angegebene Zeit nicht sicher gewährleistet werden kann.
- Die Spenderbehälter sind entsprechend der Herstellerangaben aufzubereiten (falls es sich nicht um eine Einmalverpackung handelt).
- In Risikobereichen kann es ggf. günstig sein, nur Tuchspendersysteme einzusetzen, die nicht wieder aufbereitet werden müssen. Eine Ausnahme stellen Tuchspendersysteme mit alkoholischen Flächendesinfektionsmitteln dar, bei denen die Biofilmbildung unwahrscheinlich ist (VAH 2015).

## 6.3 Sterilisationsverfahren

Die DIN 58900-1:1986-4 definiert steril als „frei von allen vermehrungsfähigen Mikroorganismen und Viren“. Das europäische Arzneimittelbuch ist noch genauer und definiert steril als „die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines einzelnen vermehrungsfähigen Organismus oder Virus unter oder gleich 1:1.000.000“ – oder etwas anders ausgedrückt, ein Gegenstand ist steril, wenn von 1 Million gleicher,

sterilisierter Objekte nur eins mit einem Keim behaftet ist (sterility assurance level).

- **Ein Gegenstand ist als steril zu definieren, wenn er frei von allen vermehrungsfähigen Mikroorganismen und Viren ist.**

### 6.3.1 Sterilisationsmethoden

Neben der heute im Gesundheitswesen effektivsten Sterilisationsart, der Autoklavierung mittels dreifach fraktioniertem Vakuum und gesättigtem sowie gespanntem Wasserdampf bei 134 °C und knapp 3 bar für in der Regel 3–5 min (bzw. 121 °C bei 2 bar für 15–20 min), sind vor allem in der Industrie auch noch andere Sterilisationsmethoden im Einsatz:

- Hitzeanwendung
  - Dampfsterilisation
  - Heißluftsterilisation
- Niedertemperaturanwendung in Kombination mit gasförmiger Chemie
  - Ethylenoxidsterilisation
  - Formaldehydsterilisation
  - Plasmasterilisation mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- Strahlenanwendung

- **Die effektivste und zuverlässigste Sterilisationsart im Gesundheitswesen ist derzeit die Sterilisation mit feuchter Hitze für thermostabile Medizinprodukte. Daneben werden vor allem in der industriellen Produktion die Niedertemperatursterilisation mit Chemie und die Sterilisation mittels ionisierenden Strahlen für meist thermolabile Medizinprodukte angewendet.**

**Feuchte Hitze** Die Sterilisation durch (feuchte) Hitze einwirkung entfaltet seine Wirkung durch die irreversible Koagulation von Proteinen. Damit werden die in den Erregern befindlichen Proteine unwiderruflich geschädigt und die Keime vermehrungsunfähig gemacht. Da Wasser eine viermal höhere Wärmekapazität aufweist als trockene Luft, kann bei der Autoklavierung im Gegensatz zur Heißluftsterilisation mit deutlich niedrigeren Temperaturen (z. B. 134 °C statt 180 °C) und kürzeren Einwirkzeiten (z. B. 3–5 min statt 30 min), wenn auch bei höherem

Atmosphärendruck (2–3 bar statt 1 bar), gearbeitet werden. Die Anwendung von (feuchter) Hitze hat den Vorteil eines breiten Wirkspektrums, ist energie- und kostengünstig und für den Anwender nicht gesundheitsschädlich, sieht man von Verbrennungen einmal ab. Nachteilig ist der exklusive Einsatz bei *thermostabilen* Gegenständen.

**Niedertemperaturverfahren** Thermolabile Gegenstände hingegen müssen mit Niedertemperaturverfahren, dann zwingend in Kombination mit chemischen Gasen oder Flüssigkeiten, sterilisiert werden. Ethylenoxid weist dabei eine exzellente Durchdringungsfähigkeit der zu sterilisierenden Gegenstandsmaterialien auf. Es muss jedoch nach der Sterilisation auch wieder aus den Gegenständen herausdiffundieren, da das Gas extrem gesundheitsgefährdend wirkt (damit sind lange Chargenzeiten verbunden). Die Wirkweise beruht auf einer Reaktion von Proteinseitenketten mit Ethylenoxid und der Inaktivierung der Erbsubstanz.

**Formaldehyd** Zwar ist Formaldehyd weniger toxisch als Ethylenoxid, jedoch hat es eine sehr schlechte Penetranz in die Materialien und Hohlräume der zu sterilisierenden Gegenstände, bedarf aber auch keiner Ausdampfung. Seit 1. Januar 2016 zählt Formaldehyd zur Gefahrenklasse Karzinogen/Kategorie 1B und Keimzellmutagen/Kategorie 2. Damit ist es offiziell als krebserregend eingestuft. Die Sterilisation erfolgt aufgrund der Koagulation von Zellwandproteinen durch Ausbildung stabiler Methylenbrücken mit freien Amino- und Säureamidgruppen.

**Plasmasterilisation** Hierbei wird ein nicht toxisches Verfahren eingesetzt, dessen sterilisierende Wirkung sich durch die Reaktion von Wasserstoffperoxidradikalen mit Proteinbestandteilen der Erreger in einem Hochfrequenzvakuum entfaltet. Die Radikale zerfallen nach Ausschaltung der Hochfrequenz in Wasser und Sauerstoff. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass das Sterilisierungsmittel (d. h. das erzeugte Plasma) bei Hohlkörperinstrumenten mit langen, engen Lumina bzw. blind endenden Hohlgängen nicht alle Oberflächen erreicht und teilweise einen Boosteraufsatz benötigt. Zudem ist eine spezielle Verpackung erforderlich, die wiederum nicht bei den

Hitzeverfahren eingesetzt werden darf (Cave: auch Schweißgeräte müssen thermisch herunterreguliert werden!). Dieses Verfahren wird teilweise für die Sterilisation von empfindlichen Optiken im Gesundheitswesen eingesetzt.

**Bestrahlung** Der Einsatz der Bestrahlung (Gamma-Strahlen, Röntgenstrahlen etc.) zur Sterilisation ist im Gesundheitswesen nicht verbreitet und findet hauptsächlich Anwendung in der Industrie.

## 6.4 Aufbereitung von Medizinprodukten

Viele der Instrumente und Geräte, die heutzutage im Gesundheitswesen eingesetzt werden, sind von den Herstellern als Einmalprodukte konzipiert und nur zur einmaligen Anwendung bestimmt (z. B. Spritzen, Kanülen, Katheter etc.). Immer wieder stellt sich die Frage, ob diese Instrumente aus Kostengründen wieder aufbereitet werden dürfen.

Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern, in denen Einmalprodukte unter keinen Umständen wieder aufbereitet werden dürfen, ist die Wiederaufbereitung dieser Medizinprodukte in Deutschland nicht verboten. Jedoch ist hierfür eine Risikobewertung und detaillierte Kenntnis der Materialien und deren Verhalten unter den Bedingungen der Aufbereitung bzw. eine Validierung des Aufbereitungsprozesses Voraussetzung, um die Maxime der „Nichtgefährdung von Dritten“ zu erfüllen (KRINKO/BfArM 2012). Da die meisten Einrichtungen im Gesundheitswesen nicht über diese Expertise verfügen, kann bei besonders kostenträchtigen Medizinprodukten für den einmaligen Gebrauch (z. B. Herzkatheter) an nach DIN 13485-zertifizierten Wiederaufbereitungsfirmen herangetreten werden, um die Risikobewertung und Durchführbarkeit der Wiederaufbereitung festlegen und ggf. durchführen zu lassen.

➤ **Einmalmedizinprodukte dürfen in Deutschland nach einer eingehenden Risikobewertung unter Berücksichtigung der Material- und Funktionsveränderung durch die angestrebte Behandlung wieder aufbereitet werden. Dies sollte jedoch vor**

allem bei komplexen Medizinprodukten externen, zertifizierten Aufbereitungsfirmen überlassen werden.

#### 6.4.1 Medizinproduktegesetz (MPG) und Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV)

Um Betreiber, Anwender und Dritte vor Verletzung und Infektion beim Einsatz von Medizinprodukten zu schützen, regelt das Medizinproduktegesetz (MPG) die grundlegenden Anforderungen der europäischen Richtlinien des Rates über Medizinprodukte sowie über aktive implantierbare medizinische Geräte und über In-vitro-Diagnostika. Hier geht es vor allem um die Vermeidung von konstruktionsbedingten Erregerübertragungen, die hauptsächlich von den Medizinprodukteherstellern beachtet werden müssen.

Die Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) hingegen bezieht sich explizit auf den Umgang der Medizinprodukte im Gesundheitswesen und zitiert dabei die gemeinsame Empfehlung (Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten) der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) am Robert Koch-Institut und des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Wird diese Empfehlung in ihrer aktuellsten Fassung umgesetzt, so wird laut MPBetreibV eine ordnungsgemäße Wiederaufbereitung von Medizinprodukten vermutet.

➤ **Wird die gemeinsame Empfehlung von KRINKO und BfArM bei der Aufbereitung von Medizinprodukten beachtet und umgesetzt, so entspricht dies den Vorgaben der MPBetreibV.**

Grundsätzlich regelt die MPBetreibV, dass

- Medizinprodukte (MP) nur nach den anerkannten Regeln der Technik betrieben, aufbereitet und überprüft werden dürfen,
- immer die Herstellerangaben zu beachten sind und bei Geräten eine Einweisung erfolgen muss,

- die Anwendung, Instandhaltung und Prüfung der Medizinprodukte nur durch ausreichend ausgebildetes Personal erfolgen darf,
- ein QM-System erforderlich ist, um der geforderten Dokumentationspflicht gerecht zu werden,
- bei Anwendung der gemeinsamen Empfehlung der KRINKO/BfArM in der aktuellsten Fassung davon auszugehen ist, dass die Aufbereitung von Medizinprodukten den Bestimmungen der Verordnung entsprechen.

Kommt es bei der Anwendung oder beim Betreiben von Medizinprodukten zu Störungen oder Gefährdungen von Patienten, dem Anwender oder Dritte (z. B. Bruch einer Endoprothese oder ungewöhnliche Arzneimittelreaktionen), so sind diese nach § 3 MPBetreibV an das BfArM oder Paul-Ehrlich-Institut zu melden und zu dokumentieren. Das Meldesystem ist in der Medizinprodukte-Sicherheitsplanverordnung (MPSV) genau beschrieben und kann im Krankenhaus meist im Rahmen des QM-Systems an die entsprechende Stelle weitergeleitet werden. Die erforderlichen Formblattvorlagen können unter [www.dimdi.de/static/de/mpg/ismp/meld/index.htm](http://www.dimdi.de/static/de/mpg/ismp/meld/index.htm) bezogen werden.

➤ **Vorkommnisse bei der Anwendung oder dem Betreiben von Medizinprodukten sind an das BfArM oder das Paul-Ehrlich-Institut zu melden.**

Neben der Forderung, dass Mehrwegmedizinprodukte nach Herstellerangaben und mit validierten Verfahren nachvollziehbar wieder in einen verwendungsfähigen Zustand versetzt werden müssen, fordert die MPBetreibV die Vorhaltung eines Medizinproduktebuches sowie eines Bestandsverzeichnisses aller aktiv nicht implantierbarer Medizinprodukte. Auf welchen Datenträgern diese Dokumentation erfolgt, ist nicht festgelegt, die Information muss nur jederzeit verfügbar und für Behörden einsehbar sein. Des Weiteren müssen Patienten, die ein implantierbares Medizinprodukt erhalten, schriftlich über spezielle Verhaltensweisen im Alltagsleben aufgeklärt werden. Außerdem müssen diese Patienten ein Dokument erhalten (z. B. einen Schrittmacherausweis oder einen Linsenpass), in

dem die geforderten Daten zum Medizinprodukt und andere enthalten sind, wie Name des Patienten; Bezeichnung, Art, Typ, Loscode, Seriennummer des Medizinprodukts; Name des Herstellers; Datum der Implantation sowie Name des Operators; Datum der nächsten Kontrolle und Ergebnis der letzten Kontrolle.

- **MP müssen nach Herstellerangaben mit validierten Verfahren nachvollziehbar wieder in einen verwendungsfähigen Zustand versetzt werden. Darüber hinaus ist ein Medizinproduktebuch und ein Bestandsverzeichnis aller aktiv nicht implantierbarer Medizinprodukte vorzuhalten sowie Patienten, die implantierbare Medizinprodukte erhalten, über spezielle Verhaltensweisen aufzuklären und ihnen ein entsprechendes Dokument mit Daten zum Medizinprodukt auszuhändigen.**

Weiterhin werden im § 9 die Aufbewahrungsfristen für die erforderliche Dokumentation geregelt (s. ► [Abschn. 6.4.6](#) unter „Aufbewahrungsfristen für Dokumentation und Aufzeichnungen“).

Wird ordnungswidrig (§17) gegen folgende Abschnitte der MPBetreibV gehandelt bzw. bezüglich folgende Vorgaben verstoßen, so ist mit einem Bußgeldbescheid von bis zu 25.000.- € zu rechnen:

- Wartung
- Aufbereitung
- Funktionsprüfung
- Dokumentation
- Patienteninformation
- Messtechnische Kontrollen
- Sondervorschriften Altgeräte

#### 6.4.2 KRINKO/BfArM-Empfehlung

Auf die Aufbereitung von Medizinprodukten und der damit verbundenen und geforderten Ausbildung des Personals, der Einhaltung der KRINKO/BfArM-Empfehlung (Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten) in einer geeigneten Infrastruktur (d. h. Räumlichkeiten und Geräte) sowie der Wartung der Geräte durch Fachpersonal wird vorrangig im § 5 MPBetreibV eingegangen.

Zweck der KRINKO/BfArM-Empfehlung ist in erster Linie die gleiche Patientensicherheit im ambulanten wie stationären Bereich zu gewährleisten, indem die Arbeitsvorgänge vom Anwender überdacht und standardisiert werden. Dies fördert die Transparenz der Aufbereitung durch die erforderliche Dokumentation und erhöht zumeist die Qualität des Aufbereitungsstandards, da bewusst festgelegt wird, wie die Aufbereitungsschritte erfolgen. Gleichzeitig ist sichergestellt, dass sich der Betreiber und Anwender innerhalb des rechtlichen Rahmens der MPBetreibV bewegen, ohne den Gesetzestext genau kennen zu müssen.

- **Die gemeinsame KRINKO/BfArM-Empfehlung bezweckt einen höheren Sicherheitsstandard sowohl für Patienten als auch für den Anwender und Aufbereiter im ambulanten wie stationären Bereich.**

Die Aufbereitung von Medizinprodukten ist mit Risiken behaftet, die durch die Befolgung der gemeinsamen KRINKO/BfArM-Empfehlung minimiert werden können. Hierzu gehören beispielsweise, dass es

- Rückstände aus der vorherigen Anwendung gibt, z. B. HCV-Übertragungen bei mangelhaft gereinigten Endoskopen,
- zu Rückständen aus der vorherigen Aufbereitung kommt, z. B. wenn nach der Reinigung noch alkalische Reinigungsrückstände am Instrument verbleiben, wie sie in der Vergangenheit in der Ophthalmochirurgie teilweise zu Hornhautschädigungen geführt haben,
- zu Veränderungen der physikalischen, chemischen oder funktionellen Eigenschaften der Medizinprodukte kommt, z. B. bei Laserlichtleitern, die beispielsweise in der Urologie eingesetzt werden und sehr zerbrechlich sind,
- durch die Aufbereitung zu Veränderungen in der Materialbeschaffenheit kommt, z. B. bei Larynxmasken, bei denen die Dichtigkeit geprüft werden muss, bevor sie freigegeben werden können.

Daher ist der wichtigste Schritt bei der Aufbereitung die (Vor-)Reinigung der Medizinprodukte (KRINKO/BfArM 2012). Grobe Verschmutzungen müssen prinzipiell schon direkt nach Anwendung

beseitigt werden – im OP-Saal beispielsweise sind Instrumente mit feuchter Kompresse zu säubern oder in der Endoskopie ist das Endoskop nach der Untersuchung umgehend noch an der Lichtquelle mit Reinigungslösung durchzuspülen. In den Aufbereitungsräumen schließt sich eine gründlichere Säuberung an. Denn nur was optisch sauber ist, kann adäquat desinfiziert bzw. sterilisiert werden (KRINKO/BfArM 2012). Grundsätzlich sollte die maschinelle Aufbereitung der manuellen vorgezogen werden. Die Geräte sind bei Aufstellung sowie in regelmäßigen Abständen zu validieren (KRINKO/BfArM 2012 und s. Leitlinie der DGKH, DGSV und AKI 2008; Leitlinie DGKH, DEGEA, DGVS, DGSV und AKI 2011). Dennoch ist die manuelle Aufbereitung nicht verboten, ihre Aufbereitungsschritte müssen jedoch aufwendig validiert werden (Leitlinie von DGKH, DGSV und AKI 2014). Das lohnt sich erfahrungsgemäß nur dann, wenn es sich um ein sehr empfindliches, ggf. teures und selten eingesetztes Medizinprodukt handelt, der Hersteller eine maschinelle Aufbereitung nicht zulässt und ein gleichwertiges, maschinell aufbereites Medizinprodukt auf dem Markt nicht erhältlich ist. Die manuelle Aufbereitung sollte daher nur in diesen sehr seltenen Ausnahmefällen routinemäßig zum Einsatz kommen.

Ultraschallbäder können zusätzlich den Reinigungserfolg gerade bei Medizinprodukten, die schwer zugängliche Bereiche aufweisen, wie z. B. lange, enge oder auch endständige Lumen, unterstützen. Bei der Bestückung des Ultraschallbades ist darauf zu achten, dass diese nach Herstellerangaben erfolgt, um Schallschatten und damit unzureichende Beschallung zu vermeiden (KRINKO/BfArM 2012). Zu empfehlen ist das Betreiben des Ultraschallbads mit einem Reiniger. Häufig werden Desinfektionsreiniger angeboten, die zwar zugelassen sind, jedoch den sich anschließenden Desinfektionsschritt nicht ersetzen können. Grund dafür ist, dass zumeist erst nach der Ultraschallbehandlung die Reinigung (meist mit Bürsten) erfolgt und damit das Desinfektionsmittel die entsprechende Einwirkzeit auf den Oberflächen der Medizinprodukte nicht erreichen kann.

➤ **Nur was optisch sauber ist, kann adäquat desinfiziert und sterilisiert werden. Daher ist eine minutiöse und gewissenhafte Reinigung von Medizinprodukten, ggf. auch**

**unter Zuhilfenahme von Ultraschallbädern, essenziell. Die maschinelle Reinigung und Desinfektion von Medizinprodukten ist der manuellen prinzipiell vorzuziehen, da diese immer das gleiche Standardergebnis erbringt.**

Das sich anschließende Desinfektionsverfahren muss nachweislich bakterizid, viruzid und fungizid sein, wobei die thermische (maschinelle) Desinfektion in der Regel mit einem  $A_0$ -Wert von 3000 aufgrund der zuverlässigeren Wirksamkeit (keine Wirklücken und Resistenzentwicklungen!) zu bevorzugen ist. Nichtsdestotrotz kann nach einer Risikobewertung die manuelle (chemische) Desinfektion mit möglichst VAH-gelisteten Mitteln weiterhin durchgeführt werden, vorausgesetzt die Wirksamkeit des Verfahrens wird nachgewiesen und periodisch validiert (KRINKO/BfArM 2012). Dabei ist essenziell, dass die Instrumentendesinfektionsmittel nach Herstellerangaben im richtigen Konzentrations-Einwirkzeit-Verhältnis eingesetzt werden und die Medizinprodukte vollständig in die Desinfektionsmittellösung untergetaucht bzw. bei Hohlkörperinstrumenten die Kanäle luftblasenfrei mit Desinfektionsmittellösung befüllt werden. Nach der Einwirkzeit sind die Medizinprodukte aus der Lösung bzw. aus dem Reinigungs- und Desinfektionsgerät (RDG) mit keimarmen Einmalhandschuhen bzw. desinfizierten Händen zu entnehmen, ggf. mit mikrobiologisch einwandfreier Wasserqualität (mindestens Trinkwasserqualität bzw. sterilem Wasser) zu spülen und ggf. mit einem sauberen, flusenfreien Tuch abzutrocknen. Bei Hohlkörperinstrumenten sollte prinzipiell eine Nachtrocknung mittels medizinischer Druckluft durchgeführt werden.

Sowohl für den Reinigungs- als auch den Desinfektionsschritt ist die Qualität des Wassers ausschlaggebend. Grundsätzlich muss das Wasser für die Reinigung und Desinfektion mindestens Trinkwasserqualität entsprechen. Die Qualität des Wassers kann sich erheblich auf die Lebensdauer der Instrumente auswirken. Durch die unterschiedlichen Mineralstoffe kann es zu Korrosion und damit zu Materialschädigungen bis hin zu Materialbruch kommen. Außerdem sind zwar harmlose, aber ästhetisch unschöne Verfärbungen möglich. Ideal ist chemisch reines Wasser, dessen Einsatz jedoch unrealistisch ist. Trotzdem sollte auf die Wasserqualität

geachtet werden und prinzipiell gilt: Je weicher das Wasser, desto besser die Reinigungs- und Desinfektionsleistung. Die Instrumente sollten daher möglichst mit vollentmineralisiertem (VE-)Wasser, was als Oberbegriff für alle Arten von Reinwasser benutzt wird (hohe Qualitätsunterschiede!), zumindest am Schluss der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen gespült werden, um Reinigungs-, Desinfektions- sowie Salzreste von der Oberfläche vor der anschließenden Sterilisation zu entfernen.

➤ **Die Wasserqualität für das Ansetzen der Reinigungs- und Desinfektionslösungen ist zu beachten und spielt eine Rolle beim Reinigungs- und Desinfektionsmittelverbrauch sowie der Lebensdauer von Medizinprodukten. Spätestens bei der letzten Spülung sollte vollentmineralisiertes (VE-)Wasser mit mindestens Trinkwasserqualität zum Einsatz kommen.**

Die Sauberkeit der aufbereiteten Medizinprodukte muss vor dem Verpacken überprüft werden, jedoch gibt es zurzeit noch keine befriedigende, objektive Methode dafür. Daher müssen Medizinprodukte nach der Aufbereitung auf jeden Fall optisch sauber sein, ggf. können bei erschwerten Sichtbedingungen auch Hilfsmittel (z. B. Lichtlupe) eingesetzt und/oder Restproteinbestimmung ( $<100 \mu\text{g}$  Protein/Medizinprodukt) mit hierfür entwickelten Tests periodisch zusätzlich durchgeführt werden (KRINKO/BfArM 2012). Die Verantwortung für die technisch-funktionelle Sicherheit eines aufbereiteten Medizinprodukts obliegt grundsätzlich dem MP-Betreiber. Daher sollte bei der Pflege der Medizinprodukte auch die Funktion geprüft werden. Beim Einsatz von Pflegemitteln (oft auf Paraffin-Öl-Basis) sind die Herstellerangaben zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass die sich anschließende Sterilisation durch die Pflegemittel nicht beeinträchtigt wird (der Hersteller der Pflegemittel muss dies belegen können! KRINKO/BfArM 2012). Letztlich dient die Sicht-, Pflege- und Funktionsprüfung dazu, dass unsaubere oder im Material veränderte Medizinprodukte ausgesondert bzw. erforderliche Reparaturen an Instrumenten erfolgen, bevor sie erneut in den Nutzungskreislauf eingespeist werden. Zu einer Funktionsprüfung der anzuwendenden

Medizinprodukte ist auch der Anwender vor Benutzung verpflichtet (KRINKO/BfArM 2012).

Die Verpackung muss die Sterilisation ermöglichen (das Sterilisierungsmittel, z. B. der Dampf, muss an alle inneren und äußeren Oberflächen gelangen) und die Sterilität bei entsprechender Lagerung (am besten geschlossen) bis zur Anwendung gewährleisten, d. h. eine Kontamination bis zur Anwendung ist auszuschließen. Bei einigen Medizinprodukten sind zusätzliche Schutzverpackungen erforderlich, z. B. bei spitzen Instrumenten; bei anderen, schweren Medizinprodukten sind ausreichend stabile Verpackungen oder Mehrfachverpackungen zu wählen. Zu berücksichtigen ist, dass die eingesetzte Verpackung mit dem Sterilisationsverfahren, den Eigenschaften des einzupackenden Medizinprodukts und der vorgesehenen Lagerung kompatibel ist. Die verpackten Medizinprodukte sollten mit dem Sterilisationsdatum, ggf. dem Inhalt (falls von außen nicht ersichtlich), der Chargennummer und dem Kürzel des Packers bzw. des freigegebenden Mitarbeiters gekennzeichnet werden. Außerdem sollte eine zusätzliche Kennzeichnung deutlich machen, ob das Medizinprodukt bereits steril oder noch zu sterilisieren ist (z. B. durch Indikatorstreifen bzw. in Kombination mit [Kunststoff-]Plomben). Bei einheitlicher Lagerung der Sterilgüter kann zusätzlich auch die Lagerfrist bzw. das Verfallsdatum aufgezeichnet werden.

➤ **Alle gereinigten und desinfizierten Medizinprodukte sind vor der Verpackung auf Sauberkeit und Funktion zu prüfen und je nach Herstellerangaben zu pflegen. Die Verpackung muss zum einen die Sterilisation, zum anderen die Sterilität der Medizinprodukte bis zu ihrem Einsatz gewährleisten. Alle Sterilgüter sind mit Aufbereitungs- und ggf. Ablaufdaten zu kennzeichnen.**

Für die Sterilisation von Medizinprodukten (► Abschn. 6.3.1) ist wie bei der Reinigung und Desinfektion ein geeignetes, wirksames und validiertes Verfahren einzusetzen (MPBetreibV; DGKH 2009). Wobei mit „geeignet validiert“ gemeint ist, dass der Sterilisationsprozess periodisch überprüft wird und somit „ein definiertes Ergebnis reproduzierbar und

nachweisbar ständig erbringt“ (KRINKO/BfArM 2012). Auch bei der Sterilisation setzt das Verfahren eine korrekte Beladungskonfiguration voraus. Zahlreiche Faktoren sind zu berücksichtigen, damit ein ungestörter Sterilisationsprozess erfolgen kann. So ist auf folgendes zu achten:

- Art und Resistenz der Krankheitserreger (nicht alle Erreger werden gleich schnell durch den Sterilisationsprozess erfasst und abgetötet)
- Höhe der Kontamination (die Sterilisation kann in einem bestimmten Zeitintervall immer nur 90 % der vorhandenen Erregeranzahl abtöten, daher ist die Reinigung und Desinfektion der Medizinprodukte essenziell)
- Angewandte Temperatur
- Sterilisationsmedium (Dampf, Gas, Strahlen) und Einwirkzeit (müssen miteinander korrelieren und an das zu erwartende Erregerspektrum angepasst werden)
- Durchdringungsvermögen der Sterilisationsmedien und Durchdringbarkeit des Sterilgutes (z. B. falsch nebeneinander gelegte Papier-Folien-Verpackungen können dazu führen, dass die Luft nicht komplett evakuiert wird und es damit in den Luftinseln nicht zur gewünschten Sterilisation kommt)
- Schutz der Mikroorganismen vor Einwirkung des Sterilisationsmediums (nicht beseitigte Biofilme sind eine mögliche Nische, in denen Erreger die Sterilisation überleben können)

Leider kommt es immer wieder zu Fehlern beim Sterilisationsprozess in Autoklaven, weil die oben beschriebenen Faktoren nicht ausreichend beachtet wurden. Andere Faktoren sind:

- Zu poröses Material wird behandelt (z. B. Wäsche, die schon sehr häufig sterilisiert wurde). Der Wasserdampf wird dann nicht aufgesogen, und es bildet sich Kondenswasser. Dies bedeutet, dass die benötigten Temperaturen nicht erreicht werden und die Materialien nicht steril sind.
- Durch die Sterilisation von Metallgegenständen (besonders Instrumente), die ein bestimmtes Gewicht überschreiten (ca. 8 kg), kann es ebenfalls zur Bildung von Kondenswasser kommen.

- Es werden Behälter als Verpackung eingesetzt, die das Eindringen von Dampf erschweren oder gar verhindern, z. B. Büchsen oder Knopfdeckeldosen, die zu einer fehlerhaften Sterilisation führen. Daher sollten die Behälter im Deckel und/oder Boden perforiert sein, und die Filter müssen nach Herstellerangaben gewechselt werden, um das Eindringen des Dampfes zu gewährleisten.

➤ **Der Sterilisationsprozess kann empfindlich durch verschiedene Faktoren oder auch Beladungsfehler gestört werden. Der Erfolg einer sterilisierten Charge muss schriftlich im Freigabeprotokoll dokumentiert werden.**

Der Erfolg der Sterilisation muss im Freigabeprotokoll (■ Tab. 6.3) fixiert werden. Dort ist die Chargennummer zu verzeichnen, die Routinetests sollten erfolgreich absolviert worden sein, die ggf. mitgeführten Indikatoren müssen korrekt umgeschlagen sein und die Prozessdaten der durchgeführten Sterilisation sind zu sichten sowie auf korrekten Ablauf zu prüfen. Letztlich muss die Verpackung der Sterilgüter in Augenschein genommen werden, um Hinweise auf Beschädigung und Feuchtigkeit rechtzeitig zu entdecken und ggf. die Charge für die weitere Anwendung zu sperren. Maßnahmen, die zu einer Sperrung der Charge führen, sind ebenfalls schriftlich zu fixieren. Kann die Charge freigegeben werden, ist dies mit dem entsprechenden Handzeichen im Freigabeprotokoll zu dokumentieren (KRINKO/BfArM 2012).

Nachdem das Sterilgut abgekühlt und trocken ist, ist es entsprechend den Lagermöglichkeiten (► Abschn. 6.5) vorzuhalten. Dabei ist das abgekühlte Sterilgut nur mit desinfizierten Händen anzufassen.

#### 6.4.3 Praktische Umsetzung in der zentralen Sterilgutversorgungsabteilung (ZSVA)

Um die in den vorangegangenen Abschnitten erwähnten Abläufe konkret umzusetzen, sind einige bauliche und organisatorische Voraussetzungen zu beachten. Prinzipiell gilt, dass die Arbeitsabläufe

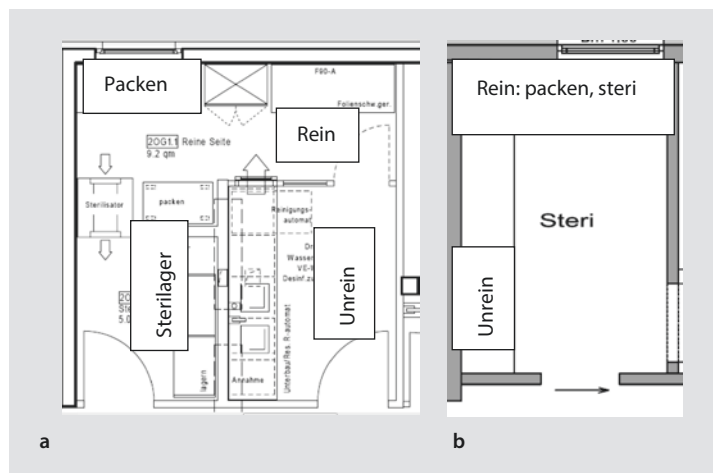
je nach Kontaminationsgrad in unreine und reine Tätigkeiten zu trennen sind (KRINKO/BfArM 2012). Die Trennung der Arbeitsabläufe kann räumlich als auch funktionell erfolgen (■ Abb. 6.1). Es muss jedoch auf einen Blick ersichtlich sein, ob ein Arbeitsplatz zu der einen oder anderen Kategorie gehört.

Des Weiteren sollten die Medizinprodukte in einen Kreislauf innerhalb der Abteilung eingespeist werden. Dies bedeutet, dass die Arbeitsabläufe in einer logischen Abfolge hintereinandergeschaltet werden und auch Abweichungen vom korrekten Ablauf (z. B. kontaminierte Medizinprodukte aus dem Reinigungs- und Desinfektionsgerät) über zusätzliche Schleifen (z. B. aus dem Packbereich über eine Durchreiche in den unreinen Arbeitsbereich zurückgeführt) abgebildet werden. Auch dieser Prozess kann sowohl räumlich als auch funktionell erfolgen. Bei einer räumlichen Trennung sind Schleusen zwischen den Bereichen aus hygienischer Sicht nicht erforderlich. Um die Arbeitsabläufe nicht zu behindern und trotzdem eine klare Trennung zu erzielen, können einfache Türen mit davor und ggf. dahinter befindlichen Spendern für Händedesinfektionsmittel an den Übergängen, zwischen z. B. „unreinem“ Arbeits- und „reinem“ Packbereich oder Pack- und „Sterilbereich“, eingeplant werden. Für ausreichend Ablagefläche und Abwurfmöglichkeit der Schutzkleidung im unreinen Arbeitsbereich ist vor allem im Übergangsbereich zur „reinen“ Seite zu sorgen.

➤ Eine räumliche/funktionelle Trennung der unreinen und reinen Arbeitsabläufe ist ebenso sinnvoll wie eine logische, hintereinandergeschaltete Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte. Abweichungen vom korrekten Ablauf müssen ebenfalls in den Arbeitsabläufen abgebildet werden. Um von einem Bereich in den anderen zu wechseln, muss eine hygienische Händedesinfektion erfolgen. Schleusen (in denen Kleidung und Schuhe gewechselt werden) sind dabei meist hinderlich und aus infektionsprophylaktischer Sicht nicht erforderlich, sodass sie durch einfache Türen ersetzt werden können (Lärmschutz).

Das in der Aufbereitung eingesetzte Mobiliar sowie Fußboden-, Decken- und Wandbeläge sollten aus glatten, geschlossenporigen (flüssigkeitsdichten) und strapazierfähigen Materialien bestehen, die auch gegen Desinfektionsmittel (v. a. alkoholischen Händedesinfektionsmitteln) beständig sind. Eine angemessene Beleuchtung (idealerweise mit Tageslicht) sowie Belüftung des Arbeitsplatzes (Wärme- und Feuchtigkeitslastfortführung der Geräte beachten!) sind dabei unerlässlich. Bezüglich der Belüftungsart werden für die ZSVA keine zwingenden Vorgaben für eine raumluftechnische (RLT-)Anlage gemacht (KRINKO/BfArM 2012). Um die aufkommende Wärmelast adäquat aus der ZSVA abführen zu können, ist jedoch je nach Größe der Abteilung meist eine RLT-Anlage erforderlich. Die kühlende Zuluft

■ **Abb. 6.1** Aufteilung einer zentralen Sterilgutversorgungsabteilung. **a** Räumliche Trennung (mit freundlicher Genehmigung Architekten Ingenhoven & Ingenhoven, Neuss, und Orthopädische Praxisklinik Neuss, OPN®), **b** funktionelle Trennung (mit freundlicher Genehmigung Dipl.-Ing. Architekten Backenstrass + Weiglein, Offenbach)



sollte über zwei Filterstufen (F7-Filter in der ersten und F9-Filter in der zweiten Stufe) in den Bereich eingebracht werden. Eine höherwertigere Luftfilterung (mit drei Filterstufen und damit endständigen Schwebstofffiltern, wie im OP-Saal) ist selbst im „Sterilbereich“ nicht sinnvoll, da dort die Sterilgüter bereits verpackt und damit kontaminationsgeschützt vorgehalten werden. Eine höherwertigere Luftführung erzielt keinen Vorteil gegenüber der oben beschriebenen Lüftungsvariante. Eine hygienische Händedesinfektion ist beim Umgang mit Sterilgütern hingegen obligat.

- **Alle Oberflächen in der Aufbereitung sollten leicht zu reinigen und desinfektionsmittelbeständig sein. Auf eine ausreichende Beleuchtung und Be- sowie Entlüftung ist zu achten.**

Auf der unreinen Seite sind ausreichend Stellflächen und Ablagen vorzusehen, auf denen kontaminierte Medizinprodukte sowie Einsatzwagen für Reinigungs- und Desinfektionsgeräte (RDG), beispielsweise für Siebe und Instrumente der minimalinvasiven Chirurgie, abgestellt werden können. Es sollte nicht nur die Lieferung der Medizinprodukte aus der OP-Abteilung, sondern auch aus anderen Bereichen der Einrichtung sowie unsterile Leihinstrumentenlieferungen berücksichtigt werden. Neben den Reinigungs- und Desinfektionsgeräten ist ggf. an ein Ultraschallbecken für die Aufbereitung von Hohlkörperinstrumenten sowie einem Aufbereitungsbecken für die manuelle Vorreinigung von empfindlichen Medizinprodukten zu denken. Eine VE-Wasserdruckpistole kann am unreinen Arbeitsplatz ebenfalls von Vorteil sein. Am Übergang zum Packbereich sollte ein Waschbecken mit Spender für Seife, Händedesinfektionsmittel sowie Einmalhandtücher und ein Abwurf zu platziert sein. Die Anbringung von Haken oder andere Aufhängenvorrichtungen, um die entsprechende persönliche Schutzkleidung am unreinen Arbeitsplatz zu belassen, wäre günstig, wenn die Schutzausrüstung nicht ohnehin beim Arbeitsplatzwechsel aufgrund von Einmalmaterial entsorgt wird.

- **Im unreinen Bereich sind ausreichend Stellflächen (für Medizinprodukte**

**sowie RDG-Einsatzwagen, Siebe) zu berücksichtigen. Als Ausstattung sollten neben einem Aufbereitungsbecken auch ein Ultraschallbecken, RDG und Wasserdruckpistolen mit VE-Wasser vorhanden sein. Ablageflächen/Abwürfe für die Schutzkleidung sind im Übergangsbereich sinnvoll.**

Im Packbereich ist an einer sinnvollen Stelle ein medizinischer Druckluftanschluss einzuplanen, da Hohlkörperinstrumente nach der Behandlung im RDG nachgetrocknet werden sollten. Dies sollte nicht am Packplatz selbst durchgeführt werden, um eine mögliche Kontamination mit Feuchtkeimen am Packplatz zu vermeiden.

Die Packplätze sollten so organisiert sein, dass dem Personal eine ausreichend große Arbeits- und Ablagefläche (idealerweise höhenverstellbar) für die zu packenden Medizinprodukte zur Verfügung steht. Am Packplatz sind alle Utensilien vorzuhalten, die für die Inspektion der Reinigung (z. B. Lichtlupe), Pflege der Instrumente (nach Herstellerangaben) sowie Verpackung (z. B. Plomben, Sterilisationsvlies) erforderlich sind. Sinnvoll ist ebenfalls, den Packplatz mit einem leicht erreichbaren Händedesinfektionsmittelspender auszustatten, um Wege für das Personal einzusparen und jederzeit eine adäquate hygienische Händedesinfektion beim Umgang mit desinfizierten Medizinprodukten zu gewährleisten. Falls die Packplätze selbst nicht über eigenständige Siegelgeräte verfügen, so ist ein Arbeitsplatz innerhalb des Packbereichs für die Versiegelung der in Papier-Folien-Verpackung eingeschlagenen Medizinprodukte einzurichten. Letztlich sollte ausreichend Raum vor dem Sterilisator vorhanden sein, um zum einen die Chargenwagen bequem bestücken zu können bzw. über Ablageflächen zu verfügen, auf denen die folgenden Chargen bereits zusammengestellt werden können.

- **Im Packbereich sollte an einem eigenständigen Arbeitsplatz ein medizinischer Druckluftanschluss für die Nachtrocknung von Hohlkörperinstrumenten vorhanden sein. Außerdem sind die Packplätze mit ausreichend Raum zur Durchführung der Tätigkeit sowie Händedesinfektionsmittelspender,**

**Lichtlupe, Pflegemittel, Zusatzzubehör für Verpackungen sowie Verpackungsmaterial und ggf. einem validierten Siegelgerät (ggf. eigenständiger Arbeitsplatz) zu bestücken.**

Im Übergangsbereich zwischen Pack- und „Sterilbereich“ ist ein Händedesinfektionsmittelspender an gut erreichbarer Stelle zu platzieren. Ein Umkleiden zwischen diesen Bereichen ist aus infektionsprophylaktischer Sicht nicht erforderlich. Eine die Bereiche trennende Tür kann dem Lärmschutz dienen.

Im „Sterilbereich“ wird die Charge freigegeben, was heutzutage EDV-technisch bewerkstelligt werden sollte. Ist keine elektronische Unterstützung für die Dokumentation möglich, sollte nur die aktuelle Freigabedokumentation im „Sterilbereich“ vorgehalten werden. Damit wird ein unnötiger Partikeleintrag in den Lagerbereich vermieden. In diesem Fall wird empfohlen, die Dokumentation im Büro der ZSVA-Leitung unterzubringen. Dieses Büro sollte so platziert sein, dass Mitarbeiter den Raum bequem erreichen, Vertreterbesuche von Medizinprodukteherstellern jedoch den Tagesablauf in der ZSVA nicht stören.

- **Der „Sterilbereich“ dient als (Zwischen-) Lager für Sterilgüter und sollte so sauber (= partikelarm) wie möglich gehalten werden, weswegen unnötige Dokumentation, außer dem aktuellen Freigabeprotokoll, dort nicht vorgehalten werden sollte. Dient der „Sterilbereich“ gleichzeitig als Sterilgutlager, so sind an gut erreich- und sichtbaren Stellen Händedesinfektionsmittelspender zu platzieren (Umgang mit Sterilgütern!).**

Eine geschlossene Lagerhaltung ist für selten (z. B. nur einmal wöchentlich) benutzte MP zu erwägen. Alle häufiger benutzten Sterilgüter können in offenen Regalsystemen untergebracht werden, sofern darauf geachtet wird, dass das FIFO-Prinzip (first in, first out) eingehalten wird.

#### 6.4.4 Praktische Umsetzung in der Endoskopie

Bei der Aufbereitung von flexiblen Endoskopen gelten die gleichen baulichen und organisatorischen

Annahmen wie in der ZSVA (KRINKO 2002). Der Aufbereitungsraum sollte als eigenständiger Raum dort platziert werden, wo die Medizinprodukte anfallen, so sind kurze Wege gewährleistet. Der Transport des noch an der Lichtquelle mit einem nicht fixierenden Reiniger (kein Aldehyd/keine Peressigsäure) mindestens 20 s durchgespülten Endoskops vom Untersuchungsraum in den Aufbereitungsraum sollte geschlossen (z. B. Kunststoffbehälter mit Deckel) erfolgen (KRINKO/BfArM 2012). Im Aufbereitungsraum sind die einzelnen Arbeitsschritte logisch hintereinander zu schalten, und auch hier sind unreine Tätigkeiten von reinen zu trennen.

Nach Durchführung des Dichtigkeitstest nach Herstellerangaben (wird der Dichtigkeitstest nicht vor dem Eintauchen in die Flüssigkeitslösung durchgeführt, riskiert der Anwender eine ernsthafte Beschädigung des Endoskops durch eindringende Flüssigkeit in das Gerät!), wird das Endoskop in ein Becken mit Reinigungslösung getaucht und mit den dazugehörigen, nach jedem Gebrauch desinfizierten, kanalgrößenangepassten Kanalbürsten manuell vorgereinigt. Diese Vorreinigung der Endoskope ist der wichtigste Schritt in der Aufbereitung von Endoskopen: Die Ausgangskeimzahl kann um bis zu vier Logarithmusstufen reduziert werden. Daher muss die Durchführung gewissenhaft erfolgen (KRINKO 2002). Es empfiehlt sich, möglichst lange und flache Reinigungsbecken vorzuhalten. So kann das Endoskop geschont und idealerweise mit jedem Gerät die Reinigungslösung abgelassen bzw. neu befüllt werden (Arbeitskreis Krankenhaus- & Praxishygiene der AWMF 2012), um sicherzustellen, dass die Reinigungslösung für die Vorreinigung ausreichend wirksam bleibt (ansonsten kann die Reinigungslösung ohne sichtbare Kontamination in der Regel arbeitstäglich erneuert werden). Für das endoskopische Zubehör und die Reinigungsbürsten ist die Vorhaltung eines Ultraschallbeckens für eine unterstützende Reinigung sinnvoll, wobei das endoskopische Zubehör bevorzugt in der ZSVA aufbereitet werden sollte (meist besseres Know-how und Infrastruktur vorhanden!). Zusätzlich sind eine VE-Wasserpistole sowie ein Druckluftanschluss im unreinen Bereich günstig vorzuhalten, um das Endoskop/Zubehör von Reinigungsmittel zu befreien und zu trocknen, bevor

diese in die RDG für Endoskope (RDG-E) eingelegt werden (KRINKO/BfArM 2012). Grundsätzlich ist zu klären, ob der eingesetzte Reiniger mit dem im RDG-E eingesetzten Desinfektionsmittel kompatibel ist, um Schaumbildung und dadurch Störungen im Prozess zu vermeiden.

➤ **Die Vorgehensweise in der Endoskopie gleicht der in der ZSVA. Der manuellen Vorreinigung der Endoskope kommt eine essenzielle Bedeutung zu.**

Das RDG-E ist nach Herstellerangaben zu beladen und Kanäle bzw. Düsen, die nicht benötigt werden, sollten nach Herstellerangaben des RDG-E mit entsprechenden Stopfen verschlossen werden. Bei Endoskopen, die über einen Jetkanal verfügen (sehr dünner Kanal zur Medikamentengabe oder zum kraftvollen Druckspülen), ist dieser nach Herstellerangaben in jede Aufbereitung einzubeziehen, selbst wenn er bei der Untersuchung nicht benutzt wurde. Des Weiteren sind alle Ventile und Kappen nach Herstellerangaben zu erneuern oder in die Aufbereitung zu integrieren. Der Albaranhebel an Duodenoskopen muss nach Herstellerangaben bzw. -einweisung behandelt werden. Sollte eine abnehmbare Kappe vorhanden sein, ist diese in der Regel aus Einmalmaterial, die nach jeder Anwendung des Geräts ersetzt werden muss.

Nach der Aufbereitung im RDG-E sind die Endoskope und ggf. das Zubehör mit desinfizierten Händen zu entnehmen und auf der reinen Arbeitsfläche abzulegen. Die Endoskopkanäle sollten nach Rücksprache mit dem jeweiligen Hersteller mit mindestens 70 %igem Isopropylalkohol gespült werden, um potenziell verbliebene Feuchtkeime abzutöten. Auch die Linse (immer aus Glas!) sollte mindestens wöchentlich mit Alkohol gesäubert werden, um spätere Schäden des Endoskops zu vermeiden. Eine Behandlung mit medizinischer Druckluft ist nach jeder Behandlung im RDG-E empfehlenswert, um eine komplette Kanaltrocknung zu gewährleisten (KRINKO/BfArM 2012). Im Anschluss an die Trocknung sind die Endoskope hängend (bis zu maximal 14 Tage) in einem geeigneten Schrank zu lagern. Das im RDG-E aufbereitete Zubehör muss anschließend in die ZSVA, um ggf. dort verpackt und sterilisiert zu werden.

#### Tipp

Immer häufiger werden aktive Lagerschränke für die Endoskope angepriesen. In diesen Schränken werden die zuvor maschinell aufbereiteten Endoskope unter aktiver Luftdurchflutung aller Einzelkanäle gelagert. Die Lagerung erfolgt zumeist liegend in entsprechenden Kassetten. Die Hersteller geben für diese Schränke unterschiedliche Lagerungszeiten zwischen 3 und 30 Tagen an. Dem gegenüber steht die oben genannte Angabe zur Lagerungsfrist, die sich jedoch auf eine „passive“ Lagerung ohne aktive Luftdurchflutung bezieht. Bei der Anschaffung eines solchen aktiv durchfluteten Lagerschranks, bei dem auch die verlängerte Lagerdauer über die 14-Tage-Grenze hinweg interessant ist, empfiehlt es sich, die Anschaffung sowie das verlängerte Lagerintervall mit der zuständigen Aufsichtsbehörde abzusprechen.

Bezüglich der Aufbereitung des endoskopischen Zubehörs ist die Verwendung von Einmalmaterial zu erwägen, um vor allem Ressourcen bei der aufwendigen Aufbereitung einzusparen. Zumindest im niedergelassenen Bereich wird dadurch die Vorhaltung von Sterilisatoren und deren Folgekosten aufgrund der geforderten Routine- wie periodischen Prüfungen vermieden. Die Optikspülflasche ist arbeitstäglich aufzubereiten, wobei sie mindestens desinfiziert, jedoch idealerweise sterilisiert wird. Eine kontaminationsgeschützte Lagerung nach der Aufbereitung der Flasche ist selbstverständlich. Für die Untersuchungen ist die Optikspülflasche nur mit sterilem Wasser zu befüllen.

➤ **Endoskopisches Zubehör stellt teilweise sehr hohe Ansprüche an die Wiederaufbereitung, sodass es sich in der Regel empfiehlt, Einmalmaterial anzuwenden.**

Folgende Maßnahmen sind durchzuführen, um die Qualität der Aufbereitung von Endoskopen nachweislich zu gewährleisten (KRINKO/BfArM 2012):

- Überprüfung der Prozessqualität der RDG-E, bestehend aus jährlicher Wartung und

Leistungsqualifikation (wobei letzteres unter bestimmten Umständen auch in längeren Intervallen durchführbar ist)

- Mikrobiologische Überprüfung der Ergebnisqualität der einzelnen Endoskope viertel- bis halbjährlich mittels Durchspülung mit 20 ml steriler, physiologischer NaCl-Lösung pro Kanal bzw. Abstrich von Endoskopstellen mittels befeuchteter (0,9 %ige NaCl-Lösung), sterilen Tupfer (Luft-/Wasserkanal, Instrumentier-/Absaugkanal und bei Duodenoskopen zusätzlich der Albarankanal); es ist darauf zu achten, dass jedes Endoskop mindestens einmal jährlich überprüft wird!
- Mikrobiologische Überprüfung (viertel- bis halbjährlich) der Ergebnisqualität des Optikspülsystems (vorbereitet wie zur Patientenuntersuchung)

Eine mikrobiologische Kontrolle des letzten Spülwassers sollte routinemäßig nicht erfolgen, sondern nur bei auffälligen Endoskopbefunden, die auf eine Rekontamination durch das letzte Spülwasser hinweisen.

Folgende Erregerkontaminationen weisen auf mögliche Mängel in der Endoskopaufbereitung hin:

- *E. coli*, *Enterobacteriaceae*, Enterokokken bzw. vergrünende Streptokokken (bei Bronchoskopen, Duodenoskopen): mangelhafte Reinigung oder Desinfektion
- *Pseudomonas* spp., Nonfermenter: mangelhafte Schlusspülung oder Trocknung
- Hygienerelevante Erreger wie *S. aureus*: mangelhafte Lagerung oder unzureichende Händehygiene des Personals

Insgesamt dürfen nicht mehr als  $\leq 1$  KBE/ml Flüssigkeitsprobe (Richtwert) bei Einhaltung der mikrobiologisch-qualitativen Anforderungen nachgewiesen werden (KRINKO/BfArM 2012).

#### 6.4.5 Dezentrale Aufbereitung auf Station

Eine dezentrale Aufbereitung auf einzelnen Stationen empfiehlt sich nicht, wenn eine ZSVA in der Einrichtung vorhanden ist. Alle Medizinprodukte sollten

trocken abgelegt und regelmäßig (z. B. täglich) in die ZSVA transportiert werden. Grundsätzlich gelten für dezentrale Bereiche/Stationen die gleichen Vorgaben wie für die ZSVA/Endoskopie.

- **Die gesamten Aufbereitungsprozesse/-schritte gelten sowohl in der ZSVA als auch peripher auf Station. Diese Dokumentation ist peripher so aufwendig, dass sich eine dezentrale Aufbereitung meist nicht lohnt.**

#### 6.4.6 Dokumentation und Aufzeichnungen

##### QM-Handbuch

Ein etabliertes Qualitätsmanagementsystem im Bereich der Aufbereitung von Medizinprodukten mit aktuell gültigem QM-Handbuch bietet dem Betreiber/Anwender von Medizinprodukten vor allem juristische Sicherheit und ist vorzuhalten. Dies gilt auch für die Aufbereitung von Endoskopen.

Im QM-Handbuch beispielsweise ist darzulegen, wer für welchen Schritt der MP-Aufbereitung zuständig und verantwortlich ist (z. B. durch Darstellung im Organigramm). Grundsätzlich ist der generelle Aufbereitungsweg der Medizinprodukte in einer Prozessbeschreibung sowie die Maßnahmen bei Abweichungen vom korrekten Prozess festzuhalten, wofür sich ein Fließdiagramm anbietet. Des Weiteren sind die Einzelschritte in der Aufbereitung jedes Medizinprodukts bzw. jeder MP-Gruppe unter Berücksichtigung der Herstellerangaben als Standardarbeitsanweisungen (standard operation procedures; SOPs) schriftlich niederzulegen. Die SOPs sollen so kurz gehalten sein, dass sie für den täglichen Arbeitsablauf und die dort erforderliche Information handhabbar ist, zum Beispiel als arbeitsplatzbezogener Aushang oder Kladde. Die SOPs sollen jedoch andererseits so ausführlich sein, dass auch ein mit dem Medizinprodukt nicht vertrauter (aber in der Aufbereitung erfahrener) Mitarbeiter nach dieser Anleitung das Medizinprodukt ordnungsgemäß aufbereiten kann. Dies bedeutet, dass die aufeinander folgenden Schritte sowie die erforderlichen Hilfsmittel und die einzusetzenden Mindestvorgaben zu den anzuwendenden Intensitäten, Spüldauer und Spülvolumina etc.

genannt werden müssen (KRINKO/BfArM 2012). Die Verfassung der SOPs kann in jeder beliebigen Form erfolgen, wobei sich ein graphisches Ablaufschema als übersichtlich und effektiv erwiesen hat. Die SOPs müssen nach den üblichen QM-Regeln das Erstellungsdatum, den Autor, den Verantwortlichen (ggf. mit Unterschrift) sowie das Revisionsdatum, an dem die Durchsicht und ggf. die Anpassung der SOPs durchzuführen ist, tragen. Bewährte Abläufe gestatten längere Revisionszeiten zu setzen. Bei Produktänderungen sind umgehende Anpassungen erforderlich. Alte Fassungen verlieren mit der Neufassung ihre Gültigkeit.

➤ **Die Aufbereitung von Medizinprodukten erfordert ein QM-System, in dem die Verantwortlichkeiten festgelegt sind. Es enthält u. a. den Prozessablauf gepaart mit dem Ablauf bei Abweichung vom korrekten Prozess, die Standardarbeitsanweisungen (SOPs) und die Risikoklassifizierung der Medizinprodukte. Das daraus entstehende QM-Handbuch ist nach den gängigen Regeln des QM-Systems zu kennzeichnen und zu revidieren.**

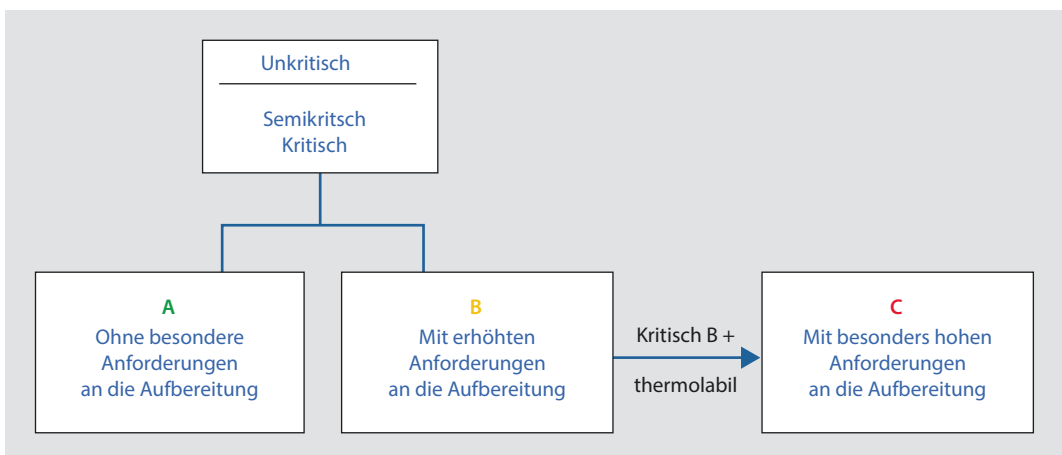
Im QM-Handbuch der Aufbereitung sind alle Medizinprodukte bzw. MP-Gruppen je nach Risiko zu klassifizieren (■ Abb. 6.2), wobei grundsätzlich gilt: Besteht Unsicherheit darüber, in welche Gruppe ein Medizinprodukt gehört, ist die kritischere Gruppe zu wählen (KRINKO/BfArM 2012).

Bei der Risikobewertung ist zum einen zu beachten, womit die Medizinprodukte am Patienten in der Regel in Kontakt kommen:

- Mit der intakten Haut (→ unkritisch, z. B. Lagerungskissen)
- Mit der Schleimhaut bzw. mit verletzter Haut (→ semikritisch, z. B. Spatel)
- Mit Blut oder Organen bzw. Gegenständen, die zur Applikation von sterilen Arzneimitteln oder Blutprodukten dienen (→ kritisch, z. B. chirurgische Pinzette)

Zum anderen ist bei der Aufbereitung von semikritischen und kritischen Medizinprodukten auf den Aufbereitungsaufwand und die Durchführbarkeit zu achten, wobei die Herstellerangaben immer zu berücksichtigen und zu archivieren sind:

- Ist die Aufbereitung einfach, sind die Medizinprodukte in die Gruppe A zu klassifizieren (→ ohne besondere Anforderungen an die Aufbereitung).
- Der Gruppe B gehören Medizinprodukte an (→ mit erhöhten Anforderungen an die Aufbereitung), die z. B.
  - lange Lumina haben, die eine Effektivität der Reinigung nur schwer beurteilbar machen,
  - bei denen es durch die Aufbereitung zu Materialschäden kommen kann oder
  - deren Anzahl der Aufbereitungszyklen vom Hersteller beschränkt ist.
- Medizinprodukte, die als kritisch B eingestuft werden und zusätzlich einer Dampfsterilisation



■ Abb. 6.2 Risikobewertung von Medizinprodukten in Anlehnung an die KRINKO/BfArM-Empfehlungen (2001)

**nicht** standhalten, also *thermolabil* sind, müssen in Gruppe C eingruppiert werden (→ mit besonders hohen Anforderungen an die Aufbereitung) und dürfen nur von nach DIN 13485-zertifizierten Zentren aufbereitet werden. Eine Ausnahme stellen lediglich diejenigen *thermolabilen* Medizinprodukte der Gruppe „kritisch B“ dar, bei denen „der Hersteller des Medizinproduktes konkrete Angaben zur Verwendung eines anderen bestimmten Sterilisationsverfahrens gemacht hat und die Anwendung dieses Verfahrens vor Ort hinsichtlich seiner Wirksamkeit validiert wurde“ (KRINKO/BfArM 2012).

Aus praktischen Gründen kann eine Risikobewertung anhand der vorhandenen Packlisten durchgeführt werden (■ Tab. 6.2). Liegen diese in elektronischer Form vor, kann durch Ergänzung einer Spalte schnell und unkompliziert die Risikogruppe sowie der Aufbereitungsaufwand jedes einzelnen Medizinproduktes hinterlegt werden. Die oben genannte Beschreibung der Vorgehensweise bei der Risikobewertung ist im QM-Handbuch zu fixieren.

Im QM-Handbuch sollten auch die Nachweise der Qualifikation der in der Aufbereitung beschäftigten

Personen hinterlegt werden. Dabei sollten möglichst alle Mitarbeiter in der ZSVA über die Sterilgutassistenten*fachkunde* I verfügen, da Medizinprodukte nur durch qualifiziertes Personal aufbereitet werden dürfen (MPBetreibV). Die Leitung der ZSVA bzw. die Stellvertretung sollte aufgrund ihres Verantwortungsbereichs eine höhere Fachkundequalifikation (mindestens Fachkunde II, idealerweise Fachkunde III oder zukünftig sogar die dreijährige Ausbildung zur Fachkraft für Medizinprodukteaufbereitung) nachweisen können. Außerdem ist festzuhalten, wie sich die fachkundigen Mitarbeiter auf dem Stand der Wissenschaft im Bereich der Aufbereitung halten, d. h., es sollte eine Dokumentation über externe wie interne Fortbildungsveranstaltungen mit Weiterleitung der Inhalte in die Abteilung geben. Mitarbeiter, die im niedergelassenen Bereich mit der Aufbereitung von Medizinprodukten der Gruppe „kritisch B“ betraut sind, sollten die Sterilgutassistenten*sachkunde* absolvieren, sofern während der Berufsausbildung die Inhalte nicht in den Rahmenlehrplänen verankert und geprüft wurden (KRINKO/BfArM 2012).

➤ **Die Aufbereitung von Medizinprodukten darf nur durch fach- bzw. sachkundiges Personal erfolgen.**

■ **Tab. 6.2** Beispiel für eine unkomplizierte Risikobewertung von Medizinprodukten anhand einer Packliste

Medizinprodukt	Einstufung
Bindehautpinzette	Kritisch A
Kolibripinzette	Kritisch A
Nadelhalter (Feder)	Kritisch A
Federschere (Vannas)	Kritisch A
Phakotip	Kritisch A
Phakoschlüssel	Unkritisch
Lidsperrerr	Kritisch A
Linsenshooter	Kritisch B
Irrigationshandgriff	Kritisch B
Aspirationshandgriff	Kritisch B
Phakolanz	Kritisch A
Faltpinzette	Kritisch A
Linsenpinzette	Kritisch A

Letztlich sollten alle Routine- bzw. periodischen Prüfungen sowie Inbetriebnahme-, Folgeprüfungen (Validierung) und messtechnische Wartungsergebnisse, die an den für die Aufbereitung benötigten Geräten durchgeführt werden, im QM-Handbuch (ggf. Querverweis auf zusätzlich geltende Dokumente) bzw. im MP-Buch beschrieben, dokumentiert und die Ergebnisse archiviert werden. Gleiches gilt für die Freigabe zur Anwendung von Medizinprodukten (KRINKO/BfArM 2012).

- Das QM-Handbuch für die Aufbereitung sollte mindestens folgende Dokumente enthalten:
- Organigramm
  - Prozessbeschreibung
  - Standardarbeitsanweisungen aller Medizinprodukte
  - Herstellerangaben aller Medizinprodukte
  - Risikoklassifizierung aller Medizinprodukte

- Freigabeprotokolle
- Beschreibung der unterschiedlichen Prüftests (pH-Test, Reinigungsprüfkörper, Chargenkontrollsystem etc.) und deren korrekte Ergebnisse
- Packlisten
- Maßnahmen bei Abweichung vom korrekten Prozess
- Beladungsschemata des RDG und des Sterilisators
- Personalqualifikationen und Schulungsnachweise
- Validierungs-/Wartungsintervalle und -protokolle

Dichtigkeitstests (Vakuumtest, VT) müssen korrekt absolviert worden sein.

- Die Prozessparameter der sterilisierten Charge müssen den Vorgaben entsprechen (je nach Hersteller z. B. 134 °C über 5 min bei 3 bar).
- Gegebenenfalls mitgeführte chemische Chargenkontrollsysteme müssen korrekt umgeschlagen sein.
- Die Verpackungen der Medizinprodukte müssen den Sterilisationsprozess unversehrt überstanden und allesamt trocken sein.

Die Personen, die zur Freigabe berechtigt sind, sind schriftlich im QM-Handbuch zu benennen, und es ist zu dokumentieren, welche Maßnahmen beim Abweichen vom korrekten Prozessablauf durchgeführt wurden (■ Tab. 6.3) (KRINKO/BfArM 2012).

Die Aufbewahrung der einzelnen Ausdrucke aus den unterschiedlichen Geräten und die „Aufbewahrung der Indikatoren ist nicht erforderlich“ (KRINKO/BfArM 2012), wenn der korrekte Ablauf im QM-Handbuch beschrieben und die Ergebnisse in einem Freigabeprotokoll umgehend fixiert und mit Handzeichen abgezeichnet sind. Das in

Freigabeprotokoll

Die Aufbereitung von Medizinprodukten endet mit der dokumentierten Freigabe zur Anwendung. Hierfür müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die arbeitstäglich oder nach Herstellerangaben durchgeführten Dampfdurchdringungs- tests (Bowie- und Dick-Test, BDT) und

■ Tab. 6.3 Muster eines möglichen Freigabeprotokolls eines Sterilisators

Freigabeprotokoll Sterilisator XYZ 2012											
Datum	Char- genNr.	Prozessdaten korrekt		BDT/VT er- folgreich		Verpackung intakt/trocken		Freigabe möglich		Bemerkung	Kürzel
		Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein		
23.04.	12423012	✓		VT				✓			AS
23.04.	12423013	✓		BDT				✓			AS
23.04.	12423014	✓		✓		✓		✓			AS
24.04.	12424001	✓		BDT				✓			TP
24.04.	12424002	✓		✓			✓		✓	Betroffene MPs neu verpackt → resterilisiert	TP
24.04.	12424003	✓		✓		✓		✓			TP
24.04.	12424004		✓	✓		✓			✓	Charge resterilisiert (12424005)	AS
24.04.	12424005	✓		✓		✓		✓			AS
26.04.	12426001	✓		BDT				✓			TP

■ **Tab. 6.3** illustrierte Freigabeprotokoll kann je nach Bedarf erweitert, verkürzt oder auf andere Geräte (z. B. in der Endoskopie) angewendet werden. In jedem Fall kann es zahlreiche Archivordner an Ausdruckpapier aus den Geräten ersetzen und ist meist übersichtlicher. Selbstverständlich ist auch eine elektronische Hinterlegung des Freigabeprotokolls möglich, sodass gar kein Papier anfällt. Die Daten sollten dann jedoch gesichert werden, um die Nachvollziehbarkeit der Aufbereitungsprozesse zu gewährleisten.

## 6

## Aufbewahrungsfristen für Dokumentation und Aufzeichnungen

In § 12 MPBetreibV wird die Aufbewahrungsfristen für die Dokumentation von Medizinprodukten und deren Aufbereitungsunterlagen geregelt. Das MP-Buch muss fünf Jahre nach Außerbetriebnahme des Gerätes aufbewahrt werden (§ 12 Abs. 3 MPBetreibV), und die Information hat jederzeit zugänglich zu sein (§ 9 Abs. 1 MPBetreibV). Die gemeinsame KRINKO/BfArM-Empfehlung (2012) sagt diesbezüglich: „Die Aufzeichnungen über die Aufbereitung von Medizinprodukten sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren. Sonstige Rechtsvorschriften zu Aufbewahrungsfristen (z. B. Patientendokumentation) bleiben hiervon unberührt.“ Ein pragmatisches Vorgehen unter Vermeidung unnötig hoher Lagerkosten wäre die Dokumentation mindestens zehn Jahre vorzuhalten; allerdings kann eine 100 %ige Rechtsicherheit nur die 30-jährige Lagerung der Daten bringen, da so lange die zivilrechtliche Einspruchsmöglichkeit der Patienten wäre.

Die Art und Weise der Archivierung von Aufbereitungsaufzeichnungen ist dem Betreiber überlassen. Hier können beispielsweise Bild- oder Datenträger zum Einsatz kommen, vorausgesetzt, die Aufzeichnungen sind während der Aufbewahrungsfrist verfügbar und lesbar (KRINKO/BfArM 2012).

## 6.5 Umgang mit Sterilgut und Lagerhaltung

Beim Umgang mit Sterilgütern sollte auf folgende Punkte geachtet werden, damit die Lagerdauer nicht vorzeitig verfällt:

- Sterilgüter müssen prinzipiell vor Feuchtigkeit, Verschmutzung, extremen Temperaturen,

mechanischer Beanspruchung, Ungeziefer und UV-Strahlen geschützt untergebracht werden.

- Die geschlossene Lagerung (Schränke, Schubladen, Kunststoffbehälter mit Deckel) ist einer offenen Vorhaltung (z. B. im Regal) vorzuziehen.
- Die Verpackungsmaterialien müssen so beschaffen sein, dass ein wirksamer Schutz des Verpackungsinhaltes gegeben ist (Angaben des Herstellers des Verpackungsmaterials sind daher zu berücksichtigen).
- Die Vorrathaltung ist zu limitieren und so gering wie möglich zu halten.
- Das FIFO-Prinzip (first in – first out) sollte prinzipiell beachtet werden.
- Es kann davon ausgegangen werden, dass die Sterilität der Sterilgüter solange erhalten bleibt, wie die Verpackung verschlossen und unbeschädigt bleibt (s. oben genannte Anmerkungen zu äußeren Einflüssen).
- Vor dem Einsatz sind Sterilgüter auf die Unversehrtheit der Verpackung zu kontrollieren. Folgende Hinweise sind zu beachten:
  - Die Verpackung darf keine Flecken aufweisen (Nässeeinwirkung?).
  - Es darf kein Hinweis darauf bestehen, dass das Sterilgut heruntergefallen ist.
  - Die Verpackung darf nicht zer- oder eingerissen sein.
  - Die Verpackung darf nicht anderweitig beschädigt oder offen sein.
  - Das Sterilisationsdatum muss auf dem Sterilgut vermerkt sein.

- **Sterilgüter sind vor äußeren Einflüssen geschützt und möglichst geschlossen zu lagern und vor der Anwendung auf die unbemerkte Einwirkung dieser Einflüsse hin zu prüfen.**

Trotz des Trends in der Sterilgutlagerhaltung von zeitbezogenen hin zu ereignisbezogenen Lagerzeiten hat es sich in der Praxis bewährt, weiterhin eine Zeitspanne für die Sterilgutlagerhaltung festzulegen. Diese Zeitspanne sollte so gewählt werden, dass es möglichst selten zur Resterilisierung von Sterilgut aufgrund abgelaufener Verfallsdaten kommt, jedoch nicht zu lang sein, sodass Sterilgut „verstaubt“, weil es nicht gebraucht wird. In der Praxis üblich sind

Zeitspannen zwischen 6–12 Monaten, wobei die Lagerdauer abhängig von der Qualität der Verpackung, ggf. der Dichtigkeit der Siegelnähte und der individuellen Lagerbedingungen ist (KRINKO/BfArM 2012).

Bei der Lagerung von semikritischen Medizinprodukten muss die Lagerungsmöglichkeit eine Rekontamination während der Vorhaltung vermeiden. Beispielsweise sind Endoskope nach der Aufbereitung möglichst hängend oder klimatisiert (unter standardisierten Bedingungen) im Schrank zu lagern.

Werden Sterilgüter aus der Lagerhaltung entnommen, so ist zuvor eine hygienische Händedesinfektion durchzuführen und ggf. die Verpackung auf Unversehrtheit (s. oben), Sterilisierdatum und ggf. Ablaufdatum zu kontrollieren.

Die sterilen Materialien sind von der Assistenzperson (z. B. dem Springer) anzureichen, sodass die Instrumentierkraft diese kontaminationsfrei entnehmen kann. Keinesfalls sollten Sterilgüter auf Instrumentiertische geworfen oder durch die Verpackung gestoßen werden, da es dabei zu einer Kontamination der Sterilgüter kommen kann.

➤ **Die Sterilgutlagerfrist muss individuell an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Evidenzbasierte Empfehlungen zur optimalen Lagerdauer gibt es hierzu nicht. Grundsätzlich sind Sterilgüter mit desinfizierten Händen aus dem Lager zu entnehmen und auf Unversehrtheit der Verpackung und äußere Umwelteinflüsse zu prüfen. Die Entnahme aus der Verpackung muss aseptisch z. B. durch „auspeelen“ erfolgen.**

## Literatur

- Arbeitskreis Krankenhaus- & Praxishygiene der AWMF (2012) Hygienemaßnahmen bei der Endoskopie (S1-Leitlinie). AWMF-Nummer 029-008, Erstellung: 02/1998, letzte Überarbeitung: 01/2012; [www.awmf.org](http://www.awmf.org)
- DIN EN 374-2:2014, Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen; Teil 2: Bestimmung des Widerstandes gegen Penetration, Beuth-Verlag
- DGKH (2009) Empfehlungen für die Validierung und Routineüberprüfung von Sterilisationsprozessen mit Sattedampf für Medizinprodukte, Stand 07/2009; [www.dgkh.de](http://www.dgkh.de)
- DGKH, DEGEA, DGVS, DGSV und AKI (2011) Leitlinie zur Validierung maschineller Reinigungs-Desinfektionsprozesse zur Aufbereitung thermolabiler Endoskope. Zentralsterilisation Suppl. 3
- DGKH, DGSV und AKI (2008) Leitlinie für die Validierung und Routineüberwachung maschineller Reinigungs- und Desinfektionsprozesse für thermostabile Medizinprodukte und zu Grundsätzen der Geräteauswahl. Zentralsterilisation Suppl. 2
- DGKH, DGSV und AKI (2014) Leitlinie von DGKH, DGSV und AKI für die Validierung und Routineüberwachung maschineller Reinigungs- und thermischer Desinfektionsprozesse für Medizinprodukte. Zentralsterilisation Suppl.
- DGSV (2016) Ausbildung Fachkraft für Medizinprodukteaufbereitung, Stand: 18.04.2016; [http://dgsv-ev.de/congreso/\\_rubric/index.php?rubric=Ausbildung](http://dgsv-ev.de/congreso/_rubric/index.php?rubric=Ausbildung)
- Gebel J, Carter A (2012) Vorbedingungen für und Anforderungen an Reinigung und Desinfektion. In: Kramer A, Assadian O, Exner M, Hübner NO, Simon A (Hrsg.) Krankenhaus- und Praxishygiene, 2. Aufl. München: Elsevier, S. 20–26
- Just HM (2003) Alternativen zur Anwendung von Formaldehyd in medizinischen Einrichtungen. Gefahrstoffe-Reinherhaltung der Luft 63: 331–335
- Kappstein I (1997) Isolierungsmaßnahmen. In: Daschner F (Hrsg.) Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz, Berlin: Springer, S. 231–266
- Kappstein I (2002) Prävention, Labor-Diagnostik, Antimikrobielle Therapie. In: Kappstein I (Hrsg.) Nosokomiale Infektionen, 2. Aufl. München: Zuckschwerdt, S. 286–288
- KRINKO (2002) Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentarium. Bundesgesundheitsbl 45: 395–411; [www.rki.de](http://www.rki.de)
- KRINKO (2004) Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Bundesgesundheitsbl 47: 51–61; [www.rki.de](http://www.rki.de)
- KRINKO (2015) Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. Bundesgesundheitsbl 58: 1151–1170
- KRINKO & BfArM (2001) Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten, Bundesgesundheitsbl 44: 1115–1126; [www.rki.de](http://www.rki.de)
- KRINKO & BfArM (2012) Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. Bundesgesundheitsbl 55: 1255–1310
- MPBetreibV (2009) Medizinprodukte-Betreiberverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 2002 (Bundesgesundheitsbl I, S. 3396), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (Bundesgesundheitsbl I, S. 2326) geändert worden ist
- MPG (2011) Medizinproduktegesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (Bundesgesundheitsbl I, S. 3146), das zuletzt durch Artikel 13 des Gesetzes vom 8. November 2011 (Bundesgesundheitsbl I, S. 2178) geändert worden ist
- Schuster A, Dettenkofer M (2006) Umweltschonende Hausreinigung und Flächendesinfektion. In: Daschner F, Dettenkofer M, Frank U, Scherrer M (Hrsg.) Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz, 3. Aufl. Berlin: Springer, S. 247–260

Trockenreinigung beweist sich im Krankenhausalltag. rationell  
reinigen 07/2015

Verbund angewandter Hygiene (VAH) (2015) Anwendungs-  
hinweise: Hilfestellung bei der Auswahl der Des-  
infektionsmittel, Internetfassung der VAH-Liste vom  
01.11.2015 (Stand 02.05.2016). Wiesbaden: mhp-Verlag

Widmer AF, Andenmatten R (2001) Leserbrief zu Gemeinsame  
Stellungnahme der Hygienischen-medizinischen wissen-  
schaftlichen Fachgesellschaft zur Flächendesinfektion.  
Hyg Med 26: 29

Widmer AF, Dettenkofer M (2002) Flächendesinfektion: Altes  
Ritual oder zeitgemässe Prävention? Swiss-NOSO 9; [www.hospvd.ch/swiss-noso/d91a3.htm](http://www.hospvd.ch/swiss-noso/d91a3.htm)

# Lebensmittelhygiene

*E. Fritz*

- 7.1      **Lebensmittelspezifische Erreger – 148**
- 7.2      **HACCP-Konzept und rechtliche Anforderungen – 148**
- 7.3      **Mitarbeiterschulung – 150**
- 7.4      **Besonderheiten der Großküche – 151**
- 7.5      **Stationsbetrieb – 152**
- Literatur – 157**

## Zusammenfassung

In Krankenhäusern werden tagtäglich viele Menschen gepflegt, vor allem auch speziell empfindliche Personengruppen. Diese Tatsache erfordert eine besondere Aufmerksamkeit bei der Auswahl von Rohstoffen, Zubereitung von Speisen und der abschließenden Ausgabe an die Patienten. Für die Betreiber der Einrichtungen besteht auf diesem Gebiet eine hohe Verantwortung, da über die zentrale Lebensmittelversorgung rasch und weitreichend Krankheitserreger verteilt werden können und eventuell fatale Folgen für bestimmte Patientengruppen zu erwarten sind.

Die Anforderungen an die Lebensmittelhygiene unterscheiden sich aufgrund des Risikopotenzials in Großküchen und Krankenhäusern entscheidend von denen im Privathaushalt. Im Folgenden werden daher neben den lebensmittelspezifischen Erregern auch rechtliche Aspekte sowie die Besonderheiten von Großküchen und der Versorgung auf der Station erläutert.

## 7.1 Lebensmittelspezifische Erreger

Die Definition der WHO beschreibt durch Lebensmittel verursachte Erkrankungen als „Krankheiten infektiöser oder toxischer Natur, die tatsächlich oder wahrscheinlich auf den Verzehr von Lebensmitteln oder Wasser zurückgeführt werden können.“ Dies zeigt, dass nicht immer unmittelbar Bakterien oder Viren Auslöser für lebensmittelbedingte Erkrankung (**Lebensmittelinfektion**) sein müssen, auch Toxine aus Pflanzen, Pilzen oder Bakterien können Verursacher einer solchen Erkrankung (**Lebensmittelintoxikation**, -vergiftung) sein.

In Krankenhausküchen stellen jedoch Erkrankungen bakterieller oder viraler Ursache ein deutlich höheres Risiko dar. Bakterielle Erreger oder bakterielle Toxine als Auslöser von Lebensmittelinfektionen müssen in aller Regel in höheren Dosen mit dem Lebensmittel aufgenommen werden, aber auch hier gibt es Ausnahmen. EHEC-Erkrankungen (enterohämorrhagische *E. coli*) können beispielsweise schon durch 100 aufgenommene Bakterien ausgelöst werden. Bakterien können sich im Gegensatz zu Viren auch auf den Lebensmitteln vermehren.

Unter einer **primären Kontamination** von Lebensmitteln versteht man die Kontamination über mit Erregern belastete Nutztiere, z. B. EHEC oder

Salmonellen. Sie kann durch gründliches Durchgaren roher Speisen wie Fleisch und Eier beseitigt werden.

Unzureichende Hygiene während der Verarbeitung kann zu einer **sekundären Kontamination** führen: Dann werden beispielsweise Erreger primärer Kontaminationen weitergetragen, z. B. vom Geflügel auf Gemüse, oder Darmpathogene (z. B. Noroviren) gelangen auf Lebensmittel. Besonders problematisch wird eine sekundäre Kontamination dann, wenn zubereitete Speisen betroffen sind, bei denen eine weitere Erhitzung nicht mehr vorgesehen ist.

Vor allem bei Viren genügen häufig kleinste Mengen, teilweise im Bereich von weniger als 10 infektiösen Partikeln, um eine Infektion auszulösen. Der hygienisch korrekte Umgang bei der Zubereitung von Speisen rückt daher zur Vermeidung viraler Erkrankungen besonders in den Vordergrund. Jedoch werden Viren aufgrund hoher Umweltresistenz auch leicht über kontaminierte Oberflächen/gemeinschaftlich genutzte Gegenstände übertragen.

Die häufigsten viralen (BfR 2009) und bakteriellen Auslöser von Lebensmittelinfektionen sind in den ■ Tab. 7.1 und ■ Tab. 7.2 zusammengefasst. Weiterführende Informationen stellt das Robert Koch-Institut sehr übersichtlich in seinem Ratgeber für Ärzte zur Verfügung ([www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/merkblaetter\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/merkblaetter_node.html)). Folgende Literaturempfehlungen beschreiben Ausbrüche von Lebensmittelinfektionen und die Aufklärungswege, bezogen auf Erreger, die in den Tabellen Erwähnung finden: Adolphs u. Appel 2011; Carvalho et al. 2012; Gubbels et al. 2012; Guzman-Herrador et al. 2011; Kobayashi et al. 2012; MacDonald et al. 2011; Matthews et al. 2012; Mertens et al. 2012; MMWR 2009, 2012; Moffatt et al. 2011; Ostyn et al. 2010; Robert Koch-Institut 2011).

## 7.2 HACCP-Konzept und rechtliche Anforderungen

Mit Beginn der bemannten Raumfahrt in den USA entwickelten die NASA und der zuständige Lebensmittellieferant ein System, mit welchem die Sicherheit der Lebensmittel für die Besatzung gewährleistet werden konnte, um die Risiken einer Lebensmittelvergiftung an Bord zu minimieren. Diese Überlegungen führten zum HACCP-Konzept („hazard

■ **Tab. 7.1** Bakterielle Erreger von Lebensmittelerkrankungen

Erreger	Risikolebensmittel	Inkubationszeit (I) und Symptome (S)	Besonderheiten
Salmonellen (Salmonellose)	Ungenügend erhitzte tierische LM (Geflügelfleisch, Fleisch, Eier), Trockenmilch, Speiseeis, Mayonnaise, Cremespeisen	I: 6–72 h S: Durchfall, Bauchschmerzen, Fieber, Erbrechen	Kreuzkontaminationen auf andere LM möglich, fäkale Verunreinigung über Infizierte
<i>Campylobacter jejuni</i>	Nicht durcherhitzte tierische LM (Fleisch, Rohmilch), kontaminiertes Wasser	I: 2–5 Tage S: Durchfall, Bauchschmerzen, Fieber, Müdigkeit	Keine Vermehrung außerhalb des Wirts
<i>Escherichia coli</i> (EHEC)	Nicht durcherhitzte LM, kontaminierte LM (Gülldüngung)	I: 2–10 Tage S: wässriger Durchfall, Übelkeit, Erbrechen; schwere Verläufe mit blutigem Durchfall, krampfartigen Schmerzen, Fieber, HUS	Reservoir sind Wiederkäuer, daher besondere Hygiene auch bei Tierkontakten in Streichelzoos oder Bauernhöfen
<i>Staphylococcus aureus</i> (Staphylokokkenenterotoxämie)	Meist gegarte und durch den Menschen rekontaminierte LM	I: 2–6 h S: Übelkeit, Erbrechen, krampfartige Bauchschmerzen, Durchfall	Toxin wird vom Erreger im LM gebildet
<i>Clostridium perfringens</i> (Enterotoxämie)	Zubereitete Fleischgerichte bei langer Warmhaltezeit	I: 8–24 h S: Durchfall, Baukrämpfe, seltener Erbrechen	Sporen keimen durch Hitze und anaerobe Bedingungen in Speisen aus, Toxin wird im Darm gebildet
Yersinien, <i>Y. enterocolitica</i> (Yersinose)	Nicht durcherhitzte tierische LM, Schweinefleisch, Hackfleisch, rekontaminierte LM	I: 1–11 Tage S: Durchfall, Bauchschmerzen, Fieber, Erbrechen, „Pseudoappendizitis“	Vermehrung auch unter Kühlung
Shigellen (Shigellose)	Fäkal kontaminierte LM oder Wasser	I: 12–96 h S: Beginn mit wässrigen Durchfällen, schwerer Verlauf mit blutigen Durchfällen, hohem Fieber, Krämpfen möglich	Übertragung von Mensch zu Mensch möglich, Reiseerkrankung aus warmen Ländern, geringe Infektionsdosis

*HUS* hämolytisch-urämische Syndrom, *LM* Lebensmittel

analysis and critical control points“; Deutsch: Gefahrenanalyse und Festlegen von Lenkungspunkten), das Fehler im Bereich der Lebensmittelsicherheit verhindern soll.

Mit Veröffentlichung der EG-Verordnung Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene wurde festgelegt, dass alle Lebensmittelunternehmen ein Programm für Lebensmittelsicherheit auf Grundlage des HACCP-Konzepts aufbauen und anwenden müssen. Das System soll der

Eigenkontrolle dienen und ersetzt nicht die Kontrollen durch zuständige Aufsichtsbehörden, wie z. B. das Veterinäramt. Weitere Regelungen zum Umgang mit Lebensmitteln finden sich in der Lebensmittelhygieneverordnung (LMHV der Bundesministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und für Gesundheit vom 08.08.2007) und dem Infektionsschutzgesetz (IfSG).

Nach dem HACCP-Konzept sollen alle Prozesse der Nahrungsmittelzubereitung auf mögliche Risiken kontrolliert und bei Bedarf für ein

■ Tab. 7.2 Virale Erreger von Lebensmittelerkrankungen

Erreger	Risikolebensmittel	Inkubationszeit (I) und Symptome (S)	Besonderheiten
Noroviren	Sekundär kontaminierte LM	I: 6–50 h S: akut beginnend, schwallartiges Erbrechen, massive Durchfälle, ausgeprägtes Krankheitsgefühl; auch leichte oder asymptomatische Verläufe	Sehr geringe Infektionsdosis (10–100 Virenpartikel), hohe Umweltresistenz
Rotaviren	Sekundär kontaminierte LM	I: 1–3 Tage S: akuter Beginn mit Durchfällen und Erbrechen, schwere Verläufe bei Säuglingen, Kleinkindern und älteren Personen, oft asymptomatischer Verlauf bei Erwachsenen	Vorwiegend Kleinkinder betroffen, sehr geringe Infektionsdosis, hohe Umweltresistenz
Sapoviren	Sekundär kontaminierte LM und Wasser	Ähnlich Noroviren	Familie der <i>Caliciviridea</i> (wie Noroviren), bisher selten bei Diagnostik berücksichtigt (bei Gastroenteritiden unklarer Ursache daran denken)
Astroviren	Sekundär kontaminierte LM	I: 3–4 Tage S: Durchfall, Fieber, Übelkeit, Erbrechen	Nach Rotaviren zweithäufigster Auslöser von Gastroenteritiden bei Kindern
Hepatitis A	Sekundär kontaminierte LM	I: 15–50 Tage S: prodromal unspezifische gastrointestinale Beschwerden, Krankheitsgefühl, nachfolgend bis mehrere Wochen anhaltend ikterische Phase, Leber- und teilweise Milzvergrößerung	Verlauf bei Kindern häufig asymptomatisch, bei älteren oder multimorbiden Personen schwere, letale Verläufe möglich
Hepatitis E	Sekundär kontaminierte LM, primär kontaminiertes (Wild-) Schweinefleisch	Wie Hepatitis A	Kontinuierlicher Anstieg der Erkrankungen in Deutschland, Wild- und Hausschweine Träger der Viren

LM Lebensmittel

identifiziertes Risiko eine Kennzahl (z. B. Lagertemperatur) angesetzt werden (■ Abb. 7.1).

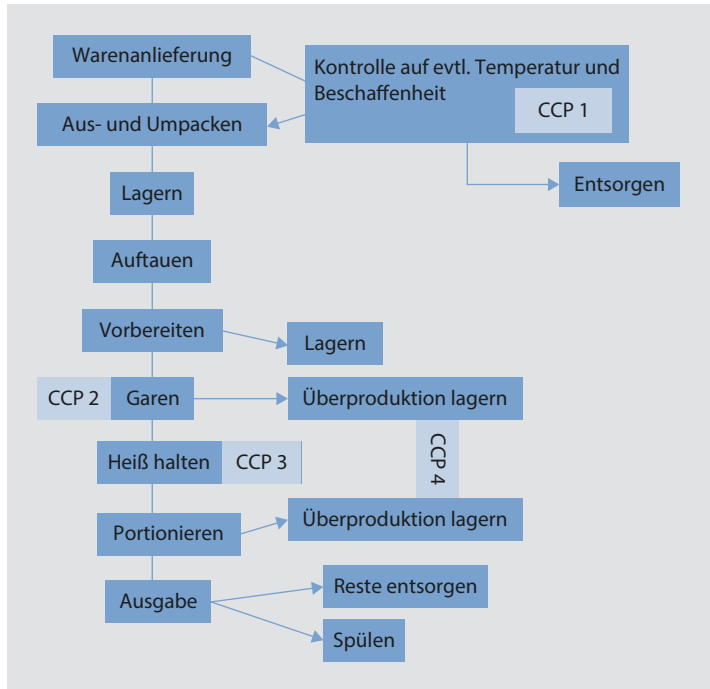
7.3 Mitarbeiterschulung

Eine Schulung von Mitarbeitern, die bei der Gemeinschaftsverpflegung mit Lebensmitteln umgehen, muss nach § 43 Infektionsschutzgesetz (IfSG) erstmalig vor Antritt der Tätigkeit vom Gesundheitsamt oder von beauftragten Personen durchgeführt werden. Dabei erfolgt eine Einweisung

in die Verpflichtungen während dieser Tätigkeit sowie eine Aufklärung über mögliche Erkrankungen, die zu einem Tätigkeitsverbot führen können (z. B. Durchfallerkrankungen). Diese Belehrung muss dann intern der Arbeitgeber (Küchenchef) alle 2 Jahre wiederholen. Alle Schulungen müssen schriftlich dokumentiert werden, und der Mitarbeiter muss unterzeichnen, dass er die Unterweisung verstanden hat.

Dazu kann es erforderlich sein, bestimmte Informationen nicht nur in deutscher Sprache für die Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen. Die

■ **Abb. 7.1** Kontrollen in der Prozesskette warme Küche bei der Speisenzubereitung. CCP „critical control point“



Weltgesundheitsorganisation (WHO) stellt auf ihrer Internetseite eine Vielzahl von Informationen für den Bereich Lebensmittelhygiene in vielen verschiedenen Sprachen bereit; sie können kostenfrei für Schulungen genutzt werden (WHO 2012).

➤ **Die Einweisung in die Lebensmittelhygiene muss für Küchenmitarbeiter vor Aufnahme der Tätigkeit erfolgen und alle 2 Jahre wiederholt werden.**

In der Lebensmittelhygieneverordnung (LMHV) wird die Verpflichtung zur Schulung dahingehend gelockert, dass für Personen mit entsprechender Berufsausbildung (Vermittlung von Kenntnissen im Bereich der Lebensmittelhygiene während der Ausbildung) angenommen wird, dass diese entsprechend IfSG geschult sind. So müssen Gesundheits- und Krankenpflegende, die zwar das Essen auf Station verteilen, aber nicht zubereiten, nicht verpflichtend wie das Küchenpersonal alle 2 Jahre geschult werden. Allerdings liegt gerade bei der Übergabe an die Stationen und der Endverteilung nicht selten eine problematische Schnittstelle, sodass interne Schulungen durch das Hygienefachpersonal im Sinne einer

Bewusstseinsbildung und Kontrolle der Endstrecke durchaus sinnvoll sind.

## 7.4 Besonderheiten der Großküche

### 7.4.1 Rückstellproben

Da der Lebensmittelhersteller für Schäden haftet, die dem Verbraucher durch fehlerhafte Produkte zugefügt werden, wird dringend empfohlen, von jeder in der Küche zubereiteten Speise Rückstellproben zu entnehmen. Diese können im Fall eines Erkrankungsgeschehens der Aufklärung des Ausbruchs und der Entlastung der Küche dienen. Die DIN-Norm 10526 fasst die erforderlichen Bedingungen zusammen.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, Proben von 100 g je Speise in einem geeigneten Behälter abzufüllen und bei  $-18^{\circ}\text{C}$  einzufrieren. Die einzelnen Komponenten eines Essens sollten dabei getrennt aufbewahrt werden. Die genutzten Behälter müssen dicht schließen und nach dem Verwerfen der Probe desinfizierend in der Spülmaschine aufbereitet werden. Waren in Fertigverpackung müssen nicht

berücksichtigt werden, hier haftet der eigentliche Hersteller der Speise. Von einer verpackten Wurst brauchen beispielsweise keine Rückstellproben entnommen zu werden, von einem daraus zubereiteten Wurstsalat jedoch schon.

- **Rückstellproben sollten 14 Tage statt der minimal geforderten 7 Tage aufbewahrt werden, da der Zeitraum vom Beginn eines lebensmittelinduzierten Ausbruchs über den Verdacht bis zur Anforderung der Rückstellproben nicht selten genau in diesem Zeitraum liegt.**

Die von der Norm vorgegebenen 7 Tage Aufbewahrungszeit können, je nach Inkubationszeit des Erregers, Reaktionsgeschwindigkeit innerhalb des Hauses und Diagnostikzeit im Labor nicht ausreichen. Auch in der Milchküche werden Rückstellproben empfohlen. Bei sehr kleinen Mengen an zubereiteten Produkten kann die Probenmenge angepasst werden.

#### 7.4.2 Umgebungsuntersuchungen

Umgebungsuntersuchungen in der Küche werden aus unterschiedlichen Beweggründen heraus durchgeführt. Auf der einen Seite erfolgen gezielte Kontrolluntersuchungen zur Überprüfung von Maschinen, auf der anderen Seite ungezielte Abklatschuntersuchungen zur Kontrolle der Flächenreinigung oder Händedesinfektion.

**Spülmaschinen** Die Überprüfung von Spülmaschinen beispielsweise sollte halbjährlich mit RAMS-Bio-indikatoren mikrobiologisch durchgeführt werden. Damit erfolgt die Kontrolle, ob eine desinfizierende Aufbereitung des Patientengeschirrs sichergestellt wird. Diese Prüfkörper enthalten zusätzlich zur mikrobiellen Kontamination auch Rinderalbumin, Mucin und Stärke (= RAMS), um eine hartnäckige Verschmutzung des Geschirrs zu simulieren. Es empfiehlt sich, diese Überprüfung (wie die aller übrigen Maschinen im Haus) auch im Anschluss an die jährliche Wartung der Maschine durchzuführen.

**Arbeitsflächen** Abstrich- und Abklatschuntersuchungen von Arbeitsflächen oder Küchengeräten

haben in der Krankenhausküche keine besondere Aussagekraft. Sie stellen immer nur eine Momentaufnahme dar. Exemplarisch kann es sinnvoll sein, diese Untersuchungen an Arbeitsplätzen oder -geräten zur Verarbeitung von Risikolebensmitteln vorzunehmen, um den Mitarbeitern das besondere Risiko und die Bedeutung einer adäquaten Aufbereitung zu verdeutlichen. In welchem Umfang und zu welchem Anlass Abklatschuntersuchungen von Oberflächen durchgeführt werden sollen, muss situationsbezogen durch die Küchenleitung und das Hygieneteam entschieden und festgelegt werden.

Trinkwasseruntersuchungen von Auslässen im Küchenbereich sollten im üblichen Verlauf der Trinkwasseruntersuchungen der Einrichtungen durchgeführt werden.

### 7.5 Stationsbetrieb

#### 7.5.1 Stationsküche

Die Versorgung der Patienten sollte zum überwiegenden Teil über die Zentralküche erfolgen. Hier ist normalerweise ein vollständiges HACCP-Konzept implementiert und umgesetzt. Zudem werden regelmäßig erforderliche Umgebungsuntersuchungen durchgeführt. Je mehr Zubereitungen von Lebensmitteln oder Aufbereitungen von Patientengeschirr dezentral durchgeführt werden, desto höher ist dann in den Bereichen auch der jeweilige Dokumentationsaufwand. Dennoch lässt sich eine dezentrale Versorgung der Patienten nicht immer vermeiden, und gerade auf pädiatrischen Stationen ist eine zusätzliche Bereitstellung von Lebensmitteln anzutreffen. Auch für das befristete Lagern von zuvor aus der Zentralküche angelieferten Speisen in der Stationsküche müssen die Bedingungen genau festgelegt sein.

#### ■ Hygienische Händedesinfektion

- Vor und nach der Speisenzubereitung.
- Nach Niesen, Husten, Schnäuzen.

#### ■ Grundsätze für die Stationsküche

- Patienten oder Angehörige sollten üblicherweise keinen Zugang zur Stationsküche bekommen. Ist dies in Ausnahmefällen nicht

zu vermeiden, muss eine gründliche Belehrung und Einweisung durch das medizinische Personal erfolgen.

- Personal mit Durchfall, Entzündungen oder Verletzungen an den Händen oder mit anderen ansteckenden Erkrankungen (z. B. eitrige Mandelentzündung) dürfen *kein* Essen zubereiten.
- Die Arbeitsflächen sind immer sauber und trocken zu halten.
- Geschirr und Arbeitsutensilien werden vorzugsweise in der Geschirrspülmaschine gereinigt (Dosierung des Reinigers genau einhalten). Die Geschirrspülmaschine muss, wenn Patientengeschirr aufbereitet wird, mikrobiologisch untersucht werden.
- Geschirrtücher und Putztücher müssen nach Gebrauch gewechselt werden.
- Es sollten keine Holzschneidebretter benutzt werden.
- Schneidebretter aus Plastik dürfen keine stark aufgeraute Oberfläche haben.
- Kühlpflichtige Lebensmittel immer im Kühlschrank aufbewahren.
- Die Kühlschranktemperatur soll zwischen +4 und +7 °C liegen.
- Die Temperatur sollte regelmäßig dokumentiert werden, ebenso getroffene Maßnahmen bei Abweichungen.
- In den Gefrierfächern (Ein- oder Zwei-Sterne-Fach) der Kühlschränke dürfen keine Lebensmittel eingefroren werden.
- Die Kühlschränke werden regelmäßig und bei Bedarf gereinigt.
- Lebensmittel und Medikamente oder Blutprodukte werden nicht gemeinsam gelagert.
- Keine Lagerung von Lebensmitteln von Mitarbeitern gemeinsam mit Lebensmitteln für Patienten.

### 7.5.2 Sondennahrung

Sondennahrung bietet für Keime gute Wachstumsbedingungen. Um Kontaminationen zu vermeiden, ist deshalb sorgfältiges und sauberes Arbeiten bei der Ernährung über Magen- bzw. PEG-Sonden erforderlich.

#### ■ Hängezeit und Aufbewahrung bei Unterbrechung der Zufuhr

- **Sterile Sondennahrung** in Fertigbeuteln oder Flaschen mit Flaschenadaptersystem können bis zu **24 h** hängen bleiben (Herstellerangaben beachten). Leerer Behälter und Überleitungssystem werden gleichzeitig entsorgt.
- Primär sterile Sondennahrung, die nicht unmittelbar nach dem Öffnen an das Überleitungssystem angeschlossen wird (z. B. Flaschennahrung, die in Nahrungsbeutel umgefüllt wird), fällt in die Kategorie „nicht sterile Sondennahrung“.
- **Nicht sterile Sondennahrung** sollte über maximal **4 h** verabreicht werden.
- Angebrochene Sondenkostbehälter müssen mit dem Namen des Patienten, dem Datum und der Uhrzeit versehen werden. Sie können im Kühlschrank bei  $\leq 4$  °C maximal 24 h aufbewahrt werden.
- **Aufbauphase der Ernährung** über Sonde mit industriell hergestellter Sondenkost (Ernährungspumpe oder Schwerkraft): solange mehrmals täglich nur kleine Mengen Sondennahrung gegeben werden:
  - SONDENSYSTEM MÖGLICHST NICHT DISKONNEKTIEREN.
  - Mit frisch abgekochtem Wasser über Zuspitzmöglichkeit am System nachspülen (bzw. Sondenkost und Wasser parallel über 2 SONDENSYSTEME, die z. B. mit einem Y-Stück verbunden sind, verabreichen und beide Systeme möglichst nicht diskonnektieren).
  - Kontinuierliche Gabe in geringer Dosierung meist vorteilhaft.
- Sondennahrung und Leitungssystem vor direkter Sonnenbestrahlung schützen (z. B. Bettplatz am Fenster).

#### ■ Hygienemaßnahmen beim Umgang mit Sondenkost

- Zuerst Wischdesinfektion der Arbeitsfläche (z. B. mit 70%igem Alkohol).
- Hygienische Händedesinfektion vor jedem Umgang mit Sondenkost und jeder Manipulation am Überleitungssystem.
- Falls Umfüllen von Sondennahrung in Reservoirbehälter erforderlich ist: Kontamination unbedingt vermeiden.

- ─ Plastikbeutel nach Beenden der Mahlzeit entsorgen (Einmalprodukt).
- ─ Anschluss des Überleitungssystems unter aseptischen Bedingungen.
- ─ Sondennahrung stets vor Wärme und UV-Strahlung schützen (Keimwachstum!).
- ─ Nachspülen der Sonde nach jeder Mahlzeit! Sonde mit sprudelnd abgekochtem und unter kontrollierten Bedingungen abgekühltem Wasser durchspülen, um Verstopfungen der Sonde zu vermeiden.
- ─ Spritze anschließend verwerfen.
- ─ Bei kurzfristiger Unterbrechung bzw. nach Beenden der Nahrungszufuhr Anschlussstellen des Überleitungssystems und der Magensonde mit sauberer, trockener Verschlusskappe schützen.
- ─ Blasenspritze nur in Ausnahmefällen benutzen! Nach jedem Gebrauch im Reinigungs- und Desinfektionsautomaten aufbereiten oder frische Spritze verwenden.

### 7.5.3 Therapeutische Kochgruppen

Therapeutische Kochgruppen stellen für einige Patienten einen wichtigen Bestandteil der Therapie (z. B. Essstörungen) oder eine Vorbereitung für den späteren Umgang mit einer Erkrankung (z. B. Diabetes mellitus) dar.

#### ■ Regeln für Personal und Patienten

Patienten müssen vor Teilnahme an der Kochgruppe über die erforderlichen Hygienemaßnahmen unterrichtet werden. Es empfiehlt sich, entsprechendes Schulungsmaterial übersichtlich als Kurzpräsentation bereitzuhalten. Sind Patienten nicht bereit, sich entsprechend der Informationen zu verhalten, sollte über den Ausschluss aus einer Kochgruppe nachgedacht werden. Wichtig ist es, dies z. B. bei psychiatrischen Patienten klar und im Voraus festzulegen (z. B. „Kochvertrag“). Erkrankungen, die zum Ausschluss der Teilnahme an einer Kochgruppe führen, entsprechen denen für Beschäftigte im Lebensmittelbereich.

- **Personen mit Durchfallerkrankungen oder Wunden an den Händen und Armen dürfen weder in der Therapieküche arbeiten noch an den Kochgruppen teilnehmen.**

Für das regelmäßig in der Therapieküche eingesetzte Personal empfiehlt sich die Teilnahme an der Einweisung durch das Gesundheitsamt und den zweijährlichen Schulungen gemäß § 43 IfSG (Ausnahmen gelten in Absprache mit dem zuständigen Gesundheitsamt ggf. für Beschäftigte mit Pflegeexamen und angelernte Kräfte mit Berufserfahrung in der Pflege).

Zu den praktischen Hygieneregeln gehört die Händedesinfektion:

- ─ Vor Arbeitsbeginn in der Kochgruppe.
- ─ Zwischen den unterschiedlichen Arbeitsprozessen, insbesondere nach dem Umgang mit Rohwaren.
- ─ Nach jedem Toilettenbesuch.
- ─ Nach Niesen, Husten, Schnäuzen.

Folgende Regeln für den Umgang mit Lebensmitteln sind zu beachten:

- ─ Offene Lebensmittel (z. B. Wurst, Käse) und gegarte Speisen nicht mit den Händen anfassen, sondern Zangen, Gabeln etc. benutzen.
- ─ Bei der Herstellung von Speisen, die anschließend nicht mehr gekocht werden, soll der direkte Kontakt mit den Händen vermieden werden (z. B. bei der Zubereitung von Salaten Salatbesteck benutzen).
- ─ Zum Probieren der Speisen immer neuen, sauberen Löffel benutzen.
- ─ Speisen, bei deren Zubereitung rohe Eier verwendet werden, sollen vor dem Garen nicht probiert werden (z. B. Kuchenteig). Am besten ist es, auch in Kochgruppen auf den Einsatz von Rohei zu verzichten und pasteurisiertes Fertigei zu verwenden.
- **Anforderungen an Räume und Geräte**
  - ─ Die Arbeitsflächen müssen sauber, trocken und möglichst frei gehalten werden. Eine Zwischenreinigung ist bedarfsgerecht durchzuführen. Nach Beendigung eines Arbeitsgangs werden alle Reste beseitigt und entweder entsorgt oder sachgerecht weitergelagert.
  - ─ Arbeitsgeräte (Messer, Schneidbretter, Schüsseln) werden nach den verschiedenen Arbeitsgängen gereinigt (Schneidbretter dürfen nicht aus Holz sein).
  - ─ Die Arbeitsutensilien werden nach Möglichkeit in der Spülmaschine gereinigt.

- Geschirrtücher und Putztücher müssen nach Gebrauch, mindestens aber täglich, gewechselt werden. Spülschwämme sind nicht zulässig, Spülbürsten werden täglich in die Geschirrspülmaschine gegeben.
- Kühlschrank, Lagerschränke und Küchengeräte sollten regelmäßig gereinigt werden.
- Lebensmittelschränke und -lager sollten auf Schädlinge kontrolliert und Bodenlagerung vermieden werden.
- **Lebensmittel für den Einsatz in der Kochgruppe**
  - Begrenzte Vorratshaltung, insbesondere von verderblichen Lebensmitteln. Frisches Fleisch, Salat und Gemüse soll kurzfristig vor der Zubereitung eingekauft werden.
  - Kühlschranktemperatur sollte auf keinen Fall höher als + 7°C betragen.
  - Die Kühlkette nicht länger als 20 min unterbrechen.
  - Im Kühlschrank gelagerte Speisen sollten mit dem Herstellungsdatum versehen werden.
  - Stärkehaltige Lebensmittel (z. B. Mehl, Müsli etc.) schädlingssicher in dicht verschlossenen Behältern lagern und Verbrauchsdatum auf Behälter vermerken.
  - Beim Aufwärmen ist eine Esstemperatur nicht ausreichend, das Essen muss aufgekocht werden.
  - Bei der Zubereitung in der Mikrowelle sind die Speisen mindestens auf 70 °C Kerntemperatur zu erhitzen (Cave: Hitze- und Kälteinseln).
  - Rohe Eier im Kühlschrank lagern (maximal 14 Tage), am besten statt roher Eier pasteurisiertes Fertigei verwenden.
  - Fleisch getrennt von Gemüse und Salat aufbewahren und verarbeiten.
  - Bereits erhitzte Speisen getrennt von rohen Lebensmitteln lagern und verarbeiten.
  - Tiefgefrorenes Fleisch (Geflügel) im Kühlschrank in einer Stahlschüssel auf einem Siebeinsatz auftauen, das Abtropfwasser unmittelbar nach dem Auftauen wegschütten und die Schüssel gründlich reinigen.
  - An- oder aufgetaute Tiefkühlkost nicht wieder einfrieren, sondern im Kühlschrank lagern und am gleichen Tag zubereiten und verzehren.
- Fleischgerichte immer durchbraten (insbesondere Geflügel).
- Folgende Speisen dürfen **nicht** zubereitet werden:
  - Rohes Fleisch (Tartar),
  - Roastbeef,
  - Alle Speisen, die unter Verwendung von rohen Eiern hergestellt und anschließend nicht mehr durchgegart werden, wie z. B. Dessertspeisen (Tiramisu) oder selbsthergestellte Mayonnaise.
- Folgende Speisen sollten **sofort** nach der Zubereitung **verzehrt** werden:
  - Eis (vorzugsweise mit Eispulver herstellen),
  - Suppen (v. a. wenn mit Ei-Einlauf),
  - Unzureichend erhitzte Eiprodukte (eipulverhaltige Instantprodukte für Backwarenfüllungen und Pudding),
  - Geflügelsalat,
  - Mehlspeisen,
  - Aufläufe,
  - Backwaren (z. B. Waffeln),
  - Klöße,
  - Handgemachte Spätzle oder Panade (unmittelbar vor Gebrauch herstellen, Rest verwerfen).
- Nur die Teilnehmer der Kochgruppe dürfen die in der Kochgruppe zubereiteten Speisen verzehren.

#### 7.5.4 Büffetversorgung

Um den Patienten eine individuelle Auswahl der Speisen zu ermöglichen und damit ein Gefühl der Eigenständigkeit zu vermitteln, werden in einigen Bereichen von Krankenhäusern (z. B. Wöchnerinnen) und in Rehakliniken mehr und mehr Buffets zur Essensversorgung angeboten.

- Es empfiehlt sich, die Patienten vor Benutzung des Buffets eine Händedesinfektion durchführen zu lassen. Dazu sollte am Eingang zum Buffetbereich bzw. des Speisesaals ein Händedesinfektionsmittelspender installiert werden. Die Aufmerksamkeit der Patienten zum hygienischen Umgang mit den Lebensmitteln kann so erhöht werden.

- Für alle nicht verpackten Speisen sollten zur Entnahme geeignete Utensilien (Zangen, Gabeln etc.) zur Verfügung stehen.
- Die Speisen für das Buffet sollten aus der Zentralküche zeitnah angeliefert und entsprechend gekühlt oder warmgehalten auf dem Buffet aufgestellt werden.
- Bestimmte Lebensmittel (► Abschn. 7.5.3) sollten am Buffet nicht bereitgestellt werden.
- Das am Buffet zur Verfügung gestellte Geschirr und Besteck sollte komplett zentral in der Spülküche aufbereitet werden.

### 7.5.5 Milchküche

Die Versorgung von Neu- oder Frühgeborenen mit Muttermilch kann nicht in allen Fällen durch Stillen der Kinder sichergestellt werden. Ist es erforderlich, die Kinder mit abgepumpter Muttermilch oder Flüssignahrung/Pulvernahrung über eine Flasche zu füttern, kommt den benötigten Materialien und dem Umgang damit eine besondere Bedeutung zu, um die Kinder vor Infektionserregern zu schützen. In den meisten Fällen muss die Versorgung kranker oder frühgeborener Kindern, die stationär in einer Klinik behandelt werden, über eine Flasche erfolgen. Diese Kinder sind besonders anfällig für nosokomiale Infektionen.

Steht keine oder nicht genügend Muttermilch für die Ernährung des Neugeborenen zur Verfügung, kann entweder industriell hergestellte sterile Flüssignahrung oder Milchpulver verwendet werden. Pulvernahrung muss in der Milchküche des Krankenhauses unter einwandfreien hygienischen Bedingungen zubereitet werden, damit es nicht zu einer exogenen Kontamination kommt. Der dafür erforderliche hygienische Standard ist bei den heute in den Krankenhäusern industrialisierter Länder zur Verfügung stehenden Aufbereitungsmethoden für Milchflaschen, Sauger und Zubehör im Reinigungs- und Desinfektionsautomaten leicht zu erreichen.

Probleme kann allerdings die Pulvernahrung selbst bereiten, weil sie nicht steril ist. In der Regel enthält Pulvernahrung nur sehr geringe Keimzahlen aerober Sporenbildner. Ist sie jedoch mit pathogenen Erregern, wie z. B. *Enterobacteriaceae*, kontaminiert, kann dies zu einem Infektionsproblem

für die Kinder werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Nahrung nach der Zubereitung mehrere Stunden bei Zimmertemperatur aufbewahrt wird. Um Gefahrenpunkte in der Zubereitung und Lagerung von Säuglingsnahrung zu erkennen, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Implementierung eines HACCP-Konzepts auch in der Milchküche.
- Überprüfung der Kühltemperatur von Kühlschränken.
- Mikrobiologische Überprüfung von Reinigungs- und Desinfektionsgeräten (RDG).
- Rückstellproben 14 Tage aufbewahren.
- Flächen- und Händedesinfektion vor Arbeitsbeginn.
- Milchpulver nur mit abgekochtem, bei Zubereitung mindestens 70 °C heißem Wasser zubereiten.
- Mütter zum hygienischen Abpumpen der Milch und hinsichtlich Transport/Lagerung schulen.
- Gelagerte Muttermilch hygienisch korrekt anwärmen.

Die Räumlichkeiten der Milchküche sollten eine klare, räumliche Trennung zwischen reinem und unreinem Arbeitsbereich ermöglichen. Bei Tätigkeiten auf der unreinen Seite sollte geeignete Schutzkleidung (flüssigkeitsdichte Schürze, Handschuhe) getragen werden, die vor einem Wechsel auf die reine Seite abgelegt wird (mit anschließender Händedesinfektion). Ein Mund-Nasenschutz bei der Zubereitung muss nicht getragen werden. Eine RLT-Anlage ist, wenn überhaupt, lediglich aus arbeitsphysiologischen Gründen sinnvoll. Eine Fensterlüftung (Ausstattung der Fenster mit engmaschigem Fliegengitter) ist möglich.

#### ■ Anwärmen von Milchflaschen

Eine hygienisch sichere Erwärmung von gekühlten Milchflaschen ist sehr wichtig. Auch die zur Erwärmung benötigte Zeit muss bei der Auswahl der Methode berücksichtigt werden.

**Wasserbad** Das Anwärmen im Wasserbad nimmt relativ viel Zeit in Anspruch und ist schon deshalb nicht empfehlenswert. Wasser stellt zusätzlich ein potenzielles Erregerreservoir dar. Wenn solche

Geräte doch noch verwendet werden, ist es erforderlich, das Wasser alle 12 h zu wechseln und das Gerät innen und außen jeweils gründlich zu reinigen und auszutrocknen.

**Heißluft** Auch das Anwärmen mit Heißluft ist zeit- aufwendig (ca. 15–20 min). Die Methode ist jedoch hygienisch unproblematisch. Weitere Nachteile sind ein erhöhter Geräuschpegel bei einigen Geräten und ein hoher Energieverbrauch.

**Flaschenwärmgerät** Die Zeit bis zur Erwärmung der Milchflaschen ist in einem elektrischen Flaschen- wärmgerät mit ca. 30 min wiederum relativ lang (diese Geräte laufen daher meist im 24-h-Dauerbetrie- b), die Energiekosten sind somit im Gegensatz zum Heißluftgerät erheblich höher. Aus hygienischer Sicht kann es Probleme bereiten, wenn sich Geräte nicht gut reinigen lassen, weil z. B. der Heizblock nicht herausgenommen werden kann.

**Mikrowellenherd** Das Anwärmen von Milchfla- schen im Mikrowellenherd ist schnell und hygie- nisch einwandfrei. Die Zeit bis zum Erreichen der gewünschten Milchttemperatur ist sehr kurz (ca. 45 s), aber die Flasche selbst kann noch kalt sein. Außerdem muss man bedenken, dass die Milch nicht überall gleichmäßig erwärmt ist, sodass „heiße Inseln“ vorkommen können. Man muss also die Fla- schen nach der Entnahme aus dem Gerät gut durch- schütteln und die Milchttemperatur am besten mit einem Tropfen am Handgelenk überprüfen.

**Sterilisation** Die Sterilisation von Fläschchen, Saugern und sonstigen Gefäßen ist grundsätzlich nicht notwendig, ein geeignetes RDG zur desinfizie- renden Aufbereitung von Flaschen (entsprechende Aufsätze) sollte jedoch unbedingt vorhanden sein, ebenso ein Kühlschrank für zubereitete Nahrung und Muttermilch sowie eventuell ein Gefrierschrank (falls Muttermilch eingefroren wird).

### Sterilisierte Einmalflaschen

In vielen Einrichtungen wird derzeit eine Umstellung von aufbereitbaren (Glas-) Flaschen auf sterilisierte Einmalprodukte

vorgenommen. Die Umstellung erfolgt meist nicht aus infektionspräventiver Sicht, sondern um die umständliche Aufbereitung und Lagerung der Flaschen zu umgehen. Die sterilen Einmalmilchflaschen werden industriell einer Ethylenoxidsterilisation unterzogen. Der Einsatz von Ethylenoxid ist in einigen europäischen Ländern (z. B. Frankreich) für die Sterilisation von Produkten mit Lebensmittelkontakt verboten, daher empfiehlt dort das Gesundheitsministerium, mit Ethylenoxid sterilisierte Produkte nur im begrenzten Einsatzbereich zu nutzen. In Ermangelung von Alternativen dürfen mit Ethylenoxid sterilisierte Flaschen nur zur Gabe von bestimmten Arzneimitteln und gelagerter Muttermilch auf neonatologischen Stationen und bei schwerkranken Säuglingen mit hoher Infektionsgefährdung eingesetzt werden. Dieser Empfehlung hat sich in Deutschland das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) angeschlossen.

## Literatur

- Appel B, Böhl GF, Greiner M, Lahrssen-Wiederholt M, Hensel A (Hrsg.) (2011) EHEC-Ausbruch 2011. Aufklärung des Aus- bruchs entlang der Lebensmittelkette. Berlin: Bundesins- titut für Risikobewertung (BfR)-Wissenschaft Nr. 4
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2009) Lebensmittel- assoziierte Viren. Tagungsband zum BfR-Symposium am 4. Nov. 2009 in Berlin
- Carvalho C, Thomas HJ, Balogun K, Tedder R, Pebody R, Ramsay M, Ngui SI (2012) A possible outbreak of hepatitis A asso- ciated with semi-dried tomatoes, England, July-Novem- ber 2011. *Euro Surveill* 17 (6)
- Gubbels SM, Kuhn KG, Larsson JT, Adelhardt M, Engberg J, Ingildsen P et al. (2012) A waterborne outbreak with a sin- gle clone of *Campylobacter jejuni* in the Danish town of Køge in May 2010. *Scand J Infect Dis* 44 (8): 586–594
- Guzman-Herrador B, Vold L, Comelli H, MacDonald E, Heier BT, Wester AL et al. (2011) Outbreak of *Shigella sonnei* infection in Norway linked to consumption of fresh basil, October 2011. *Euro Surveill* 16 (44)
- Kobayashi S, Fujiwara N, Yasui Y, Yamashita T, Hiramatsu R, Minagawa H (2012) A foodborne outbreak of sapovi- rus linked to catered box lunches in Japan. *Arch Virol* 175: 1995–1997
- MacDonald E, Heier BT, Stalheim T, Cudjoe KS, Skjerdal T, Wes- ter A et al. (2011) *Yersinia enterocolitica* O:9 infections

associated with bagged salad mix in Norway, February to April 2011. *Euro Surveill* 16 (19)

- Matthews JE, Dickey BW, Miller RD, Felzer JR, Dawson BP, Lee AS et al. (2012) The epidemiology of published norovirus outbreaks: a review of risk factors associated with attack rate and genogroup. *Epidemiol Infect* 140 (7): 1161–1172.
- Mertens E, Kreher H, Rabsch W, Bornhofen B, Alpers K, Burckhardt F. (2012) Severe infections caused by *Salmonella* Enteritidis PT8/7 linked to a private barbecue. *Epidemiol Infect* 19: 1–7
- MMWR (2009) *Campylobacter jejuni* infection associated with unpasteurized milk and cheese—Kansas, 2007. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 57 (51): 1377–1379
- MMWR (2012) Fatal Foodborne *Clostridium perfringens* Illness at a State Psychiatric Hospital – Louisiana, 2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 61 (32): 605–608
- Moffatt CRM, Howard PJ, Burns T (2011) A Mild Outbreak of Gastroenteritis in Long-Term Care Facility Residents Due to *Clostridium perfringens*, Australia 2009. *Foodborne Pathogens and Disease* 8 (7): 791–796
- Ostyn A, Buyser ML de, Guillier F, Groult J, Felix B, Salah S et al. (2010) First evidence of a food poisoning outbreak due to staphylococcal enterotoxin type E, France, 2009. *Euro Surveill* 15 (13)
- Robert Koch-Institut (2011) Abschließende Darstellung und Bewertung der epidemiologischen Erkenntnisse im EHEC O104:H4 Ausbruch Deutschland 2011. Berlin: RKI. [www.rki.de](http://www.rki.de)
- World Health Organization (2012) Prevention of foodborne disease: Five Keys to safer food. [www.who.int/foodsafety/consumer/5keys/en/index.html](http://www.who.int/foodsafety/consumer/5keys/en/index.html)

# Mikrobiologische Diagnostik und Infektiologie

*P. Weißgerber*

- 8.1 Probengewinnung und -behandlung – 160
- 8.2 Bewertung und Analyse – 170
- 8.3 Infektiologische Differenzialdiagnostik – 180
- 8.4 Resistenzen und ihre Bewertung – 186
- 8.5 Umgebungsuntersuchungen – 189
- Literatur – 194

## Zusammenfassung

Die erfolgreiche Therapie von Infektionskrankheiten setzt in vielen Fällen eine sachgerecht durchgeführte mikrobiologische Diagnostik voraus. Dabei werden die diagnostischen Möglichkeiten im klinisch-mikrobiologischen Labor entscheidend von der Präanalytik beeinflusst. Sie wird ergänzt durch die Bestimmung klinisch-chemischer Parameter, die häufig erst den Anlass für eine entsprechende weitere Diagnostik geben.

Im Rahmen der Infektionsprävention und zur Dokumentation einer einwandfreien Medizinprodukteaufbereitung werden Untersuchungen von unbelebten Materialien wie Wasser, Luft, Oberflächen oder kontaminierten Prüfkörpern durchgeführt.

In allen Fällen sollte auf eine standardisierte Probenentnahme geachtet werden. Dies beginnt mit der Auswahl geeigneter Abstrichtupfer und Transportgefäße, setzt sich fort in der korrekten Entnahme und – falls notwendig – Lagerung des Materials und endet mit dem möglichst raschen Transport in das Labor.

## 8.1 Probengewinnung und -behandlung

Die Gewinnung mikrobiologischer Proben ist ein wichtiger Schritt in der Diagnostik und Therapie von Infektionskrankheiten. Fehler, die bei der Probengewinnung gemacht werden, kann auch das beste Labor nicht ausgleichen. Nicht selten werden im klinischen Alltag Proben eingeschickt, die keinen diagnostischen Wert haben, z. B. oberflächliche Abstriche von chronischen Wunden.

Grundsätzlich sollten die Angaben des Labors, in das die Proben versandt werden, beachtet werden. Dieses sollte detaillierte Angaben zu Probengewinnung, -lagerung und -transport in einem Kompendium zur Präanalytik zur Verfügung stellen. In Zweifelsfällen sollte, insbesondere bei schwer zu gewinnenden Proben, bereits vor Entnahme Kontakt mit dem Labor aufgenommen werden. Beachtet werden sollten insbesondere Hinweise zu folgenden Punkten (Schoerner et al. 2009):

- Wann sollen die Proben entnommen werden? (Z. B. bei Antibiotikaspiegelbestimmung)
- Welche Probenmenge ist notwendig?

- In welchen Gefäßen/Transportmedien sollen die Proben entnommen werden?
- Sind spezielle Konservierungsmedien erforderlich? (Z. B. Leptospirosediagnostik)
- Wie müssen die Proben transportiert und ggf. gelagert werden? (Z. B. Licht, Temperatur)
- Sind Probenzusätze zur Stabilisierung oder Enthemmung erforderlich? (Z. B. bei Desinfektionsmittelpollen)
- Müssen bei/nach Entnahme Analysen vor Ort durchgeführt werden? (Z. B. Trinkwasserproben: pH-Wert, Temperatur)
- Ist vor Ort eine Vorbehandlung der Probe erforderlich? (Z. B. Abseren von Vollblut)
- Wie soll die Probe beschriftet werden?
- Wie soll der Anforderungsschein ausgefüllt werden?

Das Anforderungsformular sollte sorgfältig ausgefüllt werden und neben den persönlichen Daten des Patienten auch folgende Informationen liefern (Schoerner et al. 2009; Rüden et al. 1989):

- Art der Probe
- Angaben zum Einsender, v. a. bei Notfallproben inkl. Telefon- oder Funknummer
- Entnahmeort
- Entnahmezeitpunkt
- Klinische (Verdachts-)Diagnose bzw. Symptome
- Infektiologisch relevante Angaben zum Patienten, z. B. Fieber, Immunsuppression, Schwangerschaft, Therapie mit Antinfektiva, Immunglobulinen oder Zytostatika
- Fragestellung, gewünschte Untersuchungen
- Bei hygienisch-mikrobiologischen Untersuchungen z. B. Angaben zur Aufstellung von Sedimentationsplatten oder Luftkeimsammlern, Entnahmeort von Trinkwasserproben, ggf. gemessene physikalisch-chemische Parameter wie pH-Wert oder Temperatur

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass das korrekte Ausfüllen der Anforderungsformulare keine bürokratische Fleißaufgabe ist. Vielmehr beeinflussen die Angaben auch die Verarbeitung des Materials, die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse sowie die Befundinterpretation.

### 8.1.1 Probengewinnung

Mikrobiologische Proben sollten vor Beginn einer antibiotischen Therapie entnommen werden. Hierdurch darf es jedoch nicht zur Verzögerung des Therapiebeginns bei kritisch Kranken kommen, wie z. B. bei schwerer Sepsis und septischem Schock.

### 8.1.2 Probentransport

Proben sollten stets so schnell wie möglich ins Labor transportiert werden, idealerweise innerhalb von 2 h. Der Transport erfolgt grundsätzlich bei Raumtemperatur. Es werden immer kürzere Turn-around-Zeiten durch den Einsatz moderner diagnostischer Verfahren gefordert, die oft hohe Kosten verursachen. Die Transportdauer von mikrobiologischen Proben, die erheblich zur Gesamtdauer der Diagnostik beiträgt, sollte jedoch ebenfalls immer wieder kritisch beurteilt werden.

Proben sollten an zentralen Orten, z. B. am Pflegestützpunkt, gesammelt werden. Für den Transport sind die Proben so zu verpacken, dass eine Kontamination der Umgebung oder eine Gefährdung des Transportpersonals ausgeschlossen werden kann. Erforderlich sind neben einem stabilen, auslaufsicheren Probengefäß (Primärverpackung) ein Schutzgefäß (Sekundärverpackung) sowie eine Außenverpackung, davon muss eine ebenfalls auslaufsicher und mit einer saugfähigen Einlage ausgestattet sein.

Für den Postversand von klinischen Proben zur mikrobiologischen Diagnostik ist gemäß der Verpackungsanweisung P650 für den Transport diagnostischer Proben nach UN-Nr. 3373 neben dem Probengefäß und dem Schutzgefäß mit saugfähiger Einlage ein Transportkarton mit entsprechender Kennzeichnung erforderlich: „Biologischer Stoff, Kategorie B“ oder „Biological Substance, Category B“ und die Bezeichnung „UN 3373“ in einer Raute (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, ADR 2015).

### 8.1.3 Probenlagerung

Eine längere Lagerung der Probe sollte nur dann stattfinden, wenn ein rascher Transport nicht möglich ist. Die Lagerung führt zur Verfälschung

von Untersuchungsergebnissen durch das Absterben besonders empfindlicher Keime und durch Änderungen der quantitativen Zusammensetzung der vorgefundenen Keime. Daraus können sowohl falsch-negative als auch falsch-positive Befunde entstehen. Zur richtigen Lagerung der Proben gibt es nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen, weshalb dem schnellen Transport ins Labor unbedingt Vorrang einzuräumen ist. Generell können die in **Tab. 8.1** aufgeführten Lagerungsbedingungen empfohlen werden. Primär sterile Materialien, die auch anspruchsvolle und empfindliche Keime enthalten können, sollten bei Raumtemperatur aufbewahrt werden. Materialien, bei denen mit einer Überwucherung durch Flora zu rechnen ist oder bei denen eine Verfälschung bei der quantitativen Analyse möglich ist, z. B. bei Urinen, sollten dagegen gekühlt gelagert werden.

### 8.1.4 Urin

#### ■ Indikationen

Bei klinischer Symptomatik (Pollakisurie, Dysurie, Flankenschmerzen, Fieber) mit Verdacht auf Harnwegsinfekt. Zusätzlich bei rezidivierenden und nosokomialen Harnwegsinfektionen, bei ausbleibender klinischer Besserung unter Antibiotikatherapie sowie bei Fieber und Sepsis unklarer Genese, insbesondere bei Kindern unter zwei Jahren.

**Tab. 8.1** Generelle Empfehlung zu Lagerungsbedingungen für mikrobiologische Proben

Temperaturbereich	Probenmaterial
Raumtemperatur	Blutkulturflaschen, Liquor (für bakteriologische Untersuchungen), Synovialflüssigkeit, Abstrichtupferproben, Stuhlproben
Kühlschrank (2–8 °C)	Respiratorische Materialien (Sputum, Trachealsekret, bronchoalveoläre Lavage [BAL]), Liquor (für serologische und virologische Untersuchungen), Urin
Brutschrank (35–37 °C)	Urineintauchkulturen

Ein generelles „Urin-Screening“ klinisch unauffälliger Patienten ist nicht gerechtfertigt. Ausnahmen sind Patienten vor und nach interventionellen Eingriffen der Harnwege. Gelegentlich wird zwei bis drei Tage nach Beginn der antimikrobiellen Therapie eine Routinekontrolle des Urins zur Überprüfung der Wirksamkeit veranlasst. Dies ist nicht sinnvoll und sollte unterbleiben. Die Beurteilung der Therapieeffektivität erfolgt aufgrund klinischer Kriterien.

### ■ Probenentnahme

#### ■ Mittelstrahlurin:

- Am besten Morgenurin verwenden bzw. mindestens 3 h Abstand zur letzten Miktion
- Reinigung des äußeren Genitales (Vulva bzw. Glans penis, jeweils mit Harnröhrenöffnung). Keine Seife oder Antiseptika verwenden. Eine mündliche und schriftliche Anweisung des Patienten ist sinnvoll.
- Harnstrahl 3 s in Gang kommen lassen und diese Portion werfen.
- Etwa 10–20 ml Urin in einem sterilen Gefäß auffangen.

#### ■ Einmalkatheterurin:

- Wenn ein Mittelstrahlurin nicht einwandfrei gewonnen werden kann bzw. eine Blaspunktion nicht möglich ist
- Katheterisierung durch geschultes Personal
- Verwendung eines Schleimhautantiseptikums und steriler Materialien
- Auffangen der mittleren Harnportion.

#### ■ Probenentnahme aus Dauerkatheter:

- Desinfektion der am Kathetersystem vorgesehenen Einstichstelle
- Punktion der Einstichstelle mit steriler Spritze und Kanüle.

#### ■ Blaspunktion:

- Kontaminationswahrscheinlichkeit sehr gering
- Wenn ein Mittelstrahlurin nicht einwandfrei gewonnen werden kann.
- Bei unklaren und wechselnden mikrobiologischen Befunden, auch bei Mischkulturen
- Methode der Wahl bei Neugeborenen, Säuglingen, Kleinkindern und nicht kooperationsfähigen Patienten

- Wahl der Einstichstelle mittels Sonographie, meist 1–2 Querfinger oberhalb der Symphyse
- Hautdesinfektion unter Berücksichtigung der Einwirkzeit
- Sterile Handschuhe verwenden
- Punktion der gefüllten Blase.
- In Ausnahmefällen kann auch die Punktion des Nierenbeckens unter aseptischen Kautelen unter Ultraschallkontrolle erfolgen.
- Plastikklebebeutel für Säuglinge:
  - Geeignet insbesondere zum Ausschluss einer Infektion
  - Vor Anbringen Reinigung des Perineums
  - Halbstündliches Wechseln des Beutels verbessert die Ergebnisse.

### ■ Probenmaterial

- Nativurin: am besten geeignet
  - Makroskopische und mikroskopische Untersuchung möglich
  - Ermöglicht quantitative Analyse
  - Hemmstoffe können nachgewiesen werden (z. B. Antibiotika)
  - Nachteil: bei längerer Lagerung eingeschränkte Aussagekraft.
- Urin mit Stabilisator, z. B. Borsäure: kann nicht empfohlen werden, da erhebliche Keimzahlreduktionen von bis zu 60 % bei 24- bzw. 48-stündiger Lagerung beobachtet wurden, ein Leukozytennachweis mit Teststäbchen falsch-negative Befunde ergeben kann, eine Unterschreitung der Füllmenge zur Keimabtötung führt und die Röhrchen deutlich teurer sind.
- Objektträgerkulturen: Mit unterschiedlichen Nährmedien bestückte Kunststoffträger werden in Urin eingetaucht. Sie sollten aufgrund ihrer zahlreichen Nachteile nur dann verwendet werden, wenn ein schneller Transport ins Labor nicht möglich ist. Sie können dann bis zum Transport im Brutschrank gelagert werden.
- Vorteile der Objektträgerkulturen:
  - Dokumentieren Keimzahl zum Zeitpunkt der Bestimmung
  - Sinnvolle Alternative bei fehlender Versandmöglichkeit, z. B. über das Wochenende.

#### ■ Nachteile der Objektträgerkulturen:

- Makroskopische und mikroskopische Beurteilung des Urins im Labor nicht möglich
- Verfälschung der Koloniezahlen durch Restflüssigkeit im Röhrchen möglich
- Bei hohen Keimzahlen konfluierendes Wachstum: Quantifizierung nicht möglich
- Leukozytennachweis und Hemmstofftest nicht möglich.

#### ■ Transport

Umgehender Transport ins Labor (innerhalb von 2 h). Nach der Entnahme wird eine Kühlung (2–8 °C) bis zur Verarbeitung im Labor empfohlen (Gattermann et al. 2005).

#### ■ Lagerung

Im Kühlschrank (2–8 °C). Eintauchnährmedien können bei längerer Lagerung zur Verkürzung der Untersuchungszeit im Brutschrank vorbebrütet werden.

#### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

- Nitrittest
- Leukozytennachweise
- Hemmstofftest (z. B. Antibiotika, Zytostatika)
- Quantitativer kultureller Keimnachweis
- Erregerdifferenzierung und Antibiogramm
- Ggf. Nachweis von *Ureaplasma urealyticum*, *Mycoplasmaspp.*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Chlamydia trachomatis* oder *Neisseria gonorrhoeae* über spezielle Verfahren.

#### ■ Probenentnahme

- Stuhl: Der Patient sollte seinen Stuhl in eine frisch gespülte Toilette oder ein aufbereitetes Steckbecken geben. Von dort sollte mit dem im Transportgefäß enthaltenen Löffelchen das Probengefäß zu einem Drittel bis maximal zur Hälfte gefüllt werden.
- Rektalabstrich: Der Patient sollte sich auf die Seite drehen und die Knie anwinkeln. Der Abstrichtupfer wird bis ins Rektum eingeführt, vorsichtig gedreht und anschließend im Transportmedium verschickt.

#### ■ Transport

Zügiger Transport ins Labor. Bei längerer Transportdauer sollten Transportmedien (z. B. Cary-Blair-Medium oder Anreicherungsbouillon nach Hajna) verwendet werden.

#### ■ Lagerung

Bei Raumtemperatur.

#### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

- Kulturelle Verfahren: Salmonellen, Shigellen, *Campylobacter*, Yersinien
- Antigen-ELISA: *C. difficile*, *C. perfringens*, *Campylobacterspp.*, Noroviren, Rotaviren, Astroviren
- Mikroskopie: Wurmeier, Protozoen
- PCR-Verfahren: zur Diagnostik von *E.-coli*-Pathovaren, *C. difficile*, Noroviren, Rotaviren, Astroviren, Adenoviren.
- Multiplex PCR-Verfahren zur Diagnostik von zahlreichen enteropathogenen Erregern (Khare et al. 2014).

### 8.1.5 Stuhl

#### ■ Indikation

Bei Diarrhö.

#### ■ Probenmaterial

Stuhl oder Rektalabstrich, wobei ein Rektalabstrich nur in Ausnahmefällen eingesendet werden sollte, wenn die Gewinnung von Stuhl nicht möglich ist. Stuhl für parasitologische Untersuchungen sollte grundsätzlich nur nach Rücksprache mit dem Labor verschickt werden.

### 8.1.6 Blutkulturen

#### ■ Indikationen

- Sepsis, septischer Schock
- Fieber unklarer Genese
- Fieber bei Neutropenie/Aplasie
- Endokarditis, Endocarditis lenta
- ZVK-assoziierte Infektion
- Zyklische Allgemeininfektion (z. B. Typhus, Brucellose)
- Schwere lokalisierte Infektionen, die mehr oder weniger häufig mit systemischer Beteiligung

einhergehen: Meningitis, Osteomyelitis, eitrige Arthritis, Pneumonie, Cholangitis, schwere Haut- und Weichteilinfektionen, Pyelonephritis

- Entnahme unter laufender Antibiotikatherapie, z. B. bei ausbleibender klinischer Besserung (Fungämie, Erregerwechsel).

### ■ Probenentnahme

Die Erregerdichte ist am höchsten etwa 1–2 h vor Beginn klinischer Symptome wie Fieber oder Schüttelfrost. Im klinischen Alltag sollten unmittelbar bei Auftreten dieser Symptome Blutkulturen entnommen werden. Das Warten auf das Überschreiten einer spezifischen Körpertemperschwelle ist nicht sinnvoll. Eine Entnahme unter laufender Antibiotikatherapie kann bei ausbleibendem klinischen Ansprechen auf die Therapie sinnvoll sein, um einen Erregerwechsel oder eine Pilzinfektion zu dokumentieren. Die Entnahme sollte dann jedoch unmittelbar vor der nächsten Antibiotikagabe erfolgen, damit die Antibiotikakonzentrationen möglichst niedrig sind.

#### Entnahmeort:

- Punktion einer peripheren Vene, meist V. cubitalis.
  - Punktion der V. femoralis und von Venen in entzündeten Hautarealen gehen mit einer hohen Kontaminationsrate einher.
  - Entnahmen aus zentral-venösen Kathetern zeigen eine hohe Kontaminationsrate, haben jedoch einen hohen negativen Vorhersagewert, d. h., bei einer negativen Kultur liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit auch keine Blutstrominfektion vor. Zur besseren Interpretation der Befunde sollte gleichzeitig eine Blutkultur aus einer peripheren Vene entnommen werden.
  - Arterielle Blutkulturen zeigen keine bessere Ausbeute, wohl aber höhere Kontaminationsraten.
  - Bei zyklischen Allgemeininfektionen ist die zusätzliche Entnahme von Knochenmark sinnvoll (z. B. Typhus, Brucellose).
  - Nabelarterien- und Nabelvenenkatheter bei Früh- und Neugeborenen weisen eine geringere Kontaminationsrate als peripher entnommene Kulturen auf.
- ### ■ Durchführung
- Hygienische Händedesinfektion unter Berücksichtigung der erforderlichen Einwirkzeit.
  - Palpation der Punktionsstelle vor der Desinfektion.
  - Hautdesinfektion der Punktionsstelle:
    - Keimarmer Tupfer mit alkoholischem Desinfektionsmittel
    - Schritt 1: mechanische Reinigung, Entfernung von Hautschuppen
    - Schritt 2: eigentliche Desinfektion
    - Einwirkzeit bei 70 % Isopropanol ca. 60 s
    - Kürzere Einwirkzeiten, wie sie häufig bei der Hautdesinfektion vor Punktionen angewandt werden, erhöhen die Kontaminationsrate!
  - Ist erneute Palpation nach Hautdesinfektion erforderlich: sterile Handschuhe anziehen.
  - Punktion nach vollständiger Trocknung der Haut.
  - Blutkulturflaschen mit Raumtemperatur verwenden, keine gekühlten Flaschen beimpfen!
  - Desinfektion der Gummistopfen der Blutkulturflaschen mit alkoholischem Desinfektionsmittel.
  - Probenmenge:
    - Erwachsene 20 ml, je 10 ml in die anaerobe und aerobe Flasche
    - Anaerobe Flasche zuerst beimpfen, da beim Einspritzen der zweiten Fraktion häufig Luft in die Flasche gelangt
    - Kinder bis 6 Jahre oder 20 kg KG: 1–3(–5) ml Blut in die aerobe Kinder-Blutkulturflasche
    - Früh- und Neugeborene: mindestens 0,5 ml Blut
    - Kinder über 6 Jahre bzw. 20 kg KG: mindestens 5 ml Blut in die Blutkulturflaschen für Erwachsene
    - Es sollten insgesamt 2–4 Blutkulturen (Gesamtmenge Blut bei Erwachsenen 40–80 ml) unabhängig voneinander innerhalb 1 h vor Beginn einer antimikrobiellen Therapie entnommen werden.
    - Bei subakuter Endokarditis 2–4 Blutkulturen innerhalb von 24 h.

- Bei Patienten mit Risiko für eine Fungämie verbessert das zusätzliche Beimpfen eines für Pilze optimierten Blutkulturmediums die Sensitivität, insbesondere für *Candida albicans* und *Candida glabrata*.
  - Nach Beimpfen: Schwenken der Flaschen zur Durchmischung von Blut und Medium und zur Vermeidung einer Thrombenbildung in der Flasche.
  - Aerobe Flaschen müssen nicht belüftet werden.
  - Derzeit ist nicht klar, ob ein Wechsel der Nadel zwischen Blutentnahme und Beimpfen vorteilhaft ist. Hier muss eine möglicherweise geringere Kontaminationsrate gegenüber dem Risiko einer Nadelstichverletzung abgewogen werden.
- **Die Händedesinfektion und die (ausreichend lange!) Hautdesinfektion der Punktionsstelle sind die beiden wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminanten in Blutkulturen. Etwa 30–50 % aller positiven Blutkulturen sind falsch-positiv aufgrund einer Kontamination. Letztlich können durch diese einfachen Maßnahmen unnötige Antibiotikatherapien, Folgeerkrankungen (z. B. *C. difficile*-Infektionen) und Kosten vermieden werden.**
- **Probenmaterial**  
Blut, Knochenmark, Infusat.
  - **Transport**  
Schnellstmöglich ins Labor (innerhalb 2–4 h). Bei Raumtemperatur, gegen Abkühlung geschützt.
  - **Lagerung**  
Bei Raumtemperatur. Eine Bebrütung sollte in der Regel nicht erfolgen.
  - **Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen**
    - Blutkulturflaschen werden in der Regel in teilautomatisierten Blutkulturdetektionssystemen für 5–7 Tage bebrütet und kontinuierlich auf mikrobielles Wachstum überprüft. Positive Flaschen werden dem Laborpersonal angezeigt.
    - Es erfolgt eine Gram-Färbung und Mikroskopie sowie eine Mitteilung an den Einsender.
  - Aussaat der Blutkultur auf Nährmedien, Erregeridentifizierung und Erstellung eines Antibiotogramms.
  - Antigen-ELISA, Immunfluoreszenz, PCR zur Identifizierung schwer anzüchtbarer Erreger (z. B. Bartonellose, Q-Fieber, Leptospirose).
  - Direkter Antigennachweis aus der bewachsenen Blutkultur (z. B. *S. pneumoniae*, *S. agalactiae*, *N. meningitidis*, *H. influenzae* Typ b).
  - PCR, Direktnachweis aus der Blutkultur:
    - Unterscheidung koagulase-negative Staphylokokken und *S. aureus*
    - Differenzierung MSSA (methicillinsensibler) oder MRSA (methicillinresistenter *S. aureus*)
    - Nachweis der wichtigsten Sepsiserreger über Multiplex-PCR (z. B. Roche Septifast®, SIRS-Lab VYOO®, Molzym SepsiTest®).
  - Direkter Erreger- und ggf. Resistenznachweis aus positiv gemeldeten Flaschen über MALDI-TOF (► Abschn. 8.3).

### 8.1.7 Diagnostik bei katheterassoziierten Infektionen

#### ■ Indikation

Klinischer Verdacht auf katheterassoziierte Sepsis.

#### ■ Probenentnahme

- Blutkulturen wie oben beschrieben entnehmen und versorgen
- Zeitgleiche Entnahme einer Blutkultur aus zentralem Katheter und peripherer Vene. Flaschen entsprechend beschriften!
- Bei Entfernung des Katheters Einsendung der Katheterspitze, die unter aseptischen Bedingungen entfernt wurde.

#### ■ Probenmaterial

Blutkulturen, Blut in Isolator®-Röhrchen, Katheterspitze.

#### ■ Transport

Schnellstmöglich bei Raumtemperatur ins Labor. Katheterspitze in sterilem Röhrchen versenden.

Isolator®-Röhrchen sind reine Transportgefäße. Sie enthalten kein Kulturmedium und sollten daher umgehend ins Labor transportiert werden sollten.

#### ■ Lagerung

Bei Raumtemperatur.

#### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

Bei liegendem Katheter (In-situ-Methoden):

- Blutkulturen: zeitgleiche Entnahme zentral und peripher (s. oben)
- Zusätzlich Bestimmung der „differential time to positivity“ (DTP)
- Lysis-Zentrifugationsverfahren (Isolator®): quantitative Blutkulturanalyse.

Bei Entfernung des Katheters, Kultur von der Katheterspitze stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

- Semiquantitative Agar-Roll-Methode nach Maki (1977): Katheterspitze wird über den Agar gerollt
- Spülen mit Nährlösung, anschließend Ausplattieren auf Agar
- Ultraschallbehandlung, anschließend Ausplattieren auf Agar
- Vortexbehandlung, anschließend Ausplattieren auf Agar.

### 8.1.8 Liquor

#### ■ Indikationen

- Akute eitrige Meningitis, z. B. Meningokokkenmeningitis
- Akute nicht eitrige Meningitis, z. B. bakteriell (Listeriose, Leptospirose, Syphilis) oder viral (Enterovirus-, Mumpsmeningitis) bedingt
- Subakute oder chronische Meningitis, z. B. Tuberkulose, Brucellose, Q-Fieber, Borreliose
- Akute virale Enzephalitis, z. B. durch Herpes simplex, FSME, Poliomyelitis
- Septische Herdenzephalitis
- Hirnabszess, subdurales Empyem, spinaler Abszess bei Einbruch in das Liquorsystem
- Postoperative Infektionen, z. B. Shuntinfektion, Ventrikulitis.

#### ■ Probenentnahme

Vorgehen unter Berücksichtigung der aktuellen hygienischen Anforderungen (KRINKO 2011):

- Punktion kann im Patienten- oder Behandlungszimmer durchgeführt werden
- Ablegen des Arztmantels, ggf. flüssigkeitsdichte Schürze anlegen
- Hygienische Händedesinfektion
- Steriles Loch-/Abdecktuch, sterile Handschuhe, sterile Tupfer
- Hautdesinfektion unter Berücksichtigung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeit
- Punktion
- Bedecken der Punktionsstelle mit einem sterilen Pflaster.

#### ■ Probenmaterial

Liquor in sterilem Röhrchen, jeweils 1 ml für bakteriologische, virologische und klinisch-chemische Untersuchungen (Laborvorgaben berücksichtigen). Bei ZNS-Infektionen immer in Kombination mit Blutkultur und ggf. Abstrichen oder Gewebeatnahmen von weiteren lokalen Infektionsherden.

#### ■ Transport

Bei Raumtemperatur schnellstmöglich ins Labor.

#### ■ Lagerung

Bei Raumtemperatur.

#### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

- Makroskopische Beurteilung
- Mikroskopie: Gram-Färbung, Methylenblaufärbung
- Antigennachweise: *N. meningitidis* A, B, C, W135, Y; *H. influenzae* Typ b, *S. pneumoniae*, *E. coli* K1, Streptokokken Gruppe B, Kryptokokken
- PCR-Verfahren: z. B. *N. meningitidis*, Listerien, Leptospiren, *Tropheryma whipplei*, Herpes-simplex-Virus (HSV-1, HSV-2), Varizella-zoster-Virus (VZV), Cytomegalie-Virus (CMV), Coxsackie- und andere Enteroviren, Epstein-Barr-Virus (EBV), Kryptokokken, *Candidasp.*, *Aspergillus* spp., 16S-rDNA-Sequenzierung
- Zellkultur, Virusisolierung, z. B. bei Enteroviren, HSV, CMV, VZV

- Hemmstoffnachweis aus dem Überstand
- Infektionsserologie: Bestimmung von Albumin und Antikörpern in Serum und Liquor, z. B. *Treponema pallidum*, Borrelien, Masern (subakute sklerosierende Panenzephalitis, SSPE), VZV, Röteln, HSV, HIV
- Nachweis einer intrathekalen Antikörpersynthese mit oder ohne Schrankenstörung („Reiber-Schema“).

### 8.1.9 Abstriche, Punktate, Gewebe

#### ■ Indikationen

Haut- und Weichteilinfektionen, z. B. Wunden, Abszesse, Phlegmone, granulomatöse Erkrankungen, nekrotisierende Faszitis, Fistelbildung bei tiefen Infektionen.

#### ■ Probenentnahme

- Punktion oberflächlicher Infektionsherde mit Exsudat, z. B. Vesikel oder Pusteln nach oberflächendesinfektion mit rückstandsfrei verdunstendem Desinfektionsmittel, z. B. Isopropanol 70 %
- Perkutane Punktion tieferer Prozesse nach oberflächlicher Hautdesinfektion, z. B. bei Abszessen, mindestens 0,5 ml, möglichst mehr als 2 ml
- Punktion flüssigkeitsgefüllter Höhlen, z. B. Aszites, Pleura, Gelenke
- Entnahme von Gewebe vom Wundgrund mit einem scharfen Löffel
- Aspiration von Exsudat aus einem tiefen Fistelgang mit einem sterilen Katheter nach vorheriger Desinfektion des Fisteleingangs mit einem ohne Rückstände verdunstenden Hautdesinfektionsmittel
- Gewebestücke und Hautbiopsien nach Spaltung eines Abszesses oder Entfernung von Nekrosen oder Wundschorf: In eitrigen Arealen befinden sich häufig nur Zelldetritus und abgestorbene Mikroorganismen. An der Grenze zu intaktem Gewebe bzw. am Wundgrund sind vitale Erreger nachweisbar, die für eine sinnvolle Diagnostik gewonnen werden sollten.

- Bei Kathetern und Drainageschläuchen sollte die umgebende Haut vor Entfernung desinfiziert und die Spitzen mit sterilen Instrumenten abgeschnitten werden.
- Nicht sinnvoll sind oberflächliche Wundabstriche (häufig nur sekundär besiedelnde Erreger nachweisbar), oberflächlich gewonnenes Sekret aus Fisteln oder Wunden (häufig durch Schleimhaut-/Hautflora kontaminiert).

#### ■ Probenmaterial

- Abstrichtupfer mit Transportmedium für den Nachweis von Bakterien und Pilzen
- Abstrichtupfer in sterilen Röhrchen, ggf. mit einigen Tropfen steriler physiologischer Kochsalzlösung für die virologische Diagnostik
- Gewebestücke, Biopsate, Punktate, Fistel-exsudate oder Hautstanzen in sterilen Röhrchen oder eine Spritze. Gegebenenfalls können einige Tropfen sterile, physiologische Kochsalzlösung zugegeben werden, um ein Austrocknen zu verhindern. Keinesfalls dürfen die Materialien in Formalin transportiert werden!
- Exzisionsmaterial bei Haut- und Schleimhaut-ulzerationen sowie bei trockenen Wunden
- Katheterspitzen oder Drainageschläuche in sterilen Röhrchen
- Aszites sollte bei Patienten mit Peritonitis immer zusätzlich auch in Blutkulturflaschen eingebracht werden (jeweils 10 ml in eine aerobe und eine anaerobe Flasche).

#### ■ Transport

Umgehender Transport ins Labor, insbesondere bei nativen Materialien oder bei Proben, bei denen mit dem Vorkommen von Anaerobiern zu rechnen ist, innerhalb von 2 h. Bei Materialien, bei denen mit einer erheblichen Kontamination durch die Standortflora zu rechnen ist, sollte der Transport gekühlt erfolgen. Zum Nachweis von Anaerobiern, insbesondere bei Transportzeiten von mehr als 2–4 h, sollten geeignete Transportmedien verwendet werden. Da auch bei diesen Transportmedien mit einem sukzessiven Absterben relevanter Keime zu rechnen ist, sollte, v. a. bei kritischen Erkrankungen, stets der umgehende Transport (<2 h) in das Labor bevorzugt werden.

### ■ Lagerung

Eine Zwischenlagerung sollte bei nativen Materialien unterbleiben, da die Ausbeute mit jeder Stunde verringert wird. Materialien, bei denen mit einer erheblichen Kontamination durch die Standortflora zu rechnen ist, sollten gekühlt gelagert werden.

### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

- Mikroskopie zum Nachweis von Erregern und Entzündungszellen:
  - Gram-Färbung, Methylenblaufärbung
  - Ziehl-Neelsen- und Kinyoun-Färbung bei Verdacht auf Mykobakterien oder Nocardien
  - Dunkelfeldmikroskopie bei Verdacht auf Treponematosen
  - Warthin-Starry-Färbung bei Verdacht auf Bartonellen
- Kulturelle Anzucht von Bakterien, Pilzen und Viren
- Anfertigung eines Antibiotogramms
- Nukleinsäureamplifikationstechniken, z. B. PCR-Verfahren zur Virusdiagnostik (z. B. HSV) bzw. zum Nachweis spezieller Erreger wie Mykobakterien und Bartonellen, eubakterielle PCR
- Tierversuche bei toxinbedingten Erkrankungen wie Wundstarrkrampf (Tetanus) und Botulismus.

- Häufigen Exazerbationen
- (Mehrfacher) antibiotischer Vorbehandlung mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für das Auftreten resistenter Keime
- Anderweitig erhöhtem Risiko für das Auftreten multiresistenter Keime
- Ambulant erworbene Pneumonie („community-acquired pneumonia“, CAP), insbesondere bei:
  - Rezidivierenden Infektionen
  - Krankenhausvorbehandlung
  - (Mehrfacher) antibiotischer Vorbehandlung mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für das Auftreten resistenter Keime
  - Anderweitig erhöhtem Risiko für das Auftreten multiresistenter Keime
  - Strukturellen Lungenerkrankungen
- Nosokomiale Pneumonien
- Pneumonien bei Früh- und Neugeborenen sowie bei Säuglingen <1 Jahr
- Häufungen/Ausbrüche von Infektionen der unteren Atemwege

Die überarbeitete S3-Leitlinie zur Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie und Prävention (Update 2016) sieht eine Erregerdiagnostik bei allen wegen einer mittelschweren bis schweren Pneumonie hospitalisierten Patienten vor (Ewig et al. 2016).

## 8.1.10 Respiratorische Materialien

### ■ Indikationen

Sie sollten in einer Einrichtung individuell festgelegt werden, da der sinnvolle Einsatz respiratorischer Materialien auch von den bestehenden logistischen Möglichkeiten abhängt. Der Versand eines Sputums auf dem Postweg ist nicht sinnvoll. Ein schneller Transport ins Labor ermöglicht aber auch aus diesem Material die Anzucht ätiologisch relevanter Erreger. Grundsätzlich bestehen folgende Indikationen, die in einzelnen Leitlinien jedoch durchaus unterschiedlich diskutiert werden (Dalhoff et al. 2012; Höffken et al. 2009; Sommer et al. 2010):

- Akute Exazerbation einer COPD („chronic obstructive pulmonary disease“), insbesondere bei:
  - Klinisch schwerem Krankheitsbild

### ■ Probenentnahme

- Sputum: Die richtige Gewinnung von Sputum sollte dem Patienten von geschultem Personal erklärt und möglichst unter Aufsicht des Personals durchgeführt werden.
  - Möglichst in einem Einzelzimmer durchführen und nach Durchführung für ca. 30 min gut nach außen lüften (gilt insbesondere bei Verdacht auf Tuberkulose und bei Untersuchungen bei Mukoviszidosepatienten)
  - Personalschutzmaßnahmen (FFP-2-Maske) beachten
  - Möglichst keine Nahrungsaufnahme 1–2 h vor Sputumgewinnung
  - Abhusten ist morgens meist am leichtesten.
  - Falls spontanes Abhusten nicht möglich ist, erhöht tiefes Ein- und Ausatmen die

Sputumproduktion. Die Luft sollte dabei in tiefer Inspiration für 3–5 s angehalten werden.

- Abhusten in steriles Gefäß, das nur außen angefasst wird
- Induziertes Sputum: Inhalation von ca. 25 ml steriler, hyperosmolarer Kochsalzlösung (z. B. 3 %) mit einem Vernebler steigert die Sputumproduktion.
- Nasen-Rachen-Spülwasser:
  - Ausspülen des Mundes mit steriler, physiologischer Kochsalzlösung
  - Aufnahme von 10 ml steriler, physiologischer Kochsalzlösung, Gurgeln und Auffangen in einem sterilen Gefäß
  - Bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern können 0,5–1 ml sterile, physiologische Kochsalzlösung durch ein Nasenloch eingebracht und über einen Absaugkatheter mit Sekretfalle wieder abgesaugt werden.
- Tiefer Nasopharyngealabstrich: Einführen eines speziellen Abstrichtupfers aus flexiblem Material tief in die Nase bis zur Rachenhinterwand, z. B. bei Verdacht auf Keuchhusten
- Trachealsekret: Absaugen des Sekrets mit einem sterilen Katheter über den Endotrachealtubus oder das Tracheostoma aus tiefen Abschnitten des Bronchialsystems
- Bronchialsekret: Absaugen eitrigem Bronchialsekrets unter Sicht während einer Bronchoskopie; ggf. vorherige Zugabe steriler isotoner Lösung zum besseren Absaugen
- Bronchoalveoläre Lavage (BAL, prozedurale Details ► [Kap. 22](#)):
  - Absaugen von evtl. vorhandenen Sekretansammlungen aus dem Mund-Rachen-Raum und der Trachea zur Vermeidung von Kontaminationen mit Flora aus dem Mund-Rachen-Raum
  - **Cave:** Lokalanästhetika sind antimikrobiell wirksam!
  - Bis zu 160 ml sterile, physiologische Kochsalzlösung instillieren
  - Portionierte Aspiration von mindestens 50 ml
  - Erstes Aspirat außer bei Immunsupprimierten verwerfen
- Weitere Aspirate enthalten Flüssigkeit aus der Lungenperipherie und sollten für die Diagnostik verwendet werden.
- Bei eitrigem Lungenerkrankungen bei zystischer Fibrose oder Bronchiektasen können auch nur kleine Mengen Flüssigkeit gegeben und wieder abgesaugt werden. Das Aspirat stammt aus den Bronchien, eine Verschleppung von Keimen in die Peripherie wird verhindert.
- Geschützte Bürste: Bronchoskopisch wird eine durch zwei Katheter geschützte Bürste vorgeschoben und erst zur Probenahme ausgefahren. Die Bürste kann eine geringe Menge Probenmaterial aufnehmen.
- „Blinde“ semiinvasive Verfahren: Probenahme aus dem tiefen Respirationstrakt ohne Bronchoskopie
  - Mini-BAL: Instillation von 20–150 ml Kochsalzlösung und Absaugen; Mitteilung der gegebenen und abgesaugten Flüssigkeitsmenge an das Labor
  - „Blinde“ geschützte Bürste: Verfahren wie bei der geschützten Bürste, jedoch ohne Bronchoskopie
- Pleuraflüssigkeit: Punktion einer Flüssigkeitsansammlung (Erguss, Empyem) im Bereich der Pleura mit vorheriger Hautdesinfektion. Durchführung unter aseptischen Bedingungen. Ergussflüssigkeit sollte insbesondere bei Patienten mit Verdacht auf Pleuraempyem immer auch zusätzlich in Blutkulturflaschen eingebracht werden (jeweils 10 ml in eine aerobe und eine anaerobe Flasche), hierdurch kann die Häufigkeit des Keimnachweises gegenüber der alleinigen Standardkultur um bis zu 20 % gesteigert werden.
- Transthorakale Feinnadelpunktion: Punktion eines infektiösen Bereichs nach vorheriger Hautantiseptik unter aseptischen Bedingungen
- Lungenbiopsie: offene Biopsie im Rahmen eines thoraxchirurgischen Eingriffs.
- **Probenmaterial**
  - Sputum: Wichtig ist, dass nur eitriges Sputum und nicht Speichel zur mikrobiologischen Diagnostik versandt wird.
  - Nasen-Rachen-Spülwasser: zur Diagnostik bei Erregern, die sich im Rachenraum aufhalten,

z. B. bei RSV (respiratorische Synzytialviren), Influenza, Enteroviren, *Bordetella pertussis*

- Tiefer Nasopharyngealabstrich: bei Verdacht auf *Bordetella pertussis*. Je nach Untersuchungsmethode (PCR, Kultur) sind unterschiedliche Abstrichmaterialien geeignet: Rücksprache mit dem Labor. Herkömmliche Abstrichtupfer für die Bakteriendiagnostik sollten nicht verwendet werden.
- Trachealsekret, Bronchialsekret, BAL, geschützte Bürste: Nachweis relevanter Erreger aus dem tiefen Respirationstrakt

### ■ Transport

Innerhalb von 2–4 h ins Labor. Für den kulturellen Nachweis von *Bordetella pertussis* in speziellen Transportmedien sollte ein Zeitraum von 24–48 h nicht überschritten werden.

### ■ Lagerung

In Einzelfällen ist eine kurzfristige Lagerung bei +4–8 °C möglich, jedoch sollte eine Dauer von 12 h nicht überschritten werden.

### ■ Klinisch-mikrobiologische Untersuchungen

- Mikroskopie:
  - Zytologisch-bakteriologische Untersuchung
  - Gram-Färbung
  - *Pneumocystis jirovecii*: Toluidinblaufärbung, Silberfärbung nach Grocott-Gomori, Giemsa-Färbung
  - *Mycobacterium tuberculosis*: Ziehl-Neelsen-Färbung, Kinyoun-Färbung, Auraminfärbung
- Kultur/Zellkultur
- Antibiogramm bzw. Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration
- Antigennachweis: Influenzaantigen aus respiratorischen Materialien
- PCR: zum Nachweis nicht oder schwer anzüchtbarer Erreger:
  - *Bordetella pertussis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Legionella* spp., *Chlamydomphila pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*
  - Influenza, Parainfluenza, Rhinovirus, RSV, humanes Metapneumovirus, SARS-Coronavirus (schweres akutes respiratorisches Syndrom), Enteroviren

- Multiplex-PCR für respiratorische Viruserkrankungen
- *Pneumocystis jirovecii*.

## 8.2 Bewertung und Analyse

### 8.2.1 Urin

Leukozytennachweis: Zeigt ein entzündliches Geschehen im Bereich der Harnwege an und untermauert bei einer hohen Keimzahl die Diagnose Harnwegsinfekt. Falsch-positive und falsch-negative Ergebnisse sind möglich.

Nitritnachweis: Positiv bei *Enterobacteriaceae*, negativ bei Enterokokken, Staphylokokken, *P. aeruginosa*. Setzt eine gewisse Verweildauer der Bakterien in der Blase voraus (>4 h). Nicht zum Ausschluss einer Harnwegsinfektion geeignet.

Hemmstoffnachweis: Bei Anwesenheit von Hemmstoffen wie Antibiotika oder Zytostatika wird die Interpretation der quantitativen Befunde deutlich erschwert. Wenn möglich und klinisch notwendig, sollte nach Absetzen einer Antibiotikatherapie erneut Urin eingeschickt werden.

### ■ Mittelstrahlurin

Ein wichtiges Kriterium bei der Diagnostik von Harnwegsinfektionen ist die quantitative Keimzahlbestimmung. Galt früher ein Nachweis von  $\geq 10^5$  Keimen/ml als entscheidendes Kriterium für den Nachweis einer aktiven Infektion, so gelten mittlerweile bereits niedrigere Keimzahlen ab  $10^3$  für bestimmte klinische Symptome und Patientengruppen als Schwellenwert für eine klinisch „signifikante Bakteriurie“, insbesondere beim Nachweis typischer Uropathogene in Reinkultur. Der Nachweis von Leukozyten erhärtet die Diagnose. Eine Übersicht zeigt **Tab. 8.2**.

Bei Nachweis von drei oder mehr uropathogenen Keimen sollte die Diagnostik wiederholt werden, da hier mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kontamination vorliegt. Mehrere Erreger in hoher Keimzahl können jedoch bei rezidivierenden oder chronischen Harnwegsinfektionen ebenso wie bei Patienten mit regelmäßiger Einmalkatheterisierung, z. B. bei Querschnittslähmung, ätiologisch relevant sein.

■ **Tab. 8.2** Bewertung von Keimzahlen im Mittelstrahlurin bei entsprechenden klinischen Symptomen. (Adaptiert nach Gatermann et al. 2005)

Keimzahl	Leukozyten	Wahrscheinlichkeit einer Harnwegsinfektion
<10 <sup>3</sup>	–	Unwahrscheinlich
	+	Möglich. Differenzialdiagnose sterile Pyurie: <i>Ureaplasma urealyticum</i> , <i>Mycoplasma</i> spp., <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Chlamydia trachomatis</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>	–	Unwahrscheinlich
	+	Möglich (Kinder und Erwachsene), v. a. bei Reinkultur typischer Erreger
10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>	–	Verdächtig (Mädchen, Frauen) Infektionsnachweis (Jungen, Männer, Pyelonephritis der Frau)
	+	Infektionsnachweis bei Reinkultur typischer Erreger
≥10 <sup>5</sup>	–	Infektionsnachweis
	+	Infektionsnachweis
Asymptomatische Bakteriurie: Bei Fehlen klinischer Symptome und einmaligen (Mann) bzw. zweimaligem Nachweis von ≥10 <sup>5</sup> /ml		

### ■ Urin aus Einmalkatheter

Die Kontaminationsrate ist nicht so hoch wie bei der Gewinnung von Mittelstrahlurin. Als verdächtig gelten Keimzahlen zwischen 10<sup>3</sup>/ml und 10<sup>4</sup>/ml. Der Nachweis von ≥10<sup>4</sup> koloniebildenden Einheiten pro Milliliter gilt als Infektionsnachweis. Bei Nachweis von Kontaminanten ist eine erneute Einsendung sinnvoll.

### ■ Urin aus Dauerkatheter

Häufig wird nur die Besiedlung des Systems nachgewiesen, was zu häufigem Erregerwechsel und Mischkulturen in den mikrobiologischen Befunden führt. Die Interpretation sollte stets die Klinik und Laborveränderungen mit berücksichtigen. Im Zweifelsfall sollte vor Beginn einer Antibiotikatherapie eine Blasenpunktion durchgeführt werden.

### ■ Punktionsurin

Bei adäquater Entnahmetechnik sollte Punktionsurin steril sein. Deshalb gilt jeglicher Keimnachweis als relevanter Erreger, der im Labor entsprechend differenziert wird. Kontaminationen durch Hautflora bei nicht sachgerechter Hautantiseptik sind möglich. Gegebenenfalls ist eine Wiederholung erforderlich.

## 8.2.2 Stuhl

Da Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts mit den Symptomen Erbrechen und Durchfall sehr unterschiedliche Ursachen haben können, ist eine abgestufte Stuhl Diagnostik sehr sinnvoll. Sie orientiert sich an folgenden Kriterien:

- Makroskopie:
  - Stuhlkonsistenz fest, breiig, wässrig
  - Schleim- oder Blutbeimengung
- Alter des Patienten
- Klinik: Fieber, Schmerzen, Tenesmen, Appendizitis, Arthritis, Erythema nodosum
- Anamnese: Auslandsaufenthalt, kürzlich erfolgter operativer Eingriff, verzehrte Nahrungsmittel, Antibiotikatherapie, Immunsuppression
- Ambulant erworbene oder nosokomiale Infektion
- Patient aus Risikobereich, wie z. B. Hämatonkologie, Intensivstation, Transplantation.

**Stufendiagnostik** (mod. nach Kist et al. 2013):

- Basisuntersuchungen: Salmonellen, Shigellen, Yersinien
- Bei Auslandsaufenthalt: Amöben, *Giardia lamblia* und andere Protozoen, ggf. Wurmeier

- Ambulante Patienten: zusätzlich *Campylobacterspp.*
- Bei Kindern <3 Jahren EPEC (enteropathogene) und bei Kindern bis 6 Jahre EHEC (enterohämorrhagische *E. coli*)
- Bei Patienten mit Erbrechen als führendem Symptom und/oder häufigem, dünnflüssigem Stuhlgang Adeno-, Astro-, Noro- oder Rotaviren
- Bei Antibiotika- oder Zytostatikatherapie und/oder chirurgischem Eingriff in den letzten 6 Wochen sowie bei nosokomialer Infektion (ab dem 4. Tag des stationären Aufenthalts) zusätzlich *Clostridium difficile*

Bei blutig-schleimigen Durchfällen oder schwerem klinischen Verlauf sollten zusätzlich folgende Untersuchungen veranlasst werden:

- *Clostridium difficile*, EHEC (enterohämorrhagische *E. coli*), *Aeromonas spp.*
- Bei Kindern <3 Jahren EPEC (enteropathogene) und bei Kindern bis 6 Jahre EHEC (enterohämorrhagische *E. coli*)
- Bei Patienten mit kürzlichem Auslandsaufenthalt zusätzlich Protozoen und *Strongyloides stercoralis*
- Bei Patienten mit schwerer Immunsuppression, z. B. AIDS: Rotaviren, Adenoviren, *Clostridium difficile*, EPEC, *Aeromonas spp.*, Kryptosporidien, Mikrosporidien, Mykobakterien, bei schweren Verläufen auch *Pseudomonas spp.*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, ggf. Pilze, in Darmbiopsien dieser Patienten auch Untersuchungen zu Cytomegalie- und HI-Viren
- Bei nosokomialen Häufungen: Noroviren, Rotaviren, Adenoviren, Astroviren, Salmonellen, Shigellen, *Yersinia enterocolitica*, EHEC, bei Kindern <3 Jahren EPEC.

Der Nachweis enteropathogener Mikroorganismen im Stuhl ist bei gegebener klinischer Symptomatik stets als relevant anzusehen. Beim Nachweis fakultativ enteropathogener Bakterien wie *P. aeruginosa* hängt die Bewertung von der klinischen Symptomatik und den mikrobiologischen Befunden ab. Sind nur geringe Mengen dieser Keime nachweisbar, ist eine pathogene Bedeutung in der Regel nicht

anzunehmen. Treten Sie jedoch als weit überwiegender Keim auf und scheiden andere Ursachen aus, sollten sie als Erreger in Betracht gezogen werden.

*Clostridium difficile*-Erkrankungen werden über den Toxinnachweis im Stuhl diagnostiziert. Dieser ist als PCR oder Antigen-ELISA direkt aus dem Stuhl oder über eine Kultur möglich. Der Toxinnachweis aus dem Stuhl ist sehr spezifisch, der Antigen-ELISA weist jedoch einige Schwächen bei der Sensitivität auf. Daher sollte als Suchtest im Antigen-ELISA der Glutamatdehydrogenase-(GDH-)Nachweis erfolgen, der eine hohe Sensitivität aufweist. Ist dieser Test positiv, muss jedoch ein Toxin A/B-ELISA oder eine entsprechende PCR angeschlossen werden, da die GDH als gemeinsames Antigen auch bei nicht toxinproduzierenden *C. difficile* und anderen Clostridien nachweisbar ist.

## 8.2.3 Blutkulturen

Aus der Mitteilung, dass eine Blutkultur positiv geworden ist, und dem Ergebnis der Untersuchung des Gram-Präparats lassen sich häufig bereits erste Schlüsse auf die Ätiologie der Erkrankung des Patienten ziehen. Zudem kann eine Anpassung der Antibiotikatherapie vorgenommen werden, insbesondere bei Befunden, die in der empirischen Therapie nicht unbedingt berücksichtigt werden (z. B. grampositive Stäbchen bei Listerieninfektion). Die mikroskopischen Befunde werden durch zusätzliche Untersuchungsergebnisse, die direkt aus der bewachsenen Blutkultur gewonnen wurden, untermauert (z. B. Hinweis für MRSA oder *N. meningitidis* aus einer PCR-Untersuchung oder einem Antigentest).

### ■ Unterscheidung zwischen Kontamination und relevantem Erreger

Falsch-positive Blutkulturen machen 30–50 % aller positiven Blutkulturen aus und können zu nicht gerechtfertigten Antibiotikatherapien mit möglichen unerwünschten Arzneimittelwirkungen (UAW) für den individuellen Patienten führen und verursachen unnötige Kosten. Für die Einordnung des mikrobiologischen Befunds ist die Beachtung folgender Punkte wichtig:

- Handelt es sich um einen klinisch relevanten Erreger, der zum Krankheitsbild des Patienten passt?

- Typische Kontaminanten sind Vertreter der Hautflora oder ubiquitär vorkommende Umgebungskeime:
  - *S. epidermidis* und andere koagulasenegative Staphylokokken
  - *Corynebacterium* spp.
  - *Propionibacterium* spp.
  - *Bacillus* spp.
- Nachweis dieser Erreger in nur einer von mehreren Blutkulturen macht eine Kontamination wahrscheinlich.
- Nachweis in mehreren Blutkulturen erhöht die Wahrscheinlichkeit für einen relevanten Erreger.
- Nachweis desselben Erregers in anderen klinischen Materialien, z. B. im Urin bei Urosepsis, spricht für relevanten Keim.
- Zeit bis zur Positivmeldung des Blutkulturautomaten: Häufige, schnell wachsende Mikroorganismen wie Enterobakterien, Staphylokokken, Enterokokken erzeugen in der Regel innerhalb der ersten 24 h eine Positivmeldung.

#### ■ Infusatassoziierte Blutstrominfektion

Bei einem plötzlich auftretenden septischen Krankheitsbild, das in zeitlichem Zusammenhang zur intravenösen Gabe von Infusionen, Medikamenten oder Blutprodukten steht, sollte an die Möglichkeit einer Kontamination des Infusats gedacht werden. Der gleichzeitige Nachweis desselben Erregers aus dem Infusat und einer peripher gewonnenen Blutkultur ist beweisend.

#### ■ Direktnachweisverfahren

Die kulturelle Labordiagnostik nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch, in der eine diagnostische Unsicherheit besteht. Um den Nachweis relevanter Erreger zu beschleunigen, wurden neue Methoden etabliert.

- Positive Blutkultur mit grampositiven Haufkokken im Gram-Präparat: Direktnachweis des *mecA*- oder *mecC*-Gens bzw. einer entsprechenden Genkassette, das für das veränderte Penicillin-Bindeprotein 2a (PBP2a) von MRSA kodiert.
- Ohne vorherige Bebrütung: Multiplex-PCR aus Blutprobe. Je nach Test werden bis zu mehrere Dutzend grampositive und gramnegative Bakterien sowie Hefen und

Schimmelpilze identifiziert. Ein Vorteil ist die geringe Testdauer von wenigen Stunden ohne vorherige Bebrütung. Nachteilig ist, dass kein Antibiogramm des nachgewiesenen Erregers angefertigt werden kann. Nach derzeitigem Stand kann dieses Untersuchungsverfahren die herkömmliche Blutkulturdiagnostik nicht ersetzen. Sie kann sie jedoch sinnvoll ergänzen, insbesondere bei neutropenen Patienten, nach begonnener Antibiotikatherapie oder bei klinischem Verdacht auf invasive Pilzinfektionen.

### 8.2.4 Diagnostik bei katheterassoziierten Infektionen

Der gleichzeitige Nachweis desselben Erregers in einer Blutkultur und an der Katheterspitze gilt als Hinweis auf das Vorliegen einer katheterassoziierten Blutstrominfektion.

#### Untersuchung mit Entfernung des Katheters

##### ■ Semiquantitative Agar-Roll-Methode nach Maki (1977)

Bei der am häufigsten angewandten Methode zur mikrobiologischen Untersuchung von Katheterspitzen wird diese mit einer sterilen Pinzette über den Agar gerollt. Für koagulasenegative Staphylokokken gilt:

- <15 koloniebildende Einheiten (KBE): Kontamination wahrscheinlich
- ≥15 KBE: bei Vorliegen lokaler oder systemischer Infektionszeichen Katheterinfektion wahrscheinlich

Für andere Spezies ist dieser Schwellenwert nicht evaluiert. Klinisch relevante Spezies wie *S. aureus*, Enterokokken und gramnegative Enterobakterien werden daher häufig auch unterhalb des Schwellenwerts identifiziert und ein Antibiogramm erstellt.

##### ■ Katheterspitze: quantitative Untersuchungsmethoden

Bei bereits länger einliegenden Kathetern spielt die intraluminal Besiedlung eine wichtige Rolle bei der Entstehung nosokomialer Infektionen. In diesen Fällen

sollte daher die Innenseite durch Spülen des Katheters mit Nährbouillon oder durch das Ablösen der Bakterien mittels Vortex- oder Ultraschallbehandlung untersucht werden. Anschließend erfolgt eine quantitative Keimzahlbestimmung. Als Schwellenwerte, ab denen bei entsprechender klinischer Symptomatik eine Katheterinfektion wahrscheinlich ist, gelten:

- Ultraschallbehandlung:  $\geq 100$  KBE/ml
- Vortexbehandlung:  $\geq 1000$  KBE/ml

### Untersuchung ohne Entfernung des Katheters

Ist eine Entfernung des zentralvenösen Katheters trotz Verdacht auf eine vorliegende Infektion nicht möglich, kann eine quantitative Analyse der Blutkulturen die Diagnostik ergänzen. Dies bietet sich insbesondere bei implantierten Kathetern an.

#### ■ Lysis-Zentrifugationsverfahren (Isolator®-Röhrchen)

Es sollten zu einem Zeitpunkt Proben aus einem zentralen Katheter und aus einer peripheren Vene entnommen werden. Im Labor erfolgt die Zentrifugation. Das Konzentrat wird anschließend auf Nährmedien überimpft und nach Bebrütung quantitativ analysiert. Eine mehr als 5-fach erhöhte Anzahl übereinstimmender Keime in der zentral entnommenen Probe gegenüber der peripheren Probe gilt als

Hinweis für eine katheterassoziierte Infektion. Bei subkutan getunnelten Kathetern (z. B. Hickman, Broviac) gilt der Nachweis von  $\geq 100$  KBE/ml in der zentralen Probe bereits als Hinweis für eine Katheterinfektion, ohne dass die periphere Probe berücksichtigt werden muss.

#### ■ „Differential time to positivity“ (DTP)

Hier werden ebenfalls zu einem Zeitpunkt Blutkulturen zentral aus dem Katheter und aus einer peripheren Vene durch Punktion gewonnen. Die Flaschen werden im Labor in einem teilautomatisierten Blutkulturdetektionssystem bebrütet und bei mikrobiellem Wachstum als positiv gemeldet. Dabei wird die Zeit vom Einsetzen der Flasche bis zur Positivmeldung dokumentiert. Wird – bei identischem Erreger – die Flasche mit der zentral entnommenen Probe mehr als 2 h vor der peripher entnommenen Probe positiv, so ist eine katheterassoziierte Infektion wahrscheinlich.

### 8.2.5 Liquor

#### ■ Klinisch-chemische Untersuchungen

Die Untersuchungen des Liquors hinsichtlich Zellzahlen, Glukose und Laktat helfen zur ersten diagnostischen Einordnung des Infektionsgeschehens (■ Tab. 8.3).

■ Tab. 8.3 Typische Konstellationen bei Meningitis unterschiedlicher Genese

Parameter	Bakterielle Meningitis	Virale Meningitis, Enzephalitis	Tuberkulöse Meningitis	Pilzmeningitis
Aussehen	Eitrig-trüb	Klar	Trüb oder klar	Trüb oder klar
Zellzahl	$>1000/\mu\text{l}$	$<1000/\mu\text{l}$	100–400	Variabel
Zellbild	Neutrophile	Lymphozyten, initial Neutrophile	Lymphozyten, Granulozyten	Variabel
Glukose (Liquor-Serum-Quotient)	$<50\%$	$>50\%$	$<30\%$	$<50\%$
Laktat	$>3,5$ mmol/l	$<2,5$ mmol/l	2,5–10 mmol/l	$>3,5$ mmol/l
Eiweiß	$>1000$ mg/l	$<1000$ mg/l	$>1000$ mg/l	$>1000$ mg/l
Blut-Hirn-Schranke (Liquor-Serum-Quotient Albumin)	$>25 \times 10^{-3}$	$<25 \times 10^{-3}$	$>25 \times 10^{-3}$	$>20 \times 10^{-3}$

### ■ Mikroskopie, Gram-Färbung

Die mikroskopische Untersuchung des Liquors ermöglicht erste Verdachtsdiagnosen, insbesondere bei trübem Liquor.

- Grampositive Haufenkokken: z. B. Staphylokokken
- Grampositive Diplokokken: z. B. Pneumokokken
- Grampositive Stäbchen: z. B. Listerien
- Gramnegative Kokken: z. B. Meningokokken
- Gramnegative Stäbchen: z. B. *E. coli* K1, *H. influenzae* Typ b.

### ■ Antigennachweis

Eine routinemäßige Anwendung der bakteriellen Latexagglutinationstests bei makroskopisch und mikroskopisch unauffälligen Liquorproben ist nicht zielführend. Die Stärke der Tests liegt vielmehr darin, eine mikroskopisch gestellte Verdachtsdiagnose zu untermauern.

### ■ Molekularbiologische Nachweisverfahren

Die Nutzung von Nukleinsäueamplifikationsverfahren ist insbesondere bei Viren und zum Nachweis schwer identifizierbarer bzw. anzüchtbarer oder langsam wachsender Erreger von großer Bedeutung. Der Nachweis mikrobieller DNA bzw. RNA im Liquor spricht bei entsprechender klinischer Symptomatik für eine Erkrankung durch den Erreger. Hierfür stehen heute auch Multiplex-PCR-Systeme zur Verfügung, mit denen nach mehreren ätiologisch relevanten Erregern für ambulant erworbene Meningitiden gesucht werden kann. Spezielle Fragestellungen, z. B. bei postoperativer Meningitis, werden jedoch nicht berücksichtigt. PCR-Verfahren sind insbesondere auch in der Frühphase der Erkrankung von Vorteil, wenn bereits klinische Symptome aufgetreten sind, die Leukozyten im Liquor jedoch häufig noch normal sind.

### ■ Kulturelle Anzucht

Die Vermehrung von Bakterien, Pilzen und Viren mithilfe von Kulturmedien kann in der Regel relevante Mikroorganismen identifizieren. Eine Kontamination durch typische Bestandteile der Hautflora ist bei nicht sachgerecht durchgeführter Hautdesinfektion möglich. Die kulturelle Anzucht ermöglicht die Anfertigung eines Antibiotogramms. Bei Nachweis

von Hemmstoffen muss die Möglichkeit falsch-negativer Befunde in Betracht gezogen werden.

Bei Verdacht auf eine Meningitis sollten stets zusätzlich Blutkulturen abgenommen werden.

### ■ Infektionsserologie

Die gleichzeitige Analyse von Serum und Liquor erlaubt den Nachweis einer autochthonen Antikörperproduktion. Dafür ist neben der Quantifizierung der entsprechenden Antikörper auch die Analyse von Albumin erforderlich, sodass ein Antikörperindex berechnet werden kann. Wichtig ist die Entnahme von Liquor und Serum zum selben Zeitpunkt! Anhand der Ergebnisse können Aussagen darüber getroffen werden, ob die Blut-Hirn-Schranke intakt ist und ob spezifische Antikörper im Bereich des Liquorraums gebildet werden, was auf ein infektiöses Geschehen hinweist („Reiber-Schema“).

## 8.2.6 Abstriche, Punktate, Gewebe

Viele Infektionen der Haut bzw. unter Beteiligung der Haut lassen sich klinisch diagnostizieren, ohne dass eine mikrobiologische Diagnostik erforderlich wäre, z. B. Erythrasma, Pityriasis versicolor oder Hautwarzen. Der richtigen und sauber durchgeführten Probeentnahme kommt bei der Beurteilung der Ergebnisse der mikrobiologischen Diagnostik entscheidende Bedeutung zu.

➤ **Klinisch wertlos sind oberflächliche Wundabstriche, insbesondere aus chronischen Wunden, die meist nur sekundär besiedelnde Erreger nachweisen.**

Zur Diagnostik und als Grundlage für therapeutische Entscheidungen sollten daher ausschließlich tiefe Proben vom aktiven Zentrum der Infektion herangezogen werden. Dies kann in den allermeisten Fällen bereits dadurch erreicht werden, dass Wundschorf, fibrinöse oder nekrotische Beläge entfernt werden und die Probeentnahme aus dem Wundgrund bzw. den Randbezirken erfolgt.

Ist genug Probenmaterial vorhanden, ist eine mikroskopische Diagnostik v. a. bei lebensbedrohlichen Erkrankungen wie Gasbrand oder nekrotisierender Faszitis aus intraoperativ gewonnenem

Material sinnvoll. Goldstandard für die Diagnostik bakterieller- und pilzbedingter Erkrankungen ist die Kultur, die die Resistenztestung ermöglicht. Für die virologische Diagnostik steht neben Zellkulturverfahren insbesondere die PCR-Diagnostik zu Verfügung.

### Primär bakterielle Hautinfektionen

Viele dieser Erkrankungen werden durch eine Bakterienart verursacht. Sie betreffen in der Regel definierte Hautschichten. Tiefe Infektionen sind nicht selten durch aerob-anaerobe Mischinfektionen bedingt, die durch den relativen Sauerstoffmangel ermöglicht werden. Eine Übersicht zeigt **Tab. 8.4**.

### Toxinbedingte Hauterkrankungen

Toxische Reaktionen der Haut können durch bakterielle Toxine bedingt sein. Eine Übersicht zeigt **Tab. 8.5**.

### Viral bedingte Hauterkrankungen

Hauterkrankungen durch Viren treten entweder als lokalisierte Infektionen oder als Symptome systemischer Viruserkrankungen in Erscheinung. Eine Übersicht findet sich in **Tab. 8.6**.

### Postoperative Wundinfektionen

Operationswunden werden im Rahmen des Eingriffs bzw. kurz danach mit Bakterien besiedelt. Einfache postoperative Wundinfektionen verzögern in der Regel die Wundheilung und zeigen die typischen klinischen Symptome einer lokal begrenzten Entzündung.

Bei der Bewertung mikrobiologischer Befunde muss neben der klinischen Symptomatik der Entnahmeort berücksichtigt werden. Koagulasenegative Staphylokokken aus einer Sternotomiewunde bzw. nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese sind als potenzielle Krankheitserreger zu betrachten, wohingegen sie bei gemeinsamem Nachweis mit Enterobakterien und/oder Enterokokken in Darmresektionswunden vernachlässigt werden können.

Typische Erreger postoperativer Wundinfektionen sind *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*

*pyogenes* und andere Streptokokken, Enterokokken, Enterobakterien und *Pseudomonas aeruginosa*.

Schwere, komplizierte Wundinfektionen führen meist zu einer Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens und gelegentlich zur systemischen Ausbreitung der Infektionserreger. Dabei handelt es sich häufig um polymikrobiell bedingte Infektionen, an denen, v. a. bei tiefen Gewebeprozessen, auch Anaerobier wie *Bacteroides* spp., *Prevotella* spp., *Fusobacterium* spp., *Clostridium* spp. oder *Peptostreptococcus* spp. beteiligt sein können.

Verbrennungswunden, die zunächst meist steril sind, werden im Verlauf mit Keimen der Hautflora, aber auch mit pathogenen Erregern wie *Staphylococcus aureus*,  $\beta$ -hämolisierenden Streptokokken der Gruppen A, B, C und G, Enterobakterien, *Acinetobacter baumannii* und *Pseudomonas aeruginosa* besiedelt. Hieraus ergibt sich ein Reservoir für Wundinfektionen, die v. a. bei großflächigen Wunden die Prognose des Patienten wesentlich mitbestimmen. Häufige als Kontaminanten auftretende Spezies sind neben koagulasenegativen Staphylokokken *Corynebacterium* spp., *Bacillus* spp. und Sproßpilze.

### Punktion steriler Kompartimente

Eine sachgerechte Entnahme und Hautdesinfektion vorausgesetzt, sind Erregernachweise aus primär sterilen Kompartimenten in der Regel ätiologisch bedeutsam.

### Chronische Infektionen und Fisteln

Chronische Infektionen sind häufig durch patienteneigene Faktoren wie Diabetes mellitus, Durchblutungsstörungen oder eine geschwächte Immunabwehr, durch physikalische (Druck, Temperatur) oder chemische Schädigungen sowie Fremdkörper bedingt. Die Wunden sind meist mit Erregern besiedelt.

Eine Unterscheidung zwischen verantwortlichem Erreger und unbedeutendem Kontaminanten ist häufig schwierig. Hier hilft eine invasive Gewebeentnahme im Rahmen einer Biopsie weiter, die alle Hautschichten erfasst.

Auf dem Boden chronischer Infektionen entstehen Fisteln, die je nach Erkrankung bzw. anatomischer Lokalisation durch unterschiedliche Erreger

■ **Tab. 8.4** Häufige Haut- und Weichteilinfektionen und ihre Erreger

Erkrankung	Betroffene Hautschicht	Häufige Erreger
Erythrasma	Kutis	<i>Corynebacterium minutissimum</i> Klinische Diagnostik
Abszess, Zellulitis, Gangrän, Phlegmone	Subkutis	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Staphylococcus aureus</i> Aerob-anaerobe Mischinfektionen
Karbunkel, Furunkel	Subkutis	<i>Staphylococcus aureus</i>
Panaritium	Entzündung des Fingers, häufig Nagelbett betroffen, Ausbreitung auf Gelenke möglich	<i>Staphylococcus aureus</i>
Follikulitis	Haarfollikel	<i>Staphylococcus aureus</i>
Hidradenitis	Haarfollikel und umgebendes Gewebe	<i>Staphylococcus aureus</i>
Erysipel	Dermis	<i>Streptococcus pyogenes</i>
Erysipeloid	Dermis	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>
Impetigo	Epidermis	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus pyogenes</i>
Ecthyma, Ecthyma contagiosum, Ecthyma gangraenosum	Kutis	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Hautmilzbrand (Anthrax)	Kutis	<i>Bacillus anthracis</i>
Hautdiphtherie	Kutis	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
Erythema chronium migrans, Acrodermatitis chronica atrophicans	Kutis	<i>Borrelia burgdorferi</i> , <i>B. garinii</i> , <i>B. afzelii</i>
Aquarium- bzw. Schwimmbadgranulom	Kutis	<i>Mycobacterium marinum</i>
Nekrotisierende Faszitis	Faszie	Streptokokken Aerob-anaerobe Mischinfektion
Myositis, Pyomyositis, Myonekrose	Muskel	<i>Streptococcus pyogenes</i> Aerob-anaerobe Mischinfektion <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Clostridium perfringens</i> Andere histolytische Clostridien
Tinea cutis	Stratum corneum	<i>Trichophyton</i> <i>Epidermophyton</i> <i>Microsporon</i>
Pityriasis versicolor	Stratum corneum	<i>Malassezia furfur</i>
Candidose	Kutis	<i>Candida albicans</i>

■ Tab. 8.5 Toxinbedingte Erkrankungen der Haut

Erkrankung	Erreger	Toxin
„Toxic shock syndrome“ (TSS)	<i>Staphylococcus aureus</i>	„Toxic shock syndrome toxin-1“ (TSST-1)
„Staphylococcal scaled skin syndrome“ (SSSS)	<i>Staphylococcus aureus</i>	Exfoliatine A oder B
Scharlach	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Erythrogene Toxine (SPE-A, SPE-B, SPE-C)
„Streptococcal toxic shock syndrome“ (STSS)	<i>Streptococcus pyogenes</i> , andere $\beta$ -hämolisierende Streptokokken der Gruppen B und C	Erythrogene Toxine (SPE-A, SPE-B, SPE-C)

■ Tab. 8.6 Häufige viral bedingte Hauterkrankungen

Erkrankung	Erreger
Gingivostomatitis (Primärinfekt)	Herpes-simplex-Virus (HSV) 1, HSV 2
Herpes labialis (Rezidiv)	HSV 1, HSV 2
Varizellen (Primärinfekt)	Varizella-zoster-Virus (VZV)
Zoster (Rezidiv)	VZV
Hand-Fuß-Mund-Krankheit	Coxsackie-Virus
Röteln	Rötelnvirus
Masern	Masernvirus
Ringelröteln	Parvovirus B19
Exanthema subitum	Humanes Herpesvirus (HHV) 6, HHV 8
Dellwarzen	Molluscum-contagiosum-Virus (MCV)
Warzen	Verschiedene Papillomaviren

bedingt sein können. So ist bei einer Fistelbildung auf dem Boden einer Osteomyelitis mit dem Nachweis von *Staphylococcus aureus*, bei einer nekrotisierenden Fasziiitis mit *Streptococcus pyogenes* und einer anaeroben Mischflora und bei einem odontogenen Abszess mit dem Nachweis von *Actinomyces spp.*, Streptokokken, Peptostreptokokken und *Porphyromonas gingivalis* zu rechnen.

## 8.2.7 Respiratorische Materialien

In der Kultur können typische Erreger unterer Atemwegsinfektionen wie Pneumokokken, *Moraxella catarrhalis*, *Haemophilus influenzae*, Enterobakterien oder *Pseudomonas aeruginosa* gut angezüchtet werden. Der Nachweis in potenziell kontaminierten Materialien korreliert häufig mit der Klinik, die Unterscheidung zwischen Infektion und Kolonisation muss jedoch in der Zusammenschau aller Befunde durch den Kliniker erfolgen.

Beweisend ist hingegen der Nachweis aus primär sterilen Materialien, wie z. B. aus einem Pleurapunktat oder einer Blutkultur. Bei spezifischen Erregern, die physiologischerweise nicht im Respirationstrakt vorkommen, wie beispielsweise *Mycobacterium tuberculosis* oder *Legionella pneumophila*, weist der Nachweis ebenfalls sehr sicher auf eine entsprechende Infektion hin.

### ■ Mikroskopische Untersuchung von Sputum

Untersuchungen des Sputums sind relativ anfällig gegenüber einer Kontamination durch die Flora des Mund-Rachen-Raums. Daher sollte nur eitriges Sputum zur mikrobiologischen Diagnostik versendet werden. Im Labor wird die Qualität des Sputums mikroskopisch geprüft, sodass hier eine Einordnung der Qualität des eingesendeten Materials möglich ist (■ Tab. 8.7). Enthält die Probe sehr viele Epithelzellen und nur wenige Granulozyten, handelt es sich sehr wahrscheinlich um Speichel. Hier sollte eine erneute Einsendung einer qualitativ hochwertigen Probe erfolgen. Niedrige Granulozytenzahlen kommen

■ **Tab. 8.7** Zytologische Bewertung von Sputumproben: Zellzahlen pro Gesichtsfeld bei einer 100-fachen Vergrößerung, mindestens fünf Gesichtsfelder werden beurteilt. (Adaptiert nach Sommer et al. 2010)

Granulozyten	Plattenepithelzellen	Bewertung
<10	>25	Ungeeignetes Material („Speichel“)
10–25	>25	Ungeeignetes Material
<25	<25	Bedingt geeignetes Material, z. B. bei Neutropenie
>25	>25	Bedingt geeignetes Material
>25	10–25	Geeignetes Material
>25	<10	Am besten geeignetes Material („eitriges Sputum“)

bei fehlender Immunantwort, z. B. bei Neutropenie, vor. Bei zystischer Fibrose, Legionellose, Tuberkulose, Nokardiose oder Schimmelpilzinfektionen ist die zytologische Untersuchung wenig aussagefähig.

Durch die Gram-Färbung ergibt sich häufig ein erster Verdacht mit Hinweisen zur Ätiologie einer respiratorischen Symptomatik. So sind grampositive Diplokokken typisch für Pneumokokken und kleine pleomorphe gramnegative Stäbchen hinweisend für eine Infektion mit *Haemophilus influenzae*. Eine sichere Diagnostik auf Speziesebene ist jedoch nicht möglich, weshalb die Ergebnisse zurückhaltend interpretiert werden sollten. Das Vorliegen von Schimmelpilzen kann einer Kontamination durch die Umgebungsluft geschuldet oder Korrelat einer Infektion sein.

#### Tip

Die semiquantitative Angabe der gefundenen Erregergruppe, beispielsweise +, ++, +++, ermöglicht eine weitergehende Interpretation des Befunds.

Die Sensitivität der Sputumuntersuchung bei ambulant erworbenen Pneumonien beträgt 50–60 %, die Spezifität über 80 %. Die Sensitivität kann deutlich auf über 85 % erhöht werden, wenn „gutes Sputum“ untersucht wird.

Andere Färbeverfahren wie die Giemsa-Färbung erleichtern die Diagnose von Pilzen und Protozoen, z. B. bei *Histoplasma* spp. Mithilfe der Toluidinblau- und der Silberfärbung nach Grocott-Gomori können zusätzlich *Pneumocystis jirovecii* nachgewiesen werden. Insbesondere bei Patienten mit einer HIV-Infektion sind mikroskopisch häufig hohe Erregerzahlen zu finden. Bei typischen radiologischen und laborchemischen Veränderungen, z. B. stark erhöhter Laktatdehydrogenase (LDH), ist der Nachweis beweisend. Eine transiente Kolonisation ohne Krankheitswert ist möglich.

#### ■ Mikroskopische Untersuchung von Materialien aus dem unteren Respirationstrakt

Auch bei diesen Proben ist eine mikroskopische Diagnostik bei speziellen Krankheitsbildern wie Verdacht auf Tuberkulose oder *Pneumocystis jirovecii*-Infektion sinnvoll. Eine Zentrifugation des Materials mit anschließender Mikroskopie erlaubt insbesondere bei bronchialen Materialien auch eine weitere differenzialdiagnostische Abklärung. Sie eignet sich zum Ausschluss bzw. der Bestätigung nicht infektiöser Erkrankungen, aber auch zur Unterscheidung zwischen bakteriellen oder viralen Erkrankungen. So gilt ein Anteil von mehr als 20 % Granulozyten als verdächtig für eine bakterielle Infektion. Der Nachweis von über 10 % Lymphozyten spricht hingegen für eine Infektion durch Pilze, Protozoen oder Viren.

#### ■ PCR-Verfahren

Für viele virale Erreger ist die Anwendung von PCR-Verfahren zum Standard für den Nachweis geworden. Bei bakteriell bedingten Infektionen wie Keuchhusten oder Tuberkulose werden Amplifikationsverfahren ebenfalls sehr häufig angewendet und erleichtern die Diagnostik. Im Falle der Tuberkulose kann neben dem raschen Nachweis der Bakterien zudem eine Aussage zum Vorliegen resistenter Stämme getroffen werden. Es sind kommerzielle Systeme verfügbar, die nach Resistenzgenen für Isoniazid und Rifampicin suchen.

Andere Erreger wie *Pneumocystis jirovecii* werden mittels PCR ebenfalls sehr zuverlässig detektiert. Hierbei stellt sich jedoch oft die Frage nach der Relevanz der Befunde. Bei HIV-Patienten lassen sich *P. jirovecii* aufgrund der hohen Erregerzahlen meist problemlos im mikroskopischen Präparat nachweisen. Bei allen anderen Patienten ist der mikroskopische Nachweis häufig nicht zielführend, da deutlich weniger Erreger vorhanden sind, sodass sich mikroskopisch falsch-negative Befunde ergeben. Ist die PCR positiv, muss anhand klinischer, laborchemischer und radiologischer Parameter zwischen Erkrankung und Kolonisation unterschieden werden.

#### Tipp

In jüngster Zeit wurden quantitative Real-Time-PCR-Verfahren entwickelt. Sie helfen, eine Differenzierung zwischen Infektion und Kolonisation vorzunehmen.

## 8.3 Infektiologische Differenzialdiagnostik

### 8.3.1 Biochemische Identifizierung

Die Identifizierung mikrobiologischer Isolate erfolgt klassischerweise anhand makroskopischer und mikroskopischer morphologischer Kriterien sowie mit Tests, die gattungsspezifische biochemische Stoffwechseleigenschaften der Erreger überprüfen. Dies kann durch Einzelreaktionen in Reagenzgläsern, durch die Analyse mehrerer Parameter im Mikroformat in einer „bunten Reihe“ oder automatisiert in Analysegeräten erfolgen. Je geringer die Stoffwechselaktivität, desto schwieriger ist die Differenzierung. Als Alternative bieten sich neuere Verfahren an, die Nukleinsäuren mit molekulargenetischen Methoden oder Proteine massenspektrometrisch analysieren und eine Differenzierung der Erreger auch bei geringer Stoffwechselleistung ermöglichen.

#### 8.3.2 MALDI-TOF

Hierbei wird Koloniematerial aus der Kultur von Bakterien oder Pilzen in eine Matrixlösung auf eine Probenplatte aufgetragen. Das Kulturmaterial wird

in einem Hochvakuum von einem Laser explosionsartig verdampft, wobei es zu einer Ionisierung kommt. Die umherfliegenden Teilchen bewegen sich in einem elektrischen Feld abhängig von ihrer Masse unterschiedlich schnell und können massenspektrometrisch analysiert werden („matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry“ = MALDI-TOF). Die unterschiedlichen Massenspektren charakterisieren die Erreger recht genau.

#### Vorteile:

- Kurze Untersuchungsdauer von wenigen Minuten
- Stoffwechselinaktive Bakterien und Pilze können identifiziert werden
- Schnelle Diagnostik auch direkt aus Materialien möglich, z. B. aus positiv gemeldeten Blutkulturflaschen
- In Studien bereits Nachweis von Resistenzmechanismen möglich
- Geringe Kosten für Verbrauchsmaterialien

#### Nachteile:

- Viren können nicht differenziert werden
- Derzeit noch hohe Anschaffungskosten für Geräte

### 8.3.3 PCR-Verfahren

Für Nukleinsäureamplifikationsverfahren (NAT) stehen die unterschiedlichsten technischen Methoden zur Verfügung. Am weitesten verbreitet sind – ebenfalls sehr verschiedene – Polymerasekettenreaktionsverfahren (PCR). Grundsätzlich handelt es sich dabei um hochsensitive Untersuchungsverfahren zur Vervielfältigung von DNA- oder RNA-Abschnitten, die zur Identifikation von Infektionserregern sowie zum Nachweis von Pathogenitäts-, Virulenz- oder Resistenzfaktoren geeignet sind. Grundsätzlich gelten folgende Indikationen (modifiziert nach Reischl et al. 2011):

- Nachweis langsam wachsender bzw. schwer oder nicht anzüchtbarer Erreger, z. B. Bartonellen
- Nachweis von Krankheitserregern, deren konventioneller Nachweis sehr lange dauert, z. B. Tuberkulosedagnostik
- Therapieverlaufskontrolle mit prognostischer Relevanz, z. B. bei HIV, Hepatitis-B-, -C- oder Cytomegalie-Virus

- Klinischer oder ökonomischer Nutzen eines rascheren Erregernachweises für Patienten, Kontaktpersonen bzw. Klinik oder Arzt, z. B. MRSA-Diagnostik
- Erregernachweis unter laufender antiinfektiver Therapie
- Bessere Abschätzung eines Transmissionsrisikos, z. B. vertikale Übertragung von Erregern einer Mutter auf ihr Kind oder bei Nadelstichverletzungen
- Eindeutiger Nachweis von Pathogenitäts-, Virulenz- oder Resistenzgenen bei unklaren phänotypischen Untersuchungsergebnissen, z. B. bei MRSA-, VRE- (Vancomycin-resistente Enterokokken) oder EHEC-Diagnostik
- Typisierung und Vergleich verschiedener Isolate, z. B. bei Ausbrüchen, für kurzfristige lokale oder langfristige mikrobiologisch-epidemiologische Studien.

Wenn bereits erwähnt wurde, dass grundsätzlich die richtige Gewinnung von Materialien entscheidend ist für die Aussagefähigkeit mikrobiologischer Befunde, so gilt dies für molekularbiologische Verfahren in besonderem Maße. Es reichen zwar wenige Erreger(bestandteile) für die Amplifikation aus, was die Methoden zu sehr sensitiven Verfahren macht. Jedoch ist die Gefahr der Kontamination, die zu falsch-positiven Befunden führen können, nicht zu unterschätzen. Die Ursachen falsch-negativer Befunde sind neben Problemen bei der technischen Durchführung häufig in der Präanalytik zu suchen:

- Zu wenig Probenmaterial, insbesondere bei Erregern, die nur in sehr geringer Zahl in klinischen Materialien vorkommen, wie z. B. bei Tuberkulose oder Toxoplasmose im Liquor
- Ungeeignetes Probenmaterial:
  - Formalin, Heparin, Paraffin und andere Zusätze vermindern die Sensitivität zum Teil erheblich, deshalb grundsätzlich natives Material verschicken
  - Wenig repräsentatives Material: Rachenabstrich bei Verdacht auf Pneumonie, Pleurapunktat bei Verdacht auf viral bedingte respiratorische Infektion
- Falsches Material: z. B. Urin bei Verdacht auf *Chlamydia trachomatis*-Infektion, hier ist zellhaltiges Material erforderlich, z. B. ein Endozervikal-, Vaginal- oder Urethralabstrich

- Falsche Probenlagerung, z. B. Einfrieren von flüssigen Materialien: Beim Auftauen können Zellen lysieren und so die Sensitivität beeinträchtigen.

Neben kommerziell erhältlichen, standardisierten Testverfahren sind immer noch viele „In-House-Verfahren“ verbreitet, die im Rahmen einer diagnostischen Anwendung ebenfalls validiert sein sollten. In solchen Situationen sollte ein enger Kontakt mit dem mikrobiologischen Labor bestehen, um die Möglichkeiten und Einschränkungen des jeweiligen Testverfahrens bei der Interpretation und Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Bei der Typisierung von Mikroorganismen kommen für unterschiedliche Fragestellungen verschiedene Methoden zum Einsatz. Eine Übersicht bieten Mellmann und Harmsen (2009).

### 8.3.4 Serologie

Serologische Verfahren beruhen auf dem Nachweis von spezifischen Antikörpern oder Erregerantigenen.

#### Antikörpernachweise

Antikörper werden bei Kontakt mit entsprechenden Antigenen mit einigen Tagen bis Wochen Verzögerung gebildet, sodass sie in vielen Fällen für die akute Diagnostik nicht geeignet sind. Aufgrund der einfachen Materialgewinnung werden Antikörperuntersuchungen jedoch häufig durchgeführt und sind für die Beantwortung spezifischer Fragestellungen auch sehr hilfreich. Grundsätzlich kann beim Nachweis einmalig erhöhter Titer oder eines mindestens vierfachen Titeranstiegs von einem ersten oder erneuten Kontakt mit den Erregern ausgegangen werden. Auch die Antikörperklassen sind, abhängig von der jeweiligen Erkrankung, für die Differenzialdiagnostik von großer Bedeutung. In der Regel werden bei akuten Infektionen IgA oder IgM gebildet. Indikationen für Antikörperuntersuchungen sind:

- Ätiologische Klärung von Infektionen, insbesondere auch nach Abklingen der entsprechenden klinischen Symptome
- Nachweis bzw. Ausschluss von Folgeerkrankungen nach bakteriellen oder viralen Infektionen, z. B. bei reaktiver Arthritis,

Guillain-Barré-Syndrom oder Erythema nodosum

- Klärung epidemiologischer Fragestellungen
- Umgebungsuntersuchungen, z. B. bei Nadelstichverletzungen, Kontakt mit Brucellen im mikrobiologischen Labor.

### Antigennachweise

Für die Diagnostik akuter Erkrankungen ist der Antigennachweis gut geeignet. So lassen sich zum einen Erregerbestandteile nachweisen. Zusätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, bakterielle Toxine nachzuweisen, z. B. bei *C. difficile*. Die Hersteller bieten unterschiedliche Testverfahren an, die von klassischen Antigentests (ELISA/EIA) bis hin zu „Schnelltests“ reichen, die teilweise als **Point-of-Care-Test (POCT)** direkt auf Station, am Krankenbett oder in der Arztpraxis eingesetzt werden können und kein labortechnisches Equipment erfordern. Die am Markt verfügbaren Tests weisen unterschiedliche Sensitivitäten und Spezifitäten auf, was bei der Auswahl berücksichtigt werden sollte. In einigen Fällen konkurrieren sie mit anderen diagnostischen Verfahren wie der PCR oder der kulturellen Anzucht. Für die Anfertigung eines Antibiogramms ist die Kultur erforderlich. Dies gilt auch für epidemiologische Untersuchungen und in Ausbruchssituationen, wenn eine vergleichende Typisierung gewünscht ist.

Antigennachweise sollten nicht zum Screening, sondern zur Diagnostik bei Verdachtsfällen mit hoher klinischer Erkrankungswahrscheinlichkeit eingesetzt werden (■ Tab. 8.8).

- Beim Nachweis meldepflichtiger Krankheitserreger nach § 7 IfSG ist der Leitende Arzt zur Meldung an das Gesundheitsamt verpflichtet. Dies gilt auch für Nachweise, die mithilfe von Point-of-Care-Tests im Rahmen der klinischen Versorgung in der Klinik bzw. Arztpraxis erfolgen. Praktisch relevante Beispiele sind Tests für Influenza oder Legionellen.

### Antigennachweise im Urin

Einige mikrobielle Antigene werden über den Urin ausgeschieden, sodass sie dort nachgewiesen werden können. Am häufigsten werden Tests zum Nachweis von *Legionella*- und Pneumokokken-Antigenen angewandt.

#### Vorteile:

- Einfache Probengewinnung
- Kurze Untersuchungsdauer von etwa 15 min
- Antigene über mehrere Tage auch unter Antibiotikatherapie nachweisbar
- Relativ einfache Handhabung, keine Laborausstattung notwendig
- Testkits meist lange haltbar.

■ Tab. 8.8 Übersicht über Antigennachweise

Material	Antigennachweise
Liquor	Meningokokken (A, B, C, W135, Y), Pneumokokken, <i>E. coli</i> K1, <i>Haemophilus influenzae</i> Typ b, Kryptokokken, <i>Aspergillus</i> spp., <i>Candida</i> spp.
Respiratorische Materialien	Pneumokokken, Influenza, <i>Aspergillus</i> spp.
Rachenabstrich	Gruppe-A-Streptokokken (GAS), Influenza
Urin	Pneumokokken, <i>Legionella pneumophila</i> Serogruppe 1
Stuhl	<i>Campylobacter</i> spp., <i>E. coli</i> O157 (EHEC), <i>Clostridium difficile</i> (Glutamatdehydrogenase- und Toxinnachweis), <i>Clostridium perfringens</i> -Enterotoxin, Shigatoxin/Verotoxin, <i>Helicobacter pylori</i> , <i>Entamoeba histolytica/dispar</i> , <i>Giardia lamblia</i> , Kryptosporidien, Norovirus, Rotavirus, Astrovirus, Adenovirus
Serum/Vollblut	<i>Helicobacter pylori</i> , Malaria, <i>Candida</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp.

**Nachteile:**

- Meist teurer als herkömmliche diagnostische Methoden
- Liefern nur qualitative Ergebnisse.

- **Nachweis von *Legionella*-Antigen im Urin**

Das Lipopolysaccharid (LPS) aus der Zellwand der Bakterien ist bereits 24 h nach Infektion nachweisbar und wird über Wochen ausgeschieden. Aufgrund der langfristigen Ausscheidung ist der Test nicht zur Therapiekontrolle geeignet. Da das Antigen bei anderen Bakterien nicht vorhanden ist, ergibt sich für alle kommerziell erhältlichen Tests eine hohe Spezifität von über 99,9 %. In den meisten Tests werden jedoch nur Antikörper gegen *L. pneumophila* Serogruppe 1 verwendet, sodass für Infektionen mit dieser Serogruppe eine hohe Sensitivität von 80 % bis zu über 97 % besteht. Kreuzreaktionen zu anderen Serogruppen kommen gelegentlich vor, weisen jedoch eine niedrige Sensitivität auf. Ein Nachweis von Infektionen durch Non-pneumophila-Spezies ist nicht möglich.

- **Tests zum Nachweis von *Legionella*-Antigen im Urin sind nur zur Diagnostik von Infektionen durch *L. pneumophila* Serogruppe 1 geeignet. Sie verursachen mehr als 85 % der ambulant erworbenen und über 95 % der reiseassoziierten Erkrankungen.**

Nosokomiale Infektionen hingegen sind zur Hälfte durch andere Serogruppen bedingt, daher sollten in diesem Fall zusätzliche diagnostische Methoden wie kulturelle und PCR-Verfahren aus respiratorischen Proben veranlasst werden. Eine kulturelle Anzucht ist auch bei epidemiologischen Fragestellungen und gehäuftem Auftreten von Erkrankungen sinnvoll.

Der Nachweis des *Legionella*-Antigens im Urin ist beweisend für eine Legionellenerkrankung. Der Test kann jedoch nicht nur bei einer Legionellenpneumonie, sondern auch in Fällen von Pontiac-Fieber positiv sein. Da die Antigenausscheidung variiert, ist eine Legionellose bei einem negativen Testergebnis nicht ausgeschlossen. Bei anhaltendem klinischem Verdacht sollte die Untersuchung daher wiederholt werden.

Der Nachweis von *Legionella*-Antigen im Urin ist nach § 7 Infektionsschutzgesetz meldepflichtig.

- **Nachweis von Pneumokokkenantigen im Urin**

Das C-Polysaccharid von *Streptococcus pneumoniae* wird, vor allem bei bakteriämischen Erkrankungsverläufen, im Urin ausgeschieden. Es sind auch Testkits verfügbar, die den Nachweis von Pneumokokken in Liquor, nasopharyngealen Sekreten oder Pleuraflüssigkeiten ermöglichen.

Der Test ist als zusätzliches, schnelles diagnostisches Verfahren bei der Diagnose der ambulant erworbenen Pneumonie von Erwachsenen sinnvoll, wird jedoch in den S3-Leitlinien zur ambulant erworbenen Pneumonie (CAP) und zur nosokomialen Pneumonie nicht als Routinediagnostik empfohlen, da Pneumokokken im Spektrum der antibiotischen Therapie enthalten sind (Höffken et al. 2009; Dalhoff et al. 2012). Kinder und Kleinkinder sind in bis zu 20 % Pneumokokkenträger, daher sind Urin-antigentests bei ihnen häufig falsch-positiv.

Die Sensitivität beträgt 50–80 %, die Spezifität liegt bei über 90 %. Der Test ist damit als alleiniges Verfahren ungeeignet und sollte durch kulturelle Untersuchungen von respiratorischen Materialien und Blutkulturen ergänzt werden. Dies ist auch sinnvoll, um eine Resistenztestung durchführen zu können, da die Verbreitung Penicillin-resistenter Stämme zunimmt.

Ein positiver Befund kann zur Fokussierung der antibiotischen Therapie beitragen, wobei die Möglichkeit falsch-positiver Befunde und polymikrobieller Infektionen zu bedenken sind. Auf der anderen Seite schließt ein negativer Test eine Pneumokokkenpneumonie nicht aus und sollte daher bei weiter bestehendem klinischen Verdacht ggf. wiederholt bzw. durch weitere Untersuchungen ergänzt werden.

### 8.3.5 Biomarker

Die Diagnostik entzündlicher Prozesse umfasst die Analyse der Leukozytenzahl und des Differenzialblutbilds, der Blutkörperkengeschwindigkeit und bei Vorliegen septischer Erkrankungen die Analyse von Parametern der Gerinnungsaktivierung

und Fibrinolyse. Darüber hinaus hat sich eine Reihe von Biomarkern zur Diagnostik mikrobieller Erkrankungen etabliert.

## C-reaktives Protein

Das C-reaktive Protein (CRP) ist ein Akute-Phase-Protein, dessen Plasmakonzentrationen bei systemischen Entzündungsreaktionen durch proinflammatorische Zytokine wie Interleukin-6 (IL-6) stimuliert wird. Es wird in der Leber synthetisiert und gelangt über das Plasma zum Ort der Entzündung. Dort nimmt es als Teil des angeborenen Immunsystems an der Immunabwehr teil. Es kann potenziell toxisches Material aus Gewebeschädigungen oder Strukturen von Mikroorganismen binden. Anschließend wird deren Abräumung veranlasst.

Die CRP-Konzentrationen steigen im Rahmen von infektiösen Prozessen, aber auch bei Gewebeschädigungen wie z. B. operativen Eingriffen, bei malignen Tumoren oder malignen Systemerkrankungen sowie bei einigen Autoimmunerkrankungen an.

Der Referenzwert des CRP liegt bei  $<5 \text{ mg/l}$  und steigt innerhalb von 6 h nach Beginn der Infektion an. Der Maximalwert ist nach operativen Eingriffen meist nach 48 h erreicht und fällt dann mit einer Halbwertszeit von 24–48 h wieder ab. Bei Infektionskrankheiten können die Werte ohne adäquate Therapie für Tage bis Wochen erhöht sein. Je nach Infektionserreger bzw. Krankheitsverlauf werden unterschiedliche typische CRP-Anstiege beobachtet (■ Tab. 8.9).

Das CRP eignet sich auch zur Beurteilung der Effektivität einer antiinfektiven Therapie. Unter einer adäquaten Therapie fallen die Werte innerhalb von 3 Tagen wieder ab. Grundsätzlich können die in ■ Tab. 8.10 dargestellten Muster unterschieden.

## Procalcitonin

Procalcitonin (PCT) wird als Vorstufe des Calcitonins in allen Körpergeweben, vor allem jedoch in der Leber produziert. Es ist unter physiologischen Bedingungen nur in geringen Konzentrationen im Serum nachweisbar ( $0,005\text{--}0,05 \text{ µg/l}$ ). Als Referenzbereich werden Werte  $<0,5 \text{ µg/l}$  angegeben. Bei mikrobiellen Infektionen erfolgt eine verstärkte Freisetzung

durch bakterielle Antigene wie Endotoxin oder in geringerem Umfang auch durch proinflammatorische Zytokine wie IL-6 oder TNF- $\alpha$ . Dabei korrelieren die gemessenen Werte mit der Schwere der Erkrankung:

- Lokalisierte Erkrankungen  $<0,5 \text{ µg/l}$
- Sepsis ohne Organdysfunktion  $0,5\text{--}2 \text{ µg/l}$
- Sepsis mit Organfunktion  $2\text{--}10 \text{ µg/l}$ , in Einzelfällen über  $1000 \text{ µg/l}$

Bei nicht bakteriellen Erkrankungen (virale Infektionen, Autoimmunerkrankungen, Transplantatabstoßung) bleiben die Werte innerhalb des Referenzbereichs oder steigen mit Werten zwischen  $0,5$  und  $2 \text{ µg/l}$  deutlich weniger an.

➤ **Sehr schwere nicht infektiöse Erkrankungen wie Verbrennungen, ausgedehnte Operationen, ein Polytrauma oder ein prolongierter Kreislaufchock können ebenfalls zu erhöhten Werten führen.**

Es muss zudem bedacht werden, dass die Werte im Verlauf dieser Erkrankungen durch bakterielle Superinfektionen deutlich ansteigen können.

Procalcitonin steigt bereits 2 h nach Infektion messbar an und erreicht nach etwa 12 h ein Plateau. Unter adäquater Therapie normalisieren sich die Werte innerhalb von 2–3 Tagen. Damit ist das PCT im Vergleich zum CRP deutlich früher nachweisbar und fällt unter Therapie auch schneller ab. Es ist als Parameter zur Diagnostik der Sepsis oder anderer schwerer bakterieller Infektionen und zur therapeutischen Überwachung gut geeignet. Es ist auch als prognostischer Marker bei einer Sepsis von Bedeutung, da bei anhaltend hohen Werten mit einem ungünstigen Verlauf zu rechnen ist.

Bei schweren Erkrankungen wie Sepsis oder ventilatorassoziierter Pneumonie ist die diagnostische Sensitivität von PCT in Studien eher gering. Hier zeigt sich der Wert **serieller PCT-Bestimmungen** vor allem darin, anhand PCT-basierter Algorithmen die antibiotische Therapie frühzeitig bei Normalisierung (z. B.  $<0,5 \text{ µg/l}$ ) bzw. starkem Rückgang (z. B.  $\geq 80 \%$ ) der Werte zu beenden. Dadurch kann die Exposition der Patienten gegenüber Antibiotika deutlich vermindert werden, ohne dass Veränderungen im Outcome bzw. bei der Mortalität beobachtet werden

■ **Tab. 8.9** Typische CRP-Werte bei unterschiedlichen klinischen Erkrankungen. (Adaptiert nach Thomas 2008)

Erkrankung	Typische CRP-Werte
Bakterielle Infektionen	Endotoxine gramnegativer Bakterien rufen die höchsten CRP-Werte hervor CRP >100 mg/l bei Sepsis, septischer Arthritis, Meningitis, Pyelonephritis, Pneumonie, eitrigen Hautinfektionen CRP 20–100 mg/l bei Bronchiektasien, akuter Bronchitis, Tuberkulose
Virale Infektionen	Erregerabhängig, 10–50 (–100) mg/l
Parasitäre Infektionen	Erregerabhängig, 10–40 mg/l
Pilzinfektionen	Lokale Infektionen: kein Anstieg Systemische Infektionen, v. a. bei neutropenen Patienten: >100 mg/l
Sepsis	CRP als einziger diagnostischer Parameter schwierig, laut Studien ergeben sich: Grenzwert 50 mg/l: diagnostische Sensitivität 98,5 %, Spezifität 75 % Grenzwert 79 mg/l: Sensitivität 71,8 %, Spezifität 66,6 %
Neonatale Sepsis	CRP ist nicht plazentagängig Diagnostische Sensitivität für neonatale Sepsis mit 33–44 % niedrig, Spezifität 90–96 %; es sollten weitere Parameter erhoben werden (Interleukin-6, Procalcitonin)
Fieber bei Kindern	Abgrenzung viraler und bakterieller Infektionen Kinder mit Krankheitsverlauf >12 h und CRP >40 mg/l: diagnostische Sensitivität 79 %, Spezifität 90 % Vergleich Blutsenkungsgeschwindigkeit >30 mm/h: Sensitivität 91 %, Spezifität 89 % CRP-Werte <40 mg/l schließen schwere bakterielle Infektionen weitgehend aus
Meningitis	Bakterielle Meningitis: >20 mg/l verdächtig, >100 mg/l beweisend Tuberkulöse Meningitis: 20–50 mg/l Virale Meningitis: im Referenzbereich oder gering erhöht (<20 mg/l)
Pneumonie	Bakteriell: >100 mg/l Viral: 10–50 mg/l
Appendizitis	Grenzwert 10 mg/l: diagnostische Sensitivität 68,2 %, Spezifität 75,1 % Vergleich Leukozytengrenzwert $6,3 \times 10^9/l$ : Sensitivität 87,2 %, Spezifität 63 %

■ **Tab. 8.10** Typische CRP-Muster unter Therapie. (Adaptiert nach Povoa 2002)

Einfache Infektion	CRP fällt nach Antibiotikagabe steil oder exponentiell ab. Bei fokaler Infektion, Bakteriämie
Suppurative Infektion	CRP fällt nach Antibiotikagabe erst verzögert ab. Bei eitrigen Infektionen wie Ergüssen, eitriger Bronchitis, schweren nicht infektiösen Erkrankungen oder inadäquater Antibiotikatherapie, wie z. B. zu niedriger Dosierung. Bei diesem Verlauf sollte immer nach einer persistierenden Infektion gesucht werden.
Komplizierte Infektion	CRP fällt nach Antibiotikagabe nicht ab oder steigt weiter an. Bei Gabe eines ineffektiven Antibiotikums, Vorliegen chirurgischer Komplikationen oder schweren nicht infektiösen Erkrankungen.
Rekurrierende Infektion	Zweigipfliger Verlauf: CRP steigt nach initialem Abfall unter Antibiotikatherapie noch einmal an. Bei erneuter Infektion an der gleichen Lokalisation oder neuer Infektion.

(Bouadma et al. 2010; Nobre et al. 2008; Albrich et al. 2015). Da der Gebrauch von Antibiotika als starker Trigger für die Entwicklung (multi)resistenter Bakterien gilt, ist dies ist aus krankenhaushygienischer Sicht sehr positiv zu werten.

PCT-basierte Algorithmen haben sich auch bei Infektionen der unteren Atemwege als sehr hilfreich erwiesen. Sie sind hier sowohl bei der Indikationsstellung als auch bei der Beendigung einer Antibiotikatherapie sinnvoll einsetzbar. Auch hier zeigen erste Studien, dass es zu einer Reduktion der Antibiotikaaanwendung kommt, ohne dass Mortalität und Outcome sich verschlechtern (Schuetz et al. 2012).

### Lipopolysaccharid-bindendes Protein

Das Lipopolysaccharid-bindende Protein (LBP) bindet den Lipid-A-Anteil des Lipopolysaccharids gramnegativer Bakterien. Erhöhte Werte finden sich bei bakterieller Sepsis und Pilzsepsis, aber auch bei schweren Traumata, nicht jedoch bei viralen Infektionen. Die Kinetik entspricht der des CRP.

### Proinflammatorische Zytokine

Die proinflammatorischen Zytokine Tumornekrosefaktor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), Interleukin-6 (IL-6) und Interleukin-8 (IL-8) sind sehr frühe Marker für Entzündungsreaktionen. Sie sind diagnostisch wertvoll bei frühen Verlaufsformen einer Sepsis oder eines „systemic inflammatory response syndrome“ (SIRS) und werden sehr oft auch in der Labordiagnostik einer **schweren neonatalen Infektion** angewandt.

TNF- $\alpha$  ist der früheste Marker eines Entzündungsprozesses, wobei eine weitere Differenzierung bezüglich der Ätiologie nicht möglich ist. Es werden Gesamt-TNF- $\alpha$  sowie ein freies bioaktives TNF $\alpha$ -Trimer nachgewiesen. Letzteres ist nur 4–6 h nach Produktion nachweisbar. Die Monomere und Spaltprodukte lassen sich hingegen für 24 h und länger nachweisen, sodass eine Beurteilung des zeitlichen Verlaufs möglich ist.

IL-6 und IL-8 werden innerhalb von 6 h nach TNF- $\alpha$ -Stimulation bzw. Kontakt mit Bakterien oder Bakterientoxinen von Monozyten/Makrophagen sezerniert. Nach 24–48 h nimmt die Sekretion bis unter die Nachweisgrenze ab.

Die Referenzwerte sind abhängig vom Testsystem. Eine Übersicht bietet **Tab. 8.11**.

## 8.4 Resistenzen und ihre Bewertung

### 8.4.1 Natürliche und erworbene Resistenzen

Bei der Betrachtung von Antibiogrammen und Resistenzstatistiken ist die Kenntnis und Analyse intrinsischer und möglicherweise erworbener Resistenzen wichtig. **Primäre Resistenzen** bestehen aufgrund des Zellaufbaus oder der genetischen Ausstattung der Mikroorganismen. Solche primären Resistenzen auf Antibiotika werden in aller Regel in mikrobiologischen Befunden nicht aufgeführt; sie müssen dem Anwender also bekannt sein. So wird Vancomycin bei gramnegativen Bakterien nicht getestet, da es die Polymerisierung der Mureinstränge hemmt, die ausschließlich bei grampositiven Bakterien von Bedeutung ist. Eine Übersicht der wichtigsten intrinsischen Resistenzen zeigt **Tab. 8.12**.

**Erworbene Resistenzen** beruhen in der Regel auf einem der folgenden Mechanismen und werden im Antibiogramm mitgeteilt:

- Veränderung von Zielmolekülen, z. B. verändertes Penicillinbindeprotein PBP2a bei MRSA
- Überproduktion von Zielmolekülen, sodass die Antibiotikakonzentration am Wirkort nicht ausreicht, um Mikroorganismen in ausreichender Zahl abzutöten, z. B. bei Folsäureantagonisten
- Inaktivierung durch Enzyme, z. B. Betalaktamasen, mit unterschiedlichem Wirkspektrum (u. a. Penicillinasen, Cephalosporinasen,

**Tab. 8.11** Allgemeine Referenzwerte für Zytokine in Serum oder Plasma

Zytokin	Referenzwert [pg/ml]
Gesamt-TNF- $\alpha$	<20
Bioaktives TNF- $\alpha$ (Trimer)	<5
IL-6	<10
IL-8	<10

■ **Tab. 8.12** Übersicht über intrinsische Resistenzen. (Adaptiert nach Livermore et al. 2001)

Erreger	Natürliche Resistenzen
Enterobakterien	Penicillin G, Glykopeptide, Fusidinsäure, Makrolide, Clindamycin, Linezolid, Daptomycin, Mupirocin
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Cephalosporine der 1. Generation, Ertapenem
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Cephalosporine der 1. und 2. Generation, Cefotaxim, Ceftriaxon, Nalidixinsäure, Trimethoprim, Tigecyclin, Ertapenem
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Aminoglykoside, alle Betalaktamantibiotika mit Ausnahme von Ticarcillin-Clavulansäure
<i>Salmonella</i> spp.	Cefuroxim (ggf. in vitro wirksam, nicht wirksam in vivo)
<i>Klebsiella</i> spp., <i>Citrobacter diversus</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Carbenicillin, Ticarcillin
<i>Enterobacter</i> spp., <i>Citrobacter freundii</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Cephalosporine der 1. Generation, Cefoxitin
<i>Morganella morganii</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Cephalosporine der 1. Generation, Cefuroxim, Colistin, Nitrofurantoin
<i>Providencia</i> spp.	Ampicillin, Amoxicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Cephalosporine der 1. Generation, Cefuroxim, Gentamicin, Netilmicin, Tobramycin, Colistin, Nitrofurantoin
<i>Proteus mirabilis</i>	Colistin, Nitrofurantoin
<i>Proteus vulgaris</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Cefuroxim, Colistin, Nitrofurantoin
<i>Serratia</i> spp.	Ampicillin, Amoxicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Cephalosporine der 1. Generation, Cefuroxim
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ampicillin, Amoxicillin, Carbenicillin, Ticarcillin, Cephalosporine der 1. Generation
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Trimethoprim, Polymyxin
<i>Haemophilus influenzae</i>	Penicillin G, Erythromycin, Clindamycin
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Trimethoprim
Alle grampositiven Bakterien	Aztreonam, Temocillin, Colistin, Nalidixinsäure
Streptokokken	Fusidinsäure, Aminoglykoside (wirksam über Synergismus mit Penicillinen)
MRSA/MRSE	Alle Betalaktamantibiotika
Enterokokken	Penicillin G, Carbenicillin, Ticarcillin, Cephalosporine mit Ausnahme der Gruppe 5 (Ceftobiprol, Ceftarolin), Aminoglykoside
Listerien	Cephalosporine der 3. Generation, Fluorchinolone

MRSA methicillinresistenter *Staphylococcus aureus*, MRSE methicillinresistenter *Staphylococcus epidermidis*

- „extended-spectrum betalactamase“ [ESBL], Carbapenemasen)
- Änderungen der Permeabilität der Zellhülle, z. B. Imipenemresistenz von *Pseudomonas aeruginosa* durch Veränderungen im Porinkanal
- Effluxpumpen: verstärkte Ausschleusung von Antibiotika, z. B. von Tetrazyklinen aus Enterobakterien
- Umgehung von Stoffwechselwegen, z. B. bei Folsäureantagonisten

■ **Tab. 8.13** Ungewöhnliche Resistenzen, die einer Bestätigung bedürfen oder von klinischer Relevanz sind.  
(Angepasst nach Livermore et al. 2001)

Erreger	Ungewöhnliche Resistenzen, die eine Bestätigung erfordern	Zusätzliche, klinisch bedeutsame Resistenzen
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid, Daptomycin, Tigecyclin	Oxacillin, Cefazolin, Cotrimoxazol, Erythromycin, Clindamycin, Ciprofloxacin, Rifampicin, Fosfomycin, Fusidinsäure
Koagulasenegative Staphylokokken	Vancomycin, Linezolid	Oxacillin, Cefazolin, Cotrimoxazol, Erythromycin, Clindamycin, Ciprofloxacin, Rifampicin
Coryneforme der <i>Jeikeium</i> -Gruppe	Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid	–
Andere <i>Corynebacterium</i> spp.	–	Vancomycin, Linezolid, Penicilline, Cephalosporine, Erythromycin, Gentamicin, Tetrazykline, Rifampicin, Daptomycin
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Meropenem, Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid	Penicillin, Erythromycin, Clindamycin
β-hämolysierende Streptokokken der Gruppen A, B, C und G	Penicillin, Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid	Erythromycin, Clindamycin
Enterokokken	Ampicillin (nur bei <i>E. faecalis</i> ); Linezolid; Teicoplanin, wenn Vancomycin sensibel getestet wurde	Aminoglykoside (High-Level-Resistenz)
Enterobakterien	Meropenem, Imipenem (nicht bei <i>Proteus</i> spp.)	Piperacillin, Piperacillin-Tazobactam, Cephalosporine der 3. und 4. Generation, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Cotrimoxazol, Tigecyclin
<i>Haemophilus influenzae</i>	Cephalosporine der 3. Generation, Carbapeneme	–
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Ciprofloxacin	–
<i>Neisseria meningitidis</i>	Penicillin (High-Level-Resistenz), Ciprofloxacin	–
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Cephalosporine der 3. Generation	–
<i>Acinetobacter</i> spp.	Colistin	Cephalosporine der 3. Generation,
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Colistin	Piperacillin, Piperacillin-Tazobactam, Ceftazidim, Cefepim, Ciprofloxacin, Meropenem
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	–	Cotrimoxazol
<i>Shigella</i> spp., <i>Salmonella</i> spp.	–	Cephalosporine der 3. Generation, Ciprofloxacin, Levofloxacin
<i>Campylobacter</i> spp.	–	Erythromycin, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Amoxicillin, Tetrazykline
<i>Bacillus</i> spp.	–	Betalaktamantibiotika
Anaerobier	Metronidazol	Clindamycin
<i>Bacteroides</i> spp.	Metronidazol, Amoxicillin-Clavulansäure, Carbapeneme	Penicillin G, Ampicillin, Amoxicillin-Clavulansäure, Piperacillin, Piperacillin-Tazobactam, Cephalosporine der 1. bis 3. Generation, Carbapeneme
<i>Clostridium difficile</i>	Metronidazol, Vancomycin	Moxifloxacin (Ribotyp 027)
<i>Candida albicans</i>	–	Fluconazol, Flucytosin
<i>Candida</i> spp. non-albicans	–	Azole, Flucytosin
<i>Pneumocystis jirovecii</i>	–	Cotrimoxazol

Viele solcher sekundären Resistenzen sind bekannt und plausibel erklärbar, sodass beispielsweise beim Auftreten einer Chinolonresistenz bei *E. coli* oder bei Penicillinresistenz von *S. aureus* keine weiteren diagnostischen Schritte erforderlich sind.

In einigen Fällen ist jedoch eine erweiterte, z. B. genotypische Untersuchung notwendig, beispielsweise bei Verdacht auf MRSA oder VRE. Die sekundäre Resistenzlage muss bei jedem einzelnen Antibiogramm berücksichtigt und sollte in regelmäßigen Abständen auch als Resistenzstatistik vom mikrobiologischen Labor zur Verfügung gestellt werden. Diese muss dann von den Verantwortlichen, z. B. den hygienebeauftragten Ärzten, in Zusammenarbeit mit der Apotheke und dem mikrobiologischen Labor kritisch bewertet werden. Hierzu gehört notwendigerweise der Abgleich mit dem Antibiotikaverbrauch in den einzelnen Abteilungen sowie den in der Einrichtung etablierten empirischen Therapieempfehlungen. Treten Veränderungen in einem der genannten Bereiche auf, müssen entsprechende Anpassungen erfolgen, dem Personal mitgeteilt und umgesetzt werden (§ 23 Abs. 4 Infektionsschutzgesetz [IfSG] vom 20.07.2000, zuletzt geändert am 10.12.2015).

Für die Bewertung der Antibiotikaresistenzen sowohl im Einzelbefund als auch in der Resistenzstatistik sind die in [Tab. 8.13](#) dargestellten erworbenen Resistenzen von besonderer klinischer Bedeutung. Daneben gibt es seltene Resistenzen, die immer Anlass für weitere Bestätigungsuntersuchungen sein sollten.

➤ **Intrinsische (natürliche) Resistenzen müssen dem Kliniker bekannt sein. Sekundäre (erworbene) Resistenzen werden im Rahmen der Resistenztestung im mikrobiologischen Labor erhoben und auf dem Befund mitgeteilt. Sie sollten für jeden Einzelbefund, aber auch in der Resistenzstatistik kritisch bewertet werden.**

## 8.5 Umgebungsuntersuchungen

Wir sind umgeben von Mikroorganismen. Sie kommen auf belebten und unbelebten Oberflächen vor. Ungezielte, routinemäßige mikrobiologische

Untersuchungen von Oberflächen ergeben selten verwertbare Ergebnisse. Sinnvoll können jedoch gezielte Untersuchungen unter spezifischen Fragestellungen sein:

- Zur Untersuchung der Effektivität von Reinigungs- und Desinfektionsprozessen, z. B. in der Küche
- Zu didaktischen Zwecken, z. B. bei der Händehygiene
- Zur Prozesskontrolle bei der Durchführung aseptischer Tätigkeiten, z. B. bei der Herstellung steriler Medikamente wie Zytostatika oder parenteralen Ernährungslösungen
- Im Rahmen von Ausbruchsuntersuchungen, z. B. bei gehäuftem Auftreten von multiresistenten Erregern in einem Bereich.

Zum Einsatz kommen verschiedene Verfahren, von denen Abklatschuntersuchungen am weitesten verbreitet sind.

- **Abklatsch:** Rodac-Platten mit Agar werden gleichmäßig und unter leichtem Druck für etwa 5–10 s auf die zu untersuchende Oberfläche aufgebracht. Die Fläche beträgt ca. 24 cm<sup>2</sup>, ein Verreiben oder Verstreichen der Platten während der Probenahme sollte vermieden werden. Dies ermöglicht eine quantitative Analyse.
- **Membranfilter:** Ein Membranfilter wird mit sterilen Handschuhen bzw. steriler Pinzette auf die zu untersuchende Oberfläche aufgebracht und anschließend auf eine Agarplatte gelegt und bebrütet. Meist kommt der Membranfilter jedoch zur Filtrierung von Trinkwasserproben nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) im Labor zum Einsatz.
- **Abstrich:** Ecken, Kanten und Fugen sind für Rodac-Platten in der Regel unzugänglich. Hier bietet sich ein Abstrich mit einem mit Kochsalz oder Nährbouillon angefeuchteten Tupfer aus Kunststoff an, der anschließend auf einer Agarplatte oder in ein flüssiges Nährmedium ausgebracht wird.
- **Flüssigmedien:** Gegenstände werden in Nährbouillon eingebracht und kultiviert. Eine semiquantitative Auswertung ist durch das Ausplattieren von Verdünnungen möglich.

- Abschwemmen: Gegenstände werden in physiologischer Kochsalzlösung oder Nährbouillon geschüttelt und die Lösung untersucht.

Bei Proben von Oberflächen, auf denen noch Desinfektionsmittel vorhanden sind, z. B. nach erfolgter Händedesinfektion, sollten Enthemmer zugegeben werden, welche die Reste des Desinfektionsmittels neutralisieren.

#### Tipp

Da es Enthemmer für die Neutralisation unterschiedlichster Substanzen gibt, sollte vorab mit dem Labor geklärt werden, welcher Enthemmer in einer bestimmten Situation erforderlich ist.

#### ■ Bewertung der Ergebnisse

Grundsätzlich sind alle Keimnachweise im Hinblick auf die spezifische Fragestellung zu bewerten. Allgemeingültige Grenz und Richtwerte für mikrobielle Oberflächenkontaminationen existieren nicht. Für die Herstellung parenteraler Medikamente unter Reinraumbedingungen gelten die Vorgaben der europäischen Leitlinie für Good Manufacturing Practice (GMP) des Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme (PIC/S) (2015; <http://www.picscheme.org/>) bzw. der EU-Richtlinie 2003/94/EG ([http://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4/index_en.htm)). Als Anhaltspunkt bei der Interpretation der Untersuchungsbefunde von belebten und unbelebten Oberflächen im Krankenhaus kann die Checkliste der Vereinigung der Hygienefachkräfte der Bundesrepublik Deutschland e.V. dienen (VHD 2005). Wichtiger als absolute Keimzahlen sind relative Veränderungen, die bei wiederholten Messungen auftreten, z. B. nach Änderung des Reinigungsmanagements oder nach einer Schulung zur Händehygiene.

Desinfizierte Oberflächen sind bereits nach 2 h wieder mit der gleichen Anzahl an Mikroorganismen besiedelt wie vor der Desinfektion. Allerdings lässt der Nachweis von Umgebungskeimen in hoher

Keimzahl unmittelbar nach der Reinigung oder Desinfektion auf eine unzureichende Reinigung schließen. Fakultativ oder obligat pathogene Keime und typische Krankenhauserreger wie *S. aureus* (MSSA und MRSA), Enterokokken, Enterobakterien und Nonfermenter wie *P. aeruginosa* und *A. baumannii* sollten immer Anlass zur Überprüfung der Hygienestandards sein.

#### 8.5.1 Luft

Raumluft kann mikrobiell belastet sein, z. B. durch Schimmelpilze. Untersuchungen der Raumluft spielen aber insbesondere bei der Überprüfung raumlufttechnischer Anlagen (RLT-Anlage) eine Rolle. Vor deren Durchführung sollte stets eine technische Überprüfung der RLT-Anlage erfolgen, damit gewährleistet ist, dass die Luftfilter dicht sitzen und die Strömungsrichtung (Über- oder Unterdruck) der Anlage korrekt ist.

#### Partikelzahlmessungen

Die Verwendung von Feinstaub- und Schwebstofffiltern (F5–F9 bzw. H11–H15) garantiert eine Zuluft, die bei regelrechter Funktion der RLT-Anlage sehr keimarm ist. Für eine Funktionsprüfung kommt daher der Partikelmessung eine große Rolle zu. Mikroorganismen sind in der Luft überwiegend an Partikel gebunden. Die Partikelmessung ist technisch einfach zu realisieren und liefert ein Untersuchungsergebnis, das unmittelbar beurteilt werden kann. Für die Überprüfung einer 3-stufigen RLT-Anlage mit endständigem Schwebstofffilter ergeben sich rechnerisch aus den Empfehlungen der DGHM (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie) unter Berücksichtigung der aktuell gültigen Normen für Luftfilter die in ■ Tab. 8.14 aufgeführten Grenz- und Richtwerte. Die Messung erfolgt unmittelbar am Zuluftauslass.

Für Anlagen, die nach den Vorgaben der DIN 1946-4:2008-12 geplant und technisch realisiert wurden, ist in der Norm eine maximale Konzentration von 3500 Partikeln  $\geq 0,5 \mu\text{m}^3$  Luft vorgesehen. Die Messung erfolgt in Raummitte in 1,2 m Höhe über der Oberkante des Fertigfußbodens (OKFFB).

■ **Tab. 8.14** Luftpartikelkonzentrationen pro  $\text{m}^3$  (Partikel  $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ). (Adaptiert nach Rüden et al. 1989)

Endständiger Filter	Richtwert	Grenzwert
S-Filter	4000	10.000
R-Filter <sup>a</sup>	40.000	100.000
R-Filter <sup>b</sup>	400.000	1.000.000
H13	6667	16.667
H14	667	1667

<sup>a</sup> Durchlassgrad 0,1 % nach DIN 1946-4:1999-03

<sup>b</sup> Durchlassgrad 2,0 % nach DIN 24184

## Luftkeimzahlmessungen

Bei einer Erhöhung der Partikelzahlen ist davon auszugehen, dass sich vermehrt Mikroorganismen in der Luft befinden, die dann näher quantifiziert werden sollten. Für die Zuluft von RLT-Anlage gelten, gemessen unmittelbar am Luftauslass, für S- und R-Filter und damit auch für die aktuellen H13- und H14-Filter 4 KBE/ $\text{m}^3$  als Richt- und 10 KBE/ $\text{m}^3$  als Grenzwerte (Rüden et al. 1989). Referenzwerte für die allgemeine Beurteilung eines OP-Saals im Ruhezustand, d. h. ohne OP-Betrieb und Personal können

■ **Tab. 8.15** entnommen werden.

## 8.5.2 Wasser: Trinkwasser, Badewasser, Dialysat

### Trinkwasser

Trinkwasser ist nicht keimfrei, muss jedoch so beschaffen sein, dass eine Gefährdung der Nutzer durch pathogene Keime ausgeschlossen werden kann. In der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001 in der Bekanntmachung vom 10.03.2016) sind die in ■ **Tab. 8.16** dargestellten Grenzwerte festgelegt. Die Entnahme erfolgt nach DIN EN ISO 19458. Die Untersuchung muss mindestens jährlich durchgeführt werden.

### Legionellen

Für Trinkwasserinstallationen wurde mit der ersten Änderung der Trinkwasserverordnung im Jahr 2011 erstmals ein technischer Maßnahmenwert von 100 KBE/100 ml *Legionella* spp. eingeführt. Für Hochrisikobereiche in Krankenhäusern gab das Umweltbundesamt 2005 Empfehlungen heraus, die einen Zielwert von 0 KBE/100 ml vorsehen (Umweltbundesamt 2005). Klinisch entscheidend ist in diesen Bereichen jedoch die konsequente Vermeidung des Kontakts mit Trinkwasser, z. B. in der Beatmungspflege oder bei Patienten mit Schluckstörungen und erhöhter Aspirationsgefahr (► **Kap. 22** und **25**).

■ **Tab. 8.15** Bewertung von Luftkeimzahlmessungen. (Adaptiert nach Trautmann et al. 2005)

Art der RLT-Anlage	Luftart	Luftkeimkonzentration [KBE/ $\text{m}^3$ ]	
		Richtwert	Grenzwert
3 Filterstufen	Raumluft in 1 m Höhe (TAV/„laminar airflow“)	10	100
	Raumluft in 1 m Höhe (konventionell, turbulent)	50	500
2 Filterstufen	Raumluft nahe Zuluftauslass	200	1000
	Raumluft	500	2500

TAV turbulenzarme Verdrängungsströmung

■ **Tab. 8.16** Mikrobiologische Anforderungen an das Trinkwasser nach Trinkwasserverordnung 2001 in der Bekanntmachung vom 10.03.2016 in koloniebildenden Einheiten (KBE)

Parameter	Trinkwasser	Trinkwasser zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen (z. B. Trinkbrunnen)
Gesamtkeimzahl bei 22 °C	100/ml	100/ml
Gesamtkeimzahl bei 36 °C	100/ml	20/ml
Coliforme Bakterien	0/100 ml	0/250 ml
<i>Escherichia coli</i>	0/100 ml	0/250 ml
Enterokokken	0/100 ml	0/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	0/250 ml

Die Untersuchung muss nach ISO 11731 und DIN EN ISO 11731 Teil 2 mindestens jährlich unter Berücksichtigung der Empfehlungen des Umweltbundesamtes (2012) durch akkreditierte Probennehmer und Laboratorien erfolgen.

## Badewasser

Neben der Analyse zahlreicher physikalischer und chemischer Parameter muss Badewasser auch mikrobiologisch untersucht werden. Die Anforderungen an Rein- und Beckenwasser sind in einer Norm zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser (DIN 19643-1:2012-11) festgelegt (■ Tab. 8.17).

In Becken, in denen die Temperatur über 23 °C liegt, bzw. wenn Einrichtungen vorhanden sind, bei deren Betrieb Aerosole gebildet werden können, müssen Rein- und Beckenwasser auch auf *Legionella* spp. untersucht werden. Detaillierte Tabellen zur Bewertung unterschiedlicher Legionellenkonzentrationen und zur Einleitung ggf. erforderlicher Maßnahmen sind in DIN 19643-1:2012-11 aufgeführt.

Die Probenahme erfolgt nach DIN EN 19458 und sollte, sofern vom Gesundheitsamt nicht anders festgelegt, in folgenden Abständen durchgeführt werden:

- Becken in geschlossenen Räumen bzw. teilweise im Freien befindliche Becken und Kaltwasserbecken von Saunabetrieben: mindestens monatlich
- Becken im Freien: mindestens 3-mal/ Badesaison, bei schönem Wetter mindestens 2-mal monatlich

## Dialysat

Für die Herstellung von Dialyseflüssigkeiten werden entionisiertes Wasser, das in der Regel mithilfe einer Umkehrosmoseanlage hergestellt wird, sowie Bicarbonat und Säurekonzentrate benötigt. Eine mikrobiologische Untersuchung des Reinwassers/Permeats sowie ggf. in Ringleitungssystemen zur Verfügung gestellter Dialysierflüssigkeiten sollte mindestens halbjährlich durchgeführt werden (■ Tab. 8.18).

■ **Tab. 8.17** Mikrobiologische Anforderungen nach DIN 19643-1:2012-11 an Rein- und Beckenwasser

Parameter	Einheit	Reinwasser Oberer Wert	Beckenwasser Oberer Wert
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KBE/100 ml	0	0
<i>Escherichia coli</i>	KBE/100 ml	0	0
Koloniezahl bei 36±1 °C	KBE/ml	20	100

■ **Tab. 8.18** Mikrobiologische Anforderungen an Dialysierflüssigkeiten. (Adaptiert nach Trautmann et al. 2005)

Gesamtkeimzahl bei 22±2 °C (Direktansatz)	≤100 KBE/ml
Gramnegative Stäbchen bei 36±1 °C (Membranfiltration)	≤1000 KBE/100 ml
Coliforme Bakterien	0 KBE/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 KBE/100 ml
Endotoxin im Reinwasser/Permeat	≤0,25 IU/ml

Zusätzliche Untersuchungen sind bei Inbetriebnahme sowie nach technischen Eingriffen an den flüssigkeitsführenden Komponenten erforderlich. Grundsätzlich sollte Endotoxin im Reinwasser/Permeat analysiert werden. Werden am Dialysegerät vom Hersteller validierte Bakterienfilter verwendet, kann auf eine Endotoxinuntersuchung der Dialysierflüssigkeiten verzichtet werden.

Für die Online-Hämodilution oder Online-Hämodiafiltration sollte ultrareines Wasser verwendet werden. Hierfür gelten nach der Europäischen Pharmakopoe folgende Grenzwerte (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie et al. 2016):

- Gesamtkeimzahl ≤0,1 KBE/ml
- Endotoxin ≤0,03 IU/ml

### 8.5.3 Medizinproduktaufbereitung: Reinigungs- und Desinfektionsgeräte, Sterilisatoren

Geräte zur Medizinproduktaufbereitung werden in der Regel einer jährlichen technisch-physikalischen Validierung unterzogen. Daneben bestehen Möglichkeiten zur Überprüfung der Reinigungsleistung durch entsprechende Prüfkörper und zur mikrobiologischen Untersuchung mittels Bioindikatoren.

#### Endoskope

Nach den Vorgaben der KRINKO-Empfehlung zur Aufbereitung von flexiblen Endoskopen (KRINKO

2012) sollen folgende routinemäßigen Untersuchungen durchgeführt werden:

- Reinigungs- und Desinfektionsgerät für Endoskope (RDG-E): jährliche Wartung und Überprüfung der Leistungsqualifikation („technisch-physikalische Validierung“)
- Endoskope: vierteljährliche Überprüfung jedes eingesetzten Endoskops routinemäßig sowie zusätzlich nach Reparaturen. Verfahren:
  - Durchspülen von Endoskopkanälen mit jeweils 20 ml steriler 0,9 %iger NaCl-Lösung pro Kanal (bei noch feuchtem Endoskop unter Zugabe geeigneter Enthemermlösung zur Inaktivierung von möglicherweise im Endoskop vorhandenen Reinigungs- und Desinfektionslösungen)
  - Abstrich von schwer zugänglichen Stellen am Endoskop, z. B. Distalende oder Albaranhebel, Abstrichtupfer, der mit steriler NaCl-Lösung (0,9 %) befeuchtet wurde
  - Durchziehen eines Schaumstoffstücks durch den Instrumentierkanal („Schwämmchentest“). Der Schwämmchentest sollte vor allem zur optischen Kontrolle des Reinigungsergebnisses herangezogen und nicht als alleinige mikrobiologische Prüfung eingesetzt werden.
  - Eine Untersuchung des Absaugkanals mit Ansaugung der Durchspülflüssigkeit in ein am Gerätestecker zwischengeschaltetes Tracheal-Absaugset ist optional.

- Eine nicht oder nicht sachgerecht durchgeführte Händedesinfektion ist häufig Ursache von Kontaminationen der Proben mit Hautflora.

#### Bewertung/Anforderung:

- Quantifizierung: Richtwert ≤1 KBE/ml Flüssigkeitsprobe
- Kein Nachweis von *Escherichia coli*, anderen *Enterobacteriaceae* oder Enterokokken
- Kein Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*, anderen Pseudomonaden oder Nonfermentern
- Kein Nachweis von hygienerelevanten Erregern wie *Staphylococcus aureus*

- Kein Nachweis von vergrünenden Streptokokken bei Endoskopen zur Bronchoskopie und ERCP (endoskopische retrograde Cholangiopankreatikographie)

## Reinigungs- und Desinfektionsgeräte

Diese Geräte müssen gemäß DIN EN ISO 15883 jährlich physikalisch-technisch validiert werden. Im Rahmen der Validierung wird die Effektivität der Reinigung mithilfe von Bioindikatoren überprüft. Hierfür werden mit *Enterococcus faecium* und Schafblut beschmutzte Schrauben oder Schläuche verwendet. Die Durchführung und Bewertung erfolgt nach DIN EN ISO 15883-5.

## Sterilisatoren

Nach den Vorgaben der KRINKO-Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ (2012) muss eine technisch-physikalische Validierung erfolgen, die durch den Einsatz biologischer Indikatoren nach DIN EN ISO 17665 ergänzt werden kann. Eine mikrobiologische Untersuchung wird daher in der Regel nur noch bei speziellen Fragestellungen durchgeführt.

## Wäsche

Die desinfizierende Wirkung einer Waschmaschine, mit der Krankenhauswäsche aufbereitet wird, sollte mindestens halbjährlich überprüft werden. Dabei werden je Maschine mindestens 5 mit *Enterococcus faecium* kontaminierte Wäscheläppchen zur Schmutzwäsche gegeben und gewaschen.

**Bewertung/Anforderung:** Bei allen Proben muss eine Reduktion um mindestens 5 log<sub>10</sub>-Stufen erfolgen.

## Spülmaschinen

Die Reinigungs- und Desinfektionsleistung von Geschirrspülmaschinen sollte mindestens halbjährlich mithilfe von Edelstahlplättchen, die mit Rinderalbumin, Mucin und Maisstärke (RAMS) sowie *Enterococcus faecium* beschichtet sind, überprüft werden.

In DIN 10510 sind für Mehrtanktransport-Geschirrspülmaschinen zusätzlich Abklatschuntersu-

chungen mithilfe von Rodac-Platten an mindestens 10 gespülten Spülteilen sowie eine Wasseranalyse des letzten Reinigertanks vor der Frischwasserklärspülung nach mindestens 30 min Betriebszeit vorgesehen. In der Praxis ist die Aussagekraft von Abklatschuntersuchungen deutlich eingeschränkt. Wichtig ist, dass das Spülgut optisch sauber ist und die Maschine regelmäßig gereinigt und nach Herstellerangaben gewartet wird. Da das Geschirr nach der letzten Reinigung mit 80 °C heißem Wasser gespült wird, ist ein Keimnachweis in der letzten Reinigerflotte für die Praxis ebenfalls wenig relevant.

### Bewertung/Anforderung:

- Keimreduktion des Prüfkeims um mindestens 5 log<sub>10</sub>-Stufen
- Abklatschuntersuchungen (Rodac): <5 KBE/10 cm<sup>2</sup>
- Wasseranalyse: Trinkwasserqualität nach Trinkwasserverordnung

## Literatur

- ADR (2015) Europäisches Übereinkommen vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B, Verpackungsanweisung P650. BGBl II, S. 504
- Albrich WC, Harbarth S (2015) Pros and cons of using biomarkers versus clinical decisions in start and stop for antibiotics in the critical care setting. *Intensive Care Med* 41(10):1739–1751
- Bouadma L, Luyt CE, Tubach F et al. (2010) Use of procalcitonin to reduce patients' exposure to antibiotics in intensive care units (PRORATA trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 375:463–474
- Dalhoff K, Abele-Horn M, Andreas S et al. (2012) S3-Leitlinie Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten mit nosokomialer Pneumonie. AWMF-Registernummer 020/013. [www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-013.html](http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-013.html)
- Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie, Verband Deutscher Nierenzentren der DDnÄ, Gesellschaft für Pädiatrische Nephrologie (2016) Aktueller Dialysestandard, Fassung vom 23.03.2016. [www.dgfn.eu/aerzte/dialysestandard.html](http://www.dgfn.eu/aerzte/dialysestandard.html)
- Ewig S, Höffken G, Kern WV et al. (2016) S3-Leitlinie Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie und Prävention – Update 2016. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-020.html>
- Gatermann S, Fünfstück R, Handrick W et al. (2005) MiQ 2, Harnwegsinfektionen. In: Mauch H, Podbielski A, Herrmann M (Hrsg.) Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ). München: Elsevier

- Höffken G, Lorenz J, Kern W et al. (2009) Epidemiologie, Diagnostik, antimikrobielle Therapie und Management von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbenen unteren Atemwegsinfektionen sowie ambulant erworbener Pneumonie – Update 2009. *Pneumologie* 63(10):e1–e68.
- Khare R, Espy MJ, Cebelinski E et al. (2014) Comparative Evaluation of Two Commercial Multiplex Panels for Detection of Gastrointestinal Pathogens by Use of Clinical Stool Specimens. *J Clin Microbiol* 52(10): 3667–3673
- Kist M, Ackermann A, Autenrieth IB et al. (2013) MiQ 9 2. Auflage, Gastrointestinale Infektionen. In: Podbielski A, Abele-Horn M, Herrmann M, Kniehl E, Mauch H und Rüssmann H (Hrsg.) Qualitätsstandards in der mikrobiologisch-infektiologischen Diagnostik im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), (MiQ). München: Elsevier, Urban & Fischer
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2011) Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen. *Bundesgesundheitsbl* 54: 1135–44
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO), Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2012) Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. *Bundesgesundheitsbl* 55: 1244–1310
- Livermore DM, Winstanley TG, Shannon KP (2001) Interpretative reading: recognizing the unusual and inferring resistance mechanisms from resistance phenotypes. *J Antimicrob Chemother* 48, Suppl. S1: 87–102
- Maki DG, Weise CE, Sarafin HW (1977) A Semiquantitative Culture Method for Identifying Intravenous-Catheter-Related Infection. *N Engl J Med* 296: 1305–1309
- Mellmann A, Harmsen D (2009) Molekulare Diagnostik: Typisierung von Mikroorganismen. In: Neumeister B, Geiss HK, Braun RW et al. (Hrsg.) *Mikrobiologische Diagnostik*. Stuttgart: Thieme, S. 247–258
- Nobre V, Harbarth S, Graf JD et al. (2008) Use of Procalcitonin to Shorten Antibiotic Treatment Duration in Septic Patients. *Am J Respir Crit Care Med* 177: 498–505
- Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme (PIC/S) (2009) Guide to Good Manufacturing Practice for Medicinal Products Annexes, PE 009–9 (Annexes). [www.picscheme.org](http://www.picscheme.org)
- Povoa P (2002) C-reactive Protein: a valuable marker of sepsis. *Intensive Care Med* 28: 235–243
- Reischl U, Drosten C, Geißdörfer W et al. (2011) MiQ 1, Nukleinsäure-Amplifikationstechniken (NAT). In: Podbielski A, Herrmann M, Kniehl E et al. (Hrsg.) *Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ)*. München: Elsevier
- Rüden H et al.; Kommission für Krankenhaus- und Praxishygiene der Sektion Hygiene und Gesundheitswesen (III) der DGHM (1989) Hygienische Abnahmeprüfung und hygienische Kontrollen nach DIN 1946 Teil 4 Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern (1988). *Bundesgesundhbl* (6): 239–241
- Schoerner C, Abele-Horn M, Albert F et al. (2009) MiQ 30, Qualitätsmanagement im Medizinisch-mikrobiologischen Laboratorium. In: Podbielski A, Herrmann M, Kniehl E et al. (Hrsg.) *Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ)*. München: Elsevier
- Schuetz P, Müller B, Christ-Crain M et al. (2012) Procalcitonin to initiate or discontinue antibiotics in acute respiratory tract infections. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 9. Art. No.: CD007498. DOI: [10.1002/14651858.CD007498.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD007498.pub2).
- Sommer F, Elias J, Griese M et al. (2010) MiQ 7 und 8, Infektionen der tiefen Atemwege Teil I und II. In: Podbielski A, Herrmann M, Kniehl E et al. (Hrsg.) *Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ)*. München: Elsevier
- Thomas L (2008) *Labor und Diagnose*, 7. Aufl. Frankfurt/Main: TH-Books
- Trautmann M, Christiansen B, Häfner H et al. (2005) MiQ 22 und 23, Krankenhaushygienische Untersuchungen. In: Mauch H, Podbielski A, Herrmann M (Hrsg.) *Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ)*. München: Elsevier
- Umweltbundesamt (2012) Systemische Untersuchung von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung: Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission. [www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/internet-legionellen-empfehlung.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/internet-legionellen-empfehlung.pdf)
- VHD (Vereinigung der Hygienefachkräfte der Bundesrepublik Deutschland e. V.) (2005) Checkliste hygienerelevanter Umgebungsuntersuchungen. [www.die-vhd.de](http://www.die-vhd.de)
- Umweltbundesamt (2005) Empfehlungen des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit: Periodische Untersuchung auf Legionellen in zentralen Erwärmanlagen der Hausinstallation. *Bundesgesundheitsbl* 49: 667–700

# Antibiotika-Stewardship

*E. Meyer*

- 9.1 Aktuelle Empfehlungen – 198
- 9.2 Lokale Resistenzlage und Patientenstruktur – 206
- 9.3 Messung und Bewertung des Antibiotikaverbrauchs – 207
- 9.4 Bewertung der Resistenzstatistik – 209
- 9.5 Steuerungsinstrumente – 210
- 9.6 Antiinfektiva – 213
- Literatur – 219

## Zusammenfassung

Mit Antibiotika-Stewardship („antibiotic stewardship“, ABS) ist ein programmatisches, nachhaltiges Bemühen einer medizinischen Institution um Verbesserung und Sicherstellung einer rationalen Antiinfektivaverordnungspraxis gemeint. Darunter werden Strategien bzw. Maßnahmen verstanden, die die Qualität der Antiinfektivabehandlung bezüglich Auswahl, Dosierung, Applikation und Anwendungsdauer sichern, um das beste klinische Behandlungsergebnis unter Beachtung einer minimalen Toxizität für den Patienten zu erreichen ([www.antibioticstewardship.de/cms/](http://www.antibioticstewardship.de/cms/)).

Unter ABS ist also nicht nur die Erstellung von Leitlinien für die Therapie oder die Diagnose von Infektionserkrankungen zu verstehen, sondern auch deren Umsetzung im Einzelnen, also die Strategien zum rationalen Einsatz von Antiinfektiva.

„Leitlinien sind systematisch entwickelte Aussagen, die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergeben, um die Entscheidungsfindung von Ärzten und Patienten für eine angemessene Versorgung bei spezifischen Gesundheitsproblemen zu unterstützen. Leitlinien sind wichtige und effektive Instrumente der Qualitätsentwicklung im Gesundheitswesen. Ihr vorrangiges Ziel ist die Verbesserung der medizinischen Versorgung durch die Vermittlung von aktuellem Wissen.“

Leitlinien unterscheiden sich von anderen Quellen aufbereiteten Wissens (Evidenzberichte, Systematic Reviews, Health Technology Assessments mit oder ohne Metaanalysen) durch die Formulierung von klaren Handlungsempfehlungen, in die auch eine klinische Wertung der Aussagekraft und Anwendbarkeit von Studienergebnissen eingeht.

Leitlinien sind als „Handlungs- und Entscheidungskorridore“ zu verstehen, von denen in begründeten Fällen abgewichen werden kann oder sogar muss. Die Anwendbarkeit einer Leitlinie oder einzelner Leitlinienempfehlungen muss in der individuellen Situation geprüft werden nach dem Prinzip der Indikationsstellung, Beratung, Präferenzermittlung und partizipativen Entscheidungsfindung.“ ([www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk/einfuehrung.html](http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk/einfuehrung.html))

## 9

### 9.1 Aktuelle Empfehlungen

In einem Positionspapier stellt die Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie (Kommission ART) beim Robert Koch-Institut 2015 fest: „Im AWMF-Register sind mit Bezug zur Infektionsmedizin derzeit 28 angemeldete Leitlinien und 164 aktuelle Leitlinien gelistet. Ca. 49 % der gültigen Leitlinien entsprechen S1-Empfehlungen von Expertengruppen mit unterschiedlicher Qualität hinsichtlich Praktikabilität und Umsetzbarkeit bei Diagnose und Behandlung von Infektionserkrankungen; 16,5 % der gültigen Leitlinien sind qualitativ anspruchsvolle, evidenzbasierte S3-Leitlinien. Von den aktuellen Leitlinien sind 51 abgelaufen, sodass derzeit nur auf 113 formal gültige Leitlinien für die Infektionsmedizin zugegriffen werden kann. Zu den ungültigen Leitlinien gehören derzeit auch medizinisch wichtige Leitlinien zur Sepsis und Harnwegsinfektion. Diese Leitlinien garantieren nicht mehr zuverlässig die medizinischen Standards und haben daher nur noch Informations- und keinen Empfehlungscharakter“ (RKI 2015). Wichtigste Leitlinien zu Sepsis, ambulant erworbene Pneumonie, Harnwegsinfektion und spontan bakterieller Peritonitis führen wir – mit dieser Einschränkung – im Folgenden auf.

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) schreibt:

➤ **Leitlinien sind ein Handlungs- und Entscheidungskorridor, von den in begründeten Einzelfällen abgewichen werden kann oder muss.**

Nach dem System der AWMF werden Leitlinien in drei Entwicklungsstufen von S1 bis S3 entwickelt und klassifiziert, wobei S3 die höchste Qualitätsstufe der Entwicklungsmethodik ist (■ Tab. 9.1):

- S1: von einer Expertengruppe im informellen Konsens erarbeitet
- S2: eine formale Konsensfindung (S2k) oder eine systematische „Evidenzrecherche“ (S2e) hat stattgefunden
- S3: Leitlinie mit zusätzlichen/allen Elementen einer systematischen Entwicklung (Logik-, Entscheidungs- und Outcome-Analyse, Bewertung der klinischen Relevanz wissenschaftlicher Studien und regelmäßige Überprüfung).

**Tab. 9.1** Evidenzgrade von S3-Leitlinien der AWMF

Empfehlungsgrad	Abwägung des Nutzens gegen Risiko/Aufwand	Evidenzbewertung
1: „Soll“ oder „Soll nicht“		
1A: starke Empfehlung, hohe Evidenz	Erwünschte Effekte überwiegen eindeutig die Risiken bzw. den Zusatzaufwand oder umgekehrt	Konsistente Evidenz aus RCT ohne methodische Schwächen oder außergewöhnlich starke Evidenz aus Beobachtungsstudien
1B: starke Empfehlung, moderate Evidenz		Evidenz aus RCT mit methodischen Limitationen oder überzeugende Evidenz aus Beobachtungsstudien
1C: starke Empfehlung, schwache oder sehr schwache Evidenz		Evidenz für wenigstens einen zentralen Outcome-Parameter aus Beobachtungsstudien, Fallserien oder methodisch stark limitierten RCT
2: „Sollte“ oder „Sollte nicht“		
2A: schwache Empfehlung, hohe Evidenz	Erwünschte Effekte überwiegen vermutlich die Risiken oder den Zusatzaufwand oder umgekehrt	Konsistente Evidenz aus RCT ohne methodische Schwächen oder außergewöhnlich starke Evidenz aus Beobachtungsstudien
2B: schwache Empfehlung, moderate Evidenz		Evidenz aus RCT mit methodischen Limitationen oder überzeugende Evidenz aus Beobachtungsstudien
2C: schwache Empfehlung, schwache oder sehr schwache Evidenz		Evidenz für wenigstens einen zentralen Outcome-Parameter aus Beobachtungsstudien, Fallserien oder methodisch stark limitierten RCT
3: „Kann“ oder „Kann nicht“ Keine Empfehlung	Kein ausreichender Anhalt für überwiegenden Nutzen oder überwiegendes Risiko der Intervention	Keine Evidenz für Überlegenheit oder Unterlegenheit der Intervention
RCT „randomized controlled trial“		

### 9.1.1 Sepsis

Die Revision der S2k-Leitlinie „Prävention, Diagnose, Therapie und Nachsorge der Sepsis“ von 2010 (gültig bis 2/2015) umfasst insgesamt 105 Empfehlungen zu Prophylaxe, Diagnose und Therapie der Sepsis. Unter Punkt 6 wird die kausale Therapie behandelt, hier finden sich sowohl Empfehlungen zur Fokussanierung als auch zur antimikrobiellen Therapie. Diese sind im Folgenden im Wortlaut mit Kommentaren wiedergegeben:

Trotz einer Vielzahl verbesserter supportiver und adjunktiver Therapiemaßnahmen hat sich an der

hohen Letalität und Morbidität, welche der schweren Sepsis und des septischen Schocks geschuldet sind, innerhalb der letzten 20 Jahre wenig geändert. Grund hierfür sind vor allem Defizite in der frühzeitigen Diagnose, der – wenn immer möglichen – chirurgischen Herdsanierung und/oder der antimikrobiellen Therapie des Infektionsfokus. Einer weltweit steigenden Resistenzentwicklung der wichtigsten Infektionserreger gegenüber allen gängigen Antibiotika einerseits, steht andererseits keine vergleichbare Entwicklung neuer antiinfektiver Substanzen gegenüber.

Vor allem im Bereich gramnegativer Problem-  
infektionen mit Non-Fermentern wie *Pseudomonas*

*aeruginosa* sind auf absehbare Zeit keine neuen Substanzen zu erwarten. Schwerpunkt der gegenwärtigen klinischen Versorgung und Forschung müssen daher präventive Maßnahmen und die Optimierung der antimikrobiellen diagnostischen und therapeutischen Strategien darstellen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei eine breite, hoch dosierte, frühzeitig applizierte Initialtherapie, eine klinisch und an molekularen Markern orientierte Deeskalationsstrategie und eine – mit Ausnahmen – auf 7–10 Tage begrenzte Therapiedauer. Einer engen Zusammenarbeit zwischen Mikrobiologie, Hygiene und klinischer Infektiologie kommt in Anbetracht der dramatischen infektiologischen Probleme der Zukunft eine entscheidende Bedeutung zu.

Zur antimikrobiellen Therapie von Patienten mit schwerer Sepsis liegen keine Ergebnisse aus prospektiven randomisierten, kontrollierten Therapiestudien vor. Grund hierfür ist, dass diese Patienten aufgrund der hohen Letalität in den Zulassungsstudien neuer antimikrobieller Substanzen bisher ausgeschlossen wurden. Wichtige Fragen zur Sepsistherapie können dadurch leider nicht beantwortet werden. In den Statistiken internationaler Surveillance-Systeme werden als potenzielle nosokomiale Sepsisquellen vor allem Katheter- und Wundinfektionen, Urogenitalinfektionen und Pneumonien aufgeführt. Mit einer substanziellen Steigerung der Letalität sind allerdings im Wesentlichen die pneumonische, abdominale und durch Haut-/Weichteilinfektionen verursachte Sepsis assoziiert, da diese Infektionen häufiger mit Organdysfunktionen und damit schweren Verläufen der Sepsis einhergehen.

Die Bedeutung des Infektionsortes für die Prognose und die Einschätzung der Erregerepidemiologie müssen bei der Planung einer kalkulierten antimikrobiellen Therapie berücksichtigt werden. Die infektionsepidemiologische Variabilität ist allerdings hoch. Nicht nur zwischen verschiedenen Ländern und Regionen, sondern sogar zwischen Krankenhäusern derselben Stadt oder verschiedenen Intensivstationen desselben Hauses kann es erhebliche Unterschiede hinsichtlich der wichtigsten Erreger und Resistenzen geben. Erreger- und Resistenzstatistiken sollten daher für jede Station eines Krankenhauses einzeln erfasst und in regelmäßigen Abständen kommuniziert werden.

- Es wird empfohlen, eine antimikrobielle Therapie nach Abnahme von Blutkulturen, jedoch frühest möglich (innerhalb 1 h) nach

Diagnosestellung der Sepsis zu verabreichen. (Empfehlung Grad B, Evidenzgrad 1C)

- Kommentar: Eine frühzeitige intravenös verabreichte kalkulierte, am individuellen Risikoprofil des Patienten und am intensivstationsspezifischen mikrobiologischen Resistenzmuster ausgerichtete antimikrobielle Therapie reduziert die Letalität bei Patienten mit gramnegativer und grampositiver Bakteriämie, Fungämie und Sepsis.
- Es wird empfohlen, das gewählte antimikrobielle Regime alle 48–72 h anhand klinischer und mikrobiologischer Kriterien neu zu evaluieren, um das antimikrobielle Spektrum zu verengen und damit das Risiko von Resistenzen, die Toxizität und die Kosten zu verringern. (Empfehlung Grad E, Evidenzgrad 5: Expertenmeinung)
- Falls eine Infektion nach klinischen und/oder mikrobiologischen Kriterien nicht bestätigt werden kann, wird empfohlen, die antimikrobielle Behandlung einzustellen. (Empfehlung Grad E, Evidenzgrad 5: Expertenmeinung)
- Es wird empfohlen, die Dauer der antimikrobiellen Therapie nach der klinischen Reaktion auszurichten, im Allgemeinen ist eine Therapiedauer länger als 7–10 Tage nicht erforderlich. (Empfehlung Grad C, Evidenzgrad 2B)
- Es wird empfohlen, ein *Pseudomonas*-wirksames Antibiotikum anzuwenden (Ureidopenicilline, Piperacillin) oder Cephalosporine der 3. oder 4. Generation (Ceftazidim oder Cefepim) oder Carbapeneme (Imipenem oder Meropenem) unter Berücksichtigung lokaler Resistenzmuster einzusetzen. (Empfehlung Grad E, Evidenzgrad 5: Expertenmeinung)
- Kommentar: Die Überlegenheit einer Kombinationstherapie mit einem Aminoglykosid konnte nicht belegt werden, wobei die Datenlage zur *Pseudomonas*-Sepsis nicht ausreicht und für die Kombination  $\beta$ -Laktam-Antibiotika plus Fluorchinolone außer einer negativen Studie bei VAP-Patienten („ventilator associated pneumonia“) ebenfalls keine verlässlichen Daten vorliegen. Fluorchinolone sollten aufgrund der steigenden Resistenzlage bei *Enterobacteriaceae* und *Pseudomonas* als Monotherapie

nicht verwendet werden. Ceftazidim muss mit einer Substanz im grampositiven Wirkungsbereich kombiniert werden.

- Bei dringendem Verdacht auf eine MRSA-Infektion wird empfohlen, eine MRSA-wirksame Therapie mit Linezolid bzw. Daptomycin (letzteres bei schweren Haut-, Weichteilinfektionen bzw. MRSA-Bakteriämie unklarer Genese) einzuleiten. (Empfehlung Grad E, Evidenzgrad 5: Expertenmeinung)
  - Kommentar: Für eine Kombinationstherapie mit Fosfomycin oder Rifampicin fehlen leider klinische Studien. Fusidinsäure steht Deutschland nicht zur Verfügung. Auch zur Kombinationstherapie mit Linezolid gibt es keine verlässlichen Daten. Für schwere Haut- und Weichteilinfektionen und eine MRSA-Bakteriämie unklarer Genese liegen Daten für Daptomycin vor. Tigecyclin ist für intraabdominelle Infektionen und schwere Haut- und Weichteilinfektionen zugelassen. Es existieren aber Fallberichte zu septischen Patienten.
- Bei pulmonalen MRSA-Infektionen wird eine Glykopeptidmonotherapie nicht empfohlen, da Glykopeptide aufgrund ihrer Molekülgröße schlecht in das Gewebe penetrieren. (Empfehlung Grad C, Evidenzgrad 2B)
  - Kommentar: Aus klinischer Sicht stehen außer Glykopeptiden und Linezolid keine in klinischen Studien geprüften Substanzen für die MRSA-Pneumonie zur Verfügung. Linezolid war in einer Studie zwar etwas vorteilhafter, in einer anderen im primären Endpunkt Vancomycin jedoch nicht überlegen. Grundsätzlich stehen daher zur Therapie der MRSA-Pneumonie nur Glykopeptide und Linezolid zur Verfügung.
- Bei gesicherten pulmonalen MRSA-Infektionen sowie Haut- und Weichteilinfektionen wird eine Linezolidbehandlung empfohlen, welche einer Vancomycin-Monotherapie überlegen ist. (Empfehlung Grad C, Evidenzgrad 2B)
  - Kommentar: Glykopeptide penetrieren aufgrund ihrer Molekülgröße schlecht in das Gewebe. Ob bei anderen Infektionen mit MRSA, z. B. intraabdominellen, eine Glykopeptidmonotherapie empfohlen werden

kann, ist nicht untersucht. Die Kombinationstherapie von Vancomycin mit Rifampicin zeigte in einer kleinen, nichtrandomisierten Studien bei Verbrennungspatienten eine gegenüber Vancomycin überlegene Wirkung. Zur Kombination von Vancomycin und Fosfomycin gibt es nur In-vitro-Daten. Für die Kombination Teicoplanin und Rifampicin existiert nur eine Fallserie, die Wirksamkeit und Sicherheit nahelegt. In einzelnen Fallserien wurde die Kombination aus Rifampicin und Fusidinsäure angewendet. Fusidinsäure ist jedoch inzwischen ebenfalls durch Resistenzprobleme belastet.

- Bei Sepsis infolge einer ambulant erworbenen Pneumonie wird eine Kombination aus  $\beta$ -Laktam-Antibiotikum und Makrolid empfohlen. (Empfehlung Grad B, Evidenzgrad 1B)
- Eine antimykotische Therapie bei Candidämie wird empfohlen. (Empfehlung Grad C, Evidenzgrad 2B)
- Es wird nicht empfohlen, Antimykotika bei nicht neutropenischen, nicht immunsupprimierten Patienten routinemäßig als kalkulierte Therapie bei schwerer Sepsis oder septischem Schock einzusetzen. (Empfehlung Grad E, Evidenzgrad 5: Expertenmeinung)
  - Kommentar: Die niedrige Inzidenz von invasiven Candida-Infektionen auf Intensivstationen bei gleichzeitiger Gefahr der Resistenzentwicklung rechtfertigt den kalkulierten Einsatz von Antimykotika nicht. Bei neutropenischen Patienten sollten Antimykotika bei unklarem Fieber dann eingesetzt werden, wenn eine kalkulierte Antibiotikatherapie nach 72–96 h erfolglos war und der klinische Zustand des Patienten sich verschlechtert.

### 9.1.2 Ambulant erworbene Pneumonie (CAP)

Die Behandlung der ambulant erworbenen Pneumonie (CAP) regelt die S3-Leitlinie „Epidemiologie, Diagnostik, antimikrobielle Therapie und Management von erwachsenen Patienten mit ambulant

erworbenen unteren Atemwegsinfektionen sowie ambulant erworbener Pneumonie“ aus dem Jahr 2015 (gültig bis 12/2020). Die häufigsten Erreger sind *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, Influenzaviren während der Saison und bei Patienten <60 Jahre *M. pneumoniae*. Selten (<5 %) sind *Legionella* spp., *Chlamydo-phila* spp. und im Sommer *Coxiella burnetii*. Pneumokokken sind konsistent die häufigsten Erreger; somit muss jede kalkulierte Therapie diese umfassen.

Der einfach zu erhebende CRB-65-Score („confusion, respiratory rate, blood pressure“, Alter ≥65 Jahre) ermöglicht es, Patienten mit erhöhtem Sterblichkeitsrisiko, die stationär behandelt werden sollten, zu identifizieren. Beim CRB-65-Score wird das Vorliegen der in ■ Tab. 9.2 aufgeführten Kriterien geprüft. Die Empfehlungen zu empirischen Therapie bei ambulant erworbener Pneumonie zeigt ■ Tab. 9.3.

■ Tab. 9.2 Risikostratifizierung nach CRB-65. Für jedes erfüllte Kriterium wird 1 Punkt vergeben.

Kriterium		Punkte
Pneumonieassoziierte Bewusstseinstörung		
Atemfrequenz ≥30/min		
Diastolischer Blutdruck ≤60 mmHg oder systolischer Blutdruck <90 mmHg		
Alter ≥65 Jahre		
3 Risikoklassen mit entsprechenden Managementempfehlungen		
CRB-65 = 0	Leichtgradige CAP (Letalität ca. 1–3 %)	Ambulante Therapie
CRB-65 = 1–2	Mittelschwere CAP (Letalität ca. 8–10 %)	Normalstation
CRB-65 = 3–4	Schwergradige CAP (Letalität ca. 25–35 %)	Intensivierte Überwachung

■ Tab. 9.3 Empfehlungen zu empirischen Therapie bei ambulant erworbener Pneumonie. Bei vorausgegangener Antibiotikatherapie wird ein Wechsel der zuletzt verwendeten Substanzklasse empfohlen.

Risikogruppe	Primärtherapie		Alternativtherapie	
Ambulant: leichte Pneumonie ohne Komorbidität (orale Therapie)	Amoxicillin	>70 kg: 3-mal 1 g p.o. <70 kg: 3-mal 0,75 g p.o.	Azithromycin	1-mal 500 mg p.o./3 Tage
			Clarithromycin	2-mal 500 mg p.o.
			Doxycyclin	1-mal 200 mg p.o.
			Moxifloxacin Levofloxacin	1-mal 500 mg p.o. 1–2-mal 500 mg p.o.
Ambulant: leichte Pneumonie mit Komorbidität (orale Therapie), chronische Herzinsuffizienz, ZNS-Erkrankungen mit Schluckstörungen, schwere COPD, Bronchiektasen, Bettlägerigkeit, PEG	Amoxicillin/ Clavulansäure	2-mal 875/125 mg p.o.	Levofloxacin	1–2-mal 500 mg p.o.
			Moxifloxacin	1-mal 400 mg p.o.

■ Tab. 9.3 Fortsetzung

Risikogruppe	Primärtherapie		Alternativtherapie	
Normalstation: mittelschwere Pneu- monie (in der Regel Sequenztherapie)	<i>Jeweils +/- Makrolid für 3 Tage:</i>			
	Amoxicillin/ Clavulansäure	3-mal 2,2 g i.v.	Levofloxacin	1–2-mal 500 mg i.v.
	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g i.v.	Moxifloxacin	1-mal 400 mg i.v.
	Cefuroxim	3-mal 1,5 g i.v.		
	Ceftriaxon	1-mal 2 g i.v.		
	Cefotaxim	3-mal 2 g i.v.		
Intensivstation (i.v. Thera- pie): schwere Pneumonie	<i>Jeweils + Makrolid für 3 Tage:</i>		Levofloxacin	1–2-mal 500 mg i.v.
	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g i.v.	Moxifloxacin	1-mal 400 mg i.v.
	Ceftriaxon	1-mal 2 g i.v.		
	Cefotaxim	3-mal 2 g i.v.		

Therapiedauer: Die antibiotische Therapie bei leichter und mittelschwerer CAP kann 48–72 Stunden nach klinischer Besserung mit Entfieberung, frühestens nach fünf Tagen beendet werden. Eine Therapiedauer von mehr als sieben Tagen ist im Regelfall nicht erforderlich.

9.1.3 Harnwegsinfektion

Die S3-Leitlinie „Epidemiologie, Diagnostik, Therapie und Management unkomplizierter bakterieller ambulant erworbener Harnwegsinfektionen bei erwachsenen Patienten“ stammt aus dem Jahr 2010 (gültig bis 6/2015). Häufigster Erreger unkomplizierter

Harnwegsinfektion ist demnach *Escherichia coli*, gefolgt von *Staphylococcus saprophyticus*, *Klebsiella pneumoniae* und *Proteus mirabilis*. Andere Erreger sind selten. Die Urindiagnostik bei unkomplizierter Zystitis ist in ■ Tab. 9.4 dargestellt, die empfohlene Kurzzeittherapie bei ansonsten gesunden Frauen in der Prämenopause zeigt ■ Tab. 9.5.

■ Tab. 9.4 Urindiagnostik bei unkomplizierter Zystitis

Patientengruppe	Urin-Screening	Stix	Mikrobiologie <sup>a</sup>
Postmenopausale, gesunde Frauen, nicht schwanger	Nein	Nein	Nur bei Zystitis
Schwangere, gesunde Frauen	Ja (?)	Nein	Ja
Postmenopausale, gesunde Frauen	Nein	Nein	Nur bei rezidivierender Zystitis
Patienten mit Diabetes mellitus und stabiler Stoffwechsellage, ansonsten gesund	Nein	Nein	Nur bei rezidivierender Zystitis

<sup>a</sup> Quantitative Kultur, Antibiogramm

■ **Tab. 9.5** Empfohlene empirische Kurzzeittherapie der unkomplizierten Zystitis bei ansonsten gesunden Frauen (keine Risikofaktoren) in der Prämenopause

Substanz	Tagesdosierung	Dauer
Mittel der ersten Wahl (A)		
Fosfomycin-Trometamol	1-mal 3.000 mg	1 Tag
Nitrofurantoin	4-mal 50 mg	7 Tage
Nitrofurantoin RT	2-mal 100 mg	5 Tage
Pivmecillinam	3-mal 400 mg	3 Tage
Mittel der zweiten Wahl (B)		
Ciprofloxacin	2-mal 250 mg	3 Tage
Ciprofloxacin RT	1-mal 500 mg	
Levofloxacin	1-mal 250 mg	
Norfloxacin	2-mal 400 mg	
Ofloxacin	2-mal 200 mg	
Cefpodoximproxetil	2-mal 100 mg	
Bei Kenntnis der lokalen Resistenzsituation ( <i>Escherichia-coli</i> -Resistenz <20 %) (B)		
Cotrimoxazol	2-mal 160/800 mg	5 Tage
Trimethoprim	2-mal 200 mg	
RT Retardform (= makrokristalline Form)		

Die empfohlene orale Antibiotikatherapie der unkomplizierten Pyelonephritis bei ansonsten gesunden Frauen in der Prämenopause ist in ■ [Tab. 9.6](#) dargestellt. Die initiale Therapie bei schweren Verlaufsformen zeigt ■ [Tab. 9.7](#). Nach klinischer Besserung kann bei Erregerempfindlichkeit eine orale Sequenztherapie mit einem in ■ [Tab. 9.6](#) genannten oralen Therapieregime eingeleitet werden. Die Gesamttherapiedauer beträgt 1–2 Wochen, daher wird für die parenteralen Antibiotika keine Therapiedauer angegeben.

#### 9.1.4 Spontan bakterielle Peritonitis (SBP)

Die Behandlung der spontan bakteriellen Peritonitis regelt die S3-Leitlinie „Aszites, spontan bakterielle Peritonitis, hepatorenales Syndrom“ aus dem Jahr 2012 (gültig bis 4/2016).

Unmittelbar nach Diagnosestellung einer spontan bakteriellen Peritonitis (SBP) soll eine empirische Antibiotikatherapie eingeleitet werden. Eine ambulante unkomplizierte Erstmanifestation einer SBP kann mittels Chinolon p.o. behandelt werden. Alle anderen SBP-Formen sollen in erster Linie mit Cephalosporinen der Gruppe 3a (z. B. Ceftriaxon, Cefotaxim) therapiert werden. Eine Abweichung hiervon kann in Abhängigkeit von der lokalen Resistenzlage, insbesondere im Fall einer nosokomialen Infektion oder bei Bestehen einer antibiotischen Vorbehandlung, erfolgen.

➤ Der Erfolg der Antibiotikatherapie der SBP sollte klinisch sowie mittels diagnostischer Kontrollpunktion des Aszites ca. 48 h nach Beginn der Therapie beurteilt werden.

**Tab. 9.6** Empfohlene empirische Antibiotikatherapie der unkomplizierten Pyelonephritis bei ansonsten gesunden Frauen (keine Risikofaktoren) in der Prämenopause. Orale Therapie bei leichten bis moderaten Verlaufsformen

Substanz	Tagesdosis	Dauer
Mittel der ersten Wahl (A) <sup>a</sup>		
Ciprofloxacin <sup>b</sup>	2-mal 500–750 mg	7–10 Tage
Ciprofloxacin RT	1-mal 1.000 mg	7–10 Tage
Levofloxacin <sup>b</sup>	1-mal (250–) 500 mg	7–10 Tage
Levofloxacin	1-mal 750 mg	5 Tage
Mittel der zweiten Wahl (B; gleiche klinische Effektivität, mikrobiologisch nicht gleichwertig mit Fluorchinolonen)		
Cefpodoximproxetil	2-mal 200 mg	10 Tage
Ceftibuten	1-mal 400 mg	
Bei bekannter Erregerempfindlichkeit (B; nicht zur empirischen Therapie)		
Cotrimoxazol	2-mal 160/800 mg	14 Tage
Amoxicillin/Clavulansäure <sup>c,d</sup>	2-mal 0,875/0,125 g	
	3-mal 0,5/0,125 g	

RT Retardform

<sup>a</sup> Falls *Escherichia coli*-Resistenz <10 %

<sup>b</sup> Niedrige Dosierung untersucht, hohe Dosierung von Experten empfohlen

<sup>c</sup> Nicht bei akuter unkomplizierter Pyelonephritis als Monosubstanz untersucht

<sup>d</sup> Vorzugsweise für grampositive Erreger

**Tab. 9.7** Initiale parenterale Therapie bei schweren Verlaufsformen der Pyelonephritis

Substanz	Tagesdosis
Mittel der ersten Wahl (A) <sup>a</sup>	
Ciprofloxacin	2-mal 400 mg
Levofloxacin <sup>b</sup>	2-mal (250–) 500 mg
Levofloxacin	1-mal 750 mg
Mittel der zweiten Wahl (B)	
Cefepim <sup>b,c</sup>	2-mal 1–2 g
Ceftazidim <sup>d</sup>	3-mal 1–2 g
Ceftriaxon <sup>b,c</sup>	1-mal 1–2 g
Cefotaxim <sup>d</sup>	3-mal 2 g
Cefepim <sup>b,c</sup>	2-mal 1–2 g
Ceftazidim <sup>5</sup>	3-mal 1–2 g
Ceftriaxon <sup>b,c</sup>	1-mal 1–2 g
Cefotaxim <sup>d</sup>	3-mal 2 g
Amoxicillin/Clavulansäure <sup>d,e</sup>	3-mal 1 g/3-mal 0,2 g
Ampicillin/Sulbactam <sup>d,e</sup>	3-mal 1 g/3-mal 0,5 g

■ Tab. 9.7 Fortsetzung

Substanz	Tagesdosis
Piperacillin/Tazobactam <sup>b,c</sup>	3-mal 2–4 g/3-mal 0,5 g
Amikacin	1-mal 15 mg/kg KG
Gentamicin	1-mal 5 mg/kg KG
Doripenem <sup>c,f</sup>	3-mal 0,5 g
Ertapenem <sup>c,f</sup>	1-mal 1 g
Imipenem/Cilastatin <sup>c,f</sup>	3-mal 0,5 g/3-mal 0,5 g
Meropenem <sup>c,f,g</sup>	3-mal 1 g

<sup>a</sup> Falls *Escherichia coli*-Resistenz <10 %

<sup>b</sup> Niedrige Dosierung untersucht, hohe Dosierung von Experten empfohlen

<sup>c</sup> Gleiches Protokoll für akute unkomplizierte Pyelonephritis und komplizierter Harnwegsinfektionen (Stratifikation nicht immer möglich)

<sup>d</sup> Nicht bei akuter unkomplizierter Pyelonephritis als Monosubstanz untersucht

<sup>e</sup> Vorzugsweise für grampositive Erreger

<sup>f</sup> Nur bei ESBL-Resistenzen >10 %

<sup>g</sup> Nur hohe Dosierung untersucht

## 9.2 Lokale Resistenzlage und Patientenstruktur

Antinfektiva und speziell Antibiotika haben die Therapie von Infektionskrankheiten revolutioniert. Gleichzeitig sind Antibiotika – anders als andere Medikamente – Substanzen, die sich durch ihren Gebrauch selbst verbrauchen und resistente Bakterien selektionieren. Die häufigsten Fehler bei der Antibiotikatherapie, die das Risiko für eine Resistenzentwicklung deutlich erhöhen sind:

- Zu oft
- Zu wenig
- Zu lange
- Falsches Antibiotikum
- Ungezielte Therapie
- Fehlende Deeskalation

Antibiotika können entweder gezielt eingesetzt werden, d. h. nach Erregernachweis und Resistenztestung, oder kalkuliert (empirisch), d. h. nach der Erregerwahrscheinlichkeit. Bei lebensbedrohlichen Infektionen (Sepsis, Pneumonie) steht keine Zeit zur Verfügung, um den Erregernachweis abzuwarten; es muss möglichst rasch mit einer kalkulierten Interventionstherapie begonnen werden.

Tarragona-Strategie zur rationalen Antibiotikatherapie:

1. „Look at your patient“: individuelle Risikofaktoren
2. „Listen to your hospital“: lokale Epidemiologie/ Resistenzsituation
3. „Hit hard“: prompter Antibiotikatherapiebeginn, breit genug
4. „Get to the point“: Pharmakokinetik/Pharmakodynamik, Konzentration am gewünschten Wirkort
5. „Focus, focus, focus“: Reevaluierung, Deeskalation je nach mikrobiologischen Ergebnissen.

➤ Bei der kalkulierten Therapie ambulanter und nosokomialer Infektionen sollte das lokale Erreger- und Resistenzspektrum beachtet werden.

Dabei ist zu bedenken, dass insbesondere in Bronchialsekret häufig Enterokokken, *Staphylococcus epidermidis* oder *Candida albicans* nachgewiesen werden, die zum ganz überwiegenden Teil nur eine Kolonisation darstellen bzw. keine Bedeutung als Pneumonieerreger haben und folglich auch keiner Behandlung bedürfen.

Die empirische Therapie orientiert sich an folgenden Gegebenheiten:

- Klinische Situation des Patienten und Risiko eventueller Vorerkrankungen
- Typisches Erregerspektrum für die jeweilige Infektion
- Wirkungsspektrum der Antibiotika
- Lokale Resistenzsituation.

Auch weitere Eigenschaften der Antibiotika, z. B. Gewebepenetration an den Infektionsort, Wirktyp (bakteriostatisch/bakterizid), Nebenwirkungen, Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten sowie die Organfunktionen des Patienten (Nieren-, Leberfunktion) sollten berücksichtigt werden.

Gelingt es, den Erreger nachzuweisen, sollte die Therapie angepasst werden, d. h. es sollte deeskaliert werden: kürzere Therapiedauer (so kurz wie möglich), weniger breit behandeln (unnötige Kombinationspartner absetzen) und so früh als möglich von i.v. auf orale Therapie umstellen.

Wie lange eine Antibiotikatherapie fortgeführt werden muss, richtet sich nach der klinischen Situation. In der Regel kann die Behandlung bei immunkompetenten Patienten 3–5 Tage nach deutlicher klinischer Besserung bzw. Entfieberung beendet werden.

Acht Ratschläge zur Antibiotikatherapie (modifiziert nach Daschner 2011)

- Vor jeder Antibiotikatherapie Versuch eines Erregernachweises. Besteht überhaupt ein bakterieller antibiotikabedürftiger Infekt?
- Bei jedem Verdacht auf eine systemische Infektion (auch ohne Fieber) müssen Blutkulturen entnommen werden.
- Ein Antibiotikum ist kein Antipyretikum. Fieber allein ist keine Indikation für eine Antibiotikatherapie.
- Lokale Resistenzsituation beachten.
- Wenn eine Antibiotikatherapie unnötig ist, dann sofort absetzen. Je länger Antibiotika gegeben werden, umso größer ist die Gefahr der Selektion resistenter Keime, von Nebenwirkungen und Toxizität.
- Wenn eine Antibiotikatherapie in 2–3 Tagen nicht wirkt, vor allem an Folgendes denken:
  - Focus, z. B. Abszess, nicht saniert
  - Antibiotikum nicht wirksam (Resistenz?)
  - Patient nimmt Antibiotikum nicht

- Falsche Substanzwahl, z. B. Substanz erreicht den Infektionsort nicht
- Erregerwechsel während der Therapie
- Isolierte Erreger verursachten die Infektion nicht
- Abwehrdefekt des Patienten
- Medikamentenfieber
- Fremdkörperinfektionen, z. B. Venen-/Harnblasenkatheter
- Antibiotika nicht zu häufig umsetzen und nicht zu schnell wechseln. Auch die beste Antibiotikatherapie erzielt bei einer Infektion die Entfieberung erst nach 2–3 Tagen. Antibiotika werden oft zu schnell nach der Entfieberung abgesetzt (Rezidivgefahr!). Antibiotika werden häufig aber auch zu lange gegeben. Bei den meisten Infektionen reicht eine Therapiedauer von 3–5 Tagen nach Entfieberung.
- Perioperative Antibiotikaphylaxe so wenig und so kurz wie möglich. Bei den meisten Eingriffen genügt eine Dosis („single dose“) präoperativ.

### 9.3 Messung und Bewertung des Antibiotikaverbrauchs

Bislang erhalten viele Stationen Daten zum Antiinfektivverbrauch vor allem in Form von Kosten, nicht jedoch als Verbrauchsdaten. Mit dem geänderten Infektionsschutzgesetz müssen die Leiter von Krankenhäusern und von Einrichtungen für ambulantes Operieren sicherstellen, dass Daten zu Art und Umfang des Antibiotikaverbrauchs „fortlaufend in zusammengefasster Form aufgezeichnet, unter Berücksichtigung der lokalen Resistenzsituation bewertet und sachgerechte Schlussfolgerungen hinsichtlich des Einsatzes von Antibiotika gezogen werden und dass die erforderlichen Anpassungen des Antibiotikaeinsatzes dem Personal mitgeteilt und umgesetzt werden“.

Das Robert Koch-Institut legte nun fest, wie dies in Krankenhäusern praktisch umgesetzt werden soll (RKI 2013 und Schweickert 2013).

- **Klassifikation und Erfassung der Antibiotika**  
Weltweiter Standard für die Erhebung des Antibiotikaverbrauchs ist das Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) / Defined Daily Dose (DDD) System der

World Health Organisation (WHO). Die Antibiotika und deren Verbrauch sollen nach dem aktuellen ATC/DDD-Index klassifiziert und erfasst werden. Dazu soll die amtliche, an den deutschen Arzneimittelmarkt angepasste Fassung der ATC-Klassifikation mit definierten Tagesdosen (DDD), die das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Institut der AOK festgelegt hat, zugrundegelegt werden. Dieser ATC/DDD-Index wird jährlich aktualisiert.

### ■ Zielgröße

Zielgröße der Antibiotikaverbrauchssurveillance ist die Antibiotikaverbrauchsichte. Die Verbrauchsichte wird üblicherweise als Verbrauch des Antibiotikums in DDD in Bezug auf 100 Patiententage (PT) bzw. 100 Fälle für eine bestimmte Zeitperiode angegeben.

Verbrauchsichte:

$$\frac{\text{Anzahl der Tagesdosen in DDD}}{100 \text{ Patiententage}}$$

und

$$\frac{\text{Anzahl der Tagesdosen in DDD}}{100 \text{ Fälle}}$$

### ■ Berechnung der Verbrauchsichte

Die Berechnung der Verbrauchsichte erfolgt für eine festzulegende Zeitperiode:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Gesamtmenge des Wirkstoffs [g]}}{\text{DDD [g]}} \\ &= \text{Anzahl der Tagesdosen [DDD]} \\ & \frac{\text{Anzahl der Tagesdosen in DDD}}{\text{Patiententage bzw. Fälle}} \times 100 \\ &= \frac{\text{Verbrauchsichte [DDD]}}{100 \text{ Patiententage bzw. 100 Fälle}} \end{aligned}$$

### ■ Zu erfassende Antibiotika

Antinfektiva aus den folgenden WHO-ATC-Gruppen sollen in die Überwachung einbezogen werden:

- J01: Antibiotika zur systemischen Anwendung
- J02: Antimykotika zur systemischen Anwendung

- J04AB02: Rifampicin
- J05: Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung
- P01AB01: Metronidazol
- A07AA09: Vancomycin, orale Verabreichungsform

Die Antibiotikaverbrauchsdaten werden auf Wirkstoffebene berechnet. Für die Auswertung bzw. Beurteilung ist es notwendig, die Wirkstoffe zu Antibiotikaklassen bzw. -gruppen zusammenzufassen. Dies erlaubt eine bessere Übersicht und eine einfachere Beurteilung des Einsatzes von Antibiotika, je nach Gruppierung auch in Bezug auf ihr Wirkspektrum. Hierfür eignet sich als einheitlicher Standard die Einordnung der Antibiotika in die Hierarchie des ATC/DDD-Systems der WHO. Die Zusammenfassung der Antibiotika zu Antibiotikaklassen bzw. -gruppen auf den übergeordneten ATC-Ebenen ist für alle Krankenhäuser gleich. Welche Antibiotika auf dem untersten ATC-Level (ATC-05-Level, Wirkstoffebene) vertreten sind, ist jedoch abhängig von der Art und Anzahl der in den einzelnen Krankenhäusern gelisteten Antibiotika. Sie können daher variieren. Die Antibiotikaverbrauchsberichte (z. B. in Form einer Tabelle und/oder Graphik) sollen diesbezüglich regelmäßig aktualisiert werden. Dabei sollen auch neue Zulassungsbestimmungen für Antibiotika und Änderungen im ATC/DDD-System der WHO berücksichtigt werden.

### ■ Bezug auf Organisationseinheiten

Die Antibiotikaverbrauchsichte soll für Organisationseinheiten auf der Ebene des Fachbereichs/Stationstyps (Intensivstation/Normalstation) berechnet werden, z. B. als Verbrauchsichte von Fluorchinolonen auf den Normalstationen der Allgemeinen Chirurgie, oder auf den interdisziplinären Intensivstationen usw. Die Erfassung von Antibiotikaverbrauchsdaten sollte mindestens auf dieser Ebene erfolgen.

Hier bietet sich als Standard der Fachabteilungsschlüssel an, der unter anderem für die Erstellung der strukturierten Qualitätsberichte der Krankenhäuser Anwendung findet. Alternativ kann als kleinste Organisationseinheit die Stationsebene gewählt werden. Für die einzelnen Stationen soll der Fachbereich/Stationstyp ausgewiesen werden. Stationen, die von mehreren Fachbereichen belegt werden, sollen als „multidisziplinär“ charakterisiert werden.

### ■ Zeitliche Intervalle

Eine Antibiotikaverbrauchsanalyse sollte mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Je nach klinikinternen Erfordernissen (z. B. Evaluation von Interventionsmaßnahmen) kann es jedoch sinnvoll sein, kürzere Zeitintervalle (z. B. quartalsweise) anzusetzen.

### ■ Medizinische Einrichtungen

Krankenhausambulanzen und Tageskliniken sind von der Pflicht zur Antibiotikaverbrauchssurveillance ausgenommen.

### ■ Durchführung und Dokumentation

Aus Sicht des RKI empfiehlt es sich, die Analysen von den Apotheken, die die medizinische Einrichtung versorgen, in Zusammenarbeit mit der Krankenhausverwaltung durchführen zu lassen und die Ergebnisse in geeigneter Form (Antibiotikaverbrauchsbericht) der Leitung des Krankenhauses, der Ärzteschaft und anderen am Antibiotikamanagement beteiligten Personen zugänglich zu machen.

### ■ Bewertung

Die Beurteilung der Höhe des Verbrauchs der Antibiotika bzw. Antibiotikaklassen erfordert die Berücksichtigung der lokalen Leitlinien, der lokalen Resistenzsituation, der Art der im Krankenhaus bzw. in der Fachabteilung oder auf der Station behandelten Patienten (Patientenmix), der Anzahl der aufgenommenen Patienten und deren Verweildauer sowie ggf. der Jahreszeit oder ggf. auch der Änderungen im ATC-DDD-System.

➤ **Idealerweise sollte die Bewertung der Antibiotikaverbrauchssituation in interdisziplinärer Zusammenarbeit der behandelnden Ärzte, Infektiologen, Mikrobiologen, Hygieniker bzw. hygienebeauftragten Ärzte und Apotheker erfolgen.**

Erreger genutzt werden. Angegeben werden sollten die Anzahl der eingesandten Materialien und Erregernachweise, ggf. aufgeschlüsselt nach Fachabteilungen. Es empfiehlt sich, den Entwicklungstrend relevanter Erreger in den letzten 3 Jahren in graphischer Form darzustellen (z. B. Prozentanteil der resistenten oder sensiblen Isolate) und die jeweilige Anzahl der Copystrain-bereinigten Isolate anzugeben.

Eine Aufnahme aller nachgewiesenen Erreger macht die Statistik unübersichtlich und verwirrend. Je nach Größe der Einrichtung sollten Grenzwerte für die Aufnahme festgelegt werden (z. B. >5 oder 10 Copystrain-bereinigte Nachweise). Ausnahmen hiervon sind die Erreger mit besonderen Resistenzen, die nach § 23 IfSG separat aufzeichnungspflichtig und zu bewerten sind.

➤ **Je größer die Anzahl der Isolate (ohne Copystrains), desto besser die Bewertbarkeit der Resistenzstatistik. Liegt die Anzahl der Isolate pro Erreger unter 50, ist eine Interpretation hinsichtlich der Konsequenzen für die empirische Therapie nur sehr eingeschränkt möglich.**

Bei sehr kleiner Anzahl der Isolate in einer Einrichtung empfiehlt es sich, regionale, gepoolte Daten hinzuzuziehen. In Abhängigkeit von der Größe der Einrichtung und der Zahl der Einsendungen kann eine Aufgliederung in die Art des Einsendematerials sinnvoll sein, z. B.:

- Blutkulturen
- Respiratorisches Material
- Urin
- Invasiv gewonnene Materialien.

Ebenso ist eine Unterteilung nach Fachabteilungen sinnvoll, z. B. Pädiatrie, Intensivstationen, Hämatologie/Onkologie, Spezialambulanzen (Mukoviszidose), Chirurgie, Innere Medizin, Urologie etc.

Auch eine Aufgliederung nach Altersgruppen kann für die Gestaltung empirischer Therapieleitlinien hilfreich sein, da teilweise erhebliche Verteilungsunterschiede beobachtet werden können, z. B.:

- <20 Jahre
- 20–40 Jahre
- >60 Jahre

## 9.4 Bewertung der Resistenzstatistik

Daten zur Resistenzsituation sollen von den versorgenden mikrobiologischen Laboren zur Verfügung gestellt werden bzw. es können die Daten und Auswertungen der nach § 23 Abs. 4 Satz 1 zu erfassenden

- Als Faustregel zur Bewertung der klinischen Relevanz einer Resistenz für die empirische Antibiotikatherapie lebensbedrohlicher Krankheitsbilder hat sich die 10 %-Regel bewährt: Liegt die Resistenzrate höher als 10 % für einen möglicherweise relevanten Erreger, ist eine Alternativsubstanz oder eine Kombinationstherapie sinnvoll.

9.5 Steuerungsinstrumente

Antibiotika-Stewardship zielt auf eine verbesserte Qualität der Antibiotikatherapie: Sie soll für den einzelnen Patienten das bestmögliche klinische Behandlungsergebnis bei minimaler Toxizität und Resistenzentwicklung erreichen.

Unter dem Begriff „antibiotic stewardship“ (ABS) werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die einer Verbesserung der Antibiotikaverordnungspraxis sowohl in der stationären wie auch in der ambulanten Patientenversorgung dienen (Deutsche Gesellschaft

für Infektiologie et al. 2013). ■ Tab. 9.8 zeigt Beispiele für einen nicht rationalen Einsatz von Antibiotika.

Eine gute Antibiotikaverordnungspraxis umfasst beispielsweise, dass Antibiotika nur dort eingesetzt werden, wo sie therapeutisch oder prophylaktisch indiziert sind; ferner dass die Antibiotikaregime hinsichtlich der Auswahl des Antibiotikums, der Applikationsart, der Dosierung und der Dauer der Therapie bzw. der Prophylaxe optimiert werden. Dadurch soll einerseits der individuelle Nutzen für den Patienten verbessert und andererseits der Selektionsdruck auf die Bakterienpopulationen und die Kosten für das Gesundheitssystem minimiert werden.

Antibiotika-Stewardship erfordert eine systematische Herangehensweise, in der verschiedene Aktivitäten und Maßnahmen in sinnvoller Weise miteinander koordiniert werden.

■ Voraussetzung: ABS-Team

In der S3-Leitlinie „Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotikaaanwendungen im Krankenhaus“ werden die wesentlichen Eckpunkte von ABS bzw.

■ Tab. 9.8 Beispiele für nicht rationalen Einsatz von Antibiotika (Hand 2013)

Art des Einsatzes	Beispiel
Zu viel	Verschreibung von Antibiotika – für bakterielle Kolonisationen – für virale Infektionen – für nicht infektiöse Prozesse – für bakterielle Infektionen, die keiner Antibiotikatherapie bedürfen (z. B. kleine Hautabszesse, die nur inzidiert werden müssen) – zu lange (z. B. perioperative Prophylaxe >24 Stunden)
Falsch	Keine Anpassung nach Erhalt des mikrobiologischen Befundes, obwohl Erreger auf initiale Therapie resistent ist („drug bug mismatch“) Keine Deeskalation der Therapie nach Erhalt des Kulturergebnisses Keine Umstellung auf eine orale Verabreichung (Sequenztherapie), obwohl diese möglich und angemessen wäre
Zu wenig	Verzögerung der antibiotischen Therapie bei Sepsis Inadäquate oder fehlerhaft errechnete Dosierung Mangelnde Beachtung der Zusammenhänge zwischen Pharmakokinetik und Pharmakodynamik, z. B. zu kurze Zeit mit Plasmaspiegel über der minimalen Hemmkonzentration ( $T > MHK$ ) bei Antibiotika mit zeitabhängiger Bakterizidie, z. B. $\beta$ -Laktam-Antibiotika) Inadäquates Wirkspektrum bei Patienten mit lebensbedrohlicher Erkrankung Zu frühe Beendigung der antibiotischen Therapie

ABS-Programmen beschrieben (s. Deutsche Gesellschaft für Infektiologie et al. 2013). Diese beinhalten die Schaffung und Aufrechterhaltung von organisatorischen und strukturellen Voraussetzungen. Unabdingbar dafür ist die finanzielle und personelle Unterstützung der Klinikleitung für die Etablierung eines multidisziplinären ABS-Teams. Das Team soll mindestens aus einem Infektiologen (bzw. infektiologisch ausgebildeten, klinisch tätigen Facharzt) und erfahrenen Fachapotheker für klinische Pharmazie sowie einem für die mikrobiologische Diagnostik und klinisch-mikrobiologische Beratung zuständigen Facharzt für Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie und dem für die Krankenhaushygiene lokal verantwortlichen Arzt bestehen. Die Mitglieder des Teams sollen im Bereich Antibiotika-Stewardship fortgebildet sein oder bereits über entsprechende Erfahrung verfügen. Für das ABS-Team ist ein Zeitkontingent fest vorzusehen, das im Idealfall 0,5 Vollzeitstellen pro 250 Akutbetten betragen soll.

Strukturelle Voraussetzungen für Antibiotika-Stewardship umfassen:

- Multidisziplinäres ABS Team
- Antibiotikaverbrauchsdaten
- Resistenzdaten

#### ■ Strategien

Das ABS-Team erstellt nach aktuellem Stand des Wissens unter Bezugnahme auf vorhandene Empfehlungen von Fachgesellschaften klinikinterne Leitlinien. Diese Leitlinien zu Therapie und Prophylaxe müssen regelmäßig aktualisiert werden und sind ein wichtiger Bestandteil der Kernstrategien jedes ABS-Programms.

#### Kernstrategien für Antibiotika-Stewardship

- Lokale Behandlungsleitlinie
- Fortbildung, Schulung
- Antiinfektivaverordnungsanalysen bzw. Antiinfektivavisiten
- Qualitätsindikatoren
- Ergänzende ABS-Strategien
  - Therapiedauer
  - Deeskalation

- Oralisierung
- Dosisoptimierung
- Spezielle Regeln bei der Mitteilung mikrobiologischer Befunde
- Spezielle Regeln für das Management von Patienten mit multiresistenten Erregern und *C. difficile*
- Computergestützte Informationstechnologie (z. B. Order-Entry-Programme, Abfragen des Antibiotikaverbrauchs verknüpft mit bestimmten infektiologischen ICD-10-Diagnosen)

Dieses umfasst darüber hinaus die Schulung und Fortbildung in den einzelnen Abteilungen; als Diskussionsgrundlage dazu eignen sich die kritische Analyse des Antibiotikaverbrauchs im Vergleich zu anderen Stationen und vor allem auch Punktprävalenzstudien. Dabei wird beispielsweise die Compliance mit Antibiotikaleitlinien und klinisch-infektiologischen Behandlungspfaden in einer bestimmten Abteilung mit dem Ziel untersucht, diese zu verbessern. Gefordert werden außerdem koordinierte Maßnahmen, um die antimikrobielle Therapie vor dem Hintergrund lokaler Erreger- und Resistenzprofile in Bezug auf Wahl der aktivsten Substanz, Dosierung, Anwendungsdauer und Applikationsart bestmöglich zu gestalten. Wenn die Personalausstattung des ABS-Programms dies zulässt, sind infektiologische Visiten v. a. auf Intensivstationen und in anderen Hochrisikobereichen (mit hohem Antibiotikaverbrauch) unbedingt zu empfehlen. Die interdisziplinäre Diskussion aller vorliegenden Befunde und die Entscheidung über die weitere Therapie am Tag 3 wird auch als Backend-Intervention bezeichnet (prospektives Audit und Feedback). Die hierbei vermittelten Kenntnisse unterstützen die selbständige Entscheidung der behandelnden Ärzte in nachfolgenden vergleichbaren Behandlungssituationen. Ergänzend hierzu kann auch die Restriktion bestimmter Reserveantibiotika erforderlich sein, die dann z. B. erst nach Freigabe durch einen klinischen Infektiologen eingesetzt werden dürfen (Frontend-Strategie; „restriction with approval“).

■ **Qualitätsindikatoren**

Die S3-Leitlinie empfiehlt, ABS-Programme in die einrichtungsspezifische Qualitätssicherung zu integrieren. Dabei sollten neben Indikatoren der Strukturqualität mindestens drei Indikatoren der Prozessqualität regelmäßig bestimmt werden (■ Tab. 9.9).

■ **Was bringt es?**

Wird die Frage gestellt, was ABS-Programme bzw. Interventionen bewirken können, so dokumentieren die meisten Studien eine Reduktion von Antiinfektivaverordnungen um 10–40 %, verkürzte Therapiedauern und eine signifikante Kostenreduktion trotz initial erforderlicher Investitionen. Eine Cochrane-Analyse zeigt auch, dass gezielte ABS-Interventionen bezüglich mikrobiologischer Endpunkte (z. B. Anteil von Erregern mit speziellen Resistenzen und Multi-resistenzen) meist erst mit einer Verzögerung von mindestens sechs Monaten effektiv sind, während Änderungen in Bezug auf den Antibiotikaverbrauch

oft bereits nach einem Monat erreicht werden (Davey et al. 2013). Ganz entscheidend zur Eindämmung von multiresistenten Erregern und *C. difficile* ist die enge strukturell-organisatorische Zusammenarbeit zwischen klinischen Infektiologen, Mikrobiologen und Krankenhaushygienikern bzw. dem Hygienefachpersonal.

ABS-Programme sind effektiv, aber nur dann, wenn sie systematisch und kontinuierlich die Verordnungspraxis verbessern. Wenn ABS-Programme zeitlich begrenzt sind und es dem ABS-Team nicht gelingt, die behandelnden Ärzte von der Notwendigkeit entsprechender Interventionen zu überzeugen, besteht die Gefahr, dass die erreichten Verbesserungen in der Antibiotikaverordnung ohne nachhaltige Wirkung bleiben (Gerber et al. 2013; Szymzak et al. 2014). Das unterstreicht die eindeutige Empfehlung der S3-Leitlinie, kontinuierlich Ressourcen in Form von Facharztstellen, Arbeitszeit und Weiterbildung für ein erfolgreiches ABS-Programm zur Verfügung zu stellen.

■ **Tab. 9.9** Ausgewählte Prozessqualitätsindikatoren Antibiotika-Stewardship

Prozess	Indikator
Ambulant erworbene Pneumonie	Initiale Therapie (Substanzen, Dosierung) nach lokaler/nationaler Leitlinie Abnahme von Blutkulturen (2 Sets) am Tag des Therapiebeginns (Antibiotikatherapie) Monotherapie bis Tag 4 (Patienten auf Normalstation) Therapiedauer nicht länger als 7 Tage (Patienten auf Normalstation)
Nosokomial erworbene Pneumonie	Initiale Therapie (Substanzen) nach lokaler/nationaler Leitlinie Abnahme von Blutkulturen (2 Sets) am Tag des Therapiebeginns Therapiedauer nicht länger als 10 Tage
Bakteriämie, Fungämie	Transösophageale Echokardiographie (TEE) innerhalb von 10 Tagen nach erster positiver Blutkultur (Patienten mit Bakteriämie/Sepsis durch <i>Staphylococcus aureus</i> , Streptokokken) Kontrollblutkulturen 2–4 Tage nach Therapiebeginn bei Nachweis von <i>S. aureus</i> oder Pilzen
Antibiotikaauswahl bei empirischer und kalkulierter Therapie	Initiale empirische oder kalkulierte Therapie (Substanzen) nach lokaler Leitlinie
Perioperative Antibiotikaphylaxe	Antibiotikaphylaxe (Substanzauswahl, Dosis) gemäß lokaler Leitlinie Antibiotikaphylaxe innerhalb 1 h vor Inzision verabreicht Antibiotikaphylaxe innerhalb von einem Tag beendet (<24 h)
MRE-Management	Nennung im Entlassungsarztbrief mit Angabe zu Kolonisation/ Infektion

## 9.6 Antiinfektiva

### 9.6.1 Antibiotika

Antibiotika sind natürliche, von Pilzen oder Bakterien produzierte Substanzen mit antimikrobieller Wirkung. Sie sind nicht gegen Viren wirksam, wohl aber gegen Bakterien und andere Mikroorganismen, indem sie sie entweder abtöten (bakterizide Antibiotika) oder in ihrem Wachstum hemmen (bakteriostatische Antibiotika). Bakterizid wirken  $\beta$ -Laktam-Antibiotika, Aminoglykoside, Gyrasehemmer und Glykopeptide; bakteriostatisch wirken Makrolide, Lincosamine, Tetrazykline (inklusive Tigecyclin) und Sulfonamide. Je nach Wirkungsspektrum unterscheidet man Schmalspektrumantibiotika mit engem und Breitspektrum- oder Breitbandantibiotika mit breitem Wirkungsspektrum.

Früher gab man Antibiotika grundsätzlich 10–14 Tage in voller Dosierung, da ältere Mittel (Sulfonamide, Tetrazykline) oft nur schwach und verzögert wirken (Brodt 2012). Manche Antibiotika wie Penicillin oder Vancomycin wurden früher initial viel zu niedrig dosiert. Zudem zeigte sich, dass der wesentliche Erfolg einer mehrtägigen Antibiotikatherapie oft schon nach der ersten Dosis eintritt (Erregereliminationskinetik).

➤ **Für die Therapiedauer ist die erste hoch dosierte Gabe entscheidend.**

#### ■ Pharmakokinetik

Die für einen Therapieerfolg relevanten pharmakologischen Indices unterscheiden sich bei unterschiedlichen Klassen von Antibiotika. Die minimale Hemmkonzentration (MHK) beschreibt dabei die Dosis, die benötigt wird, um Bakterien in ihrem Wachstum zu hemmen bzw. abzutöten. Antibiotika entfalten dabei ihre Wirkung entweder

- zeitabhängig oder
- konzentrationsabhängig.

Bei den zeitabhängigen Antibiotika ist die Zeitdauer über der MHK der wichtigste Parameter, um die Wirksamkeit vorauszusagen. In der Praxis bedeutet dies, dass eine Erhöhung der Einzeldosis über den keimadaptierten Standard hinaus kaum eine Verbesserung der Wirksamkeit nach sich

zieht. Oft profitieren diese zeitabhängigen Antibiotika aber von einer verlängerten bzw. kontinuierlichen Infusionsdauer). Zeitabhängige Antibiotika sind z. B.  $\beta$ -Laktame, Vancomycin, Makrolide und Clindamycin.

➤ **Normalerweise liegt die optimale Konzentration bei dem Zwei- bis Vierfachen der MHK des Erregers.**

Bei intensivmedizinisch behandelten Patienten muss mit einer erhöhten Clearance von Arzneimitteln gerechnet werden, insbesondere bei Poly- und Gehirntrauma, Verbrennungen, Beatmungspneumonie sowie generell postoperativ. In diesen Fällen wird eine erhöhte Clearance von  $\beta$ -Laktam-Antibiotika, Aminoglykosiden und Glykopeptiden beschrieben (Stahlmann u. Lode 2015). Wichtig ist einerseits die initial hohe Antibiotikadosierung unabhängig von der Nierenfunktion, andererseits bei beginnender Niereninsuffizienz im weiteren intensivmedizinischen Verlauf jedoch die Anpassung, d. h. Reduzierung, der Dosis.

Als Nebenwirkung einer Therapie mit Antibiotika kommt es relativ häufig zu einer Schädigung der Darmflora. Auch Allergien treten auf. Ein weiteres Problem ist die zunehmende Antibiotikaresistenz. Unter primärer (natürlicher) Resistenz versteht man die genetisch bedingte, immer vorhandene Unempfindlichkeit einer Keimart gegenüber einem bestimmten Antibiotikum (z. B. Enterokokkenlücke bei Cephalosporinen oder Carbapenemresistenz von *Stenotrophomonas maltophilia*). Über die natürliche Resistenz der Bakterien hinausgehende Resistenzen werden als erworben bezeichnet.

Im Krankenhaus bilden  $\beta$ -Laktam-Antibiotika, insbesondere Penicilline und Cephalosporine, die Grundlage der antibiotischen Therapie (■ Tab. 9.10).

#### ■ Penicilline

- Bakterizid
- Sehr gut verträglich, große therapeutische Breite, Einsatz auch in Schwangerschaft und Stillzeit sowie bei Kindern
- Wenige Nebenwirkungen, aber Gefahr der Allergisierung
- Preiswert
- Einsatz:

■ Tab. 9.10 β-Laktam-Antibiotika

Penicilline		Cephalosporine		Andere	
Schmales Spektrum	Breites Spektrum	Schmales Spektrum	Breites Spektrum	Carbapeneme	Azactame
Penicillin Ampicillin Ampicillin-Sulbactam Flucloxacillin	Piperacillin Piperacillin-Tazobactam	1. Generation: – Cefazolin 2. Generation: – Cefuroxim – Cefotiam	Generation 3a: – Cefotaxim – Ceftriaxon Generation 3b: – Ceftazidim 4. Generation: – Cefepim 5. Generation: Ceftobiprol	Ertapenem Imipenem Meropenem Doripenem	Aztreonam

- Penicillin: gezielte Therapie von Streptokokken und Pneumokokken
- Ampicillin: gezielte Therapie von Enterokokken und Listerien
- Flucloxacillin: gezielte Therapie von Staphylokokken
- Piperacillin: gezielte Therapie von *Pseudomonas*, kalkuliert nosokomiale Pneumonie
- Ampicillin-Sulbactam: leichte polymikrobielle Infektionen, Anaerobier.

■ **Cephalosporine**

- Bakterizid
- Große therapeutische Breite, gut verträglich
- Wenige Nebenwirkungen
- Preiswert
- Zunehmende Resistenzentwicklung gegenüber gramnegativen Bakterien
- Einsatz der Gruppen 1 und 2:
  - Wirksam gegen grampositive Bakterien und Staphylokokken
  - Nicht wirksam gegen gramnegative Bakterien
- Einsatz der Gruppe 3a:
  - Wirksam gegen gramnegative Bakterien
  - Wirksam gegen grampositive Bakterien mit Ausnahme von Staphylokokken
- Einsatz der Gruppen 3b und 4:
  - Wirksam gegen gramnegative Bakterien einschließlich *Pseudomonas*
  - Nicht wirksam gegen grampositive Bakterien einschließlich Staphylokokken

Die Antibiotikatherapie bei vermuteter oder nachgewiesener Infektion mit multiresistenten Erregern ist in ■ Tab. 9.11 dargestellt. Zur Dosierungen von parenteralen Antibiotika für Erwachsene vgl. ■ Tab. 9.12.

■ **Colistin**

Aufgrund der Zunahme von Carbapenem-resistenten Erregern wird häufig auf Colistin ausgewichen. Dosierungsempfehlung ([www.dgai-abx.de](http://www.dgai-abx.de)):

Für die **intravenöse Therapie** wird in der Regel eine Kombination mit einem β-Laktam empfohlen:

- Patienten mit >70 kg Körpergewicht: immer Initialdosis als Bolus 9 Mio. IE in 50 ml verdünnt über 30 min. 8 Stunden nach Initialdosis wird die nächste Dosis verabreicht.
- Tagesdosis: 6–9 Mio. IE, z. B. 2-mal 4,5 Mio. IE
- Kinder: 3-mal 50.000–75.000 IE (Eine Empfehlung zur Bolusgabe ist in der Literatur nicht beschrieben, eine Tagesdosis auf Grundlage des Körpergewichts als Bolusgabe erscheint, in Anlehnung an die Erfahrungen bei Erwachsenen, aber sinnvoll).

**Inhalative Therapie** (in Kombination mit Colistin i.v. möglich):

- Erwachsene und Kindern >6 Jahre: 2-mal 1 Mio. IE
- Bei Erregerpersistenz Erhöhung auf bis zu 3-mal 2 Mio. IE möglich

■ **Tab. 9.11** Antibiotikatherapie bei vermuteter oder nachgewiesener Infektion mit multiresistenten Erregern

	Antibiotikum	Dosierung	Applikation
MRSA	Vancomycin	2-mal 1 g	i.v.
	Daptomycin <sup>a</sup>	4–6 mg/kg KG	i.v.
	Linezolid	2-mal 600 mg	i.v./o.
	Tigecyclin	100 mg bzw. 2-mal 50 mg	i.v.
	Fosfomycin <sup>b</sup>	3-mal 5 mg	i.v.
	Rifampicin <sup>b</sup>	1-mal 600 mg	i.v./o.
	Cotrimoxazol <sup>c</sup>	2-mal 800/160 mg	o./i.v.
	Doxycyclin <sup>c</sup>	2-mal 100 mg	o.
VRE	Linezolid	2-mal 600 mg	i.v.
	Daptomycin	4–6 mg/kg KG	i.v.
	Tigecyclin	100 mg bzw. 2-mal 50 mg	i.v.
3MRGN Enterobakterien (z. B. <i>E. coli</i> , Klebsiellen)	Imipenem	3-mal 1 g	i.v.
	Meropenem	3-mal 1 g	i.v.
4MRGN Enterobakterien (z. B. <i>E. coli</i> , Klebsiellen)	Tigecyclin <sup>d</sup>	100 mg/ 2-mal 50 mg	i.v.
	Fosfomycin	3-mal 5 mg	i.v.
	Colistin	Immer initial Bolus 9 Mio. IE, nach 8 h: 3-mal 2–3 Mio. IE	i.v.
4MRGN <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Colistin	Immer initial Bolus 9 Mio. IE, nach 8 h: 3-mal 2–3 Mio. IE	i.v.
4MRGN <i>Acinetobacter baumannii</i>	Tigecyclin <sup>d</sup>	100 mg bzw. 2-mal 50 mg	i.v.
	Colistin	Immer initial Bolus 9 Mio. IE, nach 8 h: 3-mal 2–3 Mio. IE	i.v.
	Sulbactam	3-mal 6–12 g <sup>e</sup>	i.v.

MRGN multiresistente gramnegative Stäbchen, resistent gegen 3 bzw. 4 Antibiotikagruppen, MRSA methicillinresistenter *Staphylococcus aureus*, VRE vancomycinresistente Enterokokken

<sup>a</sup> Nicht bei Pneumonie; <sup>b</sup> nur in Kombination; <sup>c</sup> nicht bei lebensbedrohlicher Infektion; <sup>d</sup> wirkt nicht gegen *Pseudomonas* und *Proteus*; <sup>e</sup> Expertenmeinung, höhere Dosierung als Fachinformation

■ **Tab. 9.12** Dosierungen von parenteralen Antibiotika für Erwachsene. (Aus AHK Consilium 2009 mit freundlicher Genehmigung der Universimed Cross Media Content GmbH)

	Nierenfunktion			
	Normal	Eingeschränkt	Hämodialyse	Hämofiltration
<i>Penicilline</i>				
Amoxicillin/ Clavulansäure	3-mal 2,2–4,4 g	1- bis 2-mal 0,6 g	1-mal 2,2–4,4 g p. HD	3-mal 2,2 g
Ampicillin	3-mal 2,0–5,0 g	2- bis 3-mal 1,0–2,0 g	2-mal 1,0 g	2-mal 1,0 g

■ Tab. 9.12 Fortsetzung

	Nierenfunktion			
	Normal	Eingeschränkt	Hämodialyse	Hämofiltration
Ampicillin/ Sulbactam	3- bis 4-mal 3,0 g	1- bis 2-mal 3,0 g	1-mal 3,0 g p. HD	
Flucloxacillin	3-mal 2,0–4,0 g	3-mal 1,0–3,0 g	3-mal 1,0 g	3-mal 4,0 g
Mezlocillin	3-mal 2,0–5,0 g	2-mal 2,0–4,0 g		
Oxacillin	3-mal 1,0–4,0 g	3-mal 1,0–3,0 g		
Penicillin G	3-mal 5–10 Mio IE			
Piperacillin	3- bis 4-mal 2,0–4,0 g	2- bis 3-mal 4,0 g	2-mal 4,0 g	3-mal 4,0 g
Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5–9,0 g	2- bis 3-mal 4,5 g	2-mal 4,5 g	3-mal 4,5 g
<i>Cephalosporine</i>				
Cefamandol	3-mal 1,0–2,0 g	2- bis 3-mal 1,0 g		
Cefazolin	3-mal 0,5–2,0 g	2-mal 1,0–1,5 g	1-mal 20 mg/kg p. HD	
Cefepim	2- bis 3-mal 1,0–2,0 g	1-mal 1,0–2,0 g	1-mal 1,0–2,0 g p. HD	2-mal 2,0 g
Cefmenoxim	2- bis 3-mal 1,0–4,0 g	1- bis 2-mal 1,0–2,0 g	1-mal 0,25–0,5 g	
Cefodizim	1- bis 2-mal 1,0–2,0 g	1-mal 1,0–2,0 g	1-mal 0,5–1,0 g	
Cefotaxim	2- bis 3-mal 1,0–4,0 g	2-mal 1,0–2,0 g	2-mal 0,5–1,0 g	
Cefotiam	3-mal 1,0–2,0 g	2-mal 1,0–1,5 g	1-mal 0,5–1,0 g	
Cefoxitin	3- bis 4-mal 1,0–2,0 g	1- bis 2-mal 1,0–2,0 g	1- bis 2-mal 0,5–1,0 g	
Cefpirom	2- bis 3-mal 1,0–2,0 g	1-mal 1,0–2,0 g	1-mal 1,0–2,0 g p. HD	3-mal 2,0 g
Ceftazidim	3-mal 1,0–3,0 g	1-mal 0,5–1,5 g	1-mal 1,0 g	3-mal 2,0 g
Ceftriaxon	1- bis 2-mal 1,0–2,0 g	1-mal 2,0 g	1-mal 4,0 g	2-mal 20g
Cefuroxim	3-mal 1,5–3,0 g	3-mal 0,75–1,5 g	1-mal 0,75 g	2-mal 0,75 g
<i>Carbapeneme</i>				
Imipenem/Clastatin	3- bis 4-mal 0,5–1,0 g	2- bis 3-mal 0,5 g	3-mal 0,25–0,5 g	3-mal 1,0 g
Meropenem	3-mal 0,5–2,0 g	1- bis 2-mal 0,5 g	1-mal 0,25–0,5 g	3-mal 1,0 g
Ertapenem	1-mal 1 g		KI	
<i>Monobactam</i>				
Aztreonam	2- bis 4-mal 2,0 g	1- bis 2-mal 1,0 g	1-mal 0,25–0,5 g	3-mal 1,0 g
<i>Makrolide</i>				
Clarithromycin	2-mal 0,5 g	2-mal 0,25 g		
Erythromycin	3- bis 4-mal 0,5–1,0 g			
<i>Aminoglykoside</i>				
Amikacin	1-mal 15 mg/kg	1-mal 7,5 mg/kg n. Sp.	5–7,5 mg/kg p. HD	5–7,5 mg/kg p. HD
Gentamicin	1-mal 3–5 mg/kg	1-mal 1,5 mg/kg n. Sp.	1–2 mg/kg p. HD	1–2 mg/kg
Isepamicin	1-mal 8–15 mg/kg	1-mal 8 mg/kg n. Sp.	8 mg/kg p. HD	8 mg/kg p. HD
Netilmycin	1-mal 3–5 mg/kg	1-mal 2 mg/kg n. Sp.	1–2 mg/kg p. HD	1–2 mg/kg

■ Tab. 9.12 Fortsetzung

	Nierenfunktion			
	Normal	Eingeschränkt	Hämodialyse	Hämofiltration
Tobramycin	1-mal 3–5 mg/kg	1-mal 1,5 mg/kg n. Sp.	1–2 mg/kg p. HD	1–2 mg/kg
<i>Chinolone</i>				
Ciprofloxacin	2- bis 3-mal 0,4 g	2- bis 3-mal 0,3 g	2-mal 0,1 g	3-mal 0,2 g
Levofloxacin	1-mal 0,5–1,0 g	1-mal 0,125–0,25 g	1-mal 0,125 g	1-mal 1,0 g
Moxifloxacin	1-mal 0,4 g	1-mal 0,4 g	1-mal 0,4 g	
<i>Glykopeptide</i>				
Teicoplanin	1-mal 12–15 mg/kg	1-mal 15 mg/kg n. Sp.	12 mg/kg p. HD	1-mal 12 mg/kg nach Spiegelmessung
Vancomycin	2-mal 1,0–2,0 g	1-mal 15 mg/kg nach Spiegelmessung	1,0 g p. HD	1-mal 1,0 g
<i>Diverse</i>				
Clindamycin	3-mal 0,6–1,2 g	3-mal 0,3–0,6 g	3-mal 0,6–0,9 g	3-mal 0,6–1,2 g
Cotrimoxazol	3-mal 0,16/0,8 g	3-mal 0,08/0,4 g		
Doxycyclin	1-mal 0,2–0,3 g	1-mal 0,2–0,3 g	1-mal 0,2–0,3 g	1-mal 0,2–0,3 g
Fosfomycin	2- bis 3-mal 4,0–8,0 g	1-mal 2,0–4,0 g	1-mal 2,0 g	3-mal 4,0 g
Fusidinsäure	3-mal 0,5 g	3-mal 0,5 g	3-mal 0,5 g	
Linezolid	2-mal 0,6 g	2-mal 0,6 g	2-mal 0,6 g	
Metronidazol	1-mal 1,5 g	1-mal 1,0 g	1-mal 1,0 g	1-mal 1,5 g
Quinupristin/ Dalfopristin	3-mal 7,5 mg/kg			
Tigecyclin	2-mal 50 mg	2-mal 50 mg		
Rifampicin	1-mal 10 mg/kg	1-mal 10 mg/kg	1-mal 5 mg/kg	1-mal 5 mg/kg

KI Kontraindikation, p. HD alleinige Gabe nach Hämodialyse

- Bei der Aerosoltherapie wird eine Dosierungsanpassung wegen der geringen systemischen Resorption als nicht erforderlich angegeben.

## 9.6.2 Antimykotika

Ein Antimykotikum ist ein Arzneimittel zur Behandlung von Pilzinfektionen. Aufgrund der molekularbiologischen Ähnlichkeit zwischen den Zellen der Pilze und denen der Menschen und Tiere standen lange Zeit nur unspezifische und unzureichend

wirksame Mittel zur Verfügung. 1956 wurde Amphotericin B aus *Streptomyces nodosum* isoliert. Es war das erste verfügbare Antimykotikum gegen invasive Mykosen. Mehr als 40 Jahre war es der Goldstandard zur Behandlung invasiver Mykosen. Man unterscheidet folgende Gruppen:

- Nach Wirkungsweise: fungizid oder fungistatisch
- Nach Anwendungsart: lokal/topisch oder systemisch
- Nach Wirkspektrum: Breitband- und SchmalspektrumanTIMYKOTIKA

■ **Tab. 9.13** zeigt die Substanzklassen der Antimykotika. Die antimykotische Therapie invasiver Pilzinfektionen ist in ■ **Tab. 9.14** dargestellt.

Bei etwa 50–80 % der gesunden Erwachsenen lassen sich in Proben aus dem Gastrointestinaltrakt

Hefepilze (überwiegend *Candida albicans*) nachweisen. Sie haben keinen Krankheitswert. Deshalb sind Darmsanierungen von *Candida albicans* bei Gesunden wissenschaftlich unbegründet und abzulehnen (Brodt 2012).

■ **Tab. 9.13** Substanzklassen der Antimykotika

Polyene	Echinocandine	Azole	Sonstige
Amphotericin B Nystatin	Anidulafungin Caspofungin Micafungin	Fluconazol Itraconazol Ketoconazol Posaconazol Voriconazol	Flucytosin Griseofulvin Terbinafin

■ **Tab. 9.14** Antimykotika für die Therapie invasiver Pilzinfektionen. (Aus Böhme 2012 mit freundlicher Genehmigung der DGHO)

Substanz	Gabe	Dosis <sup>a</sup>	Startdosis Tag 1 <sup>a</sup>	Dosisanpassungen
AmB Lipid Complex	i.v.	5 mg/kg KG		
Amphotericin, liposomal	i.v.	3 mg/kg KG		ZNS-Manifestation: 3–5 mg/kg KG Mucormykose (Zygomycose): ≥5 mg/kg KG
Anidulafungin	i.v.	100 mg	200 mg	
Caspofungin	i.v.	KG ≤80 kg: 50 mg KG >80 kg: 70 mg	70 mg	Leberzirrhose: – Child-Pugh-Score B: 35 mg – Child-Pugh-Score C: keine Daten
Fluconazol	i.v., p.o.	400–800 mg	800 mg	Kreatinin-Clearance 11–50 ml/min: 50 % Dosisreduktion
5-Flucytosin	i.v.	150 mg/kg KG, aufgeteilt auf 4 Gaben		
Itraconazol	i.v.	1-mal 200 mg	2-mal 200 mg	
Itraconazol	p.o.	Ab Tag 6: 2-mal 200 mg	Tag 1–5: 3- bis 4-mal 200 mg	
Micafungin	i.v.	100 mg		
Posaconazol	p.o.	2-mal 400 mg		Bei nicht ausreichender enteraler Ernährung: 4-mal 200 mg
Voriconazol	i.v.	2-mal 4 mg/kg KG	2-mal 6 mg/kg KG	Kreatinin-Clearance <50 ml/min: vorzugsweise nur orale Therapie Leberzirrhose: – Child-Pugh-Score A–B: 50 % Dosisreduktion – Child-Pugh-Score C: keine Daten

■ Tab. 9.14 Fortsetzung

Substanz	Gabe	Dosis <sup>a</sup>	Startdosis Tag 1 <sup>a</sup>	Dosisanpassungen
Voriconazol	p.o.	2-mal 200 mg	2-mal 400 mg	Steigerung auf 2-mal 300 mg möglich, um Plasmaspiegel vergleichbar mit 4 mg/kg KG i.v. zu erreichen  Leberzirrhose: – Child-Pugh-Score A–B: 50 % Dosisreduktion – Child-Pugh-Score C: keine Daten

<sup>a</sup> Dosis bei normaler Nieren- und Leberfunktion

■ Tab. 9.15 Initialtherapie bei Verdacht auf invasive Candida-Infektion

Patient neutropen	Patient nicht neutropen
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Echinocandin</li> <li>– Amphotericin B</li> <li>– Voriconazol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fluconazol (klinisch stabiler Patient, sensibler Stamm, keine Vortherapie mit Azolen)</li> <li>– Echinocandin</li> </ul>

➤ In der S3-Leitlinie zur nosokomialen Pneumonie ist explizit formuliert, dass auf eine gezielte Candida-Diagnostik aus Atemwegsmaterialien bei HAP verzichtet werden soll, da Hefepilzinfektionen als Ursache nosokomialer Pneumonien bei Patienten ohne definiertes Immundefizit extrem selten sind.

Auch beim Nachweis von Candida im Urin ist zu beachten, dass Hefen häufig nicht aus der Harnblase stammen, sondern Kontaminanten sein können (z. B. bei Genitalsoor). ■ Tab. 9.15 zeigt die Primärtherapie bei invasiver Candida-Infektion.

❗ Bei invasiver Candida-Infektion muss der Augenhintergrund kontrolliert werden, um Absiedlungen auszuschließen.

Von den Schimmelpilzinfektionen stellt bei neutropenischen Patienten die invasive pulmonale Aspergillose die häufigste Manifestation dar. Therapieempfehlung:

- Voriconazol oder liposomales Amphotericin B
- Bei disseminiertem Befall (Nasennebenhöhlen, ZNS) Herdsanierung, falls möglich

## Literatur

- AKH Consilium (2009) Einsatz und Dosierung von Antiinfektiva/Antibiotika. <http://antiinfektiva-uebersicht.universi-med.com/?typ=Therapie>
- Brodt HR (2012) Klinik und Praxis der antiinfektiösen Behandlung. Stuttgart: Schattauer
- Böhme A, Ruhnke M, Buchheidt D et al. (2012) Invasive Pilzinfektionen bei Patienten mit hämatologischer und onkologischer Grunderkrankung. Leitlinie. [http://www.dgho-onkopedia.de/de/onkopedia/leitlinien/invasive-pilzinfektionen-therapie/index\\_html](http://www.dgho-onkopedia.de/de/onkopedia/leitlinien/invasive-pilzinfektionen-therapie/index_html)
- Daschner F, Frank U, Glaeske G et al. (2011) Top 10 Ratschläge zur Antibiothikatherapie. [www.viamedica-stiftung.de/index.php?id=116](http://www.viamedica-stiftung.de/index.php?id=116)
- Davey P et al. (2013) Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. Cochrane Database Syst Rev: CD003543
- Deutsche Gesellschaft für Infektiologie (DGI) et al. (2013) S3-Leitlinie „Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotika-Anwendung im Krankenhaus“ AWMF-Registernummer 092/001; [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlini-](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlini-)

[en/092-001I\\_S3\\_Antibiotika\\_Anwendung\\_im\\_Krankenhaus\\_2013-12.pdf](#)

- Gerber JS et al. (2013) Effect of an Outpatient Antimicrobial Stewardship Intervention on Broad-Spectrum Antibiotic Prescribing by Primary Care Pediatricians. *JAMA*. 309(22): 2345–2352
- Gerber JS et al. (2014) Durability of Benefits of an Outpatient Antimicrobial Stewardship Intervention After Discontinuation of Audit and Feedback. *JAMA* 312 (23): 2569–2570
- Hand K (2013) Antibiotic stewardship. *Clin Med* 13:499–503
- RKI (2013) Festlegung der Daten zu Art und Umfang des Antibiotikaverbrauchs in Krankenhäusern nach §23 Abs. 4 Satz 2 IfSG. *Bundesgesundheitsbl*; 56: 996–1002
- RKI (2015) Bestandsaufnahme, Bedarfsanalyse und notwendige Verbesserungen für die Entwicklung und Überarbeitung der Leitlinien in der Infektionsmedizin in Deutschland. Positionspapier der Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie (Kommission ART) beim Robert Koch-Institut (Stand: 25.11.2015); [http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/ART/Positionspapier/Positionspapier\\_Leitlinien-in-der-Infektionsmedizin.html](http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/ART/Positionspapier/Positionspapier_Leitlinien-in-der-Infektionsmedizin.html)
- Schweickert B, Kern WV, deWith K, Berner R, Kresken M et al. (2013) Antibiotikaverbrauchs-Surveillance. *Bundesgesundheitsbl*; 56: 903–912
- Stahlmann R, Lode H (2015) Pharmakokinetik von Antibiotika bei Übergewichtigen und kritisch Kranken. *Dtsch Med Wochenschr* 140: 271–276
- Szymczak JE et al. (2014) Pediatrician perceptions of an outpatient antimicrobial stewardship intervention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35, Suppl 3: S69–78

# Entwicklung hausinterner Leitlinien zur Antiinfektivtherapie

*S. Schulz-Stübner*

- 10.1 Einführung – 222
- 10.2 Patientensicherheit – 222
- 10.3 Unabhängigkeit und Interessenkonflikte – 223
- 10.4 Beispiel einer Antiinfektivleitlinie eines Krankenhauses der  
Schwerpunktversorgung ohne Pädiatrie – 224
- Literatur – 234

## Zusammenfassung

Hausinterne Antiinfektiva-Leitlinien werden auf der Grundlage evidenzbasierter Empfehlungen der Fachgesellschaften und der Analyse des eigenen Patientenkollektivs, einrichtungsspezifischer Risikofaktoren und der einrichtungsbezogenen Resistenzstatistiken erstellt. Sie stellen eine wichtige Komponente eines jeden Antibiotika-Stewardship-Programms dar. Punktprävalenzvisiten können nicht nur bei der Implementierung dieser Leitlinien, sondern auch zur allgemeinen Bewusstseinsbildung und Schulung im Umgang mit Antiinfektiva genutzt werden und erlauben die direkte Kommunikation mit den behandelnden Klinikern in einer strukturierten Form.

## 10.1 Einführung

Für die Erstellung der hausinternen Antiinfektiva-Leitlinien werden die Empfehlungen der Fachgesellschaften und die aktuelle wissenschaftliche Evidenz geprüft und auf die einrichtungsspezifischen Besonderheiten heruntergebrochen und präzisiert (Barlam et al. 2016). Dabei sollten die wichtigsten in der Einrichtung behandelten Krankheitsbilder und Indikationen (zur Identifikation von Problembereichen ist hier die Antibiotikaverbrauchssurveillance sehr hilfreich) ausgewählt und unter Beachtung der lokalen Resistenzlage betrachtet werden, wobei gerade bei der Einführung eines Antibiotika-Stewardship die Qualität vor der Quantität geht und man sich auf das Wesentliche konzentrieren sollte. Allgemeine Therapieprinzipien, etwa zur Behandlung des septischen Schockes, können speziell formuliert werden. Mitunter sind bei problematischen Themen wie der asymptomatischen Bakteriurie auch der Verweis auf aktuelle Übersichtsarbeiten und plakative Zusammenfassungen wie die folgenden Leitsätze hilfreich:

- **Leitsätze zum Umgang mit asymptomatischer Bakteriurie (modifiziert nach Fäthkenheuer 2016):**
  - Die Behandlung mit Antibiotika bringt keinen klinischen Vorteil bei der asymptomatischen Bakteriurie.

- Antibiotika sollten auch bei geriatrischen Patienten nur eingesetzt werden, wenn spezifische Symptome einer Harnwegsinfektion vorliegen.
- Der Stellenwert des Screenings auf asymptomatische Bakteriurie bei Schwangeren gerät durch neuere Untersuchungen in Zweifel, insbesondere was ein erhöhtes Risiko für Frühgeburten angeht.
- Derzeit gibt es keine Hinweise darauf, dass eine asymptomatische Bakteriurie bei immunsupprimierten Patienten und bei Patienten nach Nierentransplantation anders zu bewerten ist als bei gesunden Personen.
- Mikrobiologische Screeninguntersuchungen des Urins vor Prothesenimplantationen können nicht empfohlen werden. Programme, die helfen, unnötige Urinkulturen zu reduzieren, tragen zur Vermeidung unnötiger Antibiotikagaben bei.

## 10.2 Patientensicherheit

Bei der Erstellung der Leitlinien sind die allgemeinen Prinzipien der Arzneimittelsicherheit zu berücksichtigen. So sollten klinisch relevante Nebenwirkungen, Interaktionen mit anderen Arzneimitteln, die Darreichungsform und spezielle Zubereitungsanforderungen und die physikalische Haltbarkeit fertiger Lösung berücksichtigt werden und ggf. in besonderen Hinweisen ihren Niederschlag finden. Dies gilt natürlich auch für die Dosisempfehlungen unter Berücksichtigung von Endorganfunktionsstörungen (Niere, Leber), bei Adipositas und in der Pädiatrie.

Da teilweise sehr alte Zulassungen für die verwendeten Medikamente bestehen und zugelassene Indikationen und Dosierungen nicht mehr den tatsächlichen Anwendungsbedingungen entsprechen, müssen die Antiinfektiva-Leitlinien nicht selten Off-label-Anwendungen beinhalten.

**Tipp**

Um die Anwendbarkeit empirischer Leitlinien im Alltag zu erhalten bzw. sicherzustellen, müssen die individuellen Umstände der Einrichtung berücksichtigt und eine gezielte Auswahl getroffen werden. Bei hausinternen Antiinfektiva-Leitlinien handelt es sich nicht um ein Lehrbuch der Antibiotikatherapie oder Nachschlagewerk. Diese Funktion können bei EDV-gestützten Anwendungen entsprechende Links und Verweise übernehmen.

### 10.3 Unabhängigkeit und Interessenkonflikte

Bei der Erstellung der „Hausliste“, d. h. der in der Einrichtung verfügbaren Antiinfektiva, ist Produktneutralität und Unabhängigkeit von Interessenkonflikten eine wichtige Voraussetzung. Aus zahlreichen Studien ist bekannt, dass der Besuch von Vertretern pharmazeutischer Firmen, das Sponsoring von Fortbildungsveranstaltungen oder die Drittmittelförderung von Studien und Projekten die Auswahl von Medikamenten für eine „Hausliste“ beeinflussen kann (AWMF 2013). Daher sollten folgende Punkte im Rahmen des Antibiotika-Stewardship-Programms für die Arzneimittel- bzw. Antibiotikakommission, die die „Hausliste“ aufstellt, geregelt sein:

- Selbstkritisches Hinterfragen der Mitglieder des Antibiotika-Stewardship-Teams
- Offenlegung aller möglichen Interessenkonflikte von Mitgliedern der Arzneimittel-/Antibiotikakommission
- Restriktion von Besuchen von Vertretern pharmazeutischer Firmen in der Einrichtung
  - zum Beispiel nur Apothekenbesuche sind erlaubt
  - zum Beispiel nur Besuch von Mitgliedern der Arzneimittelkommission
- Regelung des Umgangs mit Drittmitteln innerhalb der Einrichtung
- Regelung des Sponsorings hausinterner Veranstaltungen

Nach Angaben von Transparency Deutschland gehen amerikanische und britische Gesundheitsexperten davon aus, dass 3–10 % der Ausgaben im Gesundheitssektor durch Betrug, Missbrauch und Korruption verschleudert werden. Das bedeutet hochgerechnet für Deutschland, dass mit korruptionsbedingten Fehlsteuerungen in einer Größenordnung von 6–20 Mrd. Euro jährlich auszugehen ist. Dem hat der Gesetzgeber mit den Neuregelungen zur Strafbarkeit von Korruption im Gesundheitswesen Rechnung getragen und 2016 entsprechende Gesetzesänderungen verabschiedet, die die folgenden Punkte beinhalten:

- Beseitigung der Regelungslücke bezüglich unlauterer Beeinflussung bei Verordnungs-, Abgabe- oder Zuführungsentscheidungen in akademischen Heilberufen und in Gesundheitsfachberufen
- Schaffung von neuen Straftatbeständen der Bestechung und Bestechlichkeit im Gesundheitswesen, Strafraum in besonders schwerem Fall, relative Antragspflicht
- Aufhebung der Differenzierung zwischen Bestechlichkeit und Bestechung
- Zuständigkeitskonzentration an Landgerichten bei der Wirtschaftsstrafkammer; Stärkung der Kassenärztlichen Vereinigungen zur Bekämpfung von Fehlverhalten im Gesundheitswesen durch Institutionalisierung und Berichtspflichten
- Einfügung der §§ 299a und 299b sowie Neufassung der §§ 300 bis 302 Strafgesetzbuch, Änderung des § 74c Gerichtsverfassungsgesetz und der §§ 81a, 197a sowie 307 Fünftes Buch Sozialgesetzbuch

Allerdings gab es schon vorher weitreichende Regelungen in der (Muster-)Berufsordnung (§§ 30 ff. MBO), die vom 114. Deutschen Ärztetag 2011 novelliert wurde. So schreibt beispielsweise § 31 MBO vor, dass es „Ärzten nicht gestattet ist, für die Zuweisung von Patienten oder Untersuchungsmaterial oder für die Verordnung oder den Bezug von Arznei- oder Hilfsmitteln oder Medizinprodukten ein Entgelt oder andere Vorteile zu fordern, sich oder Dritten versprechen oder gewähren zu lassen oder selbst zu versprechen oder zu gewähren“.

- » Für die Mitglieder der Antibiotikakommission hat Transparenz gegenüber möglichen Interessenkonflikten bei der Produktauswahl oberste Priorität.

Zunehmend an Bedeutung gewinnen aber auch andere Faktoren außerhalb der Klinik oder Praxis, die indirekt Druck auf das Verschreibungsverhalten ausüben können. Hierzu gehören:

- Das Verbot der Laienwerbung für rezeptpflichtige Arzneimittel kann unterlaufen werden, indem Medizinjournalisten durch Zuwendungen und gesponserte luxuriöse Veranstaltungen zu positiven Berichten in Laienmedien („advertorials“) motiviert werden.
  - Beeinflussung im Rahmen von Sponsoring von Selbsthilfegruppen und Laienorganisationen durch die Pharmaindustrie.
  - Inhalte von Internetforen und auf sozialen Netzwerken mit undurchsichtiger Quelle.
  - Anforderungen/Erwartungen von Patienten und Angehörigen hinsichtlich Antibiotikatherapie.
- » Das Antibiotika-Stewardship-Programm sollte auch Patientenaufklärung und Angehörigeninformation in den Fokus der Aktivitäten rücken.

#### 10.4 Beispiel einer Antiinfektiva-Leitlinie eines Krankenhauses der Schwerpunktversorgung ohne Pädiatrie

##### ■ Eckdaten der lokalen Resistenzlage

- Hohe Sensibilität von gramnegativen Erregern auf Aminoglykoside
- ESBL-Bildner unter 10 %
- *E. coli* zu 76 % chinolonempfindlich
- Geringe MRSA-Rate (<10 %)
- Wenig VRE
- Hoher Non-albicans-Anteil (>30 %) bei *Candida spp.*

##### ■ Übergeordnete ASP-Ziele

Restriktiver Einsatz von Carbapenemen und Chinolonen.

##### ■ Grundsätze

- Bei bekanntem Erreger:
  - Therapie nach Antibiogramm
  - Ggf. Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MHK), z. B. bei Vancomycin, Penicillin G, anstreben
- Mikrobiologische Diagnostik möglichst vor Antibiotikagabe anstreben, bei instabilen Patienten aber ohne Zeitverlust
- Empirische Therapie nach 72 h kritisch hinterfragen:
  - Wenn möglich nach Erreger und Antibiogramm deeskalieren
  - Oder bei gutem Therapieerfolg ohne Erregernachweis ggf. Spektrumreduktion (die in den folgenden Tabellen angegebene Therapiedauer bezieht sich immer auf die Gesamttherapiezeit)
  - Bei fehlendem Ansprechen Umstellen der Substanzklassen (z. B. Carbapenem Piperacillin/Tazobactam Cephalosporin der Gruppen 3 und 4)
  - Bei nicht infektiöser Genese: Absetzen der Antibiotika
- Bei antibiotischer Vorbehandlung innerhalb der letzten 3 Monate ggf. Austausch der Substanzklassen des empirischen Therapieversuchs (siehe oben)
- Allergien und Arzneimittelinteraktionen beachten
- $\beta$ -Laktam-Antibiotika möglichst mit längerer Laufzeit (z. B. 3–4 h) infundieren

##### ➤ Antibiotikaauswahl

Behandlungsbeginn so schnell wie möglich  
Check der Therapie nach spätestens 72 h

- Septischer Schock, schwere Sepsis (■ Tab. 10.1)
- Pneumonie (■ Tab. 10.2, ■ Tab. 10.3, ■ Tab. 10.4)
- COPD (■ Tab. 10.5)
- Pleuraempyem (■ Tab. 10.6)
- Cholangitis (■ Tab. 10.7)

■ **Tab. 10.1** Septischer Schock, schwere Sepsis\*. Sofortiger Therapiebeginn (innerhalb maximal 60 min)

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Bei unbekanntem Erreger	Piperacillin/ Tazobactam	1-mal 4,5 g als Bolus KI dann 3-mal 4,5 g jeweils über 8 h als Perfusor  (oder 3–4-mal 4,5 g KI wenn kon- tinuierliche Gabe nicht möglich)	Deeskalation nach Mikrobiolo- gie bzw. bei gutem klinischen Ansprechen auch ohne Erre- gernachweis nach 3 Tagen Gesamttherapiedauer 7 Tage bzw. nach Klinik und PCT-Verlauf
	+ Gentamicin oder Levofloxacin	1-mal 5 mg/kg KG KI 2-mal 500 mg KI	
(a) <sup>#</sup> Mit Risiko für MRSA	+ Vancomycin	2-mal 1 g KI	Bei MRSA-Bakteriämie mind. 2 Wochen**
(b) <sup>#</sup> Mit Risiko für VRE (auch MRSA)	+ Linezolid	2-mal 600 mg KI	
(c) <sup>#</sup> Mit Risiko für MRGN	Meropenem statt Piperacillin/Tazobactam	3-mal 2 g KI (über 4 h infundieren)	Bei notwendiger Enterokokkenabdeckung: + Teicoplanin oder Tigecyclin Nach 3 Tagen beenden, wenn kein Enterokokkennachweis!
(d) <sup>#</sup> Mit Risiko für Pilzinfektion***	+ Caspofungin	1-mal 70 mg KI am 1. Tag, dann <80 kg KG: 1-mal 50 mg KI ab dem 2. Tag >80 kg KG: 1-mal 70 mg KI ab dem 2. Tag	Bei Nachweis einer Fungämie mind. 2 Wochen nach erster negativer BK, Augenhinter- grund und TEE untersuchen

BK Blutkultur, KI Kurzinfusion, MRGN multiresistent gramnegativ, MRSA Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*, PCT Procalcitonin, TEE transesophageal echocardiography, VRE Vancomycin-resistenter *Enterococcus*

\* Keine Dosisreduktion in den ersten 2–3 Tagen auch bei schlechter Nieren- oder Leberfunktion, bei weiteren Dosen Anpassung nach Spiegel oder Fachinformation

\*\* Ggf. Umstellung auf anderes MRSA-wirksames Präparat im Verlauf bzw. Kombinationstherapie nach Antibiotogramm, bei Vancomycin Spiegelbestimmung

\*\*\* Umstellung auf Fluconazol bei Nachweis von *Candida albicans* oder anderen sensiblen *Candida* spp.

**# Risikofaktoren (individuelle Entscheidung in Abhängigkeit von Anamnese und klinischem Bild):**

a, b, c, d: (Multimorbide) Patienten mit längerem (>1 Woche) und/oder wiederholtem Krankenhausaufenthalt in kurzer Zeitspanne (<3 Monate)

a, b, c, d: Nach Vorbehandlung mit Antibiotika (>1 Woche)

a, b, c: Patienten mit „Devices“ z. B. PEG, Tracheostoma

a, b, c: Patienten von anderen Kliniken oder anderen (externen) Intensivstationen mit hoher MRE-Prävalenz

a, b, c: Patienten aus Ländern mit hoher MRE-Prävalenz

a, b: Chronische Dialysepatienten

a: Patienten mit Kontakt zur Schweine- oder Kälbermast (lifestock-associated [LA-] MRSA), junge sonst „atypische“

Patienten mit rezidivierenden Abszessen (community-acquired [CA-] MRSA)

a: Patienten mit oder Z. n. Kolonisation/Infektion mit MRSA

b: Patienten mit oder Z. n. Kolonisation/Infektion mit VRE

c: Patienten mit oder Z. n. Kolonisation/Infektion mit MRGN

d: Patienten mit Dickdarmperforation, Anastomoseninsuffizienz bei Oberbaucheingriffen (Z. n. Ösophagusresektion), multipler *Candida*-Kolonisation, stark immunsupprimierte Patienten

■ **Tab. 10.2** Ambulant erworbene Pneumonie (CAP). Sofortiger Therapiebeginn, innerhalb max. 4 h

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Mit Indikation zur Hospitalisierung	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	5–7 Tage
	+ Roxithromycin oder Clarithromycin	2-mal 150 mg KI 2-mal 500 mg i.v./p.o.	
Mit Indikation zur Intensivbehandlung	Piperacillin/ Tazobactam	1-mal 4,5 g als Bolus i.v. dann 3-mal 4,5 g jeweils über 8 h als Perfusor (oder 3–4-mal 4,5 g KI)	8–10 Tage bzw. 5 Tage nach Entfieberung
	+ Gentamicin oder Levofloxacin*	1-mal 5 mg/kg KG KI 2-mal 500 mg KI	

KI Kurzinfusion

\* Levofloxacin statt Gentamicin immer bei klinischem Verdacht auf atypische Pneumonieerreger

■ **Tab. 10.3** Nosokomiale Pneumonie ohne Risikofaktoren für Pseudomonas oder MRE

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Nicht intensivpflichtig	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	7 Tage

KI Kurzinfusion

- Pankreatitis (■ [Tab. 10.8](#))
- Peritonitis (■ [Tab. 10.9](#))
- Pseudomembranöse Kolitis (■ [Tab. 10.10](#))
- Weichteilinfektionen (■ [Tab. 10.11](#))
- Harnwegsinfekt (■ [Tab. 10.12](#))
- Gynäkologische und geburtshilfliche Infektionen (■ [Tab. 10.13](#))
- Postoperative Wundinfektionen (■ [Tab. 10.14](#))
- Bakterielle Meningitis (■ [Tab. 10.15](#))
- Endokarditis (■ [Tab. 10.16](#), ■ [Tab. 10.17](#))

## ■ Perioperative Antibiotikaprophylaxe (■ [Tab. 10.18](#))

Dosierung:

- Standard-Dosis:
  - Cefazolin 2 g KI
  - Ampicillin/Sulbactam 3 g KI
- Bei Gewicht >120 kg:
  - Cefazolin 4 g
  - Clindamycin 900 mg
- Bei langer OP-Dauer alle 3(–4) h nach Erstdosis wiederholen bzw. nach Halbwertszeit des verwendeten Medikamentes

Die Antibiotikaprophylaxe kann bei schwierigen operativen Situationen in der Gefäßchirurgie bis max. 24 h ausgedehnt werden. **Eine Verlängerung darüber hinaus ohne konkreten Infektnachweis ist nicht sinnvoll und erhöht das Risiko für eine Clostridium-difficile-Infektion.**

- Dosisanpassungen wichtiger Medikamente bei kontinuierlicher venovenöser Hämodialyse (CVVHD) (■ [Tab. 10.19](#))

## ■ Dosierungshilfen

**Vancomycin** Dosierung von Vancomycin (■ [Tab. 10.20](#)):

- Anfangsdosis: 20 mg/kg KG (max. 2 g)

■ **Tab. 10.4** Schwere nosokomiale Pneumonie

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
<i>Beatmungsassoziierte Pneumonie oder schwere nosokomiale Pneumonie oder HAP* mit Indikation zur Intensivtherapie</i>			
Ohne Erregernachweis	Piperacillin/ Tazobactam	1-mal 4,5 g als Bolus KI dann 3-mal 4,5 g jeweils über 8 h als Perfusor (oder 3–4-mal 4,5 g KI)	Deeskalation nach Mikro- biologie bzw. bei gutem klinischen Ansprechen auch ohne Erregernachweis nach 3 Tagen  Gesamttherapiedauer 7 Tage bzw. Klinik und PCT-Verlauf
	+ Gentamicin oder Levofloxacin	1-mal 5 mg/kg KG KI 2-mal 500 mg KI	
Bei hohem MRSA- Risiko (a) <sup>#</sup>	+ Linezolid	2-mal 600 mg KI	
Bei hohem MRGN- Risiko (c) <sup>#</sup>	Meropenem statt Piperacillin/Tazobactam	3-mal 2 g KI (ggf. über 4 h infundieren)	
Bei schwer immunsup- primierten Patienten mit hohem Risiko einer Pilzpneumonie***	+ Caspofungin	1-mal 70 mg KI 1. Tag, dann <80 kg KG: 1-mal 50 mg KI ab dem 2. Tag >80 kg KG: 1-mal 70 mg KI ab dem 2. Tag	7 Tage

KI Kurzinfusion, MRGN multiresistent gramnegativ, MRSA Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*, PCT Procalcitonin

<sup>#</sup> Risikofaktoren a, c, d siehe ■ [Tab. 10.1](#)

\* Healthcare-Associated Pneumonia (HAP): von zuhause zugewiesene (multimorbide) Patienten mit multiplen Krankenhausaufenthalten in den letzten 3 Monaten

\*\*\* Umstellung auf Fluconazol bei Nachweis von *Candida albicans* oder anderen sensiblen *Candida* spp.

■ **Tab. 10.5** Exacerbation einer COPD

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
<i>Schwere akute Exazerbation einer COPD (AECOPD) mit Indikation zur Intensivtherapie oder mittelschwerer Verlauf mit purulentem Sputum (= Typ Stockley II) und/oder PCT &gt;0,1 ng/ml</i>			
Ohne Pseudomonasrisiko	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	7 Tage
Mit Pseudomonasrisiko (z. B. bekannte Kolonisation, Bronchiek- tasen, Beatmung, Rezidiv innerhalb der letzten 3 Monate)	Ceftazidim	3-mal 2 g KI (wenn möglich kontinuierliche Infusion)	7 Tage
	+ Levofloxacin	2-mal 500 mg KI	

KI Kurzinfusion, PCT Procalcitonin

■ Tab. 10.6 Pleuraempyem

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Ambulant erworben	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	7–14 Tage bzw. bis zur vollständigen Drainage des infizierten Ergusses
Postoperativ/nosokomial	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	
Bei hohem MRSA-Risiko (a) <sup>#</sup> oder VRE-Risiko, z. B. Durchwanderung bei abdominalen Infektion	+ Linezolid	2-mal 600 mg KI	
Bei hohem ESBL-Risiko (c) <sup>#</sup>	Meropenem statt Piperacillin/Tazobactam	3-mal 1(–2) g KI (ggf. über 4 h infundieren)	

ESBL Extended-Spectrum-Betalaktamase, KI Kurzinfusion, MRSA Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*, VRE Vancomycin-resistenter *Enterococcus*

<sup>#</sup> Risikofaktoren a, c: siehe ■ Tab. 10.1

■ Tab. 10.7 Cholangitis

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Primär, akute leichte Infektion	Ampicillin/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	3 Tage
Primär, akute schwere Infektion	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	7 Tage
Sekundäre Cholangitis	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	3 Tage nach Sanierung

KI Kurzinfusion

■ Tab. 10.8 Pankreatitis

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Ödematös, unkomplizierter Verlauf	Keine		
Nekrotisierend, schwerer Verlauf	Meropenem	3-mal 2 g KI	7–10 Tage

KI Kurzinfusion

- Folgedosen gerundet auf 250-mg-Schritte in Abhängigkeit von Gewicht und Nierenfunktion
- Anpassung nach Spiegelbestimmung; Zieltal-spiegel: 15–20 µg/ml

**Gentamicin** Dosierung von Aminoglykosiden (z. B. Gentamicin; ■ Tab. 10.21). Tagesdosis bei Einmalgabe.

Für Dosierungen in mg/kg Körpergewicht (z. B. bei Aminoglykosiden) wird bei normalgewichtigen Erwachsenen das ideale Körpergewicht („ideal body weight“, IBW) verwendet (in SI-Einheiten

■ Tab. 10.9 Peritonitis

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Primär: spontan bakteriell bei Lebersversagen/-zirrhose	Ceftriaxon	1-mal 2 g KI	5–7 Tage bzw. nach Kontrollpunkt des Aszites
Sekundär*: nach frisch perforierter Appendizitis	Ceftriaxon + Metronidazol	1-mal 2 g KI 1-mal 500 mg KI	2 Tage
Sekundär*: nach Perforation des Magen-Darm-Traktes	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	7 Tage
Bei V. a. invasive Mykose*	+ Caspofungin	1-mal 70 mg KI am 1. Tag, dann <80 kg KG: 1-mal 50 mg KI ab dem 2. Tag >80 kg KG: 1-mal 70 mg KI ab dem 2. Tag	Bei Nachweis einer invasiven Mykose 14 Tage ab negativer Blutkultur
Mit Risiko für MRSA (a) <sup>#</sup> , VRE (b) <sup>#</sup>	+ Linezolid	2-mal 600 mg KI	
Mit Risiko für MRGN (c) <sup>#</sup>	Meropenem statt Piperacillin/Tazobactam	3-mal 1(–2) g KI (ggf. über 4 h infundieren)	

KI Kurzinfusion, MRGN multiresistent gramnegativ, MRSA Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*, VRE Vancomycin-resistenter *Enterococcus*

\* Beschreibung des intraoperativen Befundes durch Operateur häufig hilfreich

<sup>#</sup> Risikofaktoren a, b, c: siehe ■ Tab. 10.1

■ Tab. 10.10 Pseudomembranöse Kolitis\*

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Leichter Verlauf	Metronidazol	3-mal 400 mg p.o.	10 Tage
Schwerer Verlauf**	Vancomycin	4-mal 250 (500) mg p.o. oder MS oder als rektaler Einlauf	10 Tage
	+ Metronidazol	3-mal 500 mg KI	
Rezidiv***	Vancomycin	4-mal 500 mg p.o. oder MS oder als rektaler Einlauf	14 Tage
	+ Metronidazol	3-mal 500 mg KI	
	Ggf. + Rifaximin	2-mal 400 mg p.o. oder MS	
	Alternativ: Fidaxomicin	2-mal 200 mg p.o.	
	Ggf. anschließend: <i>S. boulardii</i>	4-mal 250 mg oder. 2-mal 500 mg p.o.	4–6 Wochen

KI Kurzinfusion, MS Magensonde

\* Andere Antibiotika wenn klinisch vertretbar absetzen

\*\* Meldepflicht nach § 6 IfSG bei schwerem Verlauf beachten (pseudomembranöse Kolitis mit Nachweis von *C. difficile* oder Toxinnachweis und einem von vier Kriterien: Aufnahme aufgrund ambulant erworbener *Clostridium-difficile*-Infektion, Verlegung auf eine Intensivstation aufgrund der Clostridienerkrankung, Kolektomie aufgrund eines Megakolons oder Perforation, Tod innerhalb von 30 Tagen nach Diagnosestellung)

\*\*\* Fäkale Mikrobiotatherapie erwägen

■ Tab. 10.11 Weichteilinfektionen

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Erysipel (kompliziert: z. B. hämorrhagisch, nekrotisierend, blasig oder Lokalisation im Gesicht bzw. venöse oder arterielle Durchblutungsstörungen)	Penicillin G*	3-mal 10 Mio. IE KI Nach Besserung Umstellung auf 3-mal 1 Mio. IE Penicillin V oral	10 Tage
(Katzen-)Bissverletzungen	Ampicillin***/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	
Diabetischer Fuß (leichte Infektion)	Ampicillin*/ Sulbactam	3-mal 3 g KI	7–14 Tage plus 2–3 Wochen orale Sequenztherapie
Diabetischer Fuß (schwere Infektion: nekrotisch, gangränös, ischämisch, übelriechend, Antibiotikavorbehandlung) Bei MRSA-Risiko (a) <sup>#</sup>	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	14 Tage plus 2–3 Wochen orale Sequenztherapie
	+ Ciprofloxacin	3-mal 400 mg KI	
	+ Linezolid	2-mal 600 mg KI/p.o.	
Dekubitus	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	Nach Klinik
	Ggf. + Clindamycin	3-mal 600 mg KI	
Nekrotisierende Faszitis***	Meropenem	3-mal 2 g KI	Nach Klinik
	+ Clindamycin	3-mal 900 mg KI	
	+ Linezolid**	2-mal 600 mg KI	
	+ Penicillin G	6-mal 5 Mio. IE KI	
Fournier-Gangrän***	Meropenem	3-mal 1 g KI	Nach Klinik
	+ Ciprofloxacin	3-mal 400 mg KI	
	+ Linezolid**	2-mal 600 mg KI	
	+ Penicillin G	6-mal 4 Mio. IE KI	

KI Kurzinfusion

\* Alternativ 3-mal 600 mg Clindamycin

\*\* Alternativen: Daptomycin (10 mg/kg KG KI) oder Fosfomycin (3-mal 5 g KI)

\*\*\* Alternative bei Katzenbissverletzung: 2-mal 100 mg Doxycyclin (deckt *Pasteurella multocida* mit ab)

<sup>#</sup> Risikofaktoren a: siehe ■ Tab. 10.1

■ Tab. 10.12 Harnwegsinfekt. Immer Urindiagnostik anstreben

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Unkompliziert	Fosfomycin oder Nitrofurantoin	1-mal 3 g p.o.	1 Tag
		2-mal 100 mg	5 Tage
Kompliziert	Ceftriaxon oder Ciprofloxacin	1-mal 2 g KI 2-mal 500 mg p.o. (wenn ambulante Therapie nach Befund im Verlauf möglich)	7 Tage

KI Kurzinfusion

■ Tab. 10.13 Gynäkologische und geburtshilfliche Infektionen

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Endometritis post partum	Ampicillin/ Sulbactam	4-mal 3 g KI	Solange bis 3 Tage fieberfrei
	oder Clindamycin + Gentamicin	3-mal 900 mg i.v. 1-mal 5 mg/kg KG KI	
Mastitis puerperalis	Cefuroxim	3-mal 1,5 g KI	7 Tage
	oder Flucloxacillin	4-mal 2 g KI	
Adnexitis, Tuboovarialabszess	Ampicillin/ Sulbactam	4-mal 3 g KI	10–14 Tage
	+ Doxycyclin	1-mal 200 mg i.v./p.o.	
	oder Ertapenem + Doxycyclin	1-mal 1 g KI 1-mal 200 mg i.v./p.o.	
B-Streptokokken-Besiedlung vaginal nachgewiesen	Penicillin G	Erstdosis 5 Mio. IE, 6-mal 2,5 Mio. IE i.v.	Ab Geburtsbeginn bis Entbindung
	oder Cefazolin	3-mal 2 g KI	
	oder Clindamycin	3-mal 600 mg KI	
Vorzeitiger Blasensprung Frühgeburtslichkeit <37. SSW	Ampicillin	Erstdosis 2 g, 6-mal 1 g	

KI Kurzinfusion, SSW Schwangerschaftswoche

■ Tab. 10.14 Postoperative Wundinfektionen

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Unkompliziert	Cefuroxim	3-mal 1,5 g KI	5–8 Tage
Tiefe Wundinfektion	Piperacillin/ Tazobactam	3-mal 4,5 g KI	Nach Klinik
Postoperative Infektion knöcherner Strukturen**, z. B. Sternum	Cefuroxim	3-mal 1,5 g KI	2 Wochen i.v.
	+ Vancomycin*	2-mal 1 g KI	
	+ Rifampicin	3-mal 300 mg KI oder 2-mal 450 mg p.o.	Dann 6 Wochen p.o.
Periprothetische Infektionen***	Cefuroxim	3-mal 1,5 g KI	2 Wochen i.v.
– bei grampositiven Erregern	+ Rifampicin	3-mal 300 mg KI oder 2-mal 450 mg p.o.	Dann wenn möglich 6 Wochen orale Therapie
– bei gramnegativen Erregern	Levofloxacin	2-mal 500 mg KI	

KI Kurzinfusion

\* Langsam infundieren, Talspiegel von 15–20 mg/l anstreben, alternativ Daptomycin oder Linezolid

\*\* Erregernachweis durch Gewebeprobe(n) ggf. mit Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MHK) anstreben

\*\*\* Erregernachweisen durch Gewebeprobe(n) (möglichst vor Antibiotikatherapie) anstreben; Entscheidung zur Implantatentfernung nach individualmedizinischen Aspekten; bei chronischen Infektionen immer Implantatentfernung; nach Implantatentfernung testgerechte Antibiotikatherapie ohne Rifampicin

■ **Tab. 10.15** Bakterielle Meningitis<sup>#</sup>

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Ambulant erworben* (initiale Gabe von Dexamethason, Absetzen bei fehlendem Pneumokokkennachweis)	Ceftriaxon	2-mal 2 g KI	7–14 Tage
	+ Ampicillin	3-mal 5 g KI	
Meningitis/Ventrikulitis nach neurochirurgischem Eingriff*** (EVD, LD oder Shunt entfernen)	Vancomycin	2-mal 1 g i.v.**	Mind. 10 Tage
	+ Meropenem	3-mal 2 g KI	
	ggf. + Rifampicin	2-mal 450 mg p.o.	

EVD extraventrikuläre Drainage, KI Kurzinfusion, LD Lumbaldrainage

<sup>#</sup> Bei V. a. ambulant erworbene virale Meningoenzephalitis zusätzlich Aciclovir 10 mg/kg KG alle 8 h KI

\* Postexpositionsprophylaxe bei engem Kontakt mit Patienten mit (Meningokokken-)Meningitisverdacht: 1-mal 500 mg Ciprofloxacin p.o., Schwangere 1-mal 250 mg Ceftriaxon i.m.

\*\* Langsam infundieren, Talspiegel von 15–20 mg/l anstreben

\*\*\* Ggf. intrathekale Therapie mit Gentamicin 5 mg alle 24 h über EVD/Lumbaldrainage

■ **Tab. 10.16** Endokarditis mit unbekanntem Erreger

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Nativklappe (und Kunstklappe >12 Monate postoperativ)	Ampicillin/ Sulbactam	4-mal 3 g KI	4–6 Wochen (möglichst Erregernachweis und MHK-Bestimmung anstreben)
	Ggf. + Gentamicin	1-mal 3 mg/kg KG KI	
Bei Kunstklappe (<12 Monate postoperativ)	Vancomycin*	2-mal 1 g i.v.	
	+ Gentamicin oder Rifampicin	1-mal 3 mg/kg KG KI	
		3-mal 300 mg KI oder 2-mal 450 mg p.o.	

KI Kurzinfusion, MHK minimale Hemmkonzentration

\* Langsam infundieren, Talspiegel von 15–20 mg/l anstreben; Alternative: 1-mal 10 mg/kg KG Daptomycin i.v.

■ **Tab. 10.17** Endokarditisprophylaxe

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Zeitpunkt
<i>Endokarditisprophylaxe <b>nur</b> für folgende Patienten empfohlen: Patienten mit einer künstlichen Herzklappe, Patienten nach einer vorangegangenen bakteriellen Endokarditis, Patienten mit angeborenen Herzerkrankungen (nicht behobene zyanotische Herzerkrankungen, palliative Shunts und Conduits, mit künstlichem Material behobene Defekte für sechs Monate nach dem Eingriff, unvollständig behobene Defekte ohne völlige Endothelialisierung des künstlichen Materials), herztransplantierte Patienten mit Klappenerkrankung</i>			
Eingriffe im Mundraum, bei denen am Zahnfleisch oder der periapikalen Zahnregion gearbeitet wird oder bei denen die Mundschleimhaut perforiert wird	Amoxicillin	1-mal 2 g p.o.	60 min vor Beginn
	oder Ceftriaxon	1-mal 2 g KI	30 min vor Beginn
Eingriffe am Urogenitaltrakt und Gastrointestinaltrakt	Keine Routineprophylaxe empfohlen Wenn wegen bestehender Infektion Antibiotika gegeben werden müssen, sollten sie gegen Enterokokken wirksam sein, z. B. Ampicillin, Piperacillin, Vancomycin		

KI Kurzinfusion

■ **Tab. 10.18** Perioperative Antibiotikaprophylaxe. Einzelgabe möglichst 30 min vor Hautschnitt

Indikation		Antibiotikum
Viszeralchirurgie	Kolorektale Eingriffe*	Ampicillin/Sulbactam
	Hepato-pankreatiko-biliäre Eingriffe*	Ampicillin/Sulbactam
Gefäßchirurgie**	Alle Gefäßprothesen	Cefazolin
Unfallchirurgie***	Totalendoprothese (TEP) und Osteosynthesen	Cefazolin
	Materialentfernungen (mehrere Teile)	Cefazolin
Hand- und plastische Chirurgie	Alle Osteosynthesen	Cefazolin
	Mammachirurgie mit Implantat	Cefazolin
	Plastische Chirurgie mit großen Wundflächen	Cefazolin
Gynäkologie	Eingriffe mit Vaginal- oder Darmbeteiligung	Ampicillin/Sulbactam
	Mammachirurgie	Cefazolin
Geburtshilfe	Sectio (vor Schnitt!)	Cefazolin
Neurochirurgie**	Diskektomie/Laminektomie	Cefazolin
Urologische Eingriffe*		Ampicillin/Sulbactam
Schrittmacherimplantation***		Cefazolin

\* Bei Allergie: 1-mal 600 mg Clindamycin + 1-mal 5 mg/kg KG Gentamicin

\*\* Bei Allergie: 1-mal 1 g Vancomycin (langsam über 1 h infundieren, Infusionsende 30 min vor Hautschnitt)

\*\*\* Bei Allergie: 1-mal 600 mg Clindamycin

■ **Tab. 10.19** Dosisanpassungen bei CVVHD

Medikament	Dosisanpassung
Ampicillin/Sulbactam	2-mal 3 g i.v. (verlängerte Infusionsdauer)
Clindamycin	Keine Dosisanpassung
Levofloxacin	Keine Dosisanpassung
Ciprofloxacin	2-mal 200 mg i.v. (besser auf Levofloxacin umstellen)
Meropenem	2-mal 1 g i.v.
Piperacillin/Tazobactam	3-mal 4,5 g i.v.
Rifampicin	Keine Dosisanpassung

umgerechnet und gerundet (modifiziert nach Gilbert et al. 2014):

- IBW Frauen: 45 kg + 1 kg pro cm Körpergröße über 150 cm
- IBW Männer: 50 kg + 1 kg pro cm Körpergewicht über 150 cm

Liegt das tatsächliche Körpergewicht („actual body weight“, ABW) 30 % über dem Idealgewicht, wird das adjustierte Dosierungsgewicht („adjusted dosing weight“, ADW) verwendet:

$$\text{ADW} = \text{IBW} + 0,4 \times (\text{ABW} - \text{IBW})$$

■ Tab. 10.20 Dosierung von Vancomycin. (Nach Schulz-Stübner et al. 2016)

Kreatinin-Clearance (ml/min)	Gewicht (kg)											
	50–59		60–69		70–79		80–89		90–119		≥ 120	
	mg	Alle (h)	mg	Alle (h)	mg	Alle (h)	mg	Alle (h)	mg	Alle (h)	mg	Alle (h)
<20	Nächste Dosis geben, wenn Serumkonzentration ≤20 µg/ml											
20–29	500	24	500	24	500	24	500	24	750	24	750	24
30–39	750	24	750	24	750	24	750	24	1000	24	1000	24
40–59	500	12	500	12	500	12	500	12	750	12	1000	12
60–79	750	12	750	12	750	12	1000	12	1000	12	1250	12
79–109	1000	12	1000	12	1000	12	1250	12	1250	12	1250	12
>110	1500	12	1500	12	1500	12	1500	12	1500	12	1500	12

■ Tab. 10.21 Dosierung von Gentamicin. (Nach Schulz-Stübner et al. 2016)

Beispiel	ABW (kg)	IBW (kg)	ADW (kg)	Dosis (mg)*
Frau mit 170 cm Körpergröße	60	65	–	320 (4 Amp.)
	100	65	79	400 (5 Amp.)
	115	65	85	400 (5 Amp.)
	130	65	91	480 (6 Amp.)
Mann mit 170 cm Körpergröße	80	70	–	320 (4 Amp.)
	100	70	82	400 (5 Amp.)
	115	70	88	480 (6 Amp.)
	130	70	94	480 (6 Amp.)

ABW actual body weight, ADW adjusted dosing weight, Amp. Ampullen /IBW ideal body weight  
 \* Beispielrechnungen mit 5 mg/kg KG Einmalgabe, gerundet auf nächsten praktikablen 80-mg-Schritt, 1 Amp. = 80 mg)

### Literatur

AWMF (2013) S3-Leitlinie: Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotika-Anwendung im Krankenhaus. [www.awmf.org](http://www.awmf.org)

Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM et al. (2016) Implementing an Antibiotic Stewardship Program: Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. Clin Infect Dis 62(10): e51–77. DOI: [10.1093/cid/ciw118](https://doi.org/10.1093/cid/ciw118)

Fäthkenheuer G. Asymptomatische Bakteriurie. Dtsch Med Wochenschr 2016; 141: 173–175

Gilbert DN, Chambers HF, Eliopoulos GM (2014) The Sanford Guide to Antimicrobial Therapy. Sperryville, VA: Antimicrobial Therapy

Schulz-Stübner S, Mattner F, Meyer E, Mahlberg R (2016) Antibiotika bei Infektionen mit multiresistenten Erregern. Berlin: Springer, S. 63–141

# Antibiotika-Stewardship-Visiten und Fallkonferenzen

*J. Bierwirth*

- 11.1 Rolle der Antibiotikabbeauftragten Ärzte im Antibiotika-Stewardship-Team – 236
- 11.2 Fallbeispiel 1 – 237
- 11.3 Fallbeispiel 2 – 238
- 11.4 Fallbeispiel 3 – 239
- 11.5 Fallbeispiel 4 – 240
- 11.6 Fallbeispiel 5 – 241
- 11.7 Fallbeispiel 6 – 244
- 11.8 Fallbeispiel 7 – 244
- 11.9 Fallbeispiel 8 – 246
- 11.10 Fallbeispiel 9 – 247
- 11.11 Fallbeispiel 10 – 248
- Literatur – 249

## Zusammenfassung

Mit dem Antibiotika-Stewardship soll der rationale Einsatz von Antibiotika erzielt und verbessert werden. Die Antibiotika-Stewardship-Visiten im multiprofessionellen Team bilden das Herzstück dieser Initiative. Der Krankenhaushygieniker liefert im Vorfeld bereits mit der Bewertung der Erreger- und Resistenzstatistik wichtige Informationen.

Während der Visite geht es um individuelle Einzelfalldiskussionen, die unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und der wissenschaftlichen Expertise für den Patienten Hinweise zur Diagnostik und Therapie geben.

### 11.1 Rolle der Antibiotikabefragten Ärzte im Antibiotika-Stewardship-Team

Die Aufgabe des Antibiotika-Stewardship-(ABS-) Teams (z. B. bestehend aus den behandelnden Klinikern, den antibiotikabefragten Ärzten, dem Krankenhaushygieniker, dem Apotheker und einem Infektiologen) beispielsweise im Rahmen von Punktprävalenzvisiten, aber auch bei Einzelfallberatungen sollte vor allem die Klärung folgender Punkte sein:

- Die **rechtfertigende Diagnose**, d. h., gibt es eine begründete Arbeitsdiagnose? Dazu zählen Diagnosen wie Pneumonie (beweisend durch die Klinik mit typischen Respirationsgeräuschen [sind diese auch im Aufnahmebogen vermerkt?] und/oder ein aussagekräftiges Röntgenbild). Hierzu zählen nicht die „Therapie“ von Symptomen wie Fieber (hier gibt es eine Ausnahme: das Fieber unklaren Ursprung [FUO] in der Neutropenie) oder einzelne auffällige Laborbefunde (der Klassiker ist sicherlich die nicht abgeklärte CRP-Erhöhung) mit Antibiotika.
- Lässt sich das zu erwartende **Erregerspektrum** näher beschreiben, wie zum Beispiel bei der empirischen Therapie einer ambulant erworbenen Pneumonie eines immunkompetenten Patienten ohne nennenswerte Nebendiagnosen? Gibt es mikrobiologische Befunde? Hat der Patient nennenswerte Risikofaktoren für das Vorliegen von multiresistenten Erregern?
- Handelt es sich bei vorliegenden mikrobiologischen Befunden um echte behandlungsbedürftige Infektionen oder um Besiedelungen?
- Ist die **Diagnostik** aussagekräftig (siehe auch ► [Kap. 8](#))? *Beispiel:* Periprotehtische Gelenksinfektion bei radiologisch eindeutigen Lockerungszeichen. Aus dem Punktat gelingt kein Erregernachweis. Der Ausschluss einer infektiösen Genese bestimmt das weitere Vorgehen (Intervall bis zur Reimplantation der neuen Prothese). Hier müssen intraoperativ oder besser bereits bei einer eventuell vorangegangenen Arthroskopie Gewebeproben histologisch wie auch mikrobiologisch untersucht werden (Konsens ist eine Entnahme von fünf Proben zur mikrobiologischen Analyse und eine Probe zur histologischen Analyse). Die histologische Begutachtung der periprotehtischen Membran kann auch als intraoperative Schnellschnittuntersuchung für die Planung des operativen Prozedere von Bedeutung sein. Eine immer größere Rolle im Hinblick auf den Erregernachweis bekommt die Sonikation der explantierten Prothesen bzw. deren Teile (Renz et al. 2015). Diese werden nach Entnahme sofort steril in einer Transportbox verpackt. Das Explantat wird dann in ein entsprechendes Labor verbracht. Dort erfolgt die Behandlung im Ultraschallbad. Die Flüssigkeit, in der das Explantat beschallt wurde, das sogenannte Sonikat, wird jetzt auf Nährböden aufgebracht und bebrütet. Auf diese Weise ist es möglich, Bakterien aus dem Biofilm der Prothese herauszulösen.
- Ist die **Anordnung** der Antiinfektiva formal korrekt? Zu einer Anordnung gehört der genaue Wirkstoff (nicht der Substanzname, um Verwechslungen auszuschließen). *Beispiel:* Amphotericin und liposomales Amphotericin: Eine Verwechslung der Wirksubstanz kann tödlich sein (da das liposomale Amphotericin in einer 10-fach höheren Konzentration angeordnet wird).
- Ist die **Dosis** korrekt angegeben? Sind in der Anamnese oder aus den vorhandenen Laborwerten Indikationen zur Dosisanpassung erkennbar? Ist der Grund für besondere Dosierungen auch plausibel dokumentiert?

## 11.2 · Fallbeispiel 1

- Ist die **Applikationsform** dokumentiert?  
Zum Beispiel parenterale versus enterale Applikation: Vancomycin wirkt nur enteral bei *Clostridium-difficile*-assoziierter Diarrhö, muss aber bei allen anderen Indikationen aufgrund der fehlenden Resorption aus dem Darm parenteral verabreicht werden.
- Ist die **Therapiedauer** angeordnet, und ist eine **Reevaluation der Diagnose** eingeplant bzw. bereits erfolgt und nachvollziehbar dokumentiert? Woran wird der therapeutische Erfolg gemessen? Fieber? Infektparameter? Klinische Parameter wie Sauerstoffsättigung etc.?
- Sind die angeordneten Applikationen auch korrekt und zeitgerecht erfolgt?
- **Therapieevaluation:** Sind Befunde, aus denen sich eine andere Diagnose ergeben kann, nach Therapiebeginn hinzugekommen? Sind mikrobiologische Befunde eingetroffen, und wie werden diese bewertet? Kann die Therapie deeskaliert oder eingestellt werden?
- Neben der speziellen Betrachtung der aktuellen Infektionsbehandlung sollte aber auch der **infektionspräventive Aspekt** einer Punktprävalenzvisite beachtet werden. Wie sieht es mit der Indikation des Blasenkatheters oder venöser Zugänge aus? Sind aufgrund der Verdachtsdiagnose oder der mikrobiologischen Befunde besondere Hygienemaßnahmen erforderlich?
- Wurde eine **perioperative Antibiotikaphylaxe** (PAP) indikations- und zeitgerecht gegeben?

## 11.2 Fallbeispiel 1

In der Notaufnahme stellt sich am Wochenende ein 59-jähriger Patient in Begleitung seiner besorgten Tochter vor. Es wird berichtet, der Patient habe seit einer Woche Fieber bis 38,7 °C. Jetzt seien noch eine Belastungsdyspnoe und eine ausgeprägte Schwäche hinzugekommen. Der Patient wird sonst als fit und ohne nennenswerte Vorerkrankungen beschrieben. Bei der körperlichen Untersuchung ergeben sich Respirationsgeräusche über beiden Lungenflügeln, die Herzgeräusche sind leise, und man hört ein 2/6-Diastolikum mit Punctum maximum über Erb,

die Palpation des Abdomens ergibt eine Splenomegalie und man sieht Petechien unter den Fingernägeln.

**Verdachtsdiagnose** Es besteht der Verdacht auf eine Infektion mit Einbeziehung des Herzens. Die Splenomegalie deutet auf eine Herzinsuffizienz hin, die Dyspnoe könnte ebenfalls in diese Richtung gedeutet werden. Die Petechien könnten in diesem Kontext auf eine Septikämie hindeuten. **Arbeitsdiagnose:** Endokarditis. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Endokarditis (Habib et al. 2015) wird mithilfe der Duke-Kriterien abgeschätzt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich um eine Endokarditis, wenn zwei Hauptkriterien oder ein Hauptkriterien und drei Nebenkriterien oder fünf Nebenkriterien erfüllt sind.

### Duke-Kriterien Hauptkriterien

1. Positive Blutkulturen mit typischen Mikroorganismen für infektiöse Endokarditis aus zwei separaten Blutkulturen
2. Nachweis von Endokardbeteiligung: Typische Veränderungen in der Echokardiographie sind eine neue Klappeninsuffizienz, eine neue Dehiszenz einer Klappenprothese oder der Nachweis von intrakardialer Masse (Vegetationen)

### Nebenkriterien

- Prädisponierende Herzerkrankung oder i.v. Drogengebrauch
- Fieber >38,0 °C
- Vaskuläre Befunde septische Infarkte, arterielle Embolien, mykotische Aneurysmen, intrakranielle Hämorrhagien, Gateway-Läsionen
- Immunologische Befunde wie zum Beispiel Glomerulonephritis, Osler Knötchen, Roth's Spots, Rheumafaktoren
- Veränderung im Echo, die nicht die Hauptkriterien treffen zum Beispiel der Perikarderguß
- Erregernachweis in der Blutkultur, die nicht unter die Hauptkriterien fallen oder serologischer Nachweis von konsistenten Endokarditisserregern

**Weitere Diagnostik** Blutentnahme: 3-mal zwei Blutkulturen („Sixpack“). Differenzialblutbild (Diff-BB), C-reaktives Protein (CRP), Leber- und Nierenwerte, Blutgasanalyse (BGA), Gerinnung, pro-BNP, Urinstatus. Echokardiographie (EKG), Röntgenaufnahme des Thorax, Sonographie des Abdomen, transthorakale Echokardiographie (TTE), besser hier transösophageale Echokardiographie (TEE).

**Therapie und Verlauf** Es muss bereits vor Erregernachweis eine empirische Antiinfektivtherapie eingeleitet werden. Die Therapie sollte vor allem gegen Streptokokken und Staphylokokken gerichtet sein. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich kein Hinweis auf ein erweitertes Erregerspektrum. Die Therapie sollte dann mit Ampicillin/Sulbactam 12 g/Tag in vier Einzeldosen und mit verlängertem Infusionsintervall beginnen. Eventuell kann die Therapie um Gentamicin erweitert werden (vgl. ■ Tab. 11.1). Weiterhin sollte unter der Therapie die Infektparameter (CRP, BSG, Diff-BB) und die TEE kontrolliert werden.

11.3 Fallbeispiel 2

Ein 39-jähriger Patient, der eine Bioklappenprothese in Aortenposition vor acht Monaten bekommen hatte, stellt sich jetzt in der Notaufnahme mit

linksseitigen Oberbauchschmerzen und Fieber bis 39 °C vor. Auf Nachfrage gibt der Patient ein Krankheitsgefühl seit zwei Wochen an. Bei der körperlichen Untersuchung fällt ein 4/6-Diastolikum mit Punctum maximum über der Aorta auf. Es werden drei Paar Blutkulturen abgenommen und zur Untersuchung eingesandt. Die durchgeführte TEE zeigt eine Aortenklappeninsuffizienz mit Abszessformation. In der Computertomographie (CT) zur Abklärung einer sonographisch unklaren Raumforderung in der Milz zeigt sich die bekannte Raumforderung und wird am ehesten als Milzinfarkt interpretiert.

**Verdachtsdiagnose** Kunstklappenendokarditis mit septischen Streuherden (Milzinfarkt) und Insuffizienz der Klappenprothese.

**Therapie und Verlauf** Es besteht eine dringliche OP-Indikation. Das Intervall zur operativen Sanierung wird maßgeblich vom Grad der Insuffizienz bestimmt. Unabhängig vom OP-Zeitpunkt muss mit der Therapie sofort begonnen werden. Die Antiinfektivtherapie besteht in diesem Fall aus Vancomycin und Rifampicin und Gentamicin.

Der 77 kg schwere Patient erhält eine Ladungsdosis Vancomycin von 1000 mg i.v. und dann alle 12 Stunden weitere 1000 mg i.v. Ab dem dritten Tag erfolgt die Dosierung nach Spiegelkontrolle. Der

■ Tab. 11.1 Übersicht über verlängerte Infusionsdauern bei  $\beta$ -Laktam-Antibiotika

Substanz	Dosis pro 24 h	Maximale Tagesdosis	Halbwertszeit (h)	Verlängerte Infusionsdauer (h)
Ampicillin	4 g	20 g	1	1–2
Aztreonam	2 g	8 g	1,5	4–6
Cefazolin	3 g	6 g	1	4–6
Cefepim	4 g	6 g	2	4–6
Ceftazidim	4 g	6(–10) g	2	4–6
Flucloxacillin	8 g	12 g	1	4–6
Imipenem	2–3 g	4 g	1	3–4
Meropenem	2–3 g	6(–10) g	1	3–4
Penicillin G	20–30 Mio. IE	30 Mio. IE	1	4–6
Piperacillin/ Tazobactam	12/1,5 g	16/2 g	1	4–6

Talspiegel sollte mindestens 15–20 mg/l betragen. Die Substanz muss langsam infundiert werden. Er bekommt 450 mg Rifampicin alle 12 Stunden p.o. (alternativ 3-mal 300 mg intravenös aufgrund der unterschiedlichen Darreichungsmengen in den Fertigpräparaten). Gentamicin wird entsprechend der neuen ESC-Guideline als Einmalgabe mit 3 mg/kg KG verabreicht (Habib et al. 2015).

Der Patient wird noch am Aufnahmetag operiert und erhält eine neue Bioaortenklappe. Am Morgen des zweiten postoperativen Tags ist der mikrobiologische Befund mit Resistenztestung fertig. In den Blutkulturen wurde *Streptococcus sanguinis*, auf Penicillin G sensibel, nachgewiesen. Da in allen Proben (Blutkultur und Aufbereitung des operativen Präparates) derselbe Keim nachgewiesen worden ist, kann an dieser Stelle das Therapieregime deeskaliert werden und es erfolgt die Deeskalation auf Penicillin G 4-mal 5 Mio. IE mit verlängerter Infusionszeit und Gentamicin 1-mal 3 mg/kg KG parenteral. Etwas später kommen auch die MHK-Werte (minimale Hemmstoffkonzentration):

- Penicillin G: 0,25 µg/ml sensibel
- Gentamicin: 8 µg/ml (Low-Level-Resistenz)

**Bewertung** Die Deeskalation war trotz der Low-Level-Resistenz gegen Gentamicin richtig. Es gibt einen Synergismus zwischen Penicillin und Gentamicin auch bei Low-Level-Resistenz von Gentamicin. Die Kontrollblutkulturen bleiben unter der Kombinationstherapie anhaltend negativ.

### 11.4 Fallbeispiel 3

Eine 73-jährige Patientin mit produktivem Husten, Fieber (38,5 °C), Tachykardie (112/min), Blutdruck 100/60 mmHg, Atemfrequenz in Ruhe 28/min, Sauerstoffsättigung unter Raumluft 88 % bei sonst gutem Ernährungszustand (EZ) und Allgemeinzustand (AZ) kommt mit der Diagnose „beginnende respiratorische Insuffizienz bei Pneumonie“ mit einer Einweisung durch den Hausarzt in die Klinik. An Vorerkrankungen sind ein Vorhofflimmern, Diabetes mellitus sowie eine Hypothyreose (aktuell euthyreot kompensiert) bekannt, und die Hausmedikation besteht aus Amiodaron, L-Thyroxin und

Simvastatin. Das in der Notaufnahme angefertigte Röntgenbild des Thorax bestätigt die Arbeitsdiagnose des einweisenden Kollegen.

**Diagnose** Rechtsseitige Lobärpneumonie.

**Therapie und Verlauf** Die Therapie wird in der Notaufnahme mit Ampicillin/Sulbactam i.v. (4-mal 2 g Ampicillin und 4-mal 1 g Sulbactam i.v.) und Clarithromycin (2-mal 500 mg i.v./p.o.) begonnen.

Die Lobärpneumonie gilt in diesem Fall als ambulant erworbene Pneumonie (CAP).

Den Letalitätsscore der Patientin und die damit verbundene Einstufung in einen Schweregrad der Erkrankungsausprägung würde man hier eher gering einschätzen (Ewing et al. 2016). Der nachfolgend aufgeführte CRB-Index gibt dabei Hilfestellung.

#### CRB-65-Index

- Atemfrequenz >30/min
- Diastolischer Blutdruck <60 mmHg oder systolischer Blutdruck <90 mmHg
- Bewusstseinstörung
- Alter >65 Jahre

Für jeden Punkt gibt es einen Indexpunkt. Bei zwei oder mehr Indexpunkten besteht eine erhöhte Letalitätsprädiktion (nach Studie bis zu 23 %).

Es ist wichtig, die schweren Fälle frühzeitig zu erkennen, die von der Aufnahme auf eine Überwachungs- oder Intensivstation profitieren. Neben dem CRB-Index sind die Major- und Minor-Kriterien der American Thoracic Society (ATS)/Infectious Diseases Society of America (IDSA) gut untersucht. Da das Risiko, eine Organdysfunktion auszubilden, in den ersten 72 Stunden der Erkrankung am höchsten ist, muss in diesem Zeitraum eine besonders intensive klinische Überwachung der Patienten erfolgen.

Das Vorliegen der **Major-Kriterien** bezeichnet eine Notfallsituation:

- Notwendigkeit der Intubation und maschinellen Beatmung
- Notwendigkeit der Gabe von Katecholaminen (septischer Schock)

Um den kritischen Patienten zu detektieren, helfen die **Minor-Kriterien**:

Patienten, die in der Betrachtung unter Berücksichtigung der folgenden Parameter mehr als zwei Punkte erreichen, haben ein deutlich erhöhtes Risiko, in den nächsten 72 Stunden eine Organdysfunktion zu erleiden.

#### Minor-Kriterien

- Schwere akute respiratorische Insuffizienz ( $\text{PaO}_2 \leq 55 \text{ mmHg}$  bzw.  $\leq 7 \text{ kPa}$  bei Raumluft)
- Atemfrequenz  $\geq 30/\text{min}$
- Multilobäre Infiltrate in der Röntgenthoraxaufnahme
- Neu aufgetretene Bewusstseinsstörung
- Systemische Hypotension mit Notwendigkeit der aggressiven Volumentherapie
- Akutes Nierenversagen (Harnstoff-Stickstoff  $\geq 20 \text{ mg/dl}$ )
- Leukopenie (Leukozyten  $< 4000/\text{mm}^3$ )
- Thrombozytopenie (Thrombozyten  $< 100.000/\text{mm}^3$ )
- Hypothermie (Körpertemperatur  $< 36^\circ\text{C}$ )

Da die Patientin aus dem häuslichen Umfeld mit einer mittelschweren Pneumonie ohne Verdacht auf Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) oder *Pseudomonas* als Erreger kommt, würde eine Therapie mit Ampicillin/Sulbactam reichen.

Bei der Therapieauswahl ist das nicht ganz unerhebliche Risikoprofil einer Herzrhythmusstörung (hier mit Amiodaron behandelt) und der Schilddrüsenunterfunktion zu beachten. Die Gefahr einer Interaktion mit QT-Verlängerung ist dabei bei einer Therapie mit Chinolonen, Makroliden und Azolen zu beachten. Im Tierversuch ist das Moxifloxacin (als Medikament mit der höchsten bekannten arrhythmogenen Potenz) die Positivkontrolle, wenn es um die Beurteilung des arrhythmogenen Potenzials neuer Substanzen geht.

**Bewertung** Einer Kombinationstherapie mit Clarithromycin hätte es in dieser Situation nicht unbedingt bedurft. Im Aufnahmesetting wäre dennoch

ein routinemäßiger Legionellenantigennachweis aus dem Urin sinnvoll gewesen. Dabei ist zu beachten, dass dieser Screeningtest lediglich den Serotyp 1 nachweisen kann. Ein negativer Befund schließt also das Vorliegen anderer Serotypen nicht aus. Bei Therapie mit arrhythmogenen Substanzen muss die QT-Zeit im Aufnahme-EKG gemessen und im Verlauf überwacht werden.

## 11.5 Fallbeispiel 4

Ein junger Mann (27 Jahre) kommt zu Jahresbeginn an einem späten Freitagabend in die Notaufnahme der Klinik. Er beschreibt starke Muskelschmerzen und ein Krankheitsgefühl seit zwei Tagen. Weiterhin gibt der Patient an, seit heute auch einen trockenen, nicht produktiven Husten zu haben. In den Abendstunden kommt jetzt noch Fieber bis  $39^\circ\text{C}$  dazu. Der Patient gibt auf Nachfrage an, noch nie ernsthaft krank gewesen zu sein. Medikamente nimmt er nicht regelmäßig ein. Es besteht ein Nikotinabusus. Drogen oder Alkohol werden nicht regelmäßig konsumiert. Einen Auslandsaufenthalt hat es in den letzten vier Wochen nicht gegeben, in der Familie (lebt gemeinsam mit seiner schwangeren Ehefrau und einem kleinen Sohn) treten keine vergleichbaren Symptome auf.

Die körperliche Untersuchung ergibt einen Patienten in gutem EZ, situativ eingeschränktem AZ, Temperatur  $39,5^\circ\text{C}$ , Blutdruck 110/60 mmHg, Puls 120/min, Sauerstoffsättigung unter Raumluft 93 %, Atemfrequenz 32/min. Der Patient ist heiser, Cor abgesehen von der Tachykardie unauffällig, Abdomen ohne Druck-, Klopf- oder Loslassschmerz, über allen vier Quadranten physiologische Darmgeräusche, Haut und Schleimhäute keine Auffälligkeiten, neurologisch orientierend unauffällig, Kraft regelrecht und seitengleich, über der Lunge verschärftes Atemgeräusch, keine Dämpfung.

Die Blutuntersuchung ist weitgehend unauffällig, keine signifikante CRP-Erhöhung, die Leukozytose von  $11.000/\mu\text{l}$  ist nicht wegweisend. Ein Differenzialblutbild ist erst im Routinebetrieb am nächsten Morgen durchführbar.

Das Röntgenbild ist ebenfalls unauffällig, es werden 3-mal zwei Paar Blutkulturen abgenommen.

Während der Patient auf die ersten Befunde wartet, steigt die Körpertemperatur auf 40,8 °C an. Der Patient wird stationär aufgenommen und bekommt eine empirische Antiinfektivtherapie mit Ampicillin 4-mal 2 g und Sulbactam 4-mal 1 g parenteral.

**Verdachtsdiagnose** Infektion der Atemwege unklarer Genese.

**Therapie und Verlauf** Aufgrund des hohen Fiebers bei zunächst unklarer Genese kann man diese empirische Therapie beginnen. Die Diagnostik viraler Erreger fehlte allerdings vollständig und wird erst mit Verspätung nachgeholt. Die Muskelschmerzen, das Fieber und der saisonale Zusammenhang lassen eine Influenza möglich erscheinen. Die Diagnostik besteht aus einem Rachenspülwasser bzw. Abstrich zur PCR-Diagnostik. Am späten Nachmittag des Folgetages kommt der Befund Influenza Typ A (H5N1). Nun erst werden die krankenhaushygienisch erforderlichen Tröpfchenschutzmaßnahmen eingeleitet. Bei fehlenden Zeichen einer sekundären Pneumonie kann die Antibiotikatherapie eingestellt werden, eine Therapie mit einem Neuramidasehemmer erscheint hier nicht sinnvoll. Der Patient ist nicht geimpft. Die Möglichkeit einer Impfung der Ehefrau und des Sohnes wird besprochen. Die bei der Ehefrau bestehende Schwangerschaft (in der 19. Schwangerschaftswoche) stellt nach der STIKO-Empfehlung eine besondere Impfnotwendigkeit dar. Das Risiko eines besonders schweren Verlaufs verbunden mit Hospitalisierung, Fehl- oder Frühgeburt ist bei einer Influenzainfektion in der Schwangerschaft deutlich gesteigert. Der Empfehlung, sich ab dem zweiten Trimenon gegen Influenza impfen zu lassen, kommen jedoch nicht einmal 50 % der Schwangeren nach.

Den Krankenhaushygieniker erwarten nun zusätzlich einige Anrufe besorgter Mitarbeiter, die mit dem Patienten ungeschützt Kontakt hatten. Auch von diesen ist leider kaum jemand geimpft. Sie können mit der Auflage, bei direktem Patientenkontakt einen Mund-Nasen-Schutz zu tragen, und intensiver Händedesinfektion während der möglichen Inkubationszeit weiterarbeiten und werden gebeten, bei Auftreten von Symptomen sofort zuhause zu bleiben und ihren Hausarzt zur Abklärung aufzusuchen. Die Karenzzeit von sieben Tagen

Symptomfreiheit bei an Influenza erkrankten Klinikmitarbeitern sollte zur Verhinderung von nosokomialen Fällen strikt eingehalten werden.

## 11.6 Fallbeispiel 5

In die Klinik wird ein 74-jähriger Patient mit einem Tumor im Bereich der Lendenwirbelsäule zur weiteren Diagnostik und Therapie eingewiesen. Bei der Aufnahme gibt der Patient Rückenschmerzen seit etwa zwei Monaten an. Nach physiotherapeutischen Maßnahmen und der anschließenden Injektionstherapie durch den Hausarzt habe sich keine nennenswerte Verbesserung eingestellt. Seit vier Tagen kann der Patient nun die sieben Treppenstufen in seinem Haus nur noch mit größter Anstrengung überwinden. Der Patient habe dies seinem Hausarzt mitgeteilt, als er sich in der Sprechstunde mit subfebrilen Temperaturen und einer allgemeinen Abgeschlagenheit vorstellte. Nach der körperlichen symptombezogenen Untersuchung durch den hausärztlichen Kollegen sei dann eine Röntgenuntersuchung der Lendenwirbelsäule veranlasst worden. Diese zeigte eine tumoröse Struktur mit Bezug zum ersten Lendenwirbel. Auf weitere Nachfrage gibt der Patient an, bis dato immer gesund gewesen zu sein. Seit fünf Jahren trage er einen Herzschrittmacher und nach einer Sondenkorrektur vor acht Monaten mache das Herz auch keine Schwierigkeiten mehr. Beide Eingriffe seien ohne Komplikationen verlaufen. Es besteht eine Dauermedikation mit Ramipril, Metoprolol, Rivaroxaban und seit zwei Monaten auch mit Ibuprofen.

Bei der körperlichen Untersuchung zeigt sich eine deutliche Kraftminderung beider Beine. Die Schrittmachertasche sieht unauffällig aus. Der Patient hat bei der Aufnahme eine normale Körpertemperatur von 37,5 °C.

Mit dem Patienten wird die Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) besprochen. Es zeigen sich multiple, teils konfluierende Abszessformationen in Höhe von Lendenwirbelkörper (LWK) 1 und LWK 2. Dabei sind die Wirbelkörper und die Bandscheiben betroffen. Durch die Abszessformation kommt es zu einer Myelonkompression. Im Aufnahmelabor zeigt sich ein erhöhtes CRP mit 25 mg/dl.

**Diagnose** Spondylodiszitis mit epiduralem Abszess und Myelonkompression.

**Therapie und Verlauf** Mit dem Patienten wird eine operative Sanierung des Befundes vereinbart. Es findet die Abnahme von Blutkulturen intra- bzw. postoperativ statt, wobei mindestens drei Paar abgenommen werden sollten. Intraoperativ wird Nativmaterial gewonnen und zur mikrobiologischen und histologischen Untersuchung gesandt.

➤ **Bei gleichzeitiger Entnahme von Materialien zur histologischen und mikrobiologischen Untersuchung auf die richtige Versandart achten. Auf keinen Fall mikrobiologisches Material in Formalin geben!**

Ebenso wird eine Endokarditis mittels TEE intraoperativ ausgeschlossen. In der Literatur wird die Rate der Patienten, die neben einer Spondylodiszitis gleichzeitig eine Endokarditis haben, mit 30 % angegeben (Jung et al. 2013).

In diesem Fall ergab sich aus der Myelonkompression eine OP-Indikation. Weitere Indikationen zur initialen Operation einer Spondylodiszitis sind Wirbelsäuleninstabilität aufgrund einer Knochenbeteiligung, drohende oder bestehende Deformitäten, paravertebrale Abszesse, unklare Ätiologie und vermutete maligne Genese oder Versagen einer antibiotischen Therapie. Eine relative Indikation für eine Operation ergibt sich zur Behandlung therapieresistanter Schmerzen.

Besteht keine OP-Indikation, wird zunächst ein Erregernachweis mittels Blutkultur angestrebt. Sind die Blutkulturen negativ, muss die Diagnostik mittels Punktion der Infektionsherde angestrebt werden. Diese Punktion erfolgt für den Patienten am sichersten in einem CT-gesteuerten Verfahren. Im Übrigen kann ein Erregernachweis in der Blutkultur auch gelingen, wenn der Patient kein Fieber hat.

In dem vorliegenden Fall gelingt die Abszessausträumung, und es wird eine interne Fixierung der instabilen Wirbelkörpersegmente durchgeführt. Nach der Probenentnahme kann die Antiinfektivtherapie beginnen. Die kalkulierte Therapie sollte die häufigsten Erreger einer Spondylodiszitis (Staphylokokken, Streptokokken oder Enterokokken) mit abdecken. In diesem Fall hat man sich für Ceftriaxon

2 g/24 h i.v. in Kombination mit Clindamycin 3-mal 600 mg/24 h i.v. entschieden. Angesichts der Tatsache, dass der Patient einen Schrittmacher und damit Fremdmaterial trägt, hätte man auch eine Kombination aus oralem Rifampicin (2-mal 900 mg p.o.), Flucloxacillin (12 g/24 h, verlängertes Infusionsintervall) kombiniert mit Ceftriaxon wählen können.

Nach zwei Tagen werden die Befunde der Gewebeprobe (hier sind fünf Proben aus der Abszesswand entnommen und zur mikrobiologischen Untersuchung versandt worden) übermittelt, und auch in einer Blutkultur gelingt der Nachweis von *Staphylococcus aureus*. Dieser ist gegen Methicillin sensibel, also ein MSSA. Nun muss eine Anpassung der Therapie erfolgen (vgl. auch ■ Tab. 11.2). Es wird eine Therapie mit Flucloxacillin 12 g/24 h mit verlängertem Infusionsintervall in Kombination mit Rifampicin (2-mal 900 mg p.o.) angesetzt. Die Therapiedauer wird 2–4 Wochen in parenteraler Applikation erfolgen. Anschließend wird die Therapie mit Moxifloxacin (1-mal 400 mg p.o.) und Rifampicin in der bekannten Dosierung 2-mal 900 mg per oraler Aufnahme für 8–10 Wochen fortgesetzt.

**Bewertung** Die Therapiedauer von drei Monaten ergibt sich hier aus der Tatsache, dass es eine komplizierte Infektion mit einer großen Abszessformation war. Weiterhin ist die Anwesenheit von Fremdmaterial (Schrittmacher in situ und des neu eingebrachten Osteosynthesematerials) eine Indikation für eine verlängerte Therapiedauer.

Der Therapieerfolg sollte durch den CRP-Verlauf und mittels Verlaufsblutkulturen überprüft werden. Auch das erneute Auftreten von Fieber oder Schmerzen, die über das postoperative Maß hinausgehen, könnten einen Hinweis auf ein Therapieversagen geben. Nach vier Wochen sollte ein erneutes MRT den Therapieerfolg bildgebend dokumentieren.

Insgesamt ist die Spondylodiszitis eine seltene Erkrankung, die erfahrungsgemäß gut auf die antimikrobielle Therapie anspricht. Das Risiko einer Spondylodiszitis steigt mit dem Alter an. Immunsuppressive Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, maligne Erkrankungen, aber auch der intravenöse Drogengebrauch sind Risikofaktoren für diese Erkrankung (meist hämatogener Ursprung).

■ **Tab. 11.2** Mögliche Therapieregime bei Spondylodiszitis mit unbekanntem Erreger, *Staphylococcus aureus* und *Mycobacterium tuberculosis*

Erreger	Therapie der ersten Wahl	Alternative bei Unverträglichkeit
Kultur negativ	Flucloxacillin 12 g/24 h i.v. pIT + Ceftriaxon 2 g alle 24 h i.v. für 2–4 Wochen dann: Clindamycin 3-mal 600 mg p.o. + Ciprofloxacin 2-mal 500 mg p.o. für 4–10 Wochen	Clindamycin 3-mal 600 mg p.o./i.v. + Ciprofloxacin 2-mal 400 mg i.v. oder 2-mal 500 mg p.o. für 6–12 Wochen
<i>S. aureus</i> MSSA	Flucloxacillin 12 g/24 h i.v. pIT + Rifampicin 2-mal 900 mg p.o. oder Fosfomycin 3-mal 5 g i.v. für 2–4 Wochen dann: Clindamycin 3-mal 600 mg p.o. für 4–10 Wochen oder Moxifloxacin 1-mal 400 mg p.o. + Rifampicin 2-mal 900 mg p.o. für 8–10 Wochen bei „Devices“	
<i>S. aureus</i> MRSA	Vancomycin* + Rifampicin 2-mal 900 mg p.o. oder Fosfomycin 3-mal 5 g i.v. für 4 Wochen dann: Rifampicin 2-mal 900 mg p.o. + Linezolid** 2-mal 600 mg p.o. oder Cotrimoxazol 2-mal 960 mg p.o. für 8–10 Wochen	Rifampicin 2-mal 900 mg p.o. + Daptomycin 6 mg/kg KG i.v. oder Linezolid 2-mal 600 mg i.v. für 4 Wochen dann: Linezolid** 2-mal 600 mg p.o. oder Cotrimoxazol 2-mal 960 mg p.o. für 8–10 Wochen
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Isoniazid INH 5 mg/kg KG (max. 300 mg/24 h) p.o. + Rifampicin 10 mg/kg KG (max. 600 mg) p.o. + Pyrazinamid 25 mg/kg KG (max. 1500–2500 mg/24 h) p.o. + Ethambutol initial 15 mg/kg KG (max. 1600 mg/24 h) p.o. 4-fach Therapie für 8 Wochen dann weitere 4–7 Monate nur Isoniazid und Rifampicin p.o.	

pIT verlängerte Infusionsdauer

\* Gewichtsadaptierte Initialdosis zwischen 1000–2000 mg, 2-mal 1000 mg bis Tag 3, dann Dosis nach Talspiegel 15–20 mg/dl

\*\* Linezolid ist in seiner Anwendungsdauer vom Hersteller auf 28 Tage begrenzt. Danach Off-Label-Anwendung

## 11.7 Fallbeispiel 6

Eine 20-jährige Frau stellt sich in der Notaufnahme der Klinik mit einer Schwellung und deutlichen Rötung des rechten Kniegelenkes vor. Ein Trauma verneint die Patientin. Die Patientin gibt keine Vorerkrankungen an. Neben der deutlichen Rötung und Schwellung des Knies mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung ergeben sich keine pathologischen Untersuchungsbefunde.

Die Patientin hat bei Vorstellung Fieber mit 38,5°C, Blutdruck 120/70 mmHg, Puls 96/min, Atemfrequenz 15/min.

Neben einer Sonographie des Gelenkes und einer Röntgenaufnahme in zwei Ebenen wird der Patientin noch Blut abgenommen. Es erfolgt die Analyse des Blutbildes, CRP, BSG sowie der Nieren- und Leberwerte wie auch der Gerinnung. Außerdem werden noch die Harnsäure und zwei Blutkulturflaschen beimpft abgenommen. Radiologisch zeigt sich kein Hinweis auf eine traumatische Verletzung, keine Osteolysen und keine Osteomyelitiszeichen. In der Sonographie des Gelenkes lässt sich eine deutliche Flüssigkeitsansammlung nachweisen.

Da die Patientin Fieber hat und die Laboruntersuchungen bis auf eine Leukozytose von 12.000/μl, ein CRP von 5,6 mg/dl (Cut-off: 0,5 mg/dl) und eine BSG von 22 mm in der ersten Stunde keinerlei Auffälligkeiten geliefert haben, wird eine Kniegelenkspunktion mit Synovialaspiration zur weiteren Diagnostik vorbereitet. Es wird eine Punktion unter sterilen Kautelen im OP durchgeführt. Die Synovialflüssigkeit sollte folgendermaßen verarbeitet werden: nativ (Gram-Färbung) sowie Beimpfung in eine aerobe und in eine anaerobe Blutkultur. In einem EDTA-Röhrchen sollte Synovialflüssigkeit auch zur zytologischen Begutachtung gebracht werden. In diesem Fall gelingt leider nur die Punktion einiger Tropfen, die kaum zur zytologischen Diagnostik ausreichen. Es handelt sich um eine *punctio sicca*.

Die Patientin wird daher für eine Arthroskopie des Kniegelenkes vorbereitet. In der Untersuchung soll die Gewinnung des oben aufgeführten Materials erfolgen. Neben der makroskopischen Betrachtung der Gelenkstrukturen können auf diesem Weg Gewebeprobe zur mikrobiologischen Untersuchung

entnommen werden. Der Goldstandard besteht aus 3–5 Proben. Eine weitere Probe sollte der histologischen Begutachtung zugeführt werden. Auf das Abnehmen von prä- oder intraoperativen Abstrichen sollte verzichtet werden. Die Befundung von Gewebeprobe ist sensibler.

Zum Abschluss erfolgt eine Spülung des Gelenkes. Die Zellzahlbestimmung zeigt eine deutliche Erhöhung der Leukozytenanzahl auf 8000/μl (Cut-off: 4200/μl). In der Differenzierung zeigt sich ein Anteil von Neutrophilen von 85 %. Es erfolgt zum Ende der Untersuchung eine ausgiebige Gelenksspülung und Anlage einer Drainage.

**Diagnose** Gelenksinfektion atraumatisch.

**Therapie und Verlauf** Die Patientin erhält eine empirische antibiotische i.v. Therapie mit Cefuroxim. In der mikrobiologischen Diagnostik ergibt sich der Nachweis von *Staphylococcus aureus* aus den Gewebeprobe. Die Blutkulturen bleiben negativ – es wurden allerdings auch zu wenige abgenommen. Auch hier wären drei Paar statt der zwei Flaschen besser gewesen. Eine Endokarditis wird mittels TEE ausgeschlossen und die Therapie auf Flucloxacillin umgestellt.

## 11.8 Fallbeispiel 7

Es stellt sich in der berufsgenossenschaftlichen Sprechstunde ein 52-jähriger Patient vor. Der Landwirt (Schweinemastbetrieb) ist vor 14 Wochen im Klinikum wegen einer posttraumatischen Gonarthrose als Folge einer fünf Jahre zurückliegenden Tibiakopffraktur mit einer Knieendoprothese versorgt worden. Nach der damaligen primären Versorgung ergaben sich keinerlei Komplikationen, insbesondere keine Hinweise auf ein Infektgeschehen nach Osteosynthese der Fraktur. Die Metallentfernung zwei Jahre nach dem Trauma verlief unauffällig – allerdings wurde der Patient bei diesem Aufenthalt positiv auf MRSA getestet und erfolgreich dekolonisiert.

Der Patient beschreibt, seit einigen Tagen in der betrieblichen Wiedereingliederung zu sein. Unter der steigenden Belastung ist es zu einer Zunahme des Knieumfanges und seit gestern auch zu einer

Zunahme der Rötung des Knies gekommen. Bei der Aufnahmeuntersuchung liegt ein deutlicher Erguss mit lokaler Überwärmung vor. Es zeigt sich außerdem eine schmerzbedingte deutliche Bewegungseinschränkung. Bei der Aufnahme hat der Patient eine Temperatur von 38,7 °C, Blutdruck 100/60 mmHg, Herzfrequenz 122/min, Atemfrequenz 20/min. Aus dem Voraufenthalt ist ebenfalls als Nebendiagnose eine Niereninsuffizienz bei interstitieller Nephropathie bekannt.

**Diagnose** Sepsis bei Verdacht auf periprotektische Gelenksinfektion.

**Therapie und Verlauf** Die mögliche Genese der periprotektischen Infektion lässt sich nach dem zeitlichem Abstand zur Implantation klassifizieren. Anhand dieser Unterteilung können Vermutungen über das zu erwartende Erregerspektrum für die empirische Therapie angestellt werden. Während bei der Frühinfektion innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation häufig *Staphylococcus aureus*, Streptokokken oder Enterokokken zu finden sind, sind es bei den verzögerten, sogenannten Low-grade-Infektionen, die sich 3–4 Monate nach der Implantation manifestieren, nicht selten niedrig virulente Hautkeime wie koagulase negative Staphylokokken oder *Propionibacterium acnes*. Bei einer Infektion nach mehr als 24 Monaten spielen vor allem hämatogene Streuungen eine Rolle, ausgehend von Infektionen

- der Haut: *Staphylococcus aureus*,
- der Atemwege: Pneumokokken,
- des Darms: Enterokokken, *E. coli*, Salmonellen, andere gramnegative Erreger,
- der Harnwege: *Escherichia coli*.

➤ Bei der Protheseninfektion gelten Keime als problematisch, die nicht mit einem biofilmwirksamen Antibiotikum behandelt werden können. Hier sind also Rifampicin-resistente Staphylokokken und Chinolon-resistente gramnegative Erreger, Enterokokken und *Candida* wegen der schlechten Erradizierbarkeit im Biofilm schwierig zu behandeln. MRSA dagegen ist Rifampicin-empfindlich und lässt sich auch im Biofilm verhältnismäßig gut behandeln.

### Implantatinfektionen und Biofilm

Infektionen nach osteosynthetischer Versorgung oder nach Implantateinbringung werden mit einer Inzidenz von 0,25–5 % angegeben. Auch das Risikoprofil des Patienten hat erheblichen Einfluss auf die Entstehung einer postoperativen implantat-assoziierten Infektion. Neben Vorerkrankungen des Patienten wie rheumatoide Arthritis, Diabetes mellitus, Gerinnungsstörungen oder Immunsuppression spielen auch habituelle Faktoren wie Adipositas und Voroperationen im Bereich des Implantats eine Rolle. Entscheidend sind aber auch operationsbedingte Faktoren wie eine verlängerte Operationsdauer, Gewebetraumatisierung und die nicht leitliniengerechte Durchführung der perioperativen Antibiotikaphylaxe. Bakterien lagern sich auf inerten, künstlichen Oberflächen ab. Neben Endoprothesen und Osteosynthesematerial werden so auch Katheter, Linsen und Herzklappen besiedelt. 65 % aller Infektionen sind durch Erreger aus Biofilm verursacht.

Wie entsteht der Biofilm? Die Prothese wird unmittelbar nach Kontakt mit Gewebe und Blut durch körpereigene Proteine (Fibrinogen, Fibronectin und Vitronectin) bedeckt (Wagner u. Hänsch 2015). Ihre Bindungsstellen bilden die Kontakte zur Adhäsion der Bakterien. Bei der Besiedelung der Prothesenoberfläche konkurrieren die Bakterien mit körpereigenen Zellen wie den Osteoblasten und Fibroblasten. Ist eine bestimmte Bakteriendichte, das sogenannte Quorum erreicht, bilden die Bakterien eine Polymermatrix (Schleim) aus. Dazu kommunizieren die Bakterien über die „quorum-sensing molecules“ miteinander. Sie synchronisieren den Stoffwechsel und tauschen so auch Antibiotikaresistenzen aus. Dabei dauert die Polymermatrixbildung mehrere Tage. Aus dieser Polymermatrix können sich einzelne Bakterien auslösen und septische Streuherde bilden. Hier stellt sich das Problem dar, dass auch nach einem Rezidiveingriff und/oder einer Therapie

mit einem Antibiotikum eine geringe Erregeranzahl ausreicht, um eine Infektion weiter zu unterhalten.

Der Biofilm induziert eine Immunantwort des Körpers. In das Gewebe strömen Abwehrzellen ein, die über die Zytokine den Nachschub ins Gewebe regeln. Unter anderem kann man Monozyten im Gewebe nachweisen, die unter dem Zytokineinfluss zu mehrkernigen Riesenzellen fusionieren. Zytokine (vor allem IL-8 und CXCL 2) vermitteln dann die Umwandlung zu Osteoklasten. Diese bauen nunmehr den Knochen in unmittelbarer Nähe zur Prothese ab, es entwickeln sich Osteolysen mit konsekutiver Implantatlockerung. Eine Sanierung der Infektion ist nun nur noch nach Implantatentfernung und ausgiebigem Debridement möglich.

Da bislang noch kein MRSA-Screeningbefund vorliegt und eine dringliche Indikation zur empirischen Therapie durch die klinische Sepsis besteht, soll MRSA empirisch mit abgedeckt werden. Vancomycin wäre bei der eingeschränkten Nierenfunktion in diesem Falle nicht die erste Wahl. Teicoplaninkontrollen sind im Haus nicht möglich, das macht eine Therapie mit dieser etwas besser nierenverträglichen Substanz umständlich. Linezolid wäre eine Alternative, aber die Therapiedauer ist zunächst auf 28 Tage befristet, danach Off-Label-Anwendung. Bei längerer Anwendung sind Blutbildveränderungen und Leberfunktionseinschränkungen zu erwarten, sodass man sich diese auch oral verfügbare Substanz für die mögliche Notwendigkeit einer längeren MRSA-wirksamen Therapie in der Hinterhand halten sollte. Tigecyclin ist nur bakteriostatisch wirksam, und da die Therapiedauer hier mindestens sechs Wochen beträgt, bevor in einem zweizeitigen Setting eine Reimplantation einer Totalendoprothese (TEP) erfolgen kann, wird eine Therapie mit Daptomycin (6 mg/kg KG i.v. alle 24 h) und Rifampicin (2-mal 900 mg p.o.) begonnen.

Angesichts des septischen Verlaufs wird hier zeitnah eine Revisionsoperation durchgeführt. Intraoperativ werden zahlreiche Proben entnommen (hier idealerweise fünf für die Mikrobiologie und eine zur histologischen Untersuchung). Eventuell muss bei

Low-Grade-Infektion auch an eine Schnellschnittuntersuchung gedacht werden, um eine Planung des weiteren Vorgehens (Entfernung der Prothese bei Infektion) treffen zu können. Während der Operation wird die Prothese teilweise ausgebaut. Die explantierten Prothesenteile werden mittels Sonikation aufbereitet. Das Prozedere wird auf eine zweizeitige Reimplantation nach Sanierung und Beruhigung der Situation festgelegt. In der Zwischenzeit wird ein Vancomycin-Spacer eingebaut.

Der Patient entfiebert bereits in den ersten 24 Stunden nach Beginn der Therapie. Die Infektparameter fallen innerhalb der ersten 48 Stunden nach der Operation deutlich.

Am dritten Tag ist die Mikrobiologie aus dem Punktat, den Probenentnahmen und dem Sonikat fertig. Ebenfalls trifft das Ergebnis der initialen Blutkulturen ein. Ein Paar war positiv geworden. Aus allen Proben gelingt der Nachweis von Methicillin-sensiblen *Staphylococcus aureus* (MSSA). Auch im MRSA-Screening (Nase, Rachen, kumulierter Hautabstrich) findet sich kein MRSA-Nachweis.

Es erfolgt eine Umstellung auf Flucloxacillin 12 g/24 h mit verlängerter Infusionsdauer. Hier muss gegebenenfalls eine Dosisanpassung in Abhängigkeit der Kreatinin-Clearance erfolgen. Die Therapie mit Rifampicin wird mit 2-mal 900 mg p.o. fortgesetzt.

Der Ausschluss einer Endokarditis bei Staphylokokkenseptikämie erfolgt mittels TEE. Dazu kommen zunächst tägliche Kontrollen der Infektparameter und Kontrollblutkulturen, bis diese negativ sind.

Nach Beruhigung des lokalen Infektherdes wird die erneute Implantation der TEP, begleitet von einer antibiotischen Therapie bestehend aus Fosfomycin (3-mal 5 g i.v.) und Rifampicin (2-mal 900 mg p.o.), durchgeführt. Die parenterale Therapiedauer beträgt eine Woche und im Anschluss erfolgt für weitere fünf Wochen eine orale Therapie mit Rifampicin und Levofloxacin (2-mal 500 mg).

## 11.9 Fallbeispiel 8

Ein 73-jähriger Patient wird in die Klinik zur Hemikolektomie bei Kolonkarzinom aufgenommen. Es findet eine Hemikolektomie rechts statt. Die Tumormetastasen nach der vollständigen Diagnostik und der

histologischen Begutachtung des OP-Präparates lautet: Kolonkarzinom UICC III; pT4; N1(3/15); M0.

Der postoperativen Verlauf gestaltet sich kompliziert: Der Patient bildet eine Anastomoseninsuffizienz mit Vierquadrantenperitonitis und septischem Schock aus. Es wird eine empirische Antiinfektivtherapie mit Meropenem (3-mal 1000 mg i.v.) und Anidulafungin 100 mg/24 h i.v. gestartet. Der Patient ist katecholaminpflichtig, intubiert und kontrolliert beatmet.

Der mikrobiologische Befund der intraoperativen Probenentnahmen trifft am zweiten postoperativen Tag ein: *Klebsiella pneumoniae* ESBL (extended-spectrum beta-lactamase). In der Blutkultur gelingt der Nachweis von *Enterococcus faecium*. Bei weiterhin schlechten Kreislaufverhältnissen wird die Therapie eskaliert, um alle Erreger abzudecken: Anidulafungin 100 mg i.v. 1-0-0, die Therapiedauer wird auf sieben Tage festgelegt; Meronem 1000 mg i.v. 1-1-1 in Kombination mit Linezolid 600 mg i.v. 1-0-1.

Die Therapie wird nach 72 Stunden reevaluiert. Der Patient ist stabiler, die Katecholamine können ausgeschlichen werden. Der Patient hat kein Fieber entwickelt, das CRP steigt nicht mehr an. Der Patient kann zügig extubiert werden, und Meropenem und Linezolid werden am neunten Tag abgesetzt.

Am Tag 19 erfolgt eine erneute Laparotomie bei einer Bauchdeckendehiszenz. Intraoperativ kommt es zu einer starken Blutung und Manifestation eines hämorrhagischen Schocks. Es kommt postoperativ zur Ausbildung einer Dünndarmleckage. Erneut bildet sich eine septische Befundkonstellation aus, und es entwickelt sich ein schweres Multiorganversagen. Es wird entschieden, Meropenem und Linezolid erneut anzusetzen. Auch während dieser Operation sind Proben (Gewebeproben und Blutkulturen) zur mikrobiellen Untersuchung entnommen worden.

Zwei Tage später kommen die Befunde. Es ließen sich im Abdomen drei MRGN *Klebsiella pneumoniae* und in der Blutkultur erneut *Enterococcus faecium* nachweisen. Die antibiotische Therapie wird fortgesetzt. Der Patient ist inzwischen hochdosiert katecholaminpflichtig, mit 80 % Sauerstoff und hohem PEEP (positiver endexpiratorischer Druck) bei schwerem ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome) beatmet und benötigt eine kontinuierliche Nierenersatztherapie. Eine weitere Eskalation der Therapie ist (fast) nicht möglich. Unter Einsatz der

maximalen intensivmedizinischen Maßnahmen gelingt es nicht, den Patienten zu stabilisieren und er verstirbt an Tag 26 des intensivmedizinischen Aufenthaltes.

**Bewertung** In diesem Fall ist bei den Therapieentscheidungen primär nicht berücksichtigt worden, dass der Patient eine Tumorerkrankung in einem Stadium hat, die eine Chemotherapie notwendig macht, um seine Gesamtprognose ungeachtet der Sepsis zu verbessern. Der Patientenwille im Falle schwerer Komplikationen („advanced care planning“) war präoperativ nicht eruiert worden, die Ergebnisse von Angehörigengesprächen waren teilweise nicht gut dokumentiert, was im Rahmen der ABS-Visiten auffiel. Die Intensivstation nahm dies zum Anlass, die frühe palliativmedizinische Mitbetreuung bei derartigen Patienten in ihre Behandlungspfade mit aufzunehmen.

## 11.10 Fallbeispiel 9

Eine 68-jährige Patientin wird nach einem Südeuropapurlaub im Krankenhaus vorstellig. Die Patientin berichtet während des Urlaubs in einer Klinik im Urlaubsland wegen eines Ikterus behandelt worden zu sein. Dort hat sie einen Stent in den DHC (Ductus hepaticus communis) erhalten. In Deutschland erhärtet sich der Verdacht auf ein Pankreaskopfkarzinom. Die Patientin wird zur Pankreaskopfresektion aufgenommen. Es erfolgt intraoperativ ein Abstrich aus dem Stent im DHC. Am dritten postoperativen Tag wird der Befund des intraoperativen Abstrichs aus dem DHC übermittelt. Der Befund lautet: *Klebsiella pneumoniae* (4-MRGN vom Typ KPC [*Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase]).

Der postoperative Verlauf gestaltet sich komplikationslos. Die initial in der postoperativen Phase deutlich erhöhten Infektparameter fallen, es besteht kein Fieber, die Narbe heilt *per primam*, die Patientin ist bereits extubiert und kreislaufstabil.

**Diagnose** Zustand nach Pankreaskopfresektion, keine Infektionszeichen.

**Therapie und Verlauf** Zum momentanen Zeitpunkt liegt eine Kolonisation vor. Eine Therapie ist nicht

notwendig und nicht sinnvoll; die chirurgischen Kollegen tragen trotz anfänglicher Zweifel die Empfehlungen aus der ABS-Visite mit und verzichten auf eine Antibiotikatherapie. Das in der Aufnahmesituation nicht erfolgte Aufnahmescreening sollte nachgeholt werden. Aufgrund des mikrobiologischen Befundes werden besondere Hygienemaßnahmen (siehe ► [Kap. 15](#)) eingeleitet.

### 11.11 Fallbeispiel 10

Die stationäre Aufnahme der letzten Patientin auf dieser ABS-Visite erfolgte zur Diagnostik und Therapie der nach einem Sturz im häuslichen Bereich aufgetretenen Rückenschmerzen. Die 72-jährige Patientin gibt bei der Aufnahme neben einer COPD im Stadium Gold III eine Tachyarrhythmia absoluta bei bekanntem Vorhofflimmern und eine hypertensive Kardiomyopathie an. Bei der Aufnahmeuntersuchung ergibt sich aktuell kein Hinweis auf eine kardiale Dekompensation. Bei dem nicht unerheblichen Risikoprofil besteht eine häusliche Medikation mit Metoprolol 100 mg p.o. 1-0-1, Ramipril 5 mg p.o. 1-0-0,5, Formoterol p.i., Budesonid p.i., Marcumar nach Quick p.o., Kalzium/D3-Brause 2-mal 1 Tbl. p.o.

Bei der Patientin wurde eine stabile LWK-1-Fraktur diagnostiziert. Unter suffizienter Analgesie

erfolgte die physiotherapeutisch unterstützte Mobilisation. Aus Furcht vor „Magennebenwirkungen“ der analgetischen Kombinationstherapie aus Tramadol und Novaminsulfon wurde Pantoprazol (20 mg p.o. 1-0-1) angesetzt. Die Indikation zur Behandlung mit Protonenpumpeninhibitoren besteht laut Fachinformation lediglich für die kurzzeitige Behandlung von Refluxbeschwerden und in höherer Dosierung (40 mg z. B. 2-mal täglich) nur in Kombination mit anderen Medikamenten zur Behandlung von Ulcera duodeni und ventriculi. Zum prophylaktischen Einsatz gibt es keine Zulassung (Off-Label-Anwendung). Protonenpumpeninhibitoren steigern jedoch das Risiko einer *Clostridium-difficile*-assoziierten Diarrhö (CDAD).

Am vierten Tag bekommt die Patientin Dyspnoe. Bei der Untersuchung findet sich eine Tachyarrhythmia absoluta mit einer Frequenz von 140/min. Einen Tag später kommen produktiver Husten und eine starke Obstruktion der oberen Atemwege hinzu. Die Patientin wird rasch respiratorisch insuffizient und muss intubiert und kontrolliert beatmet werden. Bei ansteigenden Infektparametern und Temperaturen um 38,7°C erfolgt eine kalkulierte antibiotische Therapie mit Piperacillin/Tazobactam i.v. und Levofloxacin i.v. zur Behandlung einer schweren, nosokomialen Pneumonie.

Unter der antiinfektiven Therapie kommt es erfreulicherweise zur Verbesserung des klinischen

■ Tab. 11.3 Behandlungsschema *Clostridium-difficile*-assoziierte Diarrhö (CDAD)

Klinische Einteilung	Therapie	Dauer
Einfach	Metronidazol 3-mal 400 mg p.o.	10 Tage
	oder Vancomycin 4-mal 125(–250) mg p.o.	10 Tage
	Absetzen der auslösenden Antibiose, klinische Beobachtung, keine spezifische Therapie	
Schwer	Vancomycin 4-mal 125(–250) mg p.o.	10 Tage
	alternativ ggf. Fidaxomicin 2-mal 200 mg p.o.	10 Tage
Schwer mit Komplikation	Wenn möglich Vancomycin 4-mal 125–500 mg p.o.	10 Tage
	+ Metronidazol 3-mal 500 mg i.v.	10 Tage
	+ Vancomycin-Retentionseinläufe 4-mal täglich intrakolonisch 500 mg (ad 100 ml Kochsalzlösung), wenn orale Gabe nicht möglich	10 Tage
	ggf. + Tigecyclin 2-mal 50 mg i.v.	10 Tage

Bildes und zum Rückgang der Infektparameter sowie zur erfolgreichen Extubation nach drei Tagen Beatmung, sodass die Therapie am siebten Tag beendet werden konnte. Einen Tag später kommt es zu massiven Diarrhöen. Die bakteriologische Untersuchung des Stuhls auf pathogene Keime ergibt (bei der Anamnese erwartungsgemäß) keine wegweisenden Befunde. Der Verdacht einer *Clostridium-difficile*-induzierten Diarrhö wird durch einen positivem Glutamatdehydrogenase-(GLDH-)Test und einen Toxinnachweis bestätigt.

**Diagnose** *Clostridium-difficile*-assoziierte Infektion (CDI).

**Therapie und Verlauf** Die spezifische Therapie wird mit Metronidazol (3-mal 500 mg i.v.) und Vancomycin (4-mal 250 mg über die Magensonde) begonnen (■ Tab. 11.3).

Bei fehlendem Ansprechen wird am dritten Tag Fidaxomicin 2-mal 200 mg p.o. verabreicht. Nach weiterer Verschlechterung der Patientin und erneutem Anstieg der Infektparameter erfolgte dann eine fäkale Mikrobiotatherapie (FMT). Die Infektparameter verbessern sich rasch, aber unter laufender Sondenernährung treten weiterhin Diarrhöen auf, die sich jedoch in Farbe und Konsistenz von den vorangegangenen Episoden unterscheiden. In einer Kontrollkoloskopie lassen sich keine Pseudomembranen mehr nachweisen. Nach Umstellung der Sondenkost und enteralem Kostaufbau sistiert die Durchfallsymptomatik vollständig.

## Literatur

- Ewing S, Höffken G, Kern WV (2016) S3-Leitlinie: Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie und Prävention – Update 2016
- Habib G, Lancelotti P et al. (2015) ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. *Kardiol Pol* 73(11): 963–1027
- Jung N, Seifert H, Siewe J, Fätkenheuer G (2013) Spondylodiszitis. *Internist* 54: 945–953
- Lübbert C et al. (2014) Dtsch. *Clostridium difficile* infection: guideline-based diagnosis and treatment. *Ärzteblatt* 43: 723–731
- Renz N, Cabric S, Janz V, Trampuz A (2015) Sonication in der Diagnostik periprothetischer Infektionen. *Orthopäde* 44: 942–945

- Schulz-Stübner S (2016) Antibiotika bei Infektionen mit multi-resistenten Erregern. Berlin: Springer
- Wagner C, Hänsch GM (2015) Pathophysiologie der implantat-assoziierten Infektion. *Orthopäde* 44: 967–973
- Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE (2004) Prosthetic joint infections. *N Engl J Med* 351: 1645–1654

# Surveillance

*C. Geffers*

- 12.1     **Methodik – 252**
- 12.2     **Interpretation der Ergebnisse – 261**
- 12.3     **Messung und Interpretation des Desinfektionsmittel-  
verbrauchs – 263**
- 12.4     **Compliance-Beobachtungen und ihre Interpretation – 265**  
**Literatur – 266**

## Zusammenfassung

Die Akzeptanz von nosokomialen Infektionen als medizinisches Problem ist eine wichtige Voraussetzung dafür, die Notwendigkeit von Präventionsmaßnahmen zu erkennen und erforderliche Infektionskontrollmaßnahmen zu etablieren und aufrechtzuerhalten. Nosokomiale Infektionen können zeitlich und örtlich gehäuft im Rahmen von Ausbrüchen auftreten und führen dann meist unmittelbar zur Wahrnehmung der Infektionen als Krankenhaushygienisches Problem. Ganz überwiegend treten nosokomiale Infektionen jedoch sporadisch auf und werden dann als solche häufig gar nicht wahrgenommen.

Es ist somit notwendig, ein Verfahren zur Verfügung zu haben, mit dem Daten auch für diese weitaus größere Zahl der nosokomialen Infektionen außerhalb von Ausbrüchen zur Problemidentifikation und nachfolgenden qualitätsverbessernden Maßnahmen zur Infektionsprävention genutzt werden können. Das Verfahren zur Erkennung infektiologischer Probleme anhand des Auftretens von nosokomialen Infektionen oder besonderen Erregern wird Surveillance genannt.

## 12.1 Methodik

### 12.1.1 Einführung

Der Begriff Surveillance im infektionsepidemiologischen Sinn wurde in den USA von den Centers for Disease Control and Prevention (CDC) definiert als „die fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation nosokomialer Infektionsraten, die für das Planen, die Einführung und Evaluation von medizinischen Maßnahmen notwendig sind, einschließlich der Übermittlung dieser Informationen an diejenigen, die diese Information benötigen.“ Daraus wird schon ersichtlich, dass unter Surveillance erheblich mehr zu verstehen ist als die reine Aufzeichnung einzelner Infektionsfälle in einer Liste.

In Deutschland ist laut Infektionsschutzgesetz (IfSG) unter anderem jedes Krankenhaus verpflichtet, eine Surveillance für nosokomiale Infektionen und Erreger mit besonderen Resistenzen (MRE) durchzuführen, und auch hier ist gefordert, geeignete Schlüsse für die Prävention zu ziehen. Das Ziel

der Surveillance ist somit die Prävention nosokomialer Infektionen. Durch Surveillance werden in Kombination mit Maßnahmen der Infektionsprävention, wie z. B. Einführung bzw. Verbesserungen beim Umsetzungsgrad von Leitlinien und Hygienestandards, Infektionshäufigkeiten reduziert.

Die Effizienz einer Surveillance in Bezug auf die Reduktion nosokomialer Infektionen wurde in verschiedenen Studien belegt. Die erste große Untersuchung zu diesem Thema wurde in den USA an mehr als 300.000 Patienten in 338 Krankenhäusern durchgeführt. Nach Bestimmung der Häufigkeit nosokomialer Infektionen in allen beteiligten Krankenhäusern wurden in einem Teil der Krankenhäuser verschiedene Maßnahmen zur Prävention eingeführt. Hierzu zählten neben der Einführung einer intensiven Surveillance auch die Beschäftigung eines Infektionspräventionsarztes sowie von Hygienefachpersonal (1 Person/250 Betten). Fünf Jahre später wurde erneut die Häufigkeit nosokomialer Infektionen in den Krankenhäusern bestimmt. Als Ergebnis zeigte sich eine Reduktion der nosokomialen Infektionen um 32 % in den Häusern, die eine Surveillance eingeführt hatten, wohingegen in den übrigen Krankenhäusern kein Unterschied in den Infektionsraten gegenüber der Ausgangssituation festgestellt wurde (Haley et al. 1985). Auch in Deutschland wurden inzwischen zahlreiche Studien durchgeführt, die die Wirksamkeit der Surveillance hinsichtlich der Prävention nosokomialer Infektionen belegen konnten (Zuschneid et al. 2003; Barwolff et al. 2006; Schwab et al. 2007; Gastmeier et al. 2009, 2012; Schroder et al. 2015).

Die Prävention nosokomialer Infektionen durch Surveillance funktioniert über zwei unterschiedliche Wege. Zum einen über die Problemerkennung als Erkenntnis aus der Surveillance und die anschließende Reaktion darauf. Dies geschieht klassischer Weise über folgende Schritte:

- Sensibilisierung für nosokomiale Infektionen
- Problemerkennung
- Auslösen von Betroffenheit
- Optimierung der Behandlungsqualität
- Reduktion von Infektionen

Zum anderen wirkt die Surveillance aber auch über unbewusste Verhaltensänderungen. Diese unbewusste Verhaltensänderung unter Beobachtung wird

„Hawthorne-Effekt“ genannt. Gerade der Hawthorne Effekt hat wahrscheinlich einen großen Anteil an den positiven Auswirkungen der Surveillance.

### 12.1.2 Surveillance-Prinzipien

Es existiert nicht die eine Surveillance-Methode. Es gibt abhängig von zu erfassender Infektions- oder Erregerart, lokalen strukturellen Begebenheiten und Risikoprofil der Patienten bzw. der Einrichtung unterschiedliche Surveillance-Prinzipien. Grundsätzlich können 3 Surveillance-Prinzipien unterschieden werden, die jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen:

- Die krankenhausweite Surveillance
- Die an Zielen ausgerichtete Surveillance
- Die bereichsfokussierte Surveillance.

#### Krankenhausweite Surveillance

Unter einer krankenhausweiten Surveillance (■ Tab. 12.1) versteht man die Aufzeichnung aller nosokomialer Infektionen bzw. multiresistenter Erreger bzw. Erreger mit besonderer epidemiologischer Bedeutung (MRE) bei allen Patienten im Krankenhaus. Es findet somit keine Beschränkung auf Risikobereiche statt und/oder auch keine Beschränkung auf einzelne Infektionsarten oder MRE.

#### An Zielen ausgerichtete Surveillance

Bei der an Zielen ausgerichteten Surveillance wird zunächst ein Präventionsziel für eine Infektionsart formuliert. Anschließend wird eine auf das Präventionsziel ausgerichtete Surveillance durchgeführt. Besteht z. B. das Ziel, postoperative Wundinfektionen in einer chirurgischen Abteilung zu vermeiden, kann zunächst eine Surveillance postoperativer Wundinfektionen feststellen, welche Patienten (Grundkrankheit, Alter, Geschlecht usw.) häufiger betroffen sind, um daraus spezifische Maßnahmen zur Reduktion von Wundinfektionen abzuleiten (■ Tab. 12.2).

Die hierfür zu treffende Auswahl der unter Surveillance stehenden Infektionen kann sich dabei richten nach z. B.

- Häufigkeit
- Kosten durch Infektion, Verlängerung des Aufenthalts
- Morbidität
- Mortalität
- Vermeidbarkeit.

#### Bereichsfokussierte Surveillance

Die bereichsfokussierte Surveillance konzentriert sich auf spezifische Infektionsarten bzw. Erreger und/oder Krankenhausbereiche (■ Tab. 12.3). Im Gegensatz zur an Zielen ausgerichteten Surveillance wird hierbei auf die Formulierung klarer Präventionsziele verzichtet.

■ Tab. 12.1 Vor- und Nachteil einer krankenhausweiten Surveillance

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lückenloser Überblick über alle/ausgewählte Infektionen und Infektionserreger</li> <li>– Frühe Erkennung von Häufungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extrem zeit- und arbeitsintensiv</li> <li>– Zeit für Datenerfassung steht im Missverhältnis zu Analysezeit und Interventionszeit</li> <li>– Interpretation schwierig, da keine Risikoadjustierung möglich (ungeeignete Nenner)</li> <li>– Fraglicher Anteil vermeidbarer Infektionen/Erreger</li> </ul>

■ Tab. 12.2 Vor- und Nachteil einer an Zielen ausgerichteten Surveillance

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Weniger zeit- und arbeitsintensiv als krankenhausweite Surveillance</li> <li>– Ausrichtung von Umfang und Art der Datenerhebung orientiert sich direkt am Ziel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Keine Aussagen zur endemischen Infektionshäufigkeit außerhalb der Zielpopulation und -infektion</li> <li>– Übersehen von Häufungen</li> </ul>

■ Tab. 12.3 Vor- und Nachteil einer bereichsfokussierten Surveillance

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>– Flexibel (z. B. rotierende Surveillance auf Intensivstationen) und kombinierbar mit anderen Strategien (z. B. Nutzung zur Problemidentifikation mit nachfolgender zielgerichteter Surveillance)</li><li>– Zeit- und Arbeitsintensität geringer als bei krankenhausesweiter Surveillance</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Keine Zielformulierung</li><li>– Beschränkung auf Risikopopulation schränkt Übertragbarkeit auf andere Bereiche des Krankenhauses ein</li><li>– Keine Aussagen zur endemischen Infektionshäufigkeit außerhalb der Zielpopulation und -infektion</li><li>– Übersehen von Häufungen</li></ul>

Eine Fokussierung bei der Surveillance auf die Sepsis in der Hämatologie/Onkologie ist ein Beispiel für eine solche bereichsfokussierte Surveillance. Die Auswahl des Bereichs bzw. der Infektion/Erreger für die Surveillance richtet sich dabei nach der Häufigkeit (häufige Infektionen/Erreger innerhalb einer Risikopopulation).

### 12.1.3 Surveillance-Methoden

Es gibt unterschiedliche alternative Methoden einer Surveillance, deren Auswahl sich immer auch an den lokalen Begebenheiten orientieren muss.

#### Aktive versus passive Erhebung

Unter aktiver Surveillance versteht man die Erhebung der Daten durch Hygienepersonal. Die Surveillance nosokomialer Infektionen bzw. epidemiologisch relevanter Erreger gehört ohnehin fest zum Berufsbild und zu den wichtigsten Aufgaben des Hygienepersonals. Meist kann das Hygienepersonal bereits auf in der Ausbildung gewonnene grundlegende epidemiologische Kenntnisse zurückgreifen. Zudem besteht die Vorstellung, dass nicht direkt an der Versorgung beteiligte Personen objektiver bei der Feststellung einer nosokomialen Infektion sein können.

Die passive Surveillance durch Nicht-Hygienepersonal, wie z. B. Stationsärzte, birgt dagegen die Gefahr, dass mehr nach klinischen als nach epidemiologischen Gesichtspunkten erfasst und klassifiziert wird. Zudem ist die Möglichkeit einer subjektiven Beurteilung eigener Patienten evtl. eher gegeben.

In Untersuchungen zur Diagnostikgenauigkeit bei aktiver und passiver Surveillance zeigten sich zum Teil große Differenzen bei der Anzahl erfasster nosokomialer Infektionen. Chirurgen bzw. Stationspersonal erfassten nur 26 % bzw. 40 % der Infektionen,

die vom Hygienepersonal als nosokomial eingestuft wurden (Eickhoff et al. 1969; Poulsen u. Meyer 1996).

#### Tipp

Es wird daher empfohlen, die Surveillance vorrangig in die Verantwortung des Hygienepersonals zu legen.

Aber natürlich kann die Surveillance auch von Nicht-Hygienepersonal durchgeführt werden, insbesondere wenn diesen die möglichen Einflussfaktoren bekannt und besonders beachtet werden.

#### Prävalenz versus Inzidenz

Zunächst muss entschieden werden, ob Inzidenzen oder Prävalenzen von nosokomialen Infektionen bestimmt werden sollen (■ Tab. 12.4). Bei **Prävalenzuntersuchungen** werden alle zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenen Infektionen erfasst. Hierdurch wird somit die Anzahl existierender Fälle pro untersuchte Population zu einem bestimmten Zeitpunkt angegeben. Die Prävalenz ist eine Schätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der eine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt krank ist.

Demgegenüber werden bei der **Inzidenzuntersuchung** alle in einem bestimmten Zeitraum neu aufgetretenen nosokomialen Infektionen bestimmt. Die Inzidenz ist die Anzahl der in einem bestimmten Zeitraum aufgetretenen Neuerkrankungsfälle pro Anzahl der gesunden Population zu Beginn der Untersuchung. Sie schätzt die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Person innerhalb einer bestimmten Zeit erkrankt.

Für die Surveillance nosokomialer Infektionen sind Prävalenzerhebungen weniger gut geeignet, da sie stark vom Zufall abhängig sind. Diese

■ **Tab. 12.4** Vor- und Nachteile der Prävalenz- und der Inzidenzuntersuchung

	Prävalenz	Inzidenz
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnell durchzuführen</li> <li>– Zu zählende Ereignisse direkt messbar (Ereigniseintreffen muss nicht abgewartet werden)</li> <li>– Wiederholungen reduzieren Effekte durch Zufallshäufungen</li> <li>– Gut geeignet für einen Überblick und um Trends zu erfassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vollständige Verlaufsbeobachtung (Trends und Cluster)</li> <li>– Risikofaktorenanalysen möglich</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr zufallsabhängig</li> <li>– Keine Aussage zu Neuerkrankungswahrscheinlichkeit, da keine Verlaufsbeobachtungen</li> <li>– Risikofaktorenerfassung nur zeitgleich möglich (z. B. Beatmung Ursache oder Folge der Pneumonie?)</li> <li>– Bei kleinen Patientengruppen kaum Risikofaktorenanalysen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher Arbeits- und Zeitaufwand</li> </ul>

Ungenauigkeit kann durch wiederholte Prävalenzmessungen etwas ausgeglichen werden. Es werden allerdings Infektionen mit langer Krankheitsdauer am Stichtag der Erhebung häufiger angetroffen als Infektionen mit kurzer Erkrankungsdauer. Hierdurch werden die Häufigkeiten evtl. verzerrt dargestellt. Prävalenzuntersuchungen eignen sich jedoch gut, um mögliche Problembereiche oder Populationen im Krankenhaus zu identifizieren, in denen später eine Inzidenzerhebung als kontinuierliche prospektive Surveillance durchgeführt werden soll.

### Patienten-, stations- oder laborbezogene Surveillance

Bei der **patientenbezogenen** Surveillance werden alle Patienten, die im Hinblick auf das zu messende Ereignis (z. B. nosokomiale Infektion) unter Surveillance stehen, erfasst und verfolgt, individuelle Daten zu diesen Patienten werden dokumentiert.

Bei der **stationsbezogenen** Surveillance werden hingegen nur Informationen über die Patienten dokumentiert, bei denen das zu messende Ereignis, z. B. eine nosokomiale Infektion, eingetreten ist. Um die Daten bei der stationsbezogenen Surveillance später standardisieren zu können, ist es erforderlich, die für die Standardisierung erforderlichen Bezugsdaten (z. B. Anzahl behandelter Patienten, Patiententage, Häufigkeit bestimmter Risiken für nosokomiale Infektionen) stationsbezogen zu registrieren. Eine Zuordnung von Risikofaktoren zu einzelnen

Patienten ist bei der stationsbezogenen Surveillance nicht möglich.

Die **laborbezogene** Surveillance registriert Nachweise von bestimmten Erregern (z. B. MRSA-Nachweise) oder Ereignissen (z. B. Resistenzrate von *S. aureus* gegenüber Methicillin/Oxacillin oder Erregernachweise im Blut) über Labordaten. Der Aufwand ist deutlich geringer als bei der patienten- oder stationsbezogenen Surveillance. Es müssen keine Patienten im Hinblick auf die Entwicklung eines Ereignisses untersucht werden, sondern es werden meist elektronisch verfügbare Befunde registriert und auf einfach zu erhebende Nenner bezogen (z. B. Anzahl Patienten, getestete *S. aureus*, untersuchte Blutkulturen).

### 12.1.4 Standardisierung und Stratifizierung

#### Standardisierung

Standardisierung ist ein Verfahren zur Berechnung von Maßzahlen, um sinnvolle Vergleiche auch bei unterschiedlichem Beobachtungsumfang (z. B. unterschiedlich viele Patienten, unterschiedlich lange Beobachtungszeit usw.) herstellen zu können. Dabei werden die beobachteten Ereignisse zur betrachteten Population oder zur Risikodauer ins Verhältnis gesetzt. Meist werden die Ereignisse auf 100 Patienten oder 1000 Risikotage bezogen.

Ein Beispiel soll die verschiedenen Methoden der Standardisierung verdeutlichen: In einem

■ Tab. 12.5 Vergleich zweier Intensivstationen – Anzahl Infektionen

ITS A	ITS B
2 Pneumonien	3 Pneumonien

Krankenhaus gibt es 2 Intensivstationen, die die Häufigkeit der Pneumonien miteinander vergleichen wollen. Die chirurgische Intensivstation A (ITS A) hat 2 neu auf der Station erworbene Pneumonien festgestellt. Die internistische ITS B (ITS B) hat im gleichen Zeitraum 3 neu erworbene Pneumonien bei ihren Patienten diagnostiziert (■ Tab. 12.5).

Hier wird schon deutlich, dass allein die Kenntnis der Anzahl der Ereignisse, wie hier der Pneumonien, nicht ausreicht, die Situation auf den Stationen vergleichend bewerten zu können. Zwar wurden auf der Station ITS B mehr Pneumonien im gleichen Zeitraum festgestellt, aber über die Anzahl der eingeschlossenen Patienten ist nichts bekannt.

■ Inzidenz

Eine einfache Methode der Standardisierung in der Infektionsepidemiologie ist der Bezug der Ereignisse (hier Pneumonien) auf die Population unter Risiko (hier Patienten), die beobachtet wurde. Aus der Anzahl neu aufgetretener Ereignisse pro beobachtete Population lässt sich die Inzidenz berechnen. Je nachdem wie häufig das gemessene Ereignis üblicherweise ist, werden die Ereignisse auf 100, 1000 oder 10.000 Patienten bezogen. Bei Bestimmung der Inzidenz nosokomialer Infektionen wird der Nenner meist auf 100 standardisiert. Die Inzidenz drückt dann die Anzahl neuer nosokomialer Infektionen pro 100 beobachteten Patienten aus (■ Tab. 12.6).

Inzidenz:  $\frac{\text{Neuerkrankungen}}{\text{Patienten}} \times 100$

Die Inzidenz der Pneumonie liegt auf der ITS A bei 1,3 (es wurden 1,3 Pneumonien pro 100 beobachteten Patienten festgestellt), die Inzidenz auf ITS B ist dagegen mit 2,4 (es wurden 2,4 Pneumonien pro 100 beobachteten Patienten festgestellt) deutlich höher. Mit der Inzidenz steht so trotz unterschiedlicher Anzahl behandelter Patienten auf den ITS eine vergleichbare Maßzahl für Infektionen zur Verfügung.

■ Tab. 12.6 Vergleich zweier Intensivstationen – Inzidenz

	ITS A	ITS B
Anzahl Pneumonien	2	3
Anzahl Patienten	150	125
Pneumonieinzidenz	$2/150 \times 100 = 1,3$	$3/125 \times 100 = 2,4$

➤ Auch die häufig berechnete Wundinfektionsrate ist eine Inzidenz. Hierbei wird die Anzahl von postoperativen Wundinfektionen allerdings auf die Anzahl von Operationen bezogen.

■ Inzidenzrate

In dem Beispiel der beiden Intensivstationen soll nun die ITS B größer sein und über mehr Betten als ITS A verfügen. Im gleichen Beobachtungszeitraum wurden zwar weniger Patienten neu auf die Station aufgenommen, aber die Liegezeit ist auf der ITS B länger als auf ITS A.

Während die Patienten auf ITS A im Schnitt 2 Tage liegen, verbleiben die Patienten auf Station B im Durchschnitt 4 Tage auf der ITS. Somit ergibt sich für den einzelnen Patienten auf ITS B ein längeres Risiko für die Entwicklung einer Infektion. Durch die Berechnung der Inzidenz kann diese unterschiedliche Zeitdauer jedes Einzelnen nicht berücksichtigt werden. Es steht jedoch eine Maßzahl zur Verfügung, die auch die Zeitdauer des Risikos standardisiert. Dies ist die Inzidenzrate (auch Inzidenzdichte genannt). Die **Inzidenzrate** berechnet sich aus der Anzahl aufgetretener Neuerkrankungsfälle pro Summe der Zeiträume, in denen jeder Einzelne erkranken konnte. Meist wird die Inzidenzrate in der Infektionsepidemiologie auf 1000 Patiententage bezogen. Die Inzidenzrate drückt so die Anzahl neuer Infektionen pro 1000 beobachteter Patiententage aus (■ Tab. 12.7).

Inzidenzrate =  $\frac{\text{Neuerkrankungen}}{\text{Patiententage}} \times 1000$

Durch Berücksichtigung der unterschiedlichen Risikodauer mithilfe der Inzidenzrate zeigt sich beim Vergleich

■ **Tab. 12.7** Vergleich zweier Intensivstationen – Inzidenzrate

	ITS A	ITS B
Anzahl Pneumonien	2	3
Anzahl Patienten	150	125
Inzidenz	$2/150 \times 100 = 1,3$	$3/125 \times 100 = 2,4$
Anzahl Patiententage	300	500
Inzidenzrate der Pneumonie	$2/300 \times 1000 = 6,7$	$3/500 \times 1000 = 6,0$

der Stationen nun, dass ein Liegetag auf ITS A ein etwas höheres Risiko (Inzidenzrate 6,7) für Pneumonien birgt, als ein Liegetag auf ITS B (Inzidenzrate 6,0).

#### ■ Device-assoziierte Inzidenzrate

Das größte Risiko, eine Pneumonie zu entwickeln, haben Patienten, die maschinell beatmet werden. Werden wie bei der Inzidenzrate die Pneumonien auf alle Patiententage bezogen, kann dieses erhöhte Risiko für Tage mit maschineller Beatmung nicht berücksichtigt werden.

Im Beispiel wird auf Station B mehr beatmet als auf Station A. Während auf der ITS B die Hälfte der

Patiententage eine Beatmung stattfindet, ist auf ITS A nur jeder dritte Patiententag ein Beatmungstag. Durch Berechnung der Device-assoziierten Inzidenzrate, in diesem Beispiel einer beatmungsassoziierten Pneumonierate, kann dieses unterschiedliche Risiko berücksichtigt werden („device“ engl. für Gerät). In Bezug auf nosokomiale Infektionen wird der Begriff Device für die Anwendung verschiedener, mit einem erhöhten Infektionsrisiko einhergehender Medizinprodukte verwendet. Infektionen und deren typische Risiko-Devices sind z. B.:

- Infektionsart Pneumonie:
  - Device: maschinelle Beatmung
- Infektionsart Bronchitis:
  - Device: maschinelle Beatmung
- Infektionsart Harnwegsinfektion:
  - Device: transurethraler Dauerkatheter
  - Device: suprapubische Harnableitung
- Infektionsart primäre Sepsis:
  - Device: konventionelle ZVK
  - Device: teilimplantierte ZVK
  - Device: periphere Verweilkanülen

Die Device-assoziierte Inzidenzrate berechnet sich aus der Anzahl der Ereignisse, die während der Anwendung der Devices auftraten, pro Summe der Tage, an denen das Device vorhanden war. Üblicherweise wird für Device-assoziierte Infektionsraten der Wert 1000 als Multiplikator gewählt (■ [Tab. 12.8](#)).

■ **Tab. 12.8** Vergleich zweier Intensivstationen – Device-assoziierte Inzidenzrate

	ITS A	ITS B
Anzahl Pneumonien	2	3
Anzahl Patienten	150	125
Inzidenz	$2/150 \times 100 = 1,3$	$3/125 \times 100 = 2,4$
Anzahl Patiententage	300	500
Inzidenzrate der Pneumonie	$2/300 \times 1000 = 6,7$	$3/500 \times 1000 = 6,0$
Anzahl beatmungsassoziiierter Pneumonien <sup>a</sup>	2	2
Beatmungstage	100	250
Beatmungsassoziierte Pneumonierate	$2/100 \times 1000 = 20$	$2/250 \times 1000 = 8$

<sup>a</sup> Pneumonien, die sich während einer Beatmung entwickelt haben

### Device-assoziierte Inzidenzrate

$$= \frac{\text{Neuerkrankungen, die während der Anwendung des Device auftraten}}{\text{Patiententage, an denen das Device vorhanden war}} \times 1000$$

Durch Bezug der Infektionseignisse auf die Tage, an denen der wichtigste Risikofaktor vorhanden war, ist nun ersichtlich, dass das Risiko für eine Pneumonie während einer maschinellen Beatmung auf der ITS A deutlich höher als auf ITS B ist.

Durch Berechnung der Device-assoziierten Infektionsrate kann nicht nur das Risiko besser berücksichtigt werden. Gerade die Device-assoziierten Infektionen gehören zu den nosokomialen Infektionen, deren Häufigkeit durch den richtigen Umgang mit den Devices am besten zu beeinflussen ist. Im Sinne einer effektiven Surveillance zum internen Qualitätsmanagement sind daher die Device-assoziierten Infektionsraten sehr gute Indikatoren in Bezug auf eine effektive Infektionsprävention.

### Stratifizierung

Unter Stratifizierung versteht man die Bildung von Gruppen. Um z. B. patientenspezifische Risikofaktoren besser berücksichtigen zu können, werden Infektionshäufigkeiten nicht für die Gesamtheit der beobachteten Population angegeben, sondern in Gruppen mit ähnlichem Risikoprofil getrennt berechnet. Beispielsweise können Infektionsraten für Intensivpatienten und Nicht-Intensivpatienten getrennt ausgewiesen werden, oder es wird noch weiter stratifiziert, indem nicht alle Intensivstationen zusammengefasst werden, sondern getrennte Raten für unterschiedliche Intensivstationsarten gebildet werden (Merkmale können sein: Universitätsstatus, Patientenpopulation [chirurgisch, internistisch, neurologisch pädiatrisch usw.]). Auch die Darstellung von Infektionsraten für unterschiedliche Altersgruppen ist eine Form der Stratifizierung, ebenso die getrennte Darstellung von Infektionshäufigkeiten für unterschiedliche Geburtsgewichtsklassen bei Frühgeborenen.

**Postoperative Wundinfektionen** Gleiches gilt für postoperative Wundinfektionen, die nicht auf alle durchgeführten Operationen bezogen werden sollten. Günstig ist es, möglichst homogene Gruppen von Operationen mit ähnlichem Risikoprofil zu

bilden, für die dann eine Wundinfektionsrate berechnet wird, z. B. die Gruppe der Kolonoperationen, Cholezystektomien usw. Zusätzlich können die Gruppen noch weiter spezifiziert werden, z. B. laparoskopisch versus offen-chirurgisch durchgeführte Operationen oder getrennte Betrachtung der Wundinfektionsraten für Operationen mit unterschiedlicher Wundkontaminationsklasse usw.

### 12.1.5 Bestehende Surveillance-Systeme versus eigene Strategien

Die Surveillance von nosokomialen Infektionen ist ein wichtiger Teil des internen Qualitätsmanagements im Krankenhaus. Allerdings erfordert die Durchführung einer Surveillance auch einen relevanten personellen und zeitlichen Aufwand.

Durch die Vielzahl möglicher methodischer Ansätze ist es wichtig, das für den eigenen Bereich geeignetste Surveillance-Verfahren möglichst vor Beginn der Surveillance-Aktivitäten zu identifizieren. Die erste grundlegende Entscheidung, die zu treffen ist, ist die Festlegung, ob eine Beteiligung an einem bestehenden Surveillance-System geplant ist oder aber eine individualisierte Surveillance außerhalb bestehender Surveillance-Systeme durchgeführt werden soll.

In Deutschland besteht die Möglichkeit, sich an bereits etablierten Surveillance-Systemen zu beteiligen. Bestehende Surveillance-Systeme für nosokomiale Infektionen bzw. Erreger mit besonderen Resistenzen sind z. B. das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) des Nationalen Referenzzentrums für die Surveillance nosokomialer Infektionen oder das Antibiotika-Resistenz-Surveillance-System (ARS) des Robert Koch-Instituts. Darüber hinaus existieren noch weitere Systeme, die weniger Teilnehmer haben, auf besondere Bereiche fokussieren und nicht allgemein anwendbar oder auf einzelne Regionen beschränkt sind. Beispielhaft sollen im Folgenden daher das bundesweit etablierte KISS und ARS vorgestellt werden.

## Antibiotika-Resistenz-Surveillance in Deutschland (ARS)

Ziel von ARS ist die Etablierung einer repräsentativen flächendeckenden Surveillance der Antibiotikaresistenz, die sowohl die stationäre Krankenversorgung als auch den Sektor der ambulanten Versorgung abdeckt. ARS ist konzipiert als laborgestütztes Surveillance-System zur kontinuierlichen Erhebung von Resistenzdaten aus der Routinediagnostik für das gesamte Spektrum klinisch relevanter bakterieller Erreger. Projektteilnehmer sind Laboratorien, die Proben aus medizinischen Versorgungseinrichtungen und Arztpraxen mikrobiologisch untersuchen und die Daten hierzu an ARS übermitteln.

Mit ARS sollen Daten zur Epidemiologie der Antibiotikaresistenz in Deutschland bereitgestellt sowie differenzierte Aussagen nach Strukturmerkmalen der Krankenversorgung und nach Regionen möglich werden. Somit verfolgt ARS neben der Möglichkeit des Vergleichs eigener Daten mit Vergleichswerten insbesondere auch das Ziel, epidemiologische Daten zur Häufigkeit von Antibiotikaresistenzen in Deutschland zu generieren. Seit 2008 baut eine wachsende Zahl von Laboratorien kontinuierlich den Resistenzdatenpool auf. Mit Stand September 2012 waren 24 Laboratorien am ARS beteiligt.

ARS macht keine Vorgaben, welche mikrobiologischen Verfahren zur Erregeridentifizierung und zur Empfindlichkeitsprüfung einzusetzen sind. Die Verfahren der Labore werden aber von ARS abgefragt, und bei der Darstellung der Ergebnisse werden diese Informationen berücksichtigt. So werden beispielsweise die Bewertungen im Hinblick auf „sensibel“, „intermediär“ und „resistent“ (SIR-Bewertung) als Ergebnis der Resistenztestung nach DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) und CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) getrennt dargestellt. Der Datentransfer basiert auf einer interaktiven Datenbank, die von ARS zur Verfügung gestellt wird und Auswertungen zur Resistenzsituation und -entwicklung der wichtigsten bakteriellen Erreger ermöglicht. Die Teilnehmer können über diese Datenbank die eigenen Auswertungen generieren. Die Datenbank erlaubt jedoch auch Abfragen zu aggregierten Daten von Dritten durch freien Zugriff auf die Datenbank unter <https://ars.rki.de/>.

## Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS)

Das KISS stellt einheitliche Methoden zur Surveillance insbesondere von nosokomialen Infektionen für Deutschland zur Verfügung. Es handelt sich dabei um ein Projekt des Nationalen Referenzzentrums für Surveillance nosokomialer Infektionen und versteht sich als nationales Netzwerk medizinischer Einrichtungen. Zusätzlich zu nosokomialen Infektionen können auch Erreger mit besonderer epidemiologischer Relevanz, Händedesinfektionsmittelverbrauch, Antibiotikaresistenz bakterieller Erreger und Antibiotikaverbrauch im KISS unter Surveillance genommen werden.

KISS ist modular aufgebaut. Es existieren verschiedene KISS-Module mit jeweils angepasster Surveillance-Methodik zur Infektionssurveillance und zur Erregersurveillance bei unterschiedlichen Risikopopulationen sowie zur Indikatorenurveillance (Antibiotikaverbrauch, Händedesinfektionsmittelverbrauch). Das KISS stellt einheitliche und risikoadaptierte Methoden zur Surveillance, Software für das Datenmanagement und Referenzdaten für Deutschland zur Verfügung. Weitere Informationen zum KISS finden sich unter <http://www.nrz-hygiene.de>. Bereits über 1000 Krankenhäuser beteiligen sich mit mindestens einem Modul am KISS. Folgende KISS-Module stehen zur Verfügung:

**ITS-KISS** Dies ist das Modul für Intensivstationen. Am ITS-KISS teilnehmende Stationen können eine Surveillance für neu auf der Station erworbene Infektionen (primäre Sepsis, Infektionen der unteren Atemwege und Harnwegsinfektionen) und/oder eine Surveillance von auf der Station versorgten Patienten mit besonderen Erregern (MRSA, VRE, multiresistente gramnegative Erreger [MRGN], *Clostridium difficile*-assoziierte Diarrhö [CDAD]) betreiben.

**Stations-KISS** In diesem Modul können Nicht-Intensivstationen eine Surveillance von auf der Station erworbenen Infektionen (primäre Sepsis, Infektionen der unteren Atemwege und Harnwegsinfektionen), die im Zusammenhang mit Devices (Gefäßkatheter, Beatmung, Harnwegskatheter) stehen, und/oder eine Surveillance von auf der Station versorgten Patienten mit besonderen Erregern (MRSA, VRE, MRGN, CDAD) betreiben

**OP-KISS** Das Modul OP-KISS steht chirurgischen Abteilungen zur Verfügung, um eine Surveillance für postoperative Wundinfektionen und bei Bedarf auch postoperative Atemwegsinfektionen nach bestimmten chirurgischen Eingriffen im stationären Bereich durchzuführen.

**AMBU-KISS** Für die Surveillance postoperativer Wundinfektionen bei ambulant durchgeführten Operationen stand bis 2017 die Methodik des Moduls AMBU-KISS zur Verfügung.

**NEO-KISS** Die Surveillance von nosokomialen Infektionen (primäre Sepsis, Pneumonie, nekrotisierende Enterokolitis) bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht von unter 1500 g wird im Modul NEO-KISS durchgeführt. In diesem Modul wird neben der Surveillance nosokomialer Infektionen auch eine Surveillance von Erregern mit besonderer epidemiologischer Relevanz (MRSA, VRE, MRGN) und der Antibiotika bei den Frühgeborenen durchgeführt.

**ONKO-KISS** Ab Januar 2017 ist ONKO-KISS das Modul für nosokomiale Infektionen (primäre Sepsis und Pneumonie) bei Patienten mit allogener Knochenmark- oder peripherer Blutstammzelltransplantation. Zusätzlich können auch Patienten mit autologer Transplantation in die Surveillance eingeschlossen werden.

**MRSA-KISS** Mit dem Modul MRSA-KISS werden sämtliche MRSA-Fälle (Patienten mit MRSA) eines Krankenhauses erfasst. Dabei ist es unerheblich, ob die Patienten mit dem MRSA infiziert oder symptomlose Träger sind. Es werden sowohl die mitgebrachten als auch die im Krankenhaus neu aufgetretenen Fälle registriert.

**CDAD-KISS** Daten zur Häufigkeit von *Clostridium difficile*-assoziiierter Diarrhö (CDAD) im gesamten Krankenhaus werden im Modul CDAD-KISS erfasst. In Analogie zu MRSA-KISS werden auch bei CDAD-KISS sowohl die mitgebrachten als auch die im Krankenhaus neu aufgetretenen Fälle registriert.

**SARI** Dies ist das Surveillance-System für Antibiotikaaanwendung und bakterielle Resistenzen auf

Intensivstationen im KISS. Die Daten werden hierfür direkt über die Apotheken (Antibiotikaaanwendungen) bzw. das mikrobiologische Labor (Ergebnisse zur Resistenztestung) erhoben.

**HAND-KISS** In diesem Modul werden die Verbrauchsdaten von alkoholischem Händedesinfektionsmittel von Stationen, Funktionsbereichen, ambulanten Einrichtungen und Pflegeheimen erhoben.

## Vor- und Nachteile bestehender Surveillance-Systemen

Grundprinzip von multizentrischen Surveillance-Systemen ist, dass den Teilnehmern eine einheitliche Surveillance-Methode vorgegeben wird. Um die Vergleichbarkeit der Daten einer großen Zahl von Teilnehmern sicherzustellen, wird das Prinzip der Datenerhebung möglichst standardisiert eingefordert, Definitionen und Bewertungskriterien der zu erfassenden Parameter sind vorgegeben. Damit verbunden sind einige Vorteile, aber auch Nachteile, die gegeneinander abgewogen werden müssen.

### ■ Vorteile

Vorteile einer Beteiligung an bestehenden Surveillance-Systemen ist unter anderem, dass der teils erhebliche Aufwand, den die Entwicklung einer eigenen Methode erfordert, entfällt. Die Definitionen und Methoden sind für Teilnehmer an den Systemen verbindlich und liegen schriftlich vor. Darüber hinaus ist die in Surveillance-Systemen vorgegebene Methode bereits erprobt und hat sich als praktikabel erwiesen. Bei Beteiligung einer großen Anzahl von Einrichtungen an den existierenden Surveillance-Systemen ist die Akzeptanz der Surveillance-Methode dann meist auch in der eigenen Einrichtung gegeben.

➤ **Der wichtigste Aspekt, der für eine Beteiligung an bestehenden Surveillance-Systemen spricht, ist jedoch die Verfügbarkeit von Referenzdaten zum Vergleich der eigenen Daten mit denen anderer Einrichtungen.**

Nur der Vergleich eigener Daten mit denen anderer Einrichtungen erlaubt die Einschätzung in Bezug auf

die Qualitäten „niedrig“, „normal“ oder „hoch“. Die Existenz solcher Vergleichswerte ist Voraussetzung für die auch im Infektionsschutzgesetz geforderte Bewertung des endemischen Niveaus. Der Vergleich mit Referenzdaten stimuliert Präventionsmaßnahmen stärker als die alleinige longitudinale Betrachtung der zeitlichen Entwicklung eigener Daten.

#### ■ Nachteile

Demgegenüber stehen allerdings auch Nachteile bei Teilnahme an Surveillance-Systemen. So ist die Methodik mehr oder weniger starr vorgegeben (im Sinne von „one size fits all“) und nur gering auf die eigenen Bedürfnisse konfektionierbar. Eigene Problembereiche oder Populationen werden dadurch evtl. nicht oder nur unzureichend berücksichtigt.

### Entwicklung eigener Surveillance-Strategien

Sollten die beschriebenen Vor- und Nachteile zu der Entscheidung führen, auf die Beteiligung an bestehenden Surveillance-Systemen und die Möglichkeit des Vergleichs mit Referenzdaten zu verzichten und alternativ dafür eine eigene Strategie zu entwickeln, müssen zahlreiche Überlegungen angestellt und Entscheidungen hinsichtlich der anzuwendenden Methode getroffen werden. Überlegungen zu folgenden Punkten können helfen, die geeignetste Methode für die Durchführung der Surveillance in der eigenen Einrichtung zu identifizieren:

- Was ist das Ziel der Surveillance?
- Müssen alle Patienten eingeschlossen werden?
- Sind die eigenen Risikobereiche/Risikopopulationen bekannt?
- Müssen alle Infektionsarten eingeschlossen werden?
- Müssen die Daten risikoadjustiert werden (Standardisierung oder Stratifizierung)?
- Welche Daten sollen zusätzlich erfasst werden?
- Welche Definitionen sollen benutzt werden?
- Ist eine sogenannte „Postdischarge-Surveillance“ (Nachverfolgung nach Entlassung) notwendig?
- Soll eine labor-, patienten- oder stationsbezogene Surveillance durchgeführt werden?
- Wer führt die Surveillance durch?
- Wer soll die Ergebnisse erhalten?

Die Entwicklung einer eigenen Methode kann mit einem sehr hohen Aufwand verbunden sein und erfordert Erfahrung bei der Durchführung einer Surveillance. Gerade bei Personen mit wenig Erfahrung besteht häufig die Gefahr, die Surveillance mit einer Studie zu verwechseln und die zu erfassenden Parameter stark auszudehnen, mit der Vorstellung, möglichst alle infrage kommenden Risikofaktoren berücksichtigen zu können. Auf der anderen Seite besteht aber auch die Gefahr von Fehlentscheidungen bei der Planung mit Verlust von Informationen.

#### Tipp

Es empfiehlt sich daher, die bereits etablierte Methode bestehender Surveillance-Systeme zu übernehmen und evtl. erst im Verlauf an individuelle Gegebenheiten anzupassen (ggf. unter Verlust der Vergleichbarkeit).

## 12.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Beurteilung der Daten durch:

- Vergleich der eigenen Daten mit Referenzdaten
- Betrachtung des Verlaufs der eigenen Raten

und die daraus abzuleitenden Möglichkeiten der Interpretation sind abhängig von der Form der Surveillance.

Wurde auf eine Vergleichbarkeit mit bestehenden Surveillance-Daten (Referenzdaten) verzichtet und eine eigene Surveillance-Methode etabliert, fehlt die Möglichkeit, das Niveau der Daten zu beurteilen (sind z. B. 2 Harnwegsinfektionen pro 100 chirurgische Patienten viel?). Wenn keine Vergleichsdaten von anderen verfügbar sind, bleibt nur die Betrachtung des zeitlichen Verlaufs mit Bewertung von Veränderungen über die Zeit. Auch hierdurch stehen natürlich bereits wichtige Informationen zur Verfügung.

Der Umgang mit Surveillance-Daten umfasst darüber hinaus:

- Weitergabe der Ergebnisse schriftlich an die Leitung der Station/Abteilung
- Vorstellung der Daten beim medizinischen Personal der Station/Abteilung

Eine Interpretation von Infektionsraten kann nur in Zusammenarbeit mit den Abteilungen bzw. Station erfolgen, in denen die Surveillance durchgeführt wurde. Wichtig ist immer die Einbindung möglichst aller Mitarbeiter aus dem Bereich. Dafür müssen die Daten in geeigneter Form aufbereitet werden: Ideal sind graphische Darstellungen, die auch ohne große epidemiologische Vorbildung die Situation bzw. den Verlauf verdeutlichen.

Zusätzlich zur geeigneten Darstellung von Infektionsraten bietet es sich an, die Infektionsfälle noch einmal kurz darzustellen, inklusive der Namen der betroffenen Patienten. Dieses Vorgehen kann helfen, die sonst abstrakte Infektionsrate mit individuellen Schicksalen zu verknüpfen. Hierdurch kann die Bereitschaft eines Bereichs, sich mit den eigenen Infektionsraten zu identifizieren, vergrößert werden. Nicht selten stellt dies eine wichtige Voraussetzung für die Bereitschaft zu Veränderungen dar.

Nicht jede von Referenzwerten nach oben oder unten abweichende Infektionsrate muss bedeuten, dass ein Infektionsproblem vorhanden bzw. nicht vorhanden ist. Unabhängig von der Höhe der ermittelten Infektionsraten sollten folgende Fragen vorangestellt werden:

- Unterscheidet sich die eigene Genauigkeit beim Auffinden und bei der Beurteilung von Infektionsfällen evtl. von denen anderer Abteilungen der Referenzdaten?
- Ist die eigene Patientenzusammensetzung vergleichbar bzw. berücksichtigt die Art der Referenzdaten mögliche Unterschiede in ausreichendem Maß?
- Sind die Beobachtungsintervalle ausreichend lang, sodass zufallsbedingte Einflüsse gering sind?

Sollten die Daten aber Hinweise auf Infektionsprobleme geben, können bei der Vorstellung der Daten bereits erste Ideen zu den Ursachen bzw. Lösungsansätzen formuliert werden. Möglicherweise wird es aber auch notwendig sein, weiterführende Untersuchungen zu veranlassen oder erneute Treffen, evtl. dann in kleinerem Kreis, zu organisieren.

### 12.2.1 Interpretation von Surveillance-Daten auf einer Intensivstation

Mögliche Interpretationen von Surveillance-Ergebnissen soll an einem Beispiel erläutert werden:

Die Intensivstation A führt seit mehreren Jahren eine Surveillance von Device-assoziierten Infektionen (Pneumonie, Bronchitis, Harnwegsinfektion, primäre Sepsis) durch. Folgende Device-assoziierte Infektionsraten wurden für den Gesamtzeitraum auf der ITS A ermittelt:

- Beatmungsassoziierte Pneumonierate = 9,8
- Beatmungsassoziierte Bronchitisrate = 2,5
- Harwegkatheterassoziierte Harnwegsinfektionsrate = 0,5
- ZVK-assoziierte Sepsisrate = 1,7

Da die Station die Methodik eines bestehenden Systems anwendet, stehen Referenzwerte zum Vergleich zur Verfügung (■ Tab. 12.9).

Zusätzlich zum Vergleich mit Referenzwerten sollte der Verlauf der Infektionsraten der Station betrachtet werden:

- Verlauf Bronchitisrate: über die Jahre stabil zwischen 2,1 und 2,9
- Verlauf Pneumonierate: zunächst 2 Jahre stabil bei 10,0–11,5, dann über ein Jahr Anstieg auf Werte bis 15,4; danach Rückgang auf Werte um 5,5 und bis heute stabil
- Verlauf Harnwegsinfektionsrate: zunächst über 3 Jahre schwankende Werte zwischen 0,0 und 1,0; seit 2 Jahren kontinuierlich 0,0
- Verlauf Sepsisrate: seit einem Jahr starker Anstieg der Sepsisrate auf Werte bis 4,3; im davor liegenden Zeitraum immer stabil bei Werten von 0,9–1,3

Die Daten der ITS A lassen folgende Interpretationsmöglichkeiten zu:

**Bronchitis** Die Höhe der Bronchitisrate zeigt sowohl im Vergleich zum Referenzwert als auch im

■ Tab. 12.9 Vergleich der Device-assoziierten Infektionsraten (Anzahl Device-assoziiierter Infektionen pro 1000 Device-Tag) der ITS A mit einem Referenzwert

Infektionsart	ITS A	Referenzwerte
Bronchitis	2,5	2,7
Pneumonie	9,8	7,1
Harnwegsinfektion	0,5	2,2
Primäre Sepsis	1,7	1,6

zeitlichen Verlauf keine Auffälligkeiten. Ein Handlungsbedarf besteht aufgrund der Infektionsraten nicht.

**Pneumonie** Erhöhte Anfangsrate und eine hohe Pneumonierate im Verlauf beeinflussen die Gesamtrate, die sich im Vergleich zum Referenzwert erhöht darstellt (9,8 vs. 7,1). Seit einiger Zeit sind die Werte jedoch bei 5,5, sodass aktuell kein Handlungsbedarf abgeleitet werden muss.

**Harnwegsinfektionen** Die ohnehin immer sehr niedrigen Harnwegsinfektionsraten der Station sind seit Längerem auf den Wert 0,0 zurückgegangen. Da es grundsätzlich nicht möglich ist, nosokomiale Infektionen zu 100 % zu vermeiden, und auch der Referenzwert zeigt, dass bei ausreichend vielen Beobachtungen (Harnwegkathetertage) mit Infektionen zu rechnen ist, sollte eine über einen längeren Zeitraum ermittelte Infektionsrate von 0,0 kritisch überprüft werden.

Die Surveillance scheint nicht mehr in ausreichender Qualität zu erfolgen. Es könnte beispielsweise sein, dass die Station ihr Diagnostikverhalten geändert hat und keine/weniger mikrobiologische Untersuchungen veranlasst. Oder das System der Befundübermittlung aus der Mikrobiologie wurde geändert, und die Daten gehen nicht mehr in die Surveillance ein. Manchmal ist auch einfach die Person, die sonst die Surveillance betreibt, ausgefallen, ohne dass ein Vertreter bestimmt wurde. Auch eine drastische Verkürzung der Aufenthaltsdauer von Patienten auf der ITS könnte dazu führen, dass sich zwar weiterhin Infektionen entwickeln, diese aber erst nach Verlegung von der Station festgestellt werden und somit nicht mehr in die Surveillance der ITS eingehen.

Da die Infektionsraten der anderen Infektionen auf der ITS A allerdings nicht den Wert 0,0 angenommen haben, ist in diesem Beispiel eine geänderte Urindiagnostik die wahrscheinlichste Erklärung. Die Vorstellung der Daten auf der Station sollte in diesem Fall dazu genutzt werden, über Möglichkeiten der Sicherstellung der Diagnostik bzw. der Befundmitteilung bei positiven Urinbefunden zu diskutieren.

**Sepsis** Die Sepsisrate war über längere Zeit im Bereich der Referenzwerte. Im letzten Jahr war dann ein Anstieg zu verzeichnen. Zwar ist die

Infektionsrate über den Gesamtzeitraum durch den aktuellen Anstieg noch nicht deutlich über dem Referenzwert, die Entwicklung der Sepsisrate könnte dennoch einen Handlungsbedarf aufzeigen. An erster Stelle steht jedoch zunächst, die dem aktuellen Anstieg zugrunde liegenden Infektionsfälle noch einmal zu überprüfen. Bestätigen sich die Fälle, kommen verschiedene Ursachen infrage. Ursache der hohen Sepsisraten könnten eine zeitliche Häufung von Risikopatienten, ein noch nicht beherrschter Ausbruch oder unzureichende Präventionsmaßnahmen usw. sein. Im Dialog mit den Mitarbeitern der Station sollten die möglichen Ursachen angesprochen und notwendige Maßnahmen abgestimmt werden.

## 12.3 Messung und Interpretation des Desinfektionsmittelverbrauchs

Die Durchführung der hygienischen Händedesinfektion ist auch heute noch eine der effektivsten Methoden der Prävention nosokomialer Infektionen. Sie gehört zu den Standardmaßnahmen bei der Versorgung von Patienten im Krankenhaus. Da die Durchführung einer Surveillance nicht nur Anhaltspunkte liefert, um Problembereiche zu identifizieren, sondern allein die Sammlung der Daten und das Feedback für die einzelnen Bereiche häufig bereits eine Verbesserung der Situation bewirkt („Hawthorne-Effekt“, s. oben), ist auch die Surveillance der Händedesinfektion sinnvoll. Eine Möglichkeit der Gewinnung von Informationen zur Händedesinfektionshäufigkeit ist die Durchführung von direkten Beobachtungsstudien zur Compliance. Solche Beobachtungsstudien sind jedoch sehr aufwendig und in manchen Bereichen kaum durchführbar. Der Verbrauch von Händedesinfektionsmittel (HDM) stellt dagegen einen relativ einfach zu erhebenden und schnell zugänglichen Surrogatparameter für die Häufigkeit der durchgeführten Händedesinfektionen dar.

### 12.3.1 Erhebung der Daten

Die einfachste Möglichkeit der Erhebung des HDM-Verbrauchs ist die Ermittlung der gelieferten Menge über die Daten der Apotheken, des Controllings oder des Einkaufs. Um Verzerrungen durch Lagerhaltung

zu minimieren, sollten die Daten nicht für zu kurze Zeitintervalle generiert werden. Kürzere Zeiträume als halbjährliche Auswertungen sind sicher nicht sinnvoll. Im Allgemeinen werden die Daten zum Verbrauch von HDM einmal jährlich für Kalenderjahre erhoben.

## Standardisierung und Stratifizierung

Wie auch bei den Infektionsraten muss auch hier ein geeigneter Nenner für den Verbrauch von HDM herangezogen werden, um sinnvolle Vergleiche mit Referenzdaten, anderen Bereichen des eigenen Krankenhauses oder über die Zeit zu erlauben. Auf Stationsebene eignet sich z. B. die Anzahl an Patiententagen für die Standardisierung.

$$\text{HDM-Verbrauch pro Patiententag} = \frac{\text{HDM – Verbrauch [ml] im Kalenderjahr}}{\text{Patiententage im Kalenderjahr}}$$

Die berechnete Rate gibt den Verbrauch von HDM pro Patiententag an.

Eine andere Möglichkeit, z. B. für Funktionsbereiche wie die Endoskopie, Dialyse, Radiologie usw., besteht in der Standardisierung über die Anzahl vorgenommener Eingriffe/Untersuchungen. Der so berechnete Wert drückt dann den Verbrauch pro Behandlungsfall in Milliliter des HDM aus.

$$\text{HDM-Verbrauch pro Behandlungsfall} = \frac{\text{HDM – Verbrauch [ml] im Kalenderjahr}}{\text{Anzahl der Behandlungsfälle im Kalenderjahr}}$$

Durch Dividieren des HDM-Verbrauchs durch die Zahl 3 erhält man annähernd die Anzahl der durchgeführten Händedesinfektionen (ca. 3 ml Verbrauch pro Händedesinfektion). Ein Händedesinfektionsmittelverbrauch von 18 ml/Patiententag entspricht somit ca. 6 Händedesinfektionen pro Patient pro Tag.

Die ermittelten HDM-Verbräuche sollten zusätzlich stratifiziert werden, z. B. Daten für Intensivstationen inklusive der Berücksichtigung der Art der ITS, Daten für periphere Stationen inklusive Berücksichtigung der Art der Station

sowie getrennte Auswertung für die verschiedenen Funktionsbereiche.

## 12.3.2 Interpretation der Daten

➤ Die grundlegende Hypothese bei der Verwendung des HDM-Verbrauchs als Parameter für die Beurteilung der Maßnahmen zur Händedesinfektion lautet: „Ein hoher HDM-Verbrauch bedeutet eine hohe Compliance.“

Allerdings sind verschiedene Einflussfaktoren in der Lage, die Höhe des Verbrauchs zu beeinflussen. Mögliche, bei der Interpretation zu berücksichtigende Faktoren sind:

- Qualität der erhobenen Daten:
  - Umstrukturierungen, Zusammenführungen oder Trennungen von Stationen, die es erschweren oder unmöglich machen, Verbräuche einzelnen Einheiten zuzuordnen (auch bezogen auf die Beurteilbarkeit einzelner Stationen im zeitlichen Verlauf)
  - Unsicherheit bei der Zuordnung der eingekauften Händedesinfektionsmittelmengen zu einzelnen Organisationseinheiten
- Faktoren auf den Stationen, die einen Einfluss auf die Compliance haben:
  - Spenderausstattung (Veränderung der Spenderausstattung, Umlplatzierung, Einführung berührungsloser Spender oder von Kitteltaschenflaschen)
  - Wechsel zu einem anderen Hersteller mit höherer/geringerer Akzeptanz (Verträglichkeit, Geruch usw.)
  - Personal und Arbeitsorganisation (Veränderung im Personalschlüssel, Personal von externem Dienstleister, veränderte Arbeitsabläufe, verändertes Patientenspektrum, neue Rollenvorbilder)
- Ausbrüche
- Interventionen zur Händehygiene.

Zum jetzigen Zeitpunkt kann man keinen Sollwert des notwendigen HDM-Verbrauchs in verschiedenen Abteilungen und bei verschiedenen

Patientengruppen definieren. Zwar existieren Untersuchungen zur Anzahl von Händedesinfektionsgelegenheiten bei der Versorgung von Patienten auf Intensivstationen, aber für andere Bereiche im Krankenhaus sind solche Angaben nicht verfügbar (Scheithauer et al. 2009). Das Ziel ist, durch Vergleich der HDM-Verbräuche von Stationen und Funktionsbereichen mit ähnlichen Patientengruppen einen Anstoß für Verbesserungsmaßnahmen zu geben.

## 12.4 Compliance-Beobachtungen und ihre Interpretation

Trotz des erhöhten Aufwands kann es sinnvoll sein, die Daten zum Händedesinfektionsmittelverbrauch mit Compliance-Beobachtungen zu ergänzen. ■ **Tab. 12.10** zeigt die Vor- und Nachteile der Methoden zur Quantifizierung der Händedesinfektion im Vergleich, die auch bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen sind.

Insbesondere die Kombination aus HDM-Verbrauchsmessung und wiederholte Compliance-Messungen bieten ein detailliertes Bild zu Umfang und Qualität der hygienischen Händedesinfektion.

### 12.4.1 Allgemeine Empfehlungen zur Vorgehensweise

Der Beobachter sollte Erfahrung in der Patientenversorgung haben. Es sollte eine direkte Beobachtung der Mitarbeiter während ihrer täglichen Routine erfolgen. Auch wenn die Anwesenheit des Beobachters das Verhalten beeinflusst, sollte die Compliance-Messung als offene, also für jeden erkennbare, Beobachtung durchgeführt werden, da verdeckte Beobachtungen in der Praxis sehr schwierig durchzuführen sind. Es sollten zudem möglichst viele unterschiedliche Mitarbeiter beobachtet werden, da die Unterschiede in der Händedesinfektionscompliance zwischen verschiedenen Mitarbeitern zum Teil beachtlich sind.

Die Compliance wird berechnet aus der Anzahl der Händedesinfektionsgelegenheiten (Indikation zur Händedesinfektion ist gegeben) und der erfolgten Händedesinfektionen.

Compliance [%]

$$= \frac{\text{Anzahl der Händedesinfektionen}}{\text{Anzahl der Händedesinfektionsgelegenheiten}} \times 100$$

■ **Tab. 12.10** Methoden zur Quantifizierung der Händedesinfektion

	Direkt: Beobachtung der Compliance der Händedesinfektion	Indirekt: Händedesinfektionsmittelverbrauch als Indikator
Endpunkt	Direkte Bestimmung der Anzahl durchgeführter HD im Verhältnis zu den entstandenen Indikationen	Nur Surrogatparameter: Berechnung durchgeführter HD aus HDM-Verbrauch pro Patiententag/Behandlungsfall
Durchführung	Hoher personeller Aufwand, hoher Zeitaufwand, nur prospektiv durchzuführen	Einfach durchzuführen, geringer Zeitaufwand, auch retrospektiv möglich
Validität	Beobachtungseffekt (Hawthorne-Effekt) bei angekündigter Beobachtung Anonyme Beobachtungen kaum durchführbar Zufallseffekte bei kurzen Beobachtungszeiten oder wenigen Patienten/Mitarbeitern möglich	Typischer Indikator Sensitivität gut, aber Spezifität begrenzt Überschätzungen möglich, wenn HDM auch für andere Zwecke benutzt werden Abhängig von Qualität der Erhebung von Verbrauchsdaten
Anwendung	Gut geeignet in Risikobereichen (Intensivstationen) oder zur Validierung der Resultate der HDM-Verbrauchsmessung	Gut geeignet zur Beurteilung der Gesamtsituation eines Krankenhauses

HD Händedesinfektion, HDM Händedesinfektionsmittel

Für die Messung der Compliance kann auf Beobachtungsformulare der Aktion Saubere Hände zurückgegriffen werden ([www.aktion-sauberehaende.de](http://www.aktion-sauberehaende.de).)

## 12.4.2 Interpretation

Da die einfache Erhebung des Verbrauchs von HDM nicht ermöglicht, die korrekte Verwendung (Indikation vorhanden, Art der Indikation, Durchführung) zu beurteilen, kann die ergänzende Compliance-Messung weiterführende Aussagen erlauben.

Ein Beispiel hierfür ist der im Verlauf auf einer Station festgestellte Rückgang des HDM-Verbrauchs. Dieser Rückgang könnte tatsächlich der Ausdruck einer verringerten Compliance sein. Es könnte sich aber auch bereits ein Schulungserfolg eingestellt haben, der die Anzahl der Händedesinfektionen ohne Indikation reduziert hat. Ein evtl. Anstieg bei den Desinfektionen mit korrekter Indikation könnte bei alleiniger Messung des Verbrauchs verschleiert werden. Nur mit Compliance-Messung ist man in der Lage, diese Situation korrekt erkennen zu können.

- **Die direkte Beobachtung der Mitarbeiter ist der genaueste Weg, das Händedesinfektionsverhalten zu bestimmen. Nur die Beobachtung vermittelt ein genaues Bild vom Ist-Zustand und gibt Gelegenheit, das Verhalten zu analysieren und z. B. häufige Fehler zu erkennen.**

Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse zu, inwieweit z. B. Erkenntnisse aus Fortbildungen umgesetzt werden bzw. wo noch Wissenslücken oder Fehler auftauchen. Auf diese Art und Weise lassen sich die geeigneten Interventionen zur Verbesserung der Händedesinfektion am besten bestimmen.

## Literatur

- Bärwolff S, Sohr D, Geffers C, Brandt C, Vonberg RP, Halle H, Rüden H, Gastmeier P (2006) Reduction of surgical site infections after Caesarean delivery using surveillance. *J Hosp Infect* 64(2): 156–161
- Eickhoff TC, Brachman PW, Bennett JV, Brown JF (1969) Surveillance of nosocomial infections in community hospitals. I. Surveillance methods, effectiveness, and initial results. *J Infect Dis* 120(3): 305–317
- Gastmeier P, Schwab F, Behnke M, Geffers C (2012) Decreasing healthcare-associated infections (HAI) is an efficient method to decrease healthcare-associated Methicillin-resistant *S.aureus* (MRSA) infections Antimicrobial resistance data from the German national nosocomial surveillance system KISS. *Antimicrob Resist Infect Control* 1(1): 3
- Gastmeier P, Schwab F, Sohr D, Behnke M, Geffers C (2009) Reproducibility of the surveillance effect to decrease nosocomial infection rates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30(10): 993–999
- Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Emori TG, Munn VP, Hooton TM (1985) The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 121(2): 182–205
- Poulsen KB, Meyer M (1996) Infection registration underestimates the risk of surgical wound infections. *J Hosp Infect* 33(3): 207–215
- Scheithauer S, Haefner H, Schwanz T, Schulze-Steinen H, Schiefer J, Koch A, Engels A, Lemmen SW (2009) Compliance with hand hygiene on surgical, medical, and neurologic intensive care units: direct observation versus calculated disinfectant usage. *Am J Infect Control* 37(10): 835–841
- Schroder C et al. (2015) Epidemiology of healthcare associated infections in Germany: Nearly 20 years of surveillance. *Int J Med Microbiol* 305(7): 799–806
- Schwab F, Geffers C, Bärwolff S, Rüden H, Gastmeier P (2007) Reducing neonatal nosocomial bloodstream infections through participation in a national surveillance system. *J Hosp Infect* 65(4): 319–325
- Zuschneid I, Schwab F, Geffers C, Rüden H, Gastmeier P (2003) Reducing central venous catheter-associated primary bloodstream infections in intensive care units is possible: data from the German nosocomial infection surveillance system. *Infect Control Hosp Epidemiol* 24(7): 501–505

# Impfungen für medizinisches Personal

*V. Hoch*

- 13.1    **Rechtliche Grundlagen – 268**
- 13.2    **Impfempfehlungen für Mitarbeiter im  
Gesundheitswesen – 269**
- 13.3    **Umsetzung – 273**  
**Literatur – 273**

## Zusammenfassung

Während Impfungen im Kindesalter für die meisten Mitarbeiter ebenso wie bei der übrigen Bevölkerung normal bzw. selbstverständlich sind, werden Impfangebote im Erwachsenenalter deutlich weniger angenommen. Im medizinischen Bereich steht vor allem die Impfung gegen Hepatitis B im Vordergrund. Auch wenn hierfür die Impfbereitschaft bei Mitarbeitern groß ist, wird der Schutz vor anderen Infektionskrankheiten, wie beispielsweise Keuchhusten oder Influenza, als weniger wichtig angesehen. Der Aspekt der Vermeidung nosokomialer Infektionen durch ausreichenden Impfschutz beim Personal bleibt oft unberücksichtigt. Im Folgenden werden die für medizinisches Personal sinnvollen und zum Schutz ihrer eigenen Gesundheit, aber auch der ihnen anvertrauten Patienten aufgeführt.

## 13.1 Rechtliche Grundlagen

In Deutschland gibt es keine Impfpflicht, weder für die Allgemeinbevölkerung noch für medizinisches Personal. Trotzdem sind Impfungen neben dem Schutz der Mitarbeiter im Gesundheitswesen auch für den Schutz der ihnen anvertrauten Patienten wichtige Maßnahmen bei der Prävention nosokomialer Infektionen. In Bayern beispielsweise haben sie deshalb für das Personal Eingang in die jüngste Fassung der „Verordnung zur Hygiene und Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen (MedHygV)“ von August 2012 gefunden. In § 2 über die Pflichten der Einrichtungen heißt es: „Die Einrichtungen [...] haben darüber hinaus zu gewährleisten, dass die Beschäftigten regelmäßig über die Bedeutung eines vollständigen und ausreichenden Impfschutzes zur Verhütung nosokomialer Infektionen nach den Empfehlungen der nach § 20 Abs. 2 Satz 1 IfSG beim Robert Koch-Institut eingerichteten Ständigen Impfkommision aufgeklärt werden.“

Neben der genannten Landeshygieneverordnung sind Impfungen und Impfangebote unter anderem in folgenden weiteren Gesetzen/Verordnungen und Empfehlungen zu finden:

- **Infektionsschutzgesetz (IfSG)**, 4. Abschnitt: Verhütung übertragbarer Krankheiten, §§ 20–22. § 23 a IfSG zu personenbezogenen Daten von Beschäftigten: „Wenn und soweit es zur Erfüllung von Verpflichtungen aus § 23 Absatz 3 in Bezug auf Krankheiten,

die durch Schutzimpfung verhütet werden können, erforderlich ist, darf der Arbeitsgeber personenbezogene Daten eines Beschäftigten im Sinne des § 3 Absatz 11 des Bundesdatenschutzgesetzes über dessen Impfstatus erheben, verarbeiten oder nutzen, um über die Begründung des Beschäftigungsverhältnisses oder über die Art und Weise einer Beschäftigung zu entscheiden.“ Die rechtliche Interpretation dieses Paragraphen hinsichtlich seiner Auswirkungen als „Impfpflicht durch die Hintertür“ ist unter Juristen umstritten (Baden 2016). Hier empfiehlt sich die Festlegung des Vorgehens für Neueinstellungen im Rahmen einer Betriebsvereinbarung, um Transparenz und eine klare Regelung für die Mitarbeitenden zu schaffen.

- **Biostoffverordnung/Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe** (TRBA 250): Abschnitt 9: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, 9.4 Impfangebote, 9.5 Kostenübernahme
- **Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge** (ArbMedVV): § 4 Pflichtuntersuchungen; Anhang, Teil 2: Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, Impfangebot im Rahmen der Pflichtuntersuchung
- **Fünftes Buch Sozialgesetzbuch (SGB V)**: Schutzimpfungsrichtlinie, regelt den Anspruch der Versicherten auf Leistungen von Schutzimpfungen
- **Ständige Impfkommision am Robert Koch-Institut (STIKO)**: ■ Tab. 13.1 und ■ Tab. 13.2 zeigen die von der STIKO herausgegebenen Impfkalender für Standardimpfungen

### Impfverpflichtung des Arbeitgebers

Gemäß der genannten gesetzlichen Vorgaben ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Mitarbeiter im Gesundheitswesen im Rahmen der Pflichtuntersuchungen über Impfungen zu informieren, zu beraten und eine Immunisierung gegen alle diejenigen Erkrankungen anzubieten, für die im Rahmen der beruflichen Tätigkeit ein erhöhtes Risiko besteht, diese zu erwerben. Die Kosten für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen einschließlich der Schutzimpfungen dürfen nicht den Beschäftigten auferlegt werden.

■ **Tab. 13.1** Impfkalender der STIKO (2016) Standardimpfungen für Säuglinge und Kleinkinder

Impfung	Alter [Wo- chen]	Alter [Monate]				
	6	2	3	4	11–14	15–23
Tetanus		G1	G2	G3	G4	N
Diphtherie		G1	G2	G3	G4	N
Pertussis		G1	G2	G3	G4	N
<i>Haemophilus influenzae</i> Typ B		G1	G2 <sup>c</sup>	G3	G4	N
Poliomyelitis		G1	G2 <sup>c</sup>	G3	G4	N
Hepatitis B		G1	G2 <sup>c</sup>	G3	G4	N
Pneumokokken <sup>a</sup>		G1	G2	G3	G4	N
Rotaviren	G1 <sup>b</sup>	G2	(G3)			
Meningokokken C					G1 (ab 12 Monaten)	
Masern					G1	G2
Mumps, Röteln					G1	G2
Varizellen					G1	G2

G Grundimmunisierung in bis zu 4 Teilimpfungen (G1–G4), N Nachholimpfung

<sup>a</sup> Frühgeborene erhalten eine zusätzliche Impfstoffdosis im Alter von 3 Monaten, d. h. insgesamt 4 Dosen.

<sup>b</sup> Die 1. Impfung sollte bereits ab dem Alter von 6 Wochen erfolgen, je nach verwendetem Impfstoff sind 2 bzw. 3 Dosen im Abstand von mindestens 4 Wochen erforderlich.

<sup>c</sup> Bei Anwendung eines monovalenten Impfstoffs kann diese Dosis entfallen.

## 13.2 Impfempfehlungen für Mitarbeiter im Gesundheitswesen

Die folgenden speziellen Impfempfehlungen für Mitarbeiter im Gesundheitswesen entsprechen den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission am RKI (STIKO 2016).

### 13.2.1 Pertussis (Keuchhusten)

#### ■ Besonderheiten

- Schwere, lebensbedrohliche klinische Verläufe im Säuglingsalter
- Bei Jugendlichen/Erwachsenen oft als lang dauernder Husten ohne typische Hustenanfälle, dadurch meist nicht erkannt. Dadurch besteht ein erhöhtes Risiko für die Übertragung auf Personen mit fehlendem Schutz, z. B. bei der

Pflege von Säuglingen (v. a. Frühgeborene) oder bei Immunsupprimierten.

- Begrenzte Dauer der Immunität sowohl nach natürlicher Erkrankung als auch nach vollständiger Impfung.

#### ■ Impfempfehlung

- Beginn der Grundimmunisierung zum frühestmöglichen Zeitpunkt (d. h. direkt nach Vollendung des 2. Lebensmonats) und zeitgerechte Fortführung sowie anschließende Auffrischungsimpfungen gemäß Impfkalender der STIKO
- Alle Erwachsenen, insbesondere auch Mitarbeiter im Gesundheitswesen: einmalige Nachimpfung im Rahmen der nächsten Impfung gegen Tetanus und Diphtherie mit trivalentem Kombinationsimpfstoff Tdap (kein monovalenter Pertussisimpfstoff existent).

■ **Tab. 13.2** Impfkalender der STIKO (2016): Standardimpfungen für Kinder ab 2 Jahren, Jugendliche und Erwachsene

Impfung	Alter [Jahre]					
	2–4	5–6	9–14	15–17	Ab 18	Ab 60
Tetanus	N	A1	A2		A (ggf. N) <sup>e</sup>	
Diphtherie	N	A1	A2			
Pertussis	N	A1	A2			
<i>Haemophilus influenzae</i> Typ B	N					
Poliomyelitis	N		A1		Ggf. N	
Hepatitis B	N					
Pneumokokken						S <sup>g</sup>
Meningokokken C	N					
Masern	N				S <sup>f</sup>	
Mumps, Röteln	N					
Varizellen	N					
Influenza						S (jährlich)
HPV (humane Papillomviren)		G1 <sup>d</sup>	G2 <sup>d</sup>	N <sup>d</sup>		

A Auffrischimpfung, G Grundimmunisierung in bis zu 4 Teilimpfungen (G1–G4), N Nachholimpfung, S Standardimpfung

<sup>d</sup> Standardimpfung für Mädchen im Alter von 9–13 bzw. 9–14 Jahren (je nach verwendetem Impfstoff) mit 2 Dosen im Abstand von 6 Monaten, bei Nachholimpfung beginnend im Alter >13 bzw. >14 Jahren oder bei einem Impfabstand von <6 Monaten zwischen 1. und 2. Dosis ist eine 3. Dosis erforderlich (Fachinformation beachten).

<sup>e</sup> Tetanusauffrischungsimpfung alle 10 Jahre; die nächste fällige Td-Impfung einmalig als Tdap- bzw. bei entsprechender Indikation als Tdap-IPV-Kombinationsimpfung

<sup>f</sup> Einmalige Impfung mit einem MMR-Impfstoff für alle nach 1970 geborenen Personen ≥18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit

<sup>g</sup> Einmalige Impfung mit Polysaccharidimpfstoff

- **Bei bestehender Indikation zur Pertussisimpfung kann ein Tdap-Kombinationsimpfstoff verwendet werden, auch wenn in einem Zeitraum von weniger als 5 Jahren zuvor ein Td-haltiger Impfstoff verimpft wurde (je nach Impfstoff bereits 1 Monat nach der letzten Td-Impfung).**

■ **Postexpositionsprophylaxe**

- Impfung enger Kontaktpersonen
- Chemoprophylaxe mit Makroliden (z. B. Azithromycin, Clarithromycin, Roxithromycin) sowohl für enge Kontaktpersonen ohne Impfschutz als auch für Geimpfte, wenn diese

mit gefährdeten Patienten (z. B. Säuglinge, Frühgeborene, Kinder mit kardialen oder pulmonalen Grundleiden) Kontakt haben. Auch Geimpfte können nach Kontakt vorübergehend mit Pertussiserregern besiedelt sein und damit eine Infektionsquelle darstellen.

## 13.2.2 Hepatitis A

■ **Impfempfehlung**

- Alle Mitarbeiter im Gesundheitswesen einschließlich Reinigungspersonal, technischer Dienst und Küchenpersonal

- Grundimmunisierung gemäß Herstellerangaben, bei monovalenten Impfstoffen in der Regel 2 Dosen, bei Kombinationsimpfstoffen gegen Hepatitis A und B 3 Dosen
- Bei Immunkompetenten ist aktuell keine allgemeine Auffrischung nach vollständiger Grundimmunisierung erforderlich, ggf. kann sie bei speziellen Risikogruppen sinnvoll sein.
- **Postexpositionsprophylaxe**
- Impfung nach Exposition (Impfschutz nach 12–15 Tagen); bei Personen, für die Hepatitis A ein besonderes Risiko darstellt, kann gleichzeitig mit der ersten Impfung ein Immunglobulinpräparat gegeben werden. Ein Ausbruch der Erkrankung kann dennoch nicht in allen Fällen verhindert werden.

### 13.2.3 Hepatitis B

- **Impfempfehlung**
- Alle Beschäftigten im Gesundheitswesen, an deren Arbeitsplatz Hepatitis B vorkommen kann, sollten eine erfolgreiche HBV-Impfung vorweisen. Dies ist dann erreicht, wenn 4–8 Wochen nach der dritten Impfung ein Anti-HBs-Titer von  $\geq 100$  IE/l nachgewiesen werden kann. Bei Immunkompetenten ist aktuell keine allgemeine Auffrischung nach vollständiger Grundimmunisierung erforderlich, ggf. kann sie bei speziellen Risikogruppen sinnvoll sein.
- Ist der Titer mit der dritten Impfdosis nicht erreicht, sollte eine weitere Impfung mit anschließender Kontrolle erfolgen; falls die Anti-HB-Titer weiterhin  $< 100$  IE/l sind, werden bis zu 2 weitere Impfdosen empfohlen.
- **Postexpositionsprophylaxe**
- Bei Nichtimmunen sollte bei Verdacht auf eine Übertragung von HBV durch Blutkontakte oder Verletzung eine simultane Impfung mit Hepatitis-B-Immunglobulin und Hepatitis-B-Impfstoff erfolgen (► [Kap. 14](#)).

### 13.2.4 MMRV (Masern, Mumps, Röteln, Varizellen)

- **Impfempfehlung**
- Alle Mitarbeiter im Gesundheitswesen, insbesondere wenn sie in der Pädiatrie, Neonatologie, Geburtshilfe/Gynäkologie, Onkologie, Intensivmedizin und bei immunsupprimierten Patienten tätig sind und bei diesen Patienten kein Impfschutz/unvollständiger Impfschutz besteht bzw. anamnestisch keine Erkrankung stattgefunden hat.
- Die Impfung sollte dann als Einzeldosis, bevorzugt mit einem MMR-Impfstoff, erfolgen.
- Bei Varizellen wird hingegen die zweimalige Impfung empfohlen.
- **Postexpositionsprophylaxe**
- **Masern:** Bei ungeimpften, immungesunden Kontaktpersonen kann durch eine einmalige postexpositionelle Impfung innerhalb der ersten 3 Tage nach Exposition der Krankheitsausbruch verhindert werden; bei kontraindizierter aktiver Impfung ist eine passive Immunisierung durch Gabe von Immunglobulinen innerhalb der ersten 6 Tage nach Kontakt möglich.
- **Mumps:** Eine postexpositionelle Impfung, insbesondere zur Vermeidung von Ausbrüchen, erfolgt bei empfänglichen Personen mit MMR-Impfstoff innerhalb von 3 Tagen nach Kontakt.
- **Röteln:** Alle exponierten ungeimpften oder nur einmal geimpften Personen sollten möglichst frühzeitig eine MMR-Impfung erhalten.
- **Varizellen:** Bei ungeimpften Personen mit negativer Varizellenanamnese und Kontakt zu Risikopersonen ist eine postexpositionelle Impfung innerhalb von 5 Tagen nach Exposition oder innerhalb von 3 Tagen nach Beginn des Exanthems beim Indexfall möglich; bei Personen mit erhöhtem Risiko für Komplikationen wird außerdem die passive Immunisierung mit Varizella-Zoster-Immunglobulin empfohlen.

### 13.2.5 Influenza

- **Impfempfehlung**
- Alle Mitarbeiter in medizinischen Bereichen sowie Personen, die als mögliche

Infektionsquelle für von ihnen betreute ungeimpfte Risikopersonen fungieren können

- Jährliche Impfung im Herbst mit dem jeweils aktuellen Impfstoff (von der WHO empfohlene Antigenkombination)
- **Postexpositionsprophylaxe**
  - Eine Empfehlung im Sinne einer postexpositionellen Impfung existiert nicht; allerdings kann bis zum Beginn der jährlichen saisonalen Grippewelle geimpft werden.

### 13.2.6 FSME (Frühsommermeningoenzephalitis)

- **Impfempfehlung**
  - Mitarbeiter im Gesundheitswesen in Risikogebieten für FSME (siehe jährlich aktualisierte Karten der Risikogebiete beim RKI), die aufgrund ihrer Tätigkeit außerhalb der Einrichtung ein erhöhtes Risiko für Zeckenbisse haben
  - Für die Grundimmunisierung sind 3 Impfungen erforderlich, Auffrischimpfungen werden im Abstand von 3–5 Jahren empfohlen.
- **Postexpositionsprophylaxe**
  - Eine postexpositionelle Immunprophylaxe ist nicht möglich.

### 13.2.7 Poliomyelitis

- **Impfempfehlung**
  - Medizinisches Personal, das engen Kontakt zu Erkrankten haben kann, sollte über eine aktuelle Polioimmunität verfügen, d. h. sie sollten eine Auffrischimpfung erhalten, falls die letzte Impfstoffgabe länger als 10 Jahre zurückliegt, bzw. grundimmunisiert werden (3 Impfungen mit anschließenden Auffrischimpfungen).
- **Postexpositionsprophylaxe**
  - Bei Vorliegen einer Poliomyelitiserkrankung sollten *alle* Kontaktpersonen unabhängig von ihrem Impfstatus unverzüglich eine Auffrischungsimpfung erhalten.

### 13.2.8 Meningokokken

- **Impfempfehlung**
  - Eine Impfempfehlung für medizinisches Personal besteht derzeit nicht, lediglich Laborpersonal, das mit *Neisseria-meningitidis*-Aerosol arbeitet, sollte geimpft sein.
- **Postexpositionsprophylaxe**
  - Keine postexpositionelle Immunisierung bei medizinischem Personal
  - Chemoprophylaxe (z. B. Rifampicin bei Kindern, Ciprofloxacin bei Erwachsenen) ist nur bei engen Kontaktpersonen sinnvoll. Dies sind Personen, die bis zu 7 Tage vor Ausbruch der Erkrankung einen sehr engen Kontakt (Haushaltskontakt) hatten.
  - Medizinisches Personal hat nur dann ein erhöhtes Risiko, wenn Kontakt mit respiratorischen Sekreten stattfindet, z. B. durch Mund-zu-Mund-Beatmung oder wenn ohne Atemschutz intubiert oder tracheal abgesaugt wurde.

### 13.2.9 Tetanus/Diphtherie

- **Impfempfehlung**
  - Bei der Tetanus-Diphtherie-Impfung handelt es sich um eine Standardimpfung, die unabhängig von einer beruflichen Exposition für alle Personen empfohlen wird und deshalb nicht in der Liste der Impfangebote im Rahmen der Pflichtuntersuchungen aufgeführt ist. Dennoch sollte der Impfstatus im Rahmen dieser Untersuchungen überprüft werden.
  - Grundimmunisierung (Kombinationsimpfstoff Tetanus/Diphtherie):
    - 2 Impfungen im Abstand von 4–8 Wochen sowie eine dritte Impfung 6–12 Monate nach der zweiten
    - Auffrischimpfung im Verletzungsfall ab 5 Jahre nach der letzten Auffrischung, sonst nach 10 Jahren
  - Die nächste fällige Auffrischung bei Erwachsenen sollte mit einem Kombinationsimpfstoff (Tdap) gegen Tetanus, Diphtherie und Keuchhusten (Pertussis) durchgeführt werden (s. oben unter Pertussis).

### ■ Postexpositionsprophylaxe

- Auffrischimpfung im Verletzungsfall, wenn die letzte Auffrischimpfung >5 Jahre zurückliegt
- Diphtherie: Chemoprophylaxe nach Kontakt zu Erkrankten mit Makroliden unabhängig vom Impfstatus, außerdem Auffrischimpfung 5 Jahre nach der letzten Impfung

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz, IfSG) in der Fassung vom 28.07.2011

Robert Koch-Institut: RKI-Ratgeber für Ärzte zu den verschiedenen Infektionskrankheiten. [www.rki.de](http://www.rki.de)

STIKO (2016) Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut – 2016/2017. Epidemiol Bulletin 34/2016

Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) in der Fassung vom 26.11.2010

## 13.3 Umsetzung

Insbesondere bei medizinischem Personal ist die Bereitschaft, sich impfen zu lassen, sehr gering ausgeprägt. Während gegen Hepatitis A/B die meisten Mitarbeiter geimpft sind, bestehen insbesondere gegen Influenza, aber auch gegen Keuchhusten und die sogenannten Kinderkrankheiten erhebliche Vorbehalte. Um die Impfraten zu verbessern, können unterschiedliche Maßnahmen unterstützend wirken:

- Regelmäßige Schulungen zur Notwendigkeit von Impfungen nicht nur im Sinne des Personalschutzes, sondern auch im Rahmen der Prävention nosokomialer Infektionen als Patientenschutz
- Sorgfältige Aufklärung über tatsächliche Impfrisiken durch den impfenden Arzt
- Impfkampagnen mit Plakaten/Informationsschreiben (z. B. als Beilage mit der Gehaltsabrechnung)
- Vorbildfunktion von Vorgesetzten, aber auch von Hygienebeauftragten in den einzelnen Abteilungen
- Impfangebote durch den Betriebsarzt oder auch beauftragte Ärzte innerhalb der Einrichtung zu verschiedenen Tageszeiten, damit Mitarbeiter aller Berufsgruppen die Möglichkeit haben, sich während der Arbeitszeit impfen zu lassen.

## Literatur

Advisory Committee for Immunization Practices (ACIP): Immunization of Health-Care Personnel; Centers for Disease Control and Prevention, CDC, Nov. 2011

Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS): Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe, TRBA 250, in der geänderten Fassung von Juli 2015

Baden E (2016) Impfpflicht für medizinisches Personal durch die Hintertür? Krankenhaushygiene up2date DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-102946>

# Nadelstichverletzungen

*V. Hoch*

- 14.1     **Rechtliche Grundlagen – 276**
- 14.2     **Risiko und Präventionsmaßnahmen – 276**
- 14.3     **Allgemeine Maßnahmen nach Nadelstichverletzungen – 277**
- 14.4     **Postexpositionsprophylaxe – 277**
- Literatur – 281**

### Zusammenfassung

Nadelstichverletzungen rangieren unter den arbeitsbedingten Unfällen im Gesundheitswesen an erster Stelle. In Europa kommt es schätzungsweise zu 1 Million Nadelstichverletzungen pro Jahr, wobei nicht nur Beschäftigte im Gesundheitswesen betroffen sind, sondern insbesondere auch Mitarbeiter in der Wäscherei oder im Reinigungsdienst.

Unter Nadelstichverletzungen fallen alle Stich-, Schnitt- oder Kratzverletzungen mit scharfen oder spitzen medizinischen Instrumenten, die mit Blut oder anderen potenziell infektiösen Körperflüssigkeiten kontaminiert sein können. Außerdem werden Blutkontakte mit nicht intakter Haut oder mit Schleimhaut in diesem Kapitel behandelt.

## 14.1 Rechtliche Grundlagen

Zur Vermeidung von Nadelstichverletzungen wurde die EU-Richtlinie 2010/32 verfasst, durch welche die Rahmenvereinbarung zur Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor der Europäischen Arbeitgebervereinigung für Kliniken und Gesundheitswesen (HOSPEEM) und dem Europäischen Gewerkschaftsverband für den öffentlichen Dienst (EGÖD) umgesetzt werden soll. Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union mussten diese sogenannte Nadelstich-Richtlinie bis zum 11. Mai 2013 in nationales Recht überführen.

Folgende Schlüsselpunkte wurden in der EU-Richtlinie festgelegt, die in ähnlicher Formulierung bereits in der **TRBA 250** (Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe) zu finden sind:

- Jeder Mitgliedstaat ist verpflichtet, nationale Gesetze oder gesetzlich verbindliche Vereinbarungen zur Durchsetzung der Richtlinie einzuführen.
- Die Richtlinie legt Mindestanforderungen fest, wobei es den Mitgliedstaaten freigestellt ist, zusätzliche Maßnahmen zum Schutz von Arbeitnehmern zu ergreifen.
- **Risikobewertungen** müssen für alle Situationen vorgenommen werden, bei denen ein Potenzial für Verletzungen oder für die Exposition gegenüber Blut oder anderen potenziell infektiösen Stoffen vorliegt. Wenn

sich bei der Risikobewertung herausstellt, dass ein Expositionsrisiko besteht, muss dies gesteuert werden durch:

- Vermeidung unnötiger Verwendung scharfer/spitzer Instrumente
- Sichere Arbeitsweisen, sichere Verfahren für Umgang und Entsorgung scharfer/spitzer Instrumente
- Das Wiederaufsetzen von Schutzkappen auf gebrauchte Nadeln ist verboten.
- Technische Maßnahmen: Einsatz von Sicherheitssystemen
- Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung
- Impfung
- Durch die Kombination von Schulung, **sicheren Arbeitsverfahren** und Anwendung von verletzungssicheren Instrumenten kann die Zahl der Nadelstichverletzungen deutlich reduziert werden.
- Hohladeln tragen ein höheres Risiko für die Übertragung blutübertragbarer Krankheiten als Nadeln ohne Lumen.
- Das Vorkommen von Hepatitis B/C und HIV ist bei Personen innerhalb einer Klinik höher als bei der Allgemeinbevölkerung.

## 14.2 Risiko und Präventionsmaßnahmen

Das Risiko für die Entstehung einer Infektion ist auch bei den durch Blut übertragbaren Krankheiten abhängig von verschiedenen Faktoren:

- Infektionsdosis, Viruslast beim „Spender“ bzw. Indexpatient
- Art und Menge der inokulierten Flüssigkeit
- Art der Verletzung: höchstes Risiko bei tiefen Schnittverletzungen mit blutbehaftetem Skalpell, Stichverletzung mit großer Hohlraum-nadel, geringstes Risiko bei Kontakt mit intakter Haut
- Empfänglichkeit beim Verletzten
- Dauer der Exposition und Größe des betroffenen Hautareals.

Da bei Beschäftigten im Gesundheitswesen ein erhöhtes Risiko für den Kontakt mit potenziell infektiösen Körperflüssigkeiten besteht, müssen

entsprechende Schutzmaßnahmen umgesetzt werden, um Schnitt- bzw. Stichverletzungen zu vermeiden:

- Schutzimpfung gegen Hepatitis B
- Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) bei allen Tätigkeiten, bei denen es zu Kontakt mit Blut etc. kommen kann (Tragen von Einmalhandschuhen zum Blutabnehmen, Schutzbrille bei Verspritzen von Körperflüssigkeiten etc.)
- Tragen von 2 Paar sterilen Handschuhen bei verletzungsträchtigen Maßnahmen im OP (z. B. Unfallchirurgie)
- Keine manuellen Nadelkontakte bei Nahtmaterial im Rahmen von operativen Eingriffen
- Verwendung von Kanülen mit Sicherheitssystemen und korrekte Entsorgung von spitzen/scharfen Einmalinstrumenten in dafür geeignete Behälter

### 14.3 Allgemeine Maßnahmen nach Nadelstichverletzungen

Grundsätzlich gilt es, nach einem entsprechenden Ereignis zunächst Ruhe zu bewahren. Bei Stich- oder Schnittverletzungen sollte die Blutung gefördert werden, z. B. durch Druck auf das umliegende Gewebe. Bei Kontakt von Blut oder anderen potenziell infektiösen Körperflüssigkeiten mit Haut, Schleimhaut oder Auge sollte eine schnellstmögliche Spülung erfolgen. Hierfür ist auch Leitungswasser geeignet. Anschließend sollte mit geeigneten Produkten desinfiziert bzw. bei Stich- und Schnittwunden ein Wirkstoffdepot (mit Desinfektionsmittel getränkter Verband) angelegt werden. Je nach Art der Verletzung können weiterreichende Untersuchungen und Maßnahmen erforderlich sein, die so zeitnah wie möglich eingeleitet werden sollten.

- **Nach Stich- oder Schnittverletzung muss schnellstmöglich ein Durchgangsarzt aufgesucht werden.**

Das Erstellen eines Unfallberichts ist zwingend erforderlich, um bei eventuellen Spätfolgen oder Komplikationen Ansprüche an die Berufsgenossenschaft geltend machen zu können.

In **Abb. 14.1** sind die Maßnahmen bei Nadelstichverletzung dargestellt. Verfahrensanweisungen für den Umgang mit Nadelstichverletzungen sollten in jeder Einrichtung im Gesundheitswesen vorhanden sein, möglichst mit aktuellen Adressen und Telefonnummern der Ansprechpartner (Durchgangsarzt, Betriebsarzt etc.).

## 14.4 Postexpositionsprophylaxe

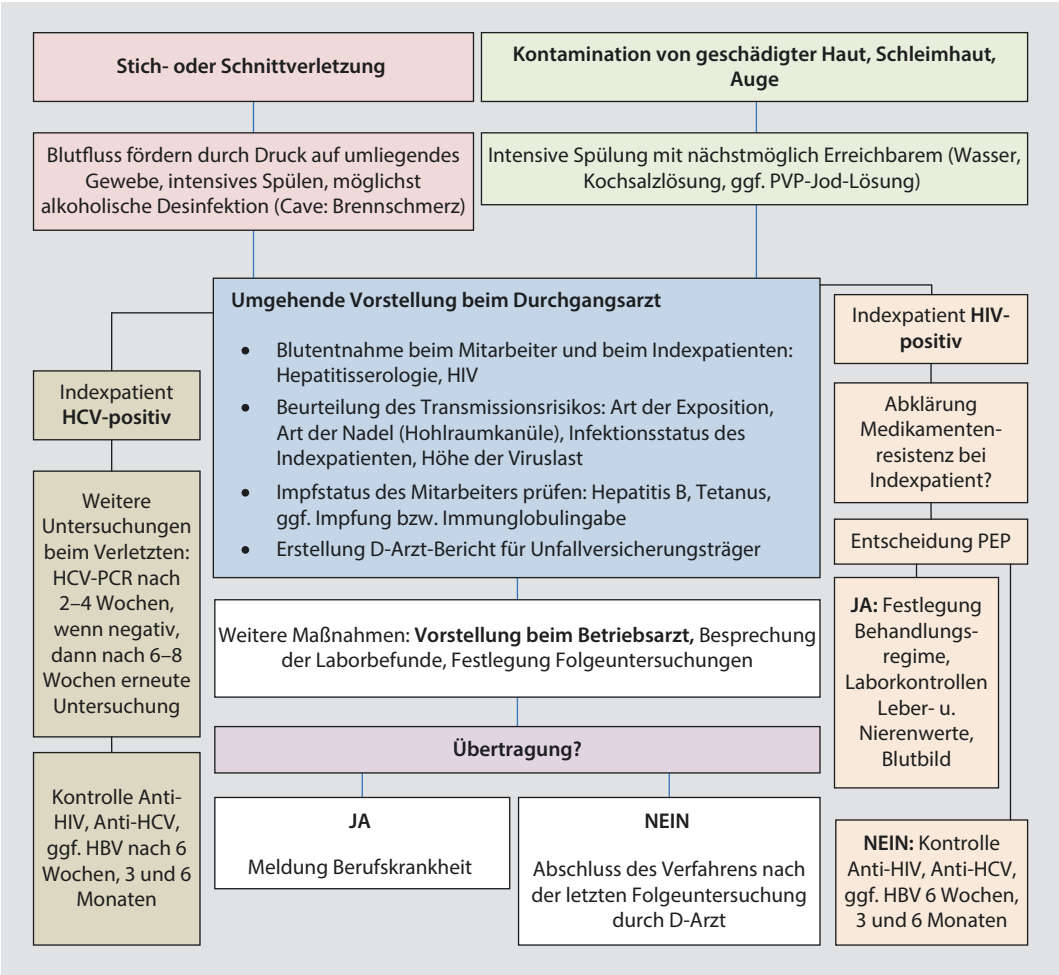
### 14.4.1 Hepatitis B

Das höchste Infektionsrisiko nach Verletzungen besteht bei einer Infektion mit Hepatitis-B-Viren: Schon der Blutkontakt mit kleinsten Mengen an HBV ist für eine Infektion ausreichend. Die sicherste Präventionsmaßnahme ist die Impfung gegen HBV bei allen Mitarbeitern im Gesundheitswesen. Nach einer Nadelstichverletzung sollte deshalb der Immunschutz geprüft werden. Die postexpositionellen Maßnahmen richten sich nach dem HBsAg-Status des Indexpatienten sowie nach den vorangegangenen Impfungen und den erreichten Titern beim Exponierten (STIKO-Empfehlungen, Stand August 2016, **Tab. 14.1**):

- Ist der **Indexpatient HBsAg-negativ**, sind keine weiteren Maßnahmen bezüglich Hepatitis B erforderlich. Bei ungeimpften oder unvollständig geimpften Exponierten sollte die Grundimmunisierung begonnen bzw. komplettiert werden.
- Ist der Indexpatient HBsAg-positiv, ist das weitere Vorgehen vom Impfstatus des Exponierten abhängig (s. unten).
- Ist der HBsAg-Status beim Indexpatienten unbekannt, sollte umgehend (<48 h) das HBsAg bestimmt und je nach Testergebnis weiterverfahren werden (s. oben).
- Ist der Status nicht in dieser Zeit oder gar nicht erhebbar, wird der Indexpatient immer als HBsAg-positiv eingestuft.

Bei vollständig gegen Hepatitis B **geimpfte Personen** sind keine Maßnahmen erforderlich, wenn

- bei der exponierten Person der Anti-HBs-Titer innerhalb der letzten 10 Jahre gemessen wurde und  $\geq 100$  IE/l betrug.



■ **Abb. 14.1** Maßnahmen bei Nadelstichverletzung. *HBV* Hepatitis-B-Virus, *HCV* Hepatitis-C-Virus, *HIV* humanes Immundefizienzvirus, *PEP* Postexpositionsprophylaxe, *PVP* Polyvinylpyrrolidon (Polividon)

■ **Tab. 14.1** Hepatitis-B-Prophylaxe nach Exposition

Aktueller Anti-HBs-Wert		Erforderlich ist die Gabe von	
		HB-Impfstoff	HB-Immunglobulin
≥100 IE/l		Nein	Nein
10–99 IE/l		Ja	Nein
<10 IE/l oder nicht innerhalb von 48 h zu bestimmen	Und Anti-HBs war ≥100 IE/l zu einem früheren Zeitpunkt	Ja	Nein
	Und Anti-HBs war nie ≥100 IE/l oder unbekannt	Ja	Ja

■ **Tab. 14.2** Risikoscore zur Abschätzung des individuellen Risikos einer Serokonversion der Deutschen Leberstiftung

Punkte	0	1	2	3
Verletzung		Nadel <0,9 mm	Nadel ≥0,9 mm	Skalpelli
Spontane Blutung	Nein	Minimal	>20 s	
Blutmenge	Kein Blut	Tropfen	Größere Menge	
Zeit zwischen Patientenkontakt und Verletzung		>5 min	<5 min	Direkt
HCV-RNA (IE/ml)		<1 × 10 <sup>5</sup>	1 × 10 <sup>5</sup> – 2 × 10 <sup>6</sup>	>2 × 10 <sup>6</sup>

#### Sofortige Testung des Exponierten, wenn

- der Exponierte nicht bzw. nicht vollständig geimpft ist oder
- der Exponierte „Low-Responder“ ist (Anti-HBs nach Grundimmunisierung <100 IE/l) oder
- der Impferfolg nie kontrolliert wurde oder
- die letzte Impfung länger als 10 Jahre zurückliegt.

- **Vorgehen bei „Non-Respondern“ (Anti-HBs dauerhaft <10 IE/l) und anderen gesichert Anti-HBs-Negativen: nach Exposition Blutentnahme und unverzügliche simultane Gabe von HB-Impfstoff und HB-Immunglobulin (Testergebnis wird nicht abgewartet!)**

### 14.4.2 Hepatitis C

Hepatitis C ist die häufigste anerkannte Berufskrankheit im Gesundheitswesen. Leider ist bislang keine Impfung möglich. Auch hier hängt das Risiko einer Serokonversion nach Verletzung von verschiedenen Faktoren ab. Bei europäischem Personal liegt sie bei ca. 0,4 %.

Das Ziel aller postexpositionellen Maßnahmen ist deshalb, möglichst frühzeitig eine HCV-Infektion zu erkennen, um diese effektiv behandeln zu können. Studien haben gezeigt, dass eine im Frühstadium der Infektion begonnene Interferontherapie die Prognose verbessert und in aller Regel eine Chronifizierung verhindern kann. Die Deutsche

Leberstiftung hat einen Risikoscore entwickelt, der zur Abschätzung des jeweiligen Risikos einer Serokonversion dient und damit ermöglicht, Personen mit erhöhtem Risiko schneller zu identifizieren und zu monitoren (■ Tab. 14.2 u. ■ Tab. 14.3).

Auch nach Kontakt mit HCV gelten die bereits genannten Sofortmaßnahmen. Wichtig ist, dass möglichst der immunologische Status des Indexpatienten erfasst wird.

#### ■ Allgemeines Vorgehen

- Kontamination der Kanüle unklar (z. B. Kanüle unbekannter Herkunft oder weil der Indexpatient die serologische Untersuchung verweigert) → Vorgehen wie bei kontaminierter Kanüle
- Indexpatient HCV-positiv oder keine serologische Untersuchung möglich → serologische Nachuntersuchungen beim verletzten Mitarbeiter
- Serologische Diagnostik beim Indexpatienten negativ → keine weiteren Maßnahmen beim Verletzten erforderlich.

■ **Tab. 14.3** Einteilung in Risikogruppen anhand des Risikoscores

Risiko	Indexpatient	
	Virämie	Virämie nicht bekannt
Niedrig (I)	3–6 Punkte	2–4 Punkte
Mittel (II)	7–10 Punkte	5–7 Punkte
Hoch (III)	11–13 Punkte	8–10 Punkte

■ Serologische Untersuchungen

Die Deutsche Lebergesellschaft empfiehlt folgende serologische Untersuchungen:

- Unmittelbar nach Verletzung
  - Indexpatient: GPT, Anti-HCV, HCV-RNA-Quantifizierung anstreben
  - Mitarbeiter: GPT, Anti-HCV
- Serologische Nachuntersuchungen beim Verletzten im weiteren Verlauf:
  - Nach 2–4 Wochen: HCV-RNA; wenn negativ: Wiederholung nach 6–8 Wochen möglich
  - Nach 12 und nach 24 Wochen: Anti-HCV, GPT, GOT; bei pathologischen Werten HCV-RNA

Bisher gibt es keinen nachgewiesenen Effekt einer Postexpositionsprophylaxe mit Typ-1-Interferon, Ribavirin oder Immunglobulinen.

Wird beim verletzten Mitarbeiter eine akute HCV-Infektion festgestellt, sollte ihm eine spezifische Therapie sofort oder nach kurzer Beobachtungsphase angeboten werden. Dabei sollten die Leitlinien zur Behandlung der Hepatitis C beachtet werden ([www.deutsche-leberstiftung.de/wir-helfen-ihnen/informationen-fuer-aerzte/leitlinien](http://www.deutsche-leberstiftung.de/wir-helfen-ihnen/informationen-fuer-aerzte/leitlinien)).

14.4.3 HIV

Eine Infektion mit HIV ist nach wie vor das bei Mitarbeitern in medizinischen Berufen am häufigsten gefürchtete Risiko, obwohl die Infektionsgefahr nach Exposition deutlich geringer ist als z. B. bei Hepatitis

C. Sie liegt bei etwa 0,3 % nach Schnitt-/Stichverletzungen und etwa 0,03 % nach Schleimhautexposition bzw. bei Exposition entzündlich veränderter Hautpartien. Dennoch ist es wichtig, dass schnellstmöglich durch den Durchgangsarzt oder Betriebsarzt das Risiko für eine Infektion im jeweiligen Fall analysiert und, falls ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht, die medikamentöse Postexpositionsprophylaxe begonnen wird.

Tipp
Auch bei HIV ist bei bestehender Indikation der Postexpositionsfaktor Zeit entscheidend: Die Postexpositionsprophylaxe sollte bevorzugt innerhalb der ersten 24 h, am besten jedoch innerhalb der ersten 2 h nach Unfallereignis begonnen werden. Ein Beginn nach mehr als 72 h nach Exposition wird hingegen nicht empfohlen.

Ist eine unmittelbare Indikationsstellung für eine HIV-Postexpositionsprophylaxe nicht ausreichend schnell möglich, z. B. aus Mangel an Informationen zum Indexpatienten, wegen Problemen bei der Einschätzung von Infektionsrisiken oder weil kein Experte erreichbar ist (z. B. nachts und am Wochenende), kann empfohlen werden, zunächst dennoch eine medikamentöse Postexpositionsprophylaxe möglichst unverzüglich zu beginnen. Innerhalb der nächsten 3 Tage sollte dann die Indikation entsprechend überprüft werden. Sollte dabei festgestellt

■ Tab. 14.4 Aktuelle Empfehlungen für Medikamentenkombinationen zur HIV-Postexpositionsprophylaxe

	Arzneimittel	Dosierung
Standardprophylaxe	Isentress® + Truvada® (Raltegravir + Tenofovir-DF/Emtricitabin)	Isentress® 400 mg 1-0-1 +Truvada® 245/200 mg 1-0-0
Alternativen	Alternativ zu Isentress® (Raltegravir) kann Kaletra® (Lopinavir/Ritonavir), alternativ zu Truvada® (Tenofovir-DF/Emtricitabin) kann Combivir® (Zidovudin/Lamivudin) eingesetzt werden	Kaletra® 200/50 mg 2-0-2 Combivir® 300/150 mg 1-0-1

werden, dass die Postexpositionsprophylaxe nicht indiziert ist, kann diese jederzeit beendet werden.

Ist die medikamentöse Postexpositionsprophylaxe jedoch indiziert, so sollte sie mindestens 4 Wochen dauern. Untersuchungen haben gezeigt, dass 20–40 % der Mitarbeiter im Gesundheitswesen die Medikamenteneinnahme wegen unerwünschter Nebenwirkungen vorzeitig abbrechen.

Die aktuellen Empfehlungen (Deutsche AIDS-Gesellschaft [DAIG], Österreichische AIDS-Gesellschaft, RKI) für Medikamentenkombinationen zur HIV-Postexpositionsprophylaxe sind in ■ Tab. 14.4 aufgeführt.

Falls der Indexpatient antiretroviral vorbehandelt ist, sollte die Prophylaxe ggf. verändert werden, wenn unter Behandlung mit einem oder mehreren der Prophylaxemedikamente eine nachweisbare Viruslast besteht. Die Prophylaxe sollte über 28–30 Tage durchgeführt werden, bei massiver Kontamination und/oder verspätetem Beginn (>36–48 h) ggf. auch länger.

Nachuntersuchungen der verletzten Person sollten nach 6 Wochen sowie nach 3 und 6 Monaten erfolgen, außerdem sind ggf. Kontrollen von Blutbild und Leberwerten unter der medikamentösen Prophylaxe erforderlich. Trotz rechtzeitigem Beginn einer Postexpositionsprophylaxe ist eine Infektion möglich, die Erfolgsrate bei ausreichender Prophylaxe liegt jedoch immerhin bei 80 %.

- Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (<http://osha.europa.eu>): Gefährdungsbeurteilung und Nadelstichverletzungen
- Robert Koch-Institut (2012) Hepatitis C. RKI-Ratgeber für Ärzte. [www.rki.de](http://www.rki.de)
- Robert Koch-Institut (2015) HIV. RKI-Ratgeber für Ärzte. [www.rki.de](http://www.rki.de)
- Robert Koch-Institut (2016) Hepatitis B. RKI-Ratgeber für Ärzte. [www.rki.de](http://www.rki.de)
- STIKO (2016) Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut. Epidemiol Bull 34/2016

## Literatur

- Deutsche AIDS-Gesellschaft (DAIG), Österreichische AIDS-Gesellschaft (ÖAIG) Deutsch-Österreichische Leitlinien zur postexpositionellen Prophylaxe der HIV-Infektion, 13.06.2013
- Deutsche Leberstiftung (2016) HBV-Prophylaxe nach Stichverletzungen im Gesundheitsdienst. <http://www.deutsche-leberstiftung.de/hilfe/informationen-fuer-aerzte/nadelstich-und-hbv>
- Deutsche Leberstiftung (2016) Prävention der HCV-Übertragung und Vorgehen nach Nadelstichverletzung im Gesundheitsdienst. <http://www.deutsche-leberstiftung.de/hilfe/informationen-fuer-aerzte/nadelstich-und-hcv>
- European Biosafety Network: EU-Richtlinie 192010/32/EU: Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor, 10. Mai 2010

# Allgemeine Hygienemaßnahmen

*T. Hauer*

- 15.1 Einführung – 284
- 15.2 Standardhygienemaßnahmen (Basishygiene) – 285
- 15.3 Diagnosespezifische erweiterte Schutzmaßnahmen – 292
- Literatur – 297

## Zusammenfassung

Standardhygienemaßnahmen sind allgemeine Hygienemaßnahmen, die vom gesamten medizinischen Personal bei allen Patienten unabhängig von ihrem Kolonisations- oder Infektionsstatus durchgeführt werden. Sie gelten diagnoseunabhängig und somit auch bei (noch) fehlendem Nachweis von Infektionserregern. Damit soll eine Übertragung von Infektionserregern auf den Patienten und das Personal verhindert und das Risiko einer nosokomialen Weiterverbreitung von Krankheitserregern minimiert werden. Dahinter steht z. B. das Prinzip, dass Blut, Körperflüssigkeiten, Sekrete und Ausscheidungen (außer Schweiß) sowie Schleimhaut und nicht intakte Haut das Hauptreservoir nosokomialer Infektionen darstellen.

Zur Standardhygiene (auch als Basishygiene bezeichnet) gehören vor allem die hygienische Händedesinfektion und der situationsbedingte Einsatz von speziellen Barrieremaßnahmen sowie die sichere Injektions- und Infusionstechnik. Konsequenterweise angewendet schützen sie auch vor Übertragung bei unerkannt mit multiresistenten Erregern besiedelten Patienten.

Ein Zusammenhang multimodaler Präventionskampagnen mit nachhaltig verbesserter Händehygiene und – wichtiger noch – mit einer Reduktion nosokomialer Infektionsraten konnte gezeigt werden.

## 15.1 Einführung

Die Kenntnis der Übertragungswege von Infektionserregern ist die entscheidende Voraussetzung, um diese zu blockieren, ohne Patienten vermeidbaren Schäden durch überzogene Isolierungsmaßnahmen auszusetzen. Übertragungswege werden international wie folgt eingeteilt (CDC/WHO):

### Über direkten Kontakt:

- Selbstinokulation bei Hand-Gesicht-Kontakt (Erkältungsviren, Noroviren)
- Hautkontakt bei Scabies
- Intraoperative HCV-Übertragung von Chirurg auf Patient durch Verletzung
- Selten in Bezug auf MRE im Krankenhaus

### Über indirekten Kontakt:

- MRSA-Übertragung beim Verbandswechsel, bei unterlassener Händedesinfektion fungiert die Hand als „Vehikel“

- Unzureichende Instrumentenaufbereitung
- *Helicobacter*-Übertragung durch schlecht aufbereitetes Gastroskop
- Norovirusübertragung durch kontaminierte Flächen
- Häufigster Übertragungsweg nosokomialer Infektionen.

### Über (große) Tröpfchen:

- Entstehen bei Husten, Sprechen, Intubation, Absaugen, Bronchoskopie
- Übertragungsdistanz maximal 1–2 m
- Aufnahme über Konjunktiven, Nase, Mund
- Übertragung von Meningokokken von einem Patienten mit Meningokokkenmeningitis auf Mitarbeiter in der Notaufnahme ohne Mundschutz.

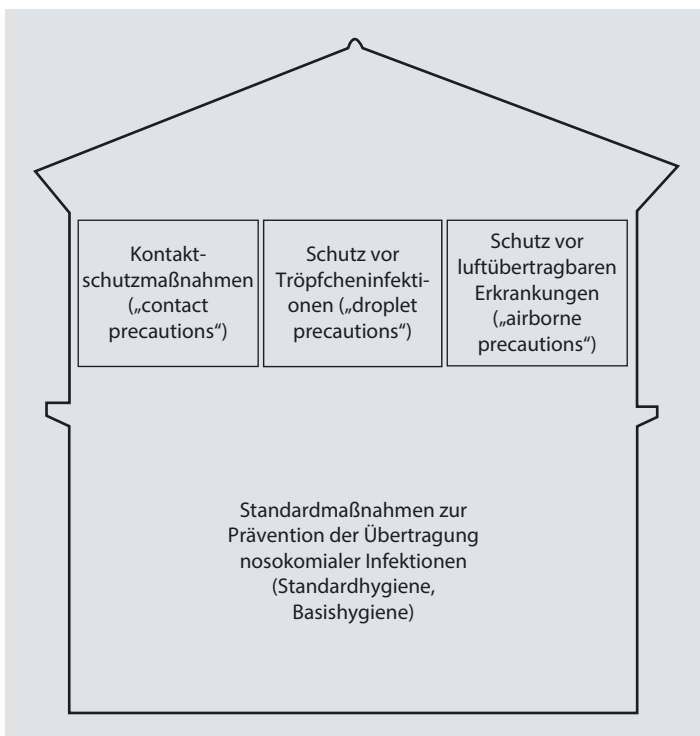
### Aerogen über die Luft (kleine Tröpfchen):

- Tröpfchenkerne aus (Bau-)Staub oder eingetrocknet aus großen respiratorischen Tröpfchen
- Verbreitung über Luftstrom, auch über größere Distanzen
- Aufnahme per Inhalation
- Selten Masern oder Windpocken, Hauptübertragungsweg jedoch durch Kontakt und respiratorische Tröpfchen
- Fast ausschließlicher Übertragungsweg bei offener Lungentuberkulose
- Pulmonale Aspergillose bei länger andauernder Neutropenie (Immunsuppression Grad III nach KRINKO) durch Inhalation von Aspergillussporen aus (Bau-)Staub.

Aus oben genannten Übertragungswegen leiten sich die **Standardhygienemaßnahmen** als Basis der Infektionskontrolle ab (Erdgeschoss des „Hygienehauses“ nach Schulze-Röbbecke 2009; ■ Abb. 15.1).

Darüber hinausgehende spezielle Barrieremaßnahmen werden indikationsbezogen bei bestimmten klinischen Situationen und Erregern angewendet (Obergeschoss des „Hygienehauses“). Zu erwartende Übertragungswege werden schon vor Erregernachweis im Rahmen der Standardhygiene berücksichtigt. Beispiele dafür sind:

■ **Abb. 15.1** Das „Hygienehaus“, modifiziert nach Schulze-Röbbcke



- Diarrhö bei vermuteter infektiologischer Genese: Kontaktschutzmaßnahmen
- Diarrhö unter Antibiotikatherapie: Verdacht auf *C. difficile*: zusätzlich Hände waschen und desinfizieren
- Meningitis: Tröpfchenschutzmaßnahmen für 24 h nach Beginn der antibiotischen Therapie.

## 15.2 Standardhygienemaßnahmen (Basishygiene)

Standardhygienemaßnahmen (Synonym: Basishygiene) sind einfache Regeln, mit denen der überwiegende Anteil nosokomialer Infektionsübertragungen verhindert werden kann.

### Standardhygienemaßnahmen

- Händehygiene
- Gebrauch persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und aktueller Impfschutz

- Korrekte Handhabung und Aufbereitung von kontaminierten Pflegeutensilien/ Medizinprodukten
- Korrekte Reinigung/Desinfektion der Patientenumgebung
- Schutz des Personals vor durch Blut übertragbaren Infektionskrankheiten
- Einzelunterbringung von Patienten, die ihre Umgebung kontaminieren (Husten/Diarrhö)
- Korrektes Verhalten bei Husten, Niesen, Schnäuzen
- Sichere Injektions- und Infusionstechniken

### ■ Hygienische Grundregeln für medizinisches Personal

- Bei Tätigkeiten, die eine hygienische Händedesinfektion erfordern, Schmuck wie Ringe (auch Ehering), Armreifen und Uhren ablegen (gemäß TRBA 250)
- Auf gepflegte, kurze und unbehandelte Fingernägel achten

- Keine künstlichen Fingernägel, kein Nagellack, keine Nagelverlängerungen, keine Gelnägel verwenden
- Lange Haare vor Dienstbeginn zusammenbinden
- Dienstkleidung geschlossen tragen, sie muss optisch sauber sein, ggf. täglich wechseln.

### 15.2.1 Händehygiene und Hautschutz

Zur Prävention nosokomialer Infektionen ist die hygienische Händedesinfektion die entscheidende Maßnahme (KRINKO 2016). Ziel dabei ist es, die transiente (oberflächliche) Hautflora ohne Hautschädigung soweit wie möglich zu reduzieren und vor allem potenzielle Krankheitserreger zu beseitigen. Händedesinfektionsmittel auf Alkohobasis erreichen innerhalb kurzer Zeit die größte Keimreduktion. Dabei ist darauf zu achten, dass bei Händedesinfektionsmittelflaschen und Flüssigseife nur Originalgebinde benutzt werden.

➤ **Die hygienische Händedesinfektion erfolgt mit alkoholischen Präparaten, vorzugsweise ohne Duft- und Konservierungsstoffe. In Arbeitspausen oder nach Arbeitsende ist auf gründliche Hautpflege zu achten (Hautschutzplan).**

#### ■ Händehygiene

Bei sichtbarer massiver Verschmutzung erfolgt eine gezielte Dekontamination/Händewaschung (Umgebungscontamination vermeiden, Kleidung nicht bespritzen) und im Anschluss die hygienische Händedesinfektion.

- Es wird ausreichend Händedesinfektionsmittel in die trockenen Hände gegeben, um diese vollständig zu benetzen.
- Das Desinfektionsmittel wird eingerieben, bis die Hände trocken sind.
- Wichtig: Die gesamte Haut der Hände muss berücksichtigt werden, also auch Fingerkuppen, Daumen, Fingerzwischenräume und Falten der Handinnenflächen.

#### ■ Hautpflege

Der Haut des Handrückens fehlt das Unterhautfettgewebe. Daher ist sie hier besonders dünn und trocknet schneller aus.

- Creme wird auf die pflegebedürftigen Handrücken aufgetragen und diese werden dann gegeneinander gerieben, bis die Creme einzieht.
- Anschließend wird die Creme gründlich in die Haut der Finger, Fingerzwischenräume, Fingerkuppen und Nagelfalze eingearbeitet.
- Cremereste werden in der Handfläche verrieben, wobei die Menge dabei so gewählt werden sollte, dass die Hände trotzdem griffig bleiben.

#### ■ Indikationen der Händehygiene

Grundsätzlich sollte eine Händedesinfektion erfolgen, sobald mit den Händen ein Kontakt zum direkten Umfeld des Patienten, also seiner „Schutzzone“, erfolgt. Die Indikationen für die Händehygiene entsprechend der WHO-Leitlinien zur Händehygiene im Gesundheitswesen sind in ■ Abb. 15.2 graphisch dargestellt.

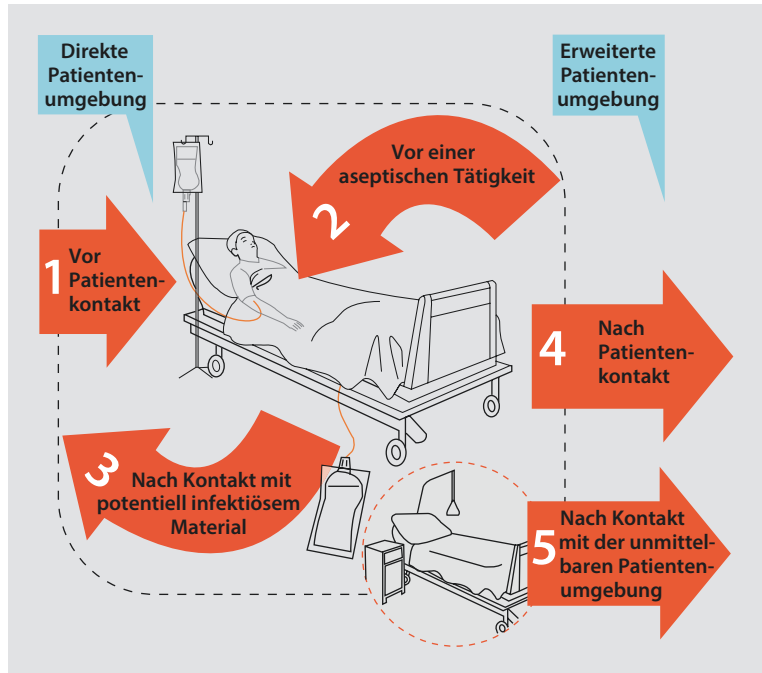
### 15.2.2 Personalschutz und persönliche Schutzausrüstung

Infektionserreger lassen sich auch auf der Kleidung des medizinischen Personals nachweisen, wenngleich in geringerem Maße als auf den Händen. Daher kann die Kleidung in bestimmten Situationen eine Rolle bei der Infektionsübertragung spielen. Dies gilt nachvollziehbar für Operationen und ähnliche invasive Eingriffe, wie z. B. ZVK-Anlage, oder für den Umgang mit Blut, Sekreten und Exkreten. Der routinemäßige Gebrauch von Schutzkleidung über die durch die Standardhygiene vorgegebenen Indikationen hinaus, z. B. beim bloßen Betreten eines Zimmers mit einem mit MRE besiedelten Patienten, besitzt demgegenüber keine nachgewiesene Schutzwirkung vor Übertragungen.

#### Zweck der Schutzkleidung

Die Schutzkleidung des medizinischen Personals soll aus krankenhaushygienischer Sicht Patienten vor Erregerübertragungen schützen helfen und gleichzeitig dem (Arbeits-)Schutz des Trägers dienen. Zur

■ **Abb. 15.2** Die 5 Momente der Händehygiene



Schutzkleidung gehören Schutzhandschuhe, langärmelige oder kurzärmelige Schutzkittel, Atemschutz (Masken der Schutzstufen FFP 1 bis FFP 3) sowie Schutzbrillen.

Die Arbeitskleidung hingegen, die anstelle oder in Ergänzung der Privatkleidung bei der Arbeit getragen wird, schützt weder das Personal noch den Patienten vor der Übertragung nosokomialer Infektionen. Sie wird nicht zwischen der Versorgung verschiedener Patienten ausgetauscht wie die eigentliche Schutzkleidung. Dies gilt auch für die häufig farblich gekennzeichnete Bereichskleidung, die z. B. in OP-Abteilung, Intensivstation oder Funktionsbereichen getragen wird.

➤ **Arztkittel oder Bereichskleidung sind keine Schutzkleidung im Sinne einer PSA.** Dagegen wird beispielsweise der sterile OP-Kittel des Chirurgen oder der bei Kontakt mit einem symptomatischen Patienten mit *Chlostridium-difficile*-Infektion getragene saubere, unsterile Schutzkittel nur patientenbezogen eingesetzt und zählt im Sinne des Arbeits- und Patientenschutzes zur Schutzkleidung.

### Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

- Die PSA wird getragen, wenn bei der Patientenversorgung Kontakt mit Blut oder Körperflüssigkeiten zu erwarten ist.
- Sie dient dazu, eine Kontamination der Haut oder Kleidung mit potenziellen Krankheitserregern zu unterbinden.
- Der Arbeitgeber muss dafür sorgen, dass ausreichend und passende PSA verfügbar und dem medizinischen Personal leicht zugänglich ist.
- Das medizinische Personal und das Reinigungspersonal müssen über die richtige Wahl und den richtigen Gebrauch von PSA fortgebildet werden.
- PSA wird unmittelbar nach Gebrauch ausgezogen und entsorgt.

#### ■ Schutzhandschuhe

- Handschuhe tragen, wenn Kontakt mit Blut oder anderen potenziell infektiösen Substanzen, mit Schleimhaut, nicht intakter Haut oder potenziell kontaminierter intakter Haut zu erwarten ist (z. B. bei stuhl- oder urininkontinenten Patienten)

- Passform und Strapazierfähigkeit der Handschuhe müssen an die jeweilige Tätigkeit angepasst sein:
  - Einmaluntersuchungshandschuhe z. B. für die direkte Patientenversorgung und für begrenzte Flächendesinfektionsmaßnahmen (z. B. Arbeitsflächen vor dem Richten von Infusionen)
  - Robustere, chemikalienfeste Einmalhandschuhe für systematische Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten (Reinigungspersonal) oder bei der Aufbereitung von Medizinprodukten (ZSVA-Personal), ggf. mit längeren Stulpen
- Handschuhe nach Kontakt mit einem Patienten und/oder der Patientenumgebung (einschließlich Medizinprodukten) unter Beachtung der richtigen Technik ausziehen, um eine Händekontamination zu vermeiden; anschließend hygienische Händedesinfektion)
- Handschuhe auch während der Versorgung desselben Patienten austauschen, falls die Hände von einer kontaminierten Körperregion (z. B. Perinealregion) zu einer sauberen Körperregion (z. B. Gesicht) wechseln
- Mit Handschuhen keine Aufräumarbeiten, Eintragungen in Patientenkurven oder Telefonate mit dem Stationshandy vornehmen.

#### Korrektes Ausziehen der Schutzhandschuhe:

- Zunächst greift eine Hand in die Innenfläche der anderen Hand und hebt den Handschuh
- Die Hand zieht den Handschuh ganz ab und hält ihn fest.
- Die nicht behandschuhte Hand fasst nun unter die Stulpe der behandschuhten Hand und zieht den Handschuh ebenfalls ab.
- Am Ende ist der Handschuh umgekrempelt und hält den anderen Handschuh in sich.

#### ■ Schutzkittel/Schürze

- Bei der Patientenversorgung und anderen Maßnahmen, bei denen Kontakt mit Blut, Körperflüssigkeiten, Sekreten oder

Ausscheidungen zu erwarten ist, Schutzkittel tragen, um eine Verunreinigung oder Kontamination von Haut und Kleidung zu verhindern

- Vor Verlassen der Patientenumgebung Schutzkittel ausziehen und Händehygiene durchführen
- Schutzkittel nicht wieder verwenden (auch bei wiederholtem Kontakt mit demselben Patienten).

Die Auswahl des Schutzkittels (Plastikschürze vs. langärmeliger Schutzkittel) hängt von der antizipierten Tätigkeit ab: Plastikschürzen eignen sich gut als „Nässeschutz“, z. B. beim Waschen, sie sind aber auch bei möglichem Kontakt mit Stuhl, Urin, Blut, Sekreten etc. oder beim Verbandwechsel von großen Wunden geeignet. Gegebenenfalls müssen Unterarme und Ellbogen in die Händedesinfektion mit einbezogen werden.

#### ■ Atemschutz, Augenschutz

- PSA zum Schutz von Augen-, Nasen- und Mundschleimhaut tragen, falls mit Verspritzung von Blut, Körperflüssigkeiten, Sekreten oder Ausscheidungen zu rechnen ist; Auswahl von Mund-Nasen-Schutz, Schutzbrille, Visier je nach dem zu erwartenden Expositionsrisiko.

Bei Maßnahmen mit möglicher Tröpfchenexposition (z. B. Bronchoskopie, offene Atemwegabsaugung) sollte zusätzlich zu Handschuhen und Schutzkittel eine der folgenden Schutzausrüstungen getragen werden:

- Atemschutz (FFP 1 oder höherwertig bei bestimmten Erregern und Schutzbrille)
- ggf. Visier, das die Vorderseite und die Seiten des Gesichts vollständig bedeckt
- oder Atemschutz mit integriertem Visier

Ergänzend sei erwähnt, dass eine nicht unerhebliche Anzahl von Virusinfektionen des oberen Respirationstrakts durch Kontakt der eigenen (kontaminierten) Hände mit dem Mund, den Augen oder der Nasenschleimhaut übertragen werden. Auch für die

Besiedlung von Mitarbeitern mit MRSA spielt dieser Weg eine Rolle.

#### Tipp

Im Rahmen der Standardhygiene (Persönlichkeitsaspekt) sollte man sich selbst so weit wie möglich trainieren, unbewusste Hand-Gesicht-Kontakte vor Händedesinfektion zu vermeiden.

### 15.2.3 Reinigung und Desinfektion der Patientenumgebung

Die korrekte Reinigung bzw. Desinfektion der Patientenumgebung soll eine Keimübertragung zwischen verschiedenen Patienten unterbinden und eine Keimverschleppung über mehrere Zimmer verhindern. Sie ist detailliert in ► [Kap. 6](#) beschrieben.

#### Flächen und Gegenstände:

- Desinfektion von Stethoskopen vor und nach jeder Anwendung (z. B. gleichzeitig mit der Händedesinfektion)
- Gezielte Desinfektion bei sichtbarer Kontamination von Flächen oder Gegenständen
- Flächendesinfektionsmittel mindestens begrenzt viruzid nach RKI oder idealerweise auf Basis eines Sauerstoffabspalters
- Nach Abtrocknen des Desinfektionsmittels können die Flächen wieder genutzt werden. Bei kleineren Flächen ist eine Desinfektion mit einem Flächendesinfektionsmittel auf alkoholischer Basis (z. B. 70 %iger Isopropylalkohol) möglich.

**Wäscheentsorgung** (Bettwäsche bei stationären Patienten, Waschlappen, Handtücher):

- Wäscheabwurf möglichst in das Patientenzimmer mitnehmen (bei sehr engen Verhältnissen: evtl. kleiner Abwurfständer)
- Schmutzwäsche immer direkt in den Wäschesack geben
- Darauf achten, dass keine Fremdgegenstände (Instrumente, Katheter, Drainagen,

Sekretbeutel, Uhren etc.) in den Wäschesack gelangen (v. a. zur Prävention von Stichverletzungen)

- Wäsche nach hauseigenem Schema sortieren
- Verschmutzte Kopfkissen, Bettdecken, Schaumstoffmatratzen, Lagerungshilfen etc. lose in den Wäschewagen legen
- Anschließend hygienische Händedesinfektion
- Bei Gefahr der Durchfeuchtung wird der Stoffsack zusätzlich in einen transparenten Plastiksack gegeben und ebenfalls verschlossen. Je nach Wäscherei sind verschiedene Farbkodierungen im Einsatz und müssen beachtet werden.
- Als infektiös im Sinne einer speziellen Wäschebehandlung gilt nur massiv mit für die Übertragung relevantem Material kontaminierte Wäsche.

#### Frischwäschewagen:

- Vor dem Bestücken: hygienische Händedesinfektion
- Wäschewagen nur mit Tagesbedarf bestücken
- Keine oder geringe Vorratshaltung
- Wöchentliche Reinigung des Wäschewagens mit einrichtungsüblichem Reiniger
- Bei Kontamination: Wischdesinfektion mit Flächendesinfektionsmittel (Desinfektionsplan)

#### Tipp

Der Einsatz von sicheren Blutentnahmesystemen sowie die sichere Entsorgung spitzer und scharfer Gegenstände sollten zum Schutz des Personals eingefordert werden. Beim Reinigungs- und Desinfektionsmanagement sollte auf eine gute Unterhaltsreinigung von Oberflächen und Fußböden mit Detergens geachtet werden. In bestimmten Bereichen können auch Trockenreinigungssysteme zum Einsatz kommen. Häufig berührte Oberflächen wie Bettgitter oder Nachttische werden darüber hinaus regelmäßig wischdesinfiziert. Das breiteste Wirkspektrum einschließlich Clostridiensporen und diversen Viren bieten Flächendesinfektionsmittel auf Basis eines Sauerstoffabspalters.

### 15.2.4 Durch Blut übertragbare Infektionskrankheiten

Bei durch Blut übertragbaren Infektionskrankheiten handelt es sich um Infektionen, deren Erreger sich auch im Blut befinden und die deshalb bei einer Exposition mit infektiösem Blut (z. B. Verletzung) übertragen werden können. Im Vordergrund stehen Hepatitis B und C sowie HIV als klinisch wichtigste Entitäten.

Alle Personen im medizinischen Bereich, die bei ihrer Tätigkeit in Kontakt mit Blut und anderen potenziell infektiösen Flüssigkeiten kommen, sind gefährdet. Zu den potenziell gefährdeten Personen im medizinischen Bereich zählt das medizinische Personal, aber auch das Reinigungspersonal im medizinischen Umfeld.

Die Infektionen können übertragen werden, wenn infektiöses Blut in den Körper gelangt. Dies kann durch Schnitte und Stiche mit kontaminierten Instrumenten geschehen oder mit wesentlich geringerer Wahrscheinlichkeit durch Kontakt von Haut oder Schleimhaut mit Blut oder anderen Körperflüssigkeiten.

#### ■ Schutzmaßnahmen für das Personal

- Konsequente Anwendung der Standardhygienemaßnahmen
- Vermeiden von Verletzungen mit spitzen und scharfen Gegenständen (Sicherheitsmaterialien einsetzen)
- Einmalhandschuhe bei Kontakt mit Blut und/oder Körperflüssigkeiten, z. B. auch bei offenen Wunden oder ekzematösen Hautveränderungen
- Tragen von 2 Paar Handschuhen (ideal mit farbigem Indikatorhandschuh) bei Eingriffen mit erhöhtem Verletzungsrisiko (z. B. Herz- und Thoraxchirurgie, tiefe Höhleneingriffe in der Allgemeinchirurgie, Gynäkologie oder Urologie, Unfallchirurgie etc.) bzw. bei bekannt positivem serologischen Status des Patienten (z. B. HBV, HCV, HIV)
- Atemschutz mit FFP-1-Maske, Augenschutz und Schutzkittel oder Plastikschürze, wenn Verspritzen von infektiösem Material möglich ist
- Kein Recapping

- Spitze bzw. scharfe Gegenstände sicher entsorgen (durchstichsichere und bruchfeste Behälter)
- Die HBV-Schutzimpfung sollte nach Empfehlung der STIKO bei sämtlichen Mitarbeitern im medizinischen Bereich (auch Reinigungskräfte) durchgeführt werden.

#### ■ Maßnahmen nach Verletzung mit kontaminiertem Material (► Kap. 14)

- Sofortmaßnahmen gemäß der hausinternen Verfahrensanweisung, die allen Mitarbeitern bekannt und jederzeit zugänglich sein sollte
- Betroffene Stelle sofort gründlich mit Wasser spülen und mit geeignetem Haut- bzw. Schleimhautdesinfektionsmittel desinfizieren
- Vorstellen beim Betriebsarzt bzw. Durchgangsarzt zur Aufnahme des Arbeitsunfalls und zur Beratung bezüglich der Indikation einer Postexpositionsprophylaxe (rasche Feststellung des infektionsserologischen Status des Mitarbeiters und des Patienten)
- Vorstellung beim Betriebsarzt für weitere Maßnahmen, ggf. Einleitung einer Frühtherapie und erforderliche Kontrolluntersuchungen. Die Hinzuziehung eines in der Therapie von HIV, HBV und HCV erfahrenen Zentrums ist zu empfehlen.

#### ■ Information und Unterbringung des Patienten

Der Patient wird über die Übertragungswege und die von ihm ausgehenden Übertragungsrisiken informiert. Mobile, kooperative Patienten können alle Einrichtungen der Station, auch die sanitären, ebenso wie nicht infizierte Patienten nutzen. Bei normalen sozialen Kontakten besteht kein Infektionsrisiko für Kontaktpersonen. Besucher werden mit Einwilligung des Patienten auf die Übertragungsrisiken der Erkrankung hingewiesen und in die korrekte Händedesinfektion bei Kontakt mit potenziell infektiösem Material eingewiesen.

Stirbt der Patient, sind keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich. Für **Transport und Verlegung** gelten die Standardhygienemaßnahmen für Transporte mit normalen Patientenkontakten (Patient ist kooperativ, kein Kontakt zu Blut und Körperflüssigkeiten).

### 15.2.5 Verhalten beim Husten, Niesen und Schnäuzen

Die Umsetzung der nachfolgend aufgeführten Maßnahmen dient dem Schutz anderer Patienten und des Personals vor respiratorischem Sekret von Patienten und Begleitpersonen mit Zeichen einer Atemwegsinfektion. Mit diesen Maßnahmen soll die Tröpfchenübertragung (s. unten) respiratorischer Krankheitserreger, wie z. B. Influenzavirus, Adenovirus, *Bordetella pertussis*, *Mycoplasma pneumoniae* sowie Meningokokken, verhindert werden.

- Im Eingangs- bzw. Wartebereich Informationen mit Anweisungen bereitstellen für Personen mit Zeichen einer Atemwegsinfektion:
  - Beim Husten und Niesen Mund und Nase bedecken (z. B. in die Armbeuge niesen)
  - Einmaltücher gebrauchen und wegwerfen
  - Nach Kontakt mit Atemwegssekreten eine Händehygiene durchführen
- Im Eingangsbereich Personen mit Zeichen einer Atemwegsinfektion Einmalmasken (Mund-Nasen-Schutz, OP-Masken) zur Verfügung stellen
- Ausreichend dimensionierte Wartezonen schaffen und Personen mit Zeichen einer Atemwegsinfektion dazu anhalten, sich möglichst fern von anderen hinzusetzen. Falls vorhanden, können diese Patienten in separaten Wartezonen warten (v. a. Pädiatrie) bzw. am besten direkt in einen Behandlungsraum geleitet werden.

### 15.2.6 Einzelunterbringung von Patienten

Bei Patienten, die ihre Umgebung kontaminieren, z. B. wegen Husten/Diarrhö infektiöser Genese oder weil sie verwirrt sind und die übliche Körperhygiene nicht einhalten können, müssen mögliche zusätzliche Übertragungswege, z. B. bei gemeinsamer Benutzung der Nasszelle, berücksichtigt werden. Dann besteht schon im Rahmen der Standardhygienemaßnahmen eine Indikation zur Einzelzimmerunterbringung. Dies gilt unabhängig vom Resistenzverhalten der vermuteten oder nachgewiesenen Erreger.

- „Streupotenzial“ liegt z. B. vor bei **ausgedehnter Hautbesiedlung bei generalisierter Psoriasis, großflächiger Wundinfektion oder starker Wundsekretion; bei starkem Durchfall bei Darmbesiedlung, bei starkem Husten und nasaler oder Trachealbesiedlung oder bei Patienten mit fehlender Hygienecompliance.**

Daraus resultiert: Patienten mit unkontrolliertem Abgang von Ausscheidungen oder Sekreten sollten für eine wirksame Unterbrechung der Übertragungswege und Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen räumlich getrennt im Einzelzimmer untergebracht werden. Dies gilt insbesondere für:

- Durchfallerkrankungen mit möglicher infektiöser Ursache
- Infektiöse Atemwegserkrankungen mit produktivem Husten

Die Indikation für eine Kontaktisolierung (entweder Einzelzimmerunterbringung oder Kohortenunterbringung plus Barrieremaßnahmen) wird im Zweifelsfall in Rücksprache mit dem Hygieneteam gestellt. Dabei werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Übertragungsweg(e) des bekannten oder vermuteten Erregers
- Risikofaktoren für eine Übertragung durch den infizierten Patienten
- Komplikationsrisiken bei potenziellen Kontaktpatienten, falls es ausgehend vom Indexpatienten zu einer nosokomialen Übertragung kommt
- Möglichkeiten der gemeinsamen Patientenunterbringung (z. B. Kohortierung von Patienten mit der gleichen Infektion).

- **Die eigentliche medizinische Versorgung des Patienten darf nicht unter den Hygienemaßnahmen leiden. Eine Stigmatisierung der Patienten muss verhindert werden.**

Der Gebrauch von Schutzkleidung, Mund-Nasen-Schutz und Augenschutz richtet sich nach den im Abschnitt „Persönliche Schutzausrüstung“ beschriebenen Vorgaben.

### 15.3 Diagnosespezifische erweiterte Schutzmaßnahmen

Bei Verdacht auf oder Nachweis bestimmter Erreger können diagnoseabhängig folgende erweiterte Schutzmaßnahmen erforderlich werden:

- Kontaktschutzmaßnahmen
- Schutzmaßnahmen vor Tröpfcheninfektionen
- Schutzmaßnahmen vor Übertragungen durch die Luft.

#### 15.3.1 Kontaktschutzmaßnahmen

Der wesentliche Unterschied der Kontaktschutzmaßnahmen („contact precautions“) zur Standardhygiene besteht in der erweiterten Verwendung von Schutzkleidung und ggf. der zusätzlichen räumlichen Distanzierung des Patienten durch Einzelzimmerunterbringung und. Entscheidend dabei ist aber, dass auch im Einzelzimmer die Standardhygienemaßnahmen konsequent beachtet werden, da die indirekte Verbindung zu den anderen Patienten über das Personal in der Regel bestehen bleibt.

#### ► Der Schlüssel zum Umgang mit MRE-besiedelten Patienten liegt in der Einschätzung des Streupotenzials.

*S. aureus* oder Enterokokken sind nicht nur in ihrer multiresistenten Variante krankenhaushygienisch bedeutsame Erreger, die durch direkten oder indirekten Kontakt übertragen werden. Die Einzelzimmerunterbringung bei Besiedlung mit MRSA, multiresistenten gramnegativen Erregern und VRE hat nicht an sich eine präventive Funktion wie bei aerogen übertragbaren Erkrankungen (z. B. Lungentuberkulose), sondern sie dient hier dazu, das Personal an die Beachtung der Standardhygienemaßnahmen zu erinnern („weiche“ Indikation). Die „harte“ Indikation der Einzelzimmerunterbringung ergibt sich aus der Abschätzung der Umgebungskontamination (Streupotenzial) durch den Patienten.

#### ■ Indikationen

Wichtige Indikationen für eine Kontaktisolierung im Einzelzimmer (► [Kap. 16, Abschn. „Übersicht über erregerspezifische Schutzmaßnahmen“](#)):

- Abszess mit unkontrollierter Drainage und Streupotenzial
- *Clostridium-difficile*-Infektion (mindestens bis 2 Tage nach Sistieren des Durchfalls)
- Diphtherie (kutan), bis 2 Kulturen im Abstand von 24 h negativ sind
- Enteroviren (Coxsackie A und B, Echoviren) bei inkontinenten Patienten und in Ausbruchssituationen
- Furunkulose mit CA-MRSA
- Rotavirusenteritis
- Hepatitis A (bei inkontinenten Patienten)
- Herpes neonatorum, bis Läsionen verkrustet
- Herpes simplex (schwere Hautaffektionen, disseminiert), bis Läsionen verkrustet
- Herpes zoster (generalisiert), bis Läsionen verkrustet
- Humanes Metapneumovirus
- Impetigo contagiosa, bis 24 h nach Beginn einer effektiven Therapie
- Kongenitale Röteln, bis zum ersten Lebensjahr bei stationärer Aufnahme
- Keratokonjunktivitis epidemica
- Krätze (Scabies), bis 24 h nach Durchführung einer effektiven Therapie
- Läuse, bis 24 h nach Durchführung einer effektiven Therapie
- MRE (MRSA, VRE, MRGN), je nach Streupotenzial
- Parainfluenzavirus
- Pneumonie mit *Burkholderia cepacia*: bei Mukoviszidose immer, sonst nach Streupotenzial
- Morbus Ritter von Rittershain („staphylococcal scalded skin syndrome“)
- Poliomyelitis
- RSV (respiratorisches Synzytialvirus)
- Tuberkulose, extrapulmonal mit Sekretion
- Windpocken, bis Läsionen verkrustet (gleichzeitig auch aerogene Übertragung möglich).
- **Gefährdete Personen**
  - Medizinisches Personal, Patienten und Besucher von medizinischen Einrichtungen.

#### ■ Schutzmaßnahmen für das Personal

Die den Standardhygienemaßnahmen entsprechenden Empfehlungen werden durch folgende zusätzliche Maßnahmen erweitert:

- Handschuhe: Tragen von Handschuhen bei direktem Kontakt mit dem Patienten oder der Patientenumgebung/Handkontaktflächen. Vor aseptischen Tätigkeiten am Patienten frische Handschuhe anziehen. Bei diesen Tätigkeiten kann auch eine bis zu fünfmalige Handschuhdesinfektion bei einer Tragedauer von maximal 20 min erwogen werden. Die Einmalschutzhandschuhe müssen dafür chemikalien- und desinfektionsmittelbeständig sowie optisch sauber und unbeschädigt sein. Entsprechend ist diese Maßnahme zuvor mit dem Arbeitsschutz abzustimmen.
- Schutzkittel: Tragen eines Schutzkittels bei direktem Kontakt mit dem Patienten
- Schutzkleidung nach Beendigung der Tätigkeit bzw. bei Verlassen des Patientenzimmers entsorgen, dabei Kontamination von Haut und Kleidung vermeiden.

#### ■ Besucher

- Sie sollten auf das Übertragungsrisiko hingewiesen (vorzugsweise durch ein Informationsblatt) und in die korrekte Nutzung der Schutzausrüstung und die Händedesinfektion eingeführt werden.

#### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Über die Standardmaßnahmen hinaus patientenbezogener Einsatz von Geräten
- Wenn dies nicht möglich, adäquate Aufbereitung zwischen der Anwendung bei verschiedenen Patienten.

#### ■ Wäsche

- Nicht massiv mit infektiösem Material (z. B. Stuhl) kontaminierte Wäsche wird im Zimmer im normalen Wäschesack gesammelt.
- Massiv kontaminierte Wäsche wird im Zimmer separat in einen geschlossenen Wäschesack gegeben und bei Gefahr der Durchfeuchtung mit einem zusätzlichen Plastiksack in die Wäscherei transportiert, wo sie entsprechend UVV (Unfallverhütungsvorschrift) als sogenannte infektiöse Wäsche separat gewaschen wird.

#### ■ Abfall

- Massiv mit infektiösem Material kontaminierter Abfall wird getrennt gesammelt und als infektiöser Müll (Abfallschlüssel AS 18 01 03) entsorgt.

#### ■ Transport und Verlegung

- Transport unter Beibehaltung der Barrieremaßnahmen
- Information der Zieleinrichtung.

#### ■ Reinigung/Flächendesinfektion

- Laufende und Schlussdesinfektion (ggf. erregerspezifische Auswahl, z. B. Sauerstoffabspalter bei Clostridien und Noroviren).

### 15.3.2 Schutzmaßnahmen vor Tröpfcheninfektionen

Von den aerogen übertragenen Infektionen wie z. B. Tuberkulose unterschieden werden müssen diejenigen Erkrankungen, die durch erregerehaltige große Tröpfchen respiratorischen Sekrets durch Kontakt oder durch die Luft über kurze Distanzen übertragen werden (bei engem Kontakt [„face-to-face“] bis 1 m Abstand). Indikationen für zusätzliche Schutzmaßnahmen („droplet precautions“) und obligate Einzelzimmerunterbringung oder Kohortenisolierung sind:

- Mumps, bis 9 Tage nach Symptombeginn
- Röteln, bis 7 Tage nach Auftreten des Exanthems
- Pertussis (Keuchhusten), bis 5 Tage nach Symptombeginn
- Meningokokken, bis 24 h nach Therapiebeginn
- Influenza, bis 5 Tage nach Symptombeginn
- RSV, bis 7 Tage nach Symptombeginn
- Noroviren bei schwallartigem Erbrechen, bis mindestens 2 Tage nach Symptombeginn
- Pneumonie durch Adenoviren, Mycoplasmen, *Haemophilus influenzae* Typ B (nur bei Kindern bis 24 h nach Therapiebeginn)
- Epiglottitis durch *Haemophilus influenzae* Typ B, bis 24 h nach Therapiebeginn
- Diphtherie (pharyngeal), bis 2 Kulturen im Abstand von 24 h negativ sind
- Lungenpest, bis 48 h nach Therapiebeginn

- Virale hämorrhagische Fieber (z. B. Lassa, Ebola, Marburg, Krim-Kongo-Fieber), solange Viren in Blut, Speichel und Ausscheidungen nachgewiesen werden.

### Definition Tröpfcheninfektion

Ausgehustete (große) Tröpfchen:

- >100 µm
- Schnelle Sedimentation, geringe Reichweite (<1 m)
- Nicht alevolargängig
- Rückhaltung durch FFP-1-Maske

### ■ Gefährdete Personen

- Ungeimpftes, ungeschütztes medizinisches Personal (v. a. pädiatrische Stationen) und Besucher der Patienten.

### ■ Übertragungswege

Die Erreger werden vom Patienten beim Husten oder Niesen in die Luft abgegeben, aber in hohem Maße auch durch Hand-Gesicht-Kontakt übertragen. Die Infektiosität im Rahmen der Tröpfchenübertragung und das individuelle Erkrankungsrisiko der Kontaktperson ist im Wesentlichen abhängig von:

- Zahl und der Virulenz der freigesetzten Erreger durch die infizierte Person
- Dauer der Exposition gegenüber den Erregern
- Enge des Kontakts mit der infizierten Person
- Empfänglichkeit/Immunkompetenz der Kontaktperson.

### ■ Schutzmaßnahmen für das Personal

- Atemschutz (FFP-1-Maske), Handschuhe und Schutzkittel bei Betreten des Zimmers
- Schutzkleidung nach Beendigung der Tätigkeit bzw. bei Verlassen des Patientenzimmers entsorgen, dabei Kontamination von Haut und Kleidung vermeiden
- Höherwertiger Atemschutz (FFP-2-Maske) bei Tätigkeiten am Patienten, bei denen es zur Bildung infektiöser lungengängiger (<5 µm), kleiner Tröpfchen (oder sogenannter Tröpfchenkerne) kommen kann, z. B. hustenprovozierende Maßnahmen zur Sputuminduktion, Bronchoskopie beim wachen Patienten etc., wenn die Erreger im respiratorischen Sekret vorkommen.

### ■ Maßnahmen nach Exposition

Bei Exposition (naher Kontakt/Haushaltskontakt) mit einem Patienten mit Mumps, Röteln, Meningokokkenmeningitis oder Keuchhusten und fehlender oder unsicherer Immunität des Personals sollte der Betriebsarzt zur Postexpositionsprophylaxe (Impfberatung bzw. bei Keuchhusten oder Meningokokkenmeningitis Antibiotikapostexpositionsprophylaxe) konsultiert werden.

### ■ Anleitung des Patienten

- Der Patient wird über die Übertragungswege und die von ihm ausgehenden Übertragungsrissen informiert.
- Er sollte dazu angehalten werden, in Anwesenheit von anderen Personen beim Husten und Niesen den Mund und die Nase mit einem Einmaltuch zu bedecken bzw. einen Mund-Nasen-Schutz zu tragen.

### ■ Unterbringung des Patienten

- Einzelzimmerunterbringung des Patienten (bereits bei Erkrankungsverdacht!)
- Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“.

### ■ Kontaktpersonen

- Angehörige und Besucher auf die Übertragungsrisiken der Erkrankung hinweisen
- In die korrekte Verwendung der PSA und die Durchführung der Händedesinfektion einweisen.

### ■ Transport und Verlegung

- Es gelten die Standardhygienemaßnahmen und zusätzliche Maßnahmen bei Übertragung durch erregerrhaltige große Tröpfchen nach klinischer Situation.

### ■ Instrumente

- Instrumente werden wie üblich trocken abgelegt und vorzugsweise thermisch aufbereitet.

### ■ Geschirr

- Das Geschirr kann ohne Vorbehandlung normal in der Spülmaschine aufbereitet werden.

### ■ Wäsche

- Massiv mit infektiösem Material kontaminierte Wäsche wird im Zimmer separat in einen geschlossenen Wäschesack gegeben und in die Wäscherei transportiert, wo sie entsprechend UVV als infektiöse Wäsche separat gewaschen wird.

### ■ Abfall

- Massiv mit infektiösem Material kontaminierter Abfall wird getrennt gesammelt und als infektiöser Müll (AS 18 01 03) entsorgt.

### ■ Reinigung/Flächendesinfektion

- Laufende und Schlussdesinfektion (ggf. erregerspezifische Auswahl, z. B. Sauerstoffabspalter bei Noroviren und *Clostridium difficile*).

## 15.3.3 Schutzmaßnahmen vor aerogener Übertragungen

Werden beim Husten oder Niesen größere Tropfen in die Luft abgegeben, verdunstet die äußere Schicht der Tropfen, und zurück bleiben Tröpfchenkerne mit einer Größe  $< 5 \mu\text{m}$ . Diese können in der Luft schweben und so Erreger über weitere Strecken transportieren.

Die aerogene Übertragung kommt nur selten für die Infektionsentstehung in Betracht, daher spielen Maßnahmen zur Unterbrechung aerogener Übertragungswege („airborne precautions“) im klinischen Alltag nur in wenigen Situationen eine Rolle. Sie sind dann aber von großer Bedeutung:

- Offene Tuberkulose der Atemwege, bis 3 negative Befunde im Abstand von 24 h vorliegen
- Masern, bis 4 Tage nach Exantheausbruch
- Windpocken (Varizellen), aerogene Komponente v. a. bei Varizellenpneumonie, ansonsten Kontaktschutzmaßnahmen
- Pocken (laut WHO ausgerottet, nur noch Laborstämme vorhanden).

### Definition aerogene Übertragung

- Tröpfchenkern (Aerosol)
- Entstehung aus Tröpfchen  $< 100 \mu\text{m}$  durch Verdunstung, dann nur noch  $< 5 \mu\text{m}$  im Durchmesser

- Keine Sedimentation, große Reichweite ( $> 1 \text{ m}$ )
- Alveolargängig
- Kaum Rückhaltung durch chirurgische Masken (FFP 1), daher höhere Schutzklasse (mindestens FFP 2) erforderlich

➤ **Die meisten Tuberkuloseübertragungen im Krankenhaus ereignen sich in der Verdachtsphase vor Eingang der mikrobiologischen Befunde. Sobald differenzialdiagnostisch an Tuberkulose gedacht wird, sollten daher die aerogenen Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.**

### ■ Gefährdete Personen

Ungeimpftes, ungeschütztes medizinisches Personal (v. a. pädiatrische Stationen) und Besucher der Patienten. Die Infektiosität im Rahmen der aerogenen Übertragung und das individuelle Erkrankungsrisiko der Kontaktperson ist im Wesentlichen abhängig von:

- Zahl und der Virulenz der freigesetzten Erreger durch die infizierte Person
- Dauer der Exposition gegenüber den Erregern
- Enge des Kontakts mit der infizierten Person
- Empfänglichkeit/Immunkompetenz der Kontaktperson.

### ■ Schutzmaßnahmen für das Personal

- Konsequente Anwendung der Standardhygienemaßnahmen
- Tür muss geschlossen bleiben, häufiges Lüften des Zimmers nach außen, ggf. mechanische Zwangsentlüftung (Zimmer mit aktiver Schleuse sinnvoll)
- Bei vorhandenen RLT-Anlagen auf Unterdruckeinstellung im Zimmer achten (keine Luftströmung zum Flur) und hohe Luftwechselrate einstellen (bei Altanlagen 6-facher Luftwechsel pro Stunde, bei Neuanlagen 12-fach)
- Spezielle Atemschutzmaske (mindestens FFP 2)
- Handschuhe und Schutzkittel nach den Regeln der Standardhygiene, zusätzliche

Kontaktschutzmaßnahmen je nach Erreger (z. B. Masern, Windpocken)

- Hygienische Händedesinfektion nach den Regeln der Standardhygiene.

#### ■ Maßnahmen nach Exposition

- Bei offener Tuberkulose der Atemwege bzw. Verdacht Vorstellen beim Betriebsarzt bzw. Durchgangsarzt zur Beratung und Feststellung des immunserologischen Status des Exponierten und zügige Differenzialdiagnostik beim Indexpatienten.
- Bei Exposition (naher Kontakt/Haushaltskontakt) mit einem Patienten mit Masern oder Windpocken und fehlender oder unsicherer Immunität des Personals sollte der Betriebsarzt zur Postexpositionsprophylaxe bzw. Impfberatung konsultiert werden.

#### ■ Anleitung des Patienten

- Der Patient wird über die Übertragungswege und die von ihm ausgehenden Übertragungsrisiken informiert.
- Er sollten dazu angehalten werden, in Anwesenheit von anderen Personen beim Husten und Niesen den Mund und die Nase mit einem Einmaltuch zu bedecken.
- Tragen einer chirurgischen Maske (FFP 1) bei offener Tuberkulose, insbesondere wenn andere Personen im Zimmer sind.

#### ■ Unterbringung des Patienten

- Einzelzimmerunterbringung des Patienten (bereits bei Erkrankungsverdacht!)
- Der Patient soll das Zimmer nicht unnötig verlassen.
- Diagnostische und therapeutische Maßnahmen sollten wenn möglich im Zimmer stattfinden.
- Das Zimmer ist zu kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“.

#### ■ Kontaktpersonen

- Angehörige und Besucher werden auf die Übertragungsrisiken der Erkrankung hingewiesen und in die korrekte Verwendung der PSA und die Durchführung der hygienischen Händedesinfektion eingewiesen.

#### ■ Transport und Verlegung

- Es gelten die Standardhygienemaßnahmen nach klinischer Situation.
- Sofern ein Verlassen des Isolierzimmers möglich ist, sollte der Patient einen geeigneten Mund-Nasen-Schutz anlegen.

#### ■ Instrumente

- Instrumente werden wie üblich trocken abgelegt und vorzugsweise thermisch aufbereitet.

#### ■ Geschirr

- Das Geschirr kann ohne Vorbehandlung normal in der Spülmaschine aufbereitet werden.

#### ■ Wäsche

- Massiv mit infektiösem Material kontaminierte Wäsche wird im Zimmer separat in einen geschlossenen Wäschesack gegeben und in die Wäscherei transportiert, wo sie entsprechend UVV als infektiöse Wäsche separat gewaschen wird.

#### ■ Abfall

- Massiv mit infektiösem Material kontaminierter Abfall wird getrennt gesammelt und als infektiöser Müll (AS 18 01 03) entsorgt.

#### ■ Reinigung/Flächendesinfektion

- Laufende und Schlussdesinfektion mit geeigneten Flächendesinfektionsmitteln (z. B. nach VAH-Liste)
- Gezielte Flächendesinfektion bei sichtbarer Kontamination von Flächen oder Gegenständen. Bei kleineren Flächen ist in der Regel eine Desinfektion mit z. B. 70 %igem Isopropylalkohol möglich.

#### Fazit

Die einseitige Fokussierung infektionspräventiver Anstrengungen auf strikte Isolierungsmaßnahmen bei bekannter Besiedlung mit MRSA, MRGN oder VRE führt auf der einen Seite zu vermeidbaren Schäden durch

verschlechterte Betreuungsqualität. Auf der anderen Seite entsteht die Gefahr einer mangelhaften Hygiene bei allen anderen Patienten und der Übertragung weniger resistenter, aber ebenfalls problematischer Erreger wie *Clostridium difficile*, Methicillin-sensibler *S. aureus* (MSSA) oder Enterokokken. Eine Verbesserung der hygienischen Gesamtsituation kann nur durch eine verbesserte (standard-)hygienische Praxis im Umgang mit allen Patienten erreicht werden.

## Literatur

- Kappstein I (2009) Nosokomiale Infektionen. Prävention, Labordiagnostik, antimikrobielle Therapie, 4. Aufl. Stuttgart: Thieme
- Kirkland KB, Homa KA, Lasky RA, Ptak JA, Taylor EA, Splaine ME (2012) Impact of a hospital-wide hand hygiene initiative on healthcare-associated infections: results of an interrupted time series. *BMJ Qual Safe* doi: [10.1136/bmjqs-2012-000800](https://doi.org/10.1136/bmjqs-2012-000800)
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2015) Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. *Bundesgesundheitsbl* 58:1151–1170
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsbl* 59: 1189–1220
- Rüden H, Schulze-Röbbecke R (2007) Medizinische Kleidung aus krankenhaushygienischer Sicht. *Krankenhaushygiene up2date* 2 (2): 97–112
- Schulze-Röbbecke R (2009) Standardmaßnahmen zur Prävention der Übertragung nosokomialer Infektionen – Standardhygiene, Basishygiene. *Krankenhaushygiene up2date* 4 (03): 193–207
- Zinn GC et al (2012) Ambulantes Operieren – praktische Hygiene, 2. Aufl. Püngen: Verlag für medizinische Praxis

# Spezielle Erreger und Infektionen

*S. Schulz-Stübner*

- 16.1     **Ärztliche Risikoanalyse für multiresistente Erreger – 300**
- 16.2     **Multiresistente gramnegative Erreger – 301**
- 16.3     **MRSA – 313**
- 16.4     **VRE – 324**
- 16.5     **MRE-Screening in der Praxis – 327**
- 16.6     ***Clostridium difficile* – 327**
- 16.7     **Noroviren – 333**
- 16.8     **Influenza – 335**
- 16.9     **Tuberkulose – 341**
- 16.10    **Meningokokken – 346**
- 16.11    **Keratoconjunctivitis epidemica – 349**
- 16.12    **Creutzfeldt-Jacob-Krankheit – 352**
- 16.13    **Milzbrand – 354**
- 16.14    **Ektoparasiten – 356**
- 16.15    **Übersicht über erregerspezifische Schutzmaßnahmen – 359**
- Literatur – 372**

## Zusammenfassung

Durch das konsequente Einhalten und Anwenden der Standardhygienemaßnahmen (► Kap. 15) lassen sich die meisten Transmissionen zwischen Patienten, aber auch Übertragungen auf das Personal vermeiden. Das folgende Kapitel widmet sich den Besonderheiten einzelner Erreger und Infektionskrankheiten und den ggf. erforderlichen zusätzlichen Schutzmaßnahmen. Es hilft bei der individuellen Risikoanalyse hinsichtlich Erregertyp, Übertragungsweg, Streupotenzial und exponierter Personen. Eine erregerspezifische Übersicht zum Nachschlagen ermöglicht eine schnelle Orientierung.

## 16.1 Ärztliche Risikoanalyse für multiresistente Erreger

Zur Prävention der Verbreitung von Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen hat die KRINKO 2014 eine aktualisierte Empfehlung herausgegeben. Als Grundlage für die im Hygieneplan festzulegenden Maßnahmen empfiehlt sie ähnlich wie die Society of Healthcare Epidemiology (SHEA) und Infectious Disease Society of America (IDSA) (Calfée et al. 2014) eine einrichtungsspezifische ärztliche Risikoanalyse hinsichtlich der Verbreitung von MRSA und der Entstehung von MRSA-Infektionen vorzunehmen. Es ist sinnvoll, diese ärztliche Risikoanalyse nicht nur auf MRSA, sondern auf alle multiresistente Erreger (MRE) zu beziehen.

Folgende Fragen zu Einrichtungs- bzw. Bereichsmerkmalen sollten daher (z. B. einmal pro Jahr im Rahmen der Hygienekommissionssitzung zur jährlichen Bewertung der Surveillancedaten und der Resistenzstatistik) beantwortet werden, um bei Änderungen der Situation ggf. Anpassungen der festgelegten Maßnahmen im Hygieneplan vornehmen zu können:

- Behandlungsprofil der Einrichtung (operativ/konservativ, Behandlung besonderer Risikogruppen etc.), d. h. **Infektionsrisiko des Patientenkontingents**
- Ermittlung des **Streupotenzials** von besiedelten/infizierten Patienten (z. B. unkontrollierte Verbreitung des Erregers

beim hustenden, tracheotomierten Patienten; fehlende Hygienecompliance von dementen oder unkooperativen Patienten etc.)

- Abschätzung des **Kolonisationsdruckes** bzw. der MRE-Last in einer Einrichtung, z. B. durch Daten aus MRE-KISS (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System)

In Rehabilitationseinrichtungen ist die Risikoanalyse analog durchzuführen, wobei das in der Regel niedrige Infektionsrisiko und die Rehabilitationsziele berücksichtigt werden müssen, sodass in den meisten Fällen trotz MRE-Besiedlung ein individueller Rehabilitationsplan erstellt werden kann und MRE auf keinen Fall einen routinemäßigen Ausschluss von der Rehabilitationsbehandlung bedeuten dürfen.

### ■ Umgang mit Schutzkleidung bei MRE

Die Empfehlungen für den Einsatz der persönlichen Schutzausrüstung bei multiresistenten Erregern sind in der TRBA 250 (2014) zusammengefasst:

„Erreger mit Antibiotikaresistenzen, sogenannte Multiresistente Erreger (MRE), unterscheiden sich bezüglich ihrer Übertragungswege und krankmachenden Wirkungen sowie ihrer Eigenschaften in der Umwelt und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Desinfektionsmitteln nicht von gleichen Erregern ohne diese Resistenz. Für den Arbeitsschutz ist deshalb die strikte Einhaltung der allgemeinen Hygienemaßnahmen ausreichend. Barriere-/Isolierungs-Maßnahmen allein können unzureichende oder nicht strikt eingehaltene allgemeine Hygienemaßnahmen nicht ersetzen. Werden Tätigkeiten durchgeführt, bei denen es nicht zum Kontakt mit Körperflüssigkeiten kommt, z. B. bei Betreten des Patientenzimmers zum Austeilen von Essen, und dies auch akzidentiell, z. B. durch unkontrollierte Hustenstöße bei Tracheotomierten, nicht zu erwarten ist, ist keine persönliche Schutzausrüstung erforderlich. Sollte es im Rahmen dieser Tätigkeiten doch zu Kontakt mit Körperflüssigkeiten kommen, z. B. weil der Patient droht, aus dem Bett zu stürzen, so kann durch Wechsel gegebenenfalls kontaminierter Arbeitskleidung das Risiko der MRE-Übertragung vermieden werden. Beim Verlassen des Zimmers ist eine Händedesinfektion erforderlich. Bei vorhersehbarem Kontakt zu Körperflüssigkeiten bei Tätigkeiten an MRE-tragenden Patienten sind Schutzmaßnahmen erforderlich,

die dazu dienen, die Beschäftigten zu schützen und den Erreger innerhalb der Einrichtung nicht weiter zu verbreiten. Diese Maßnahmen müssen anhand individueller Risikoanalysen festgelegt werden. Ist ein Kontakt zu den Schleimhäuten von Nase oder Mund ausgeschlossen, ist ein Mund-Nasen-Schutz als Berührungsschutz im Allgemeinen entbehrlich.“

16.2    **Multiresistente gramnegative Erreger**

Multiresistente gramnegative Erreger (MRGN) spielen in verschiedenen Fachgebieten und in Risikobereichen (z. B. Intensivstationen, Neonatologie, immunsupprimierte Patienten) eine zunehmende Rolle. Hierbei treten sie als Besiedler und Infektionserreger nosokomialer Infektionen, aber auch als mitgebrachte Erreger („community acquired“) in Erscheinung (Mattner et al. 2012).

Die Klassifikation der Mehrfachresistenz gegenüber 4 ausgewählten Antibiotikaklassen findet sich in ■ Tab. 16.1 (KRINKO 2011; vgl. auch ■ Tab. 16.2). Die so klassifizierten Erreger sind in der Liste der aufzeichnungspflichtigen Erreger nach § 23 IfSG (RKI 2013) enthalten, und für Carbapenem-resistente Enterobacteriaceae und *Acinetobacter spp.* besteht seit Mai 2016 eine Labormeldepflicht.

Für die sehr spezielle Risikopopulation neonatologischer Patienten wurde darüber hinaus die Definition von 2-MRGN NeoPäd von der KRINKO eingeführt, da Chinolone in dieser Altersgruppe nicht eingesetzt werden können. Dabei werden für Enterobacteriaceae, *Pseudomonas aeruginosa* und *Acinetobacter species* bei intermediär oder resistent getesteten Markerpenicillinen und Cephalosporinen diese Erreger bei sensibel getesteten Chinolonen und Carbapenemen als 2-MRGN NeoPäd bezeichnet. Aus dieser Definition werden dann spezielle Hygienemaßnahmen in Analogie zu den 3-MRGN abgeleitet.

Es zeigen sich ausgeprägte regionale Prävalenzunterschiede, jedoch eine bundesweit zu beobachtende Zunahme mit einer fraglichen Plateauentwicklung. Aus den Daten der Antibiotika-Resistenz-Surveillance (ARS) beim Robert Koch-Institut ergibt sich für Einsendungen aus dem stationären Versorgungsbereich das in ■ Tab. 16.3 dargestellte Bild.

International wird eine Zunahme der Carbapenemresistenzen bei gramnegativen Erregern beschrieben. Dies gilt vor allem für Carbapenem-resistente Klebsiellen, wobei Hotspots in Griechenland, Israel, Teilen Chinas und der Ostküste der USA liegen.

In China wurde 2015 zusätzlich in größerem Umfang bei Tieren und in Fleischproben von Geflügel

■ Tab. 16.1    KRINKO-Klassifikation der multiresistenten gramnegativen Erreger (MRGN)

Antibiotikagruppe	Leitsubstanz	Enterobacteriaceae		Pseudomonas aeruginosa		Acinetobacterspp.	
		3-MRGN	4-MRGN	3-MRGN	4-MRGN	3-MRGN	4-MRGN
Acylureidopenicilline	Piperacillin	R	R	Nur eine der 4 Antibiotikagruppen wirksam	R	R	R
Cephalosporine der 3./4. Generation	Cefotaxim und/oder Ceftazidim	R	R		R	R	R
Carbapeneme	Imipenem und/oder Meropenem	S	R		R	S	R
Fluorchinolone	Ciprofloxacin	R	R		R	R	R

3-MRGN multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 3 der 4 Antibiotikagruppen, 4-MRGN multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 4 der 4 Antibiotikagruppen

■ **Tab. 16.2** Beispiele für die Klassifizierung von MRGN je nach Antibiotikaresistenz für die wichtigsten Erreger in alphabetischer Reihenfolge

Erreger	Antibiotikum	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>A. baumannii</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Imipenem S Meropenem S Ciprofloxacin R	3-MRGN <i>A. baumannii</i>	
<i>A. baumannii</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin R	4-MRGN <i>A. baumannii</i>	
<i>A. baumannii</i>	Piperacillin R Sulbactam S Cefotaxim R Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin R	4-MRGN <i>A. baumannii</i>	Sulbactam geht nicht in die Multiresistenzdefinition ein
<i>A. baumannii</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin S	4-MRGN <i>A. baumannii</i>	Sehr seltene Konstellation, es empfiehlt sich, entsprechende Isolate trotz Ciprofloxacinempfindlichkeit als 4-MRGN zu werten
<i>E. coli</i>	Piperacillin R Cefotaxim I Ceftazidim S Ciprofloxacin I	3-MRGN <i>E. coli</i>	Damit die Kriterien für 3-MRGN erfüllt sind, muss Cefotaxim <i>oder</i> Ceftazidim I oder R sein; auch eine intermediäre Empfindlichkeit für Ciprofloxacin erfüllt in Kombination mit den anderen Bedingungen die Kriterien für 3-MRGN
<i>E. coli</i>	ESBL Ciprofloxacin S	<i>E. coli</i> (kein MRGN)	Bei dieser Konstellation liegt weder 3-MRGN noch 4-MRGN vor, da Ciprofloxacin wirksam ist, allerdings kann aufgrund der ESBL-Bildung allein eine Einordnung analog den 3-MRGN erfolgen
<i>K. pneumoniae</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Ceftazidim S Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin R	4-MRGN <i>K. pneumoniae</i>	

■ Tab. 16.2 Fortsetzung

Erreger	Antibiotikum	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>K. pneumoniae</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Ceftazidim S Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin S	4-MRGN <i>K. pneumoniae</i>	Seltene Konstellation, es empfiehlt sich, entsprechende Isolate trotz Ciprofloxacinempfindlichkeit als 4-MRGN zu werten
<i>K. pneumoniae</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Ceftazidim S Imipenem S Meropenem S Ciprofloxacin R Nachweis einer OXA-48-Carbapenemase	4-MRGN <i>K. pneumoniae</i>	Bei Vorliegen einer Carbapenemase wird das Isolat selbst dann als 4-MRGN gewertet, wenn Imipenem und Meropenem in vitro wirksam sind
<i>P. mirabilis</i>	Piperacillin R Cefotaxim S Ceftazidim S Imipenem R Meropenem S Ciprofloxacin R	<i>P. mirabilis</i> (kein MRGN)	Bei <i>Proteus</i> spp., <i>Morganella morganii</i> und <i>Providencia</i> spp. kann eine verminderte Empfindlichkeit gegen Imipenem natürlicherweise vorkommen
<i>P. aeruginosa</i>	Piperacillin S Ceftazidim S Cefepim R Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin R	<i>P. aeruginosa</i> (kein MRGN)	Trotz Carbapenemresistenz gibt es noch aus 2 Antibiotikagruppen wirksame Substanzen
<i>P. aeruginosa</i>	Piperacillin R Cefotaxim R Ceftazidim S Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin S	<i>P. aeruginosa</i> (kein MRGN)	Trotz Carbapenemresistenz gibt es noch aus 2 Antibiotikagruppen wirksame Substanzen. Cefotaxim darf bei <i>P. aeruginosa</i> nicht für die Multiresistenzdefinition herangezogen werden
<i>P. aeruginosa</i>	Piperacillin R Ceftazidim S Cefepim S Imipenem R Meropenem R Ciprofloxacin R	3-MRGN <i>P. aeruginosa</i>	Da Ceftazidim und Cefepim zur gleichen Antibiotikagruppe gehören, ist hier nur eine der 4 Antibiotikagruppen wirksam

■ Tab. 16.2 Fortsetzung

Erreger	Antibiotikum	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>P. aeruginosa</i>	Piperacillin R Ceftazidim I Cefepim R Imipenem R Meropenem I Ciprofloxacin R	4 M-RGN <i>P. aeruginosa</i>	Intermediäre Ergebnisse werden wie resistente Ergebnisse gewertet
<i>P. aeruginosa</i>	Piperacillin R Ceftazidim I Cefepim R Imipenem R Meropenem I Ciprofloxacin R Colistin S	4-MRGN <i>P. aeruginosa</i>	Colistin ist zwar wirksam, jedoch gibt es aus den 4 Antibiotikagruppen, die zur Multiresistenzdefinition herangezogen werden, keinen wirksamen Vertreter mehr

I intermediär sensibel, R resistent, S sensible

■ Tab. 16.3 Entwicklung der Antibiotikaresistenz in Prozent (Quelle: ars.rki.de; Datenstand: 01.07.2015)

		2010	2011	2012	2013	2014
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3-MRGN	15,3	14,1	Keine Daten	Keine Daten	Keine Daten
	4-MRGN	7,5	10,7			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3-MRGN	7,6	7,9	7,0	7,1	7,8
	4-MRGN	4,0	4,5	3,7	4,1	4,1
<i>Escherichia coli</i>	3-MRGN	6,6	6,8	7,7	8,8	8,9
	4-MRGN	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3-MRGN	8,9	8,7	9,4	10,9	10,2
	4-MRGN	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8

und Schweinen eine plasmidkodierte Colistinresistenz (MCR-1) nachgewiesen. Infektionen mit MCR-1-positiven *Klebsiella pneumoniae* und *E.-coli*-Stämmen wurden in geringem Umfang berichtet. Entsprechende Nachweise (teils auch retrospektiv) liegen inzwischen auch für Europa vor und Forscher des Forschungsverbundes RESET entdeckten im Januar 2016 in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Infektionsforschung (DZIF) das Colistin-Resistenzgen MCR-1 auch in Deutschland in 3 *Escherichia coli*-Schweineisolationen

(gesammelt ab 2011) und in einem multiresistenten Isolat eines Menschen aus dem Jahr 2014.

➤ **Die Weitergabe von Resistenzen bei gramnegativen Erregern kann sowohl chromosomal als auch plasmidkodiert über Transposomen erfolgen. Da die Resistenzgene auch spezieübergreifend ausgetauscht werden können, ergibt sich ein besonders hohes Verbreitungspotenzial.**

Es gibt über 150 verschiedene  $\beta$ -Laktamasen, von den klassischen Penicillinasen über die Extended-Spectrum- $\beta$ -Laktamasen (ESBL) bis hin zu den Carbapenemasen. Die Einteilung der  $\beta$ -Laktamasen erfolgt nach dem **Ambler-Schema** in die Gruppen A, B, C und D. Die Gruppen A, C und D sind Serin- $\beta$ -Laktamasen, die Gruppe B sind Metallo- $\beta$ -Laktamasen.

- Die Ambler-Gruppe A ist in der Regel durch Clavulansäure hemmbar. Zu ihr gehören die Typen TEM-1, TEM-2, SHV-1, ESBL-SHV, CTX-M-15 und KPC.
- Die Ambler-Gruppe B besteht aus den Metallo- $\beta$ -Laktamasen, die durch EDTA, nicht aber durch Clavulansäure hemmbar sind. Zu ihr gehören VIM, IMP, NDM und GIM.
- Die Ambler-Gruppe C sind die AmpC- $\beta$ -Laktamasen, die nicht durch Clavulansäure hemmbar sind. Zur Gruppe C zählen die chromosomalen AmpC von *Enterobacteriaceae* und *Citrobacter freundii* und plasmidkodierte AmpC wie CMY-2.
- Die Ambler-Gruppe D sind die OXA- $\beta$ -Laktamasen, die ebenfalls nicht durch Clavulansäure hemmbar sind. Zu ihr zählen OXA-1 und OXA-48.

Das EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) empfiehlt bei Nachweis einer ESBL, die Antibiotogramme nicht mehr zu interpretieren und nicht mehr alle Cephalosporine der 3. Generation als resistent zu klassifizieren. Es kann also vorkommen, dass nicht beide Leitantibiotika der Cephalosporine der 3. Generation (Ceftazidim und Cefotaxim) intermediär oder resistent sind. Die klinische Bedeutung einer In-vitro-Sensibilität ist unklar. Bei *Enterobacteriaceae* wird dennoch eine Klassifikation als 3-MRGN empfohlen, wenn eines der beiden, Ceftazidim oder Cefotaxim, nicht sensibel getestet wird.

Bei *Enterobacteriaceae* kann es vorkommen, dass trotz Vorliegen einer Carbapenemase die Empfindlichkeit für Imipenem oder Meropenem noch im formal sensiblen Bereich liegt. EUCAST empfiehlt auch in diesen Fällen, keine Interpretation des Antibiotogramms vorzunehmen, sondern die Carbapeneme als sensibel zu befunden bzw. die MHK (minimale Hemmkonzentration) anzugeben. Unabhängig von der Resistenzkategorie auf dem Befund

empfiehlt es sich, bei Nachweis von Carbapenemasen in *Enterobacteriaceae* entsprechende Isolate als 4-MRGN zu klassifizieren.

Die klinische Bedeutung einer In-vitro-Sensibilität der getesteten Carbapeneme ist ebenfalls unklar. Das Gleiche gilt für die Interpretation sogenannter Synergietestungen. Insofern sollte bei Vorliegen einer Carbapenemase bei multiresistenten Erregern einer sicher wirksamen Therapie (z. B. mit Colistin) bei schweren Krankheitsbildern der Vorzug gegeben werden. Bei klinischen Problemfällen (z. B. mit Colistinresistenz oder Therapieversagen) sind jedoch die tatsächlichen MHK-Werte hilfreich, und Kombinationstherapien, teilweise auch mit erhöhter Dosis, haben sich in der Praxis als wirksam erwiesen.

International wurde eine abweichende Nomenklatur publiziert, die auch grampositive Erreger einschließt (Magiorakos et al. 2012). Sie verwendet die Begriffe multiresistent (MDR), extrem resistent (XDR) und panresistent (PDR), wie man sie ähnlich von der Einteilung der Resistenzlage bei *Mycobacterium tuberculosis* kennt (■ Tab. 16.4).

Trotz leicht abweichender Nomenklatur und Definition, insbesondere der einbezogenen Antibiotikaklassen, ist die Grundidee der Klassifikation vergleichbar, und die Ableitung von krankenhaushygienischen Schutzmaßnahmen könnte auch bei Verwendung dieser Einteilung nach Streupotenzial, individueller und epidemiologischer Risikoanalyse erfolgen (wobei MDR den 3-MRGN und XDR und PDR den 4-MRGN entsprechen würden).

### 16.2.1 Krankenhaushygienische Bedeutung

Die folgenden Leitsätze zur krankenhaushygienischen Bedeutung der einzelnen Erreger wurden aus den Empfehlungen der KRINKO (2012) und der Swissnoso (Tissot et al. 2014) als Grundlage für die Risikoanalyse entnommen und werden hier in verkürzter Form zusammengefasst.

#### **Acinetobacter baumannii**

Die weltweite Ausbreitung und Zunahme carbapenemresistenter *A.-baumannii*-Klone (4-MRGN)

■ Tab. 16.4 Einteilung multiresistenter Erreger in MDR, XDR und PDR. (Adaptiert nach Magiorakos et al. 2012)

Bakterium	Antibiotikaklassen	MDR	XDR	PDR
<i>Staphylococcus aureus</i>	Aminoglykoside Ansamycine Anti-MRSA-Cephalosporine Antistaphylokokken- $\beta$ -Laktame Fluorchinolone Folsäureantagonisten Fucidinsäure Glykopeptide Glykozykline Lincosamine Makrolide Oxazolidine Chloramphenicol Fosfomycin Streptogramine Tetrazykline	MRSA oder Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen
Enterokokken	Aminoglykoside (Gentamicin „high level“) Streptomycin „high level“ Carbapeneme Fluorchinolone Glykopeptide Glykozykline Lipopeptide Oxazolidine Penicilline Streptogramine Tetrazykline	Resistenz <sup>a</sup> in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz <sup>a</sup> gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen
<i>Enterobacteriaceae</i>	Aminoglykoside Anti-MRSA-Cephalosporine Anti-Pseudomonas-Penicilline mit $\beta$ -Laktamase-Inhibitor Carbapeneme Cephalosporine der 1./2. Generation Cephalosporine der 3./4. Generation Cephamycine Fluorchinolone	Resistenz <sup>a</sup> in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz <sup>a</sup> gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen

■ Tab. 16.4 Fortsetzung

Bakterium	Antibiotikaklassen	MDR	XDR	PDR
	Folsäureantagonisten Glykozykline Monobaktame Penicilline mit $\beta$ -Laktamase-Inhibitor Chloramphenicol Fosfomycin Polymyxin (Colistin) Tetrazykline			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Aminoglykoside Anti-Pseudomonas-Carbapeneme Anti-Pseudomonas-Cephalosporine Anti-Pseudomonas-Fluorchinolone Anti-Pseudomonas-Penicilline mit $\beta$ -Laktamase-Inhibitor Monobaktame Fosfomycin Polymyxin (Colistin)	Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen
<i>Acinetobacter</i> spp.	Aminoglykoside Anti-Pseudomonas-Carbapeneme Anti-Pseudomonas-Cephalosporine Anti-Pseudomonas-Fluorchinolone Anti-Pseudomonas-Penicilline mit $\beta$ -Laktamase-Inhibitor Cephalosporine der 3./4. Generation Folsäureantagonisten Penicilline mit $\beta$ -Laktamase-Inhibitor Polymyxin (Colistin) Tetrazykline	Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen

<sup>a</sup> Liegt eine intrinsische Resistenz bei der jeweiligen Spezies vor, wird diese nicht gezählt

ist am ehesten als ein Problem anzusehen, das mit der stationären oder ambulanten Versorgung von Patienten assoziiert ist. 3-MRGN *A. baumannii* sind weniger gut untersucht, und die Verbreitung über Einrichtungen des Gesundheitssystems ist nicht gesichert.

Es ist davon auszugehen, dass nur ein Teil besiedelter Patienten im Rahmen des stationären Aufenthalts eine Infektion erleidet und dass ein erheblicher Anteil der Patienten asymptomatisch besiedelt ist. Derzeit kann nicht sicher festgestellt werden, ob die Infektion mit einem 3-MRGN *A. baumannii* mit einer erhöhten Mortalität einhergeht. Im Vergleich zu Infektionen durch antibiotikaempfindliche Isolate besteht jedoch eine erhöhte Morbidität mit signifikant verlängerter Krankenhausaufenthaltsdauer.

- **Infektionen durch 4-MRGN *A. baumannii* haben gegenüber Infektionen mit sensiblen Isolaten eine höhere Mortalität.**

Die Übertragung von *A. baumannii* erfolgt durch direkten oder indirekten Kontakt zu Quellen aus der belebten und in nennenswertem Umfang auch der unbelebten Umgebung des Patienten.

## Escherichia coli

Antibiotikaresistente *E. coli* haben eine niedrige Reproduktionsrate im Krankenhaus, die deutlich <1 einzuschätzen ist. Die reine Besiedlung mit 3-MRGN *E. coli* ist nach bisherigen Erkenntnissen nicht mit einem ungünstigen klinischen Verlauf assoziiert, während insbesondere schwere Infektionen mit einer erhöhten Mortalität gegenüber empfindlichen Stämmen verbunden sind. Zur Abschätzung des Outcomes von 4-MRGN *E. coli* im Vergleich zu empfindlichen Stämmen liegen bisher keine ausreichenden Daten vor.

Die Übertragung von MRGN *E. coli* erfolgt in erster Linie durch Kontakt mit Lebensmitteln oder Trägern von MRGN *E. coli* bei Nichteinhaltung von Standardhygienemaßnahmen. Neben patienteneigenen Risikofaktoren sind die Aufnahme durch die Nahrung und eine Antibiotikatherapie die stärksten Risikofaktoren für den Erwerb eines 3-MRGN *E. coli*. Die Transmissionsrate für 3-MRGN *E. coli* ist vergleichsweise gering und der zusätzliche Nutzen

besonderer Hygienemaßnahmen außerhalb von Ausbrüchen ist unklar.

4-MRGN *E. coli* werden derzeit durch Aufenthalte in Endemiegebieten nach Deutschland importiert.

## Klebsiella

Das Auftreten von 4-MRGN-Klebsiella-pneumoniae-Isolaten ist derzeit in Deutschland noch kein Problem in der ambulanten Versorgung, sondern manifestiert sich nahezu ausschließlich in Krankenhäusern. Die Verbreitung erfolgt hauptsächlich klonal.

Die Verbreitung von 3-MRGN *K. pneumoniae* ist in lokalen Ausbrüchen in der Regel ebenfalls klonal, es ist jedoch unklar, ob eine überregionale Verbreitung, die mit Einrichtungen der stationären oder ambulanten Patientenversorgung assoziiert ist, erfolgt.

Die Reproduktionsrate von multiresistenten *Klebsiella* spp. ist in der Regel niedrig. Bestimmte Stämme können jedoch mit höheren Reproduktionsraten einhergehen und Ausbrüche verursachen. In endemischen Situationen unter Risikopatienten, die mit multiresistenten *K. pneumoniae* besiedelt sind, können bis zu 40 % im Krankenhaus eine Infektion erleiden. Insgesamt muss davon ausgegangen werden, dass der Anteil kolonisierter Patienten, die nur durch Surveillance-Untersuchungen entdeckt werden können, sowohl für 3-MRGN- als auch für 4-MRGN-Klebsiellen hoch sein kann.

- **Infektionen durch *K. pneumoniae* mit 4-MRGN-Phänotyp haben aufgrund bisheriger Erkenntnisse einen ungünstigeren klinischen Verlauf als Infektionen durch *K. pneumoniae* mit 3-MRGN-Phänotyp.**

Klebsiellen werden in der Mehrzahl der Fälle direkt oder indirekt von Person zu Person übertragen. Bei Häufung von Infektionen muss jedoch immer auch an eine Quelle aus der unbelebten Umgebung gedacht werden, wobei Klebsiellen eher feuchte Habitate bevorzugen.

Der wichtigste Risikofaktor für Infektionen mit 3-MRGN-Klebsiellen ist, unabhängig von der betroffenen Population, die vorausgegangene Therapie mit Antibiotika. Neugeborene sind eine der am

häufigsten von Klebsielleninfektionen betroffenen Populationen.

Für Infektionen mit 4-MRGN-Klebsiellen stellen neben einer vorausgegangenen Therapie mit Antibiotika insbesondere Hospitalisierung und invasive Eingriffe Risikofaktoren dar. Der Aufenthalt in medizinischen Einrichtungen in Hochendemiegebieten ist ein besonderer Risikofaktor für 4-MRGN Klebsiellen (ein gezieltes Screening ist daher bei Verlegungen aus dem Ausland, insbesondere bei Intensivpatienten, sinnvoll).

## Enterobacter

Es ist anzunehmen, dass ca. 10–25 % der mit multiresistenten *Enterobacter* spp. besiedelten Patienten im Rahmen ihres Krankenhausaufenthalts eine Infektion bekommen. Für Infektionen mit 3-MRGN *Enterobacter* spp. ist eine erhöhte Mortalität nicht sicher nachweisbar; für Infektionen mit Carbapenem-resistenten *Enterobacter* spp. (4-MRGN) ist die Mortalität nach bisherigen Erkenntnissen erhöht. Die Übertragung von *Enterobacter* spp. ist eher selten, erfolgt jedoch in der Regel über die Hände des Personals oder Gegenstände aus der direkten Umgebung der Patienten.

Neben patienteneigenen Risikofaktoren ist eine vorausgegangene Antibiotikatherapie ein Risikofaktor für den Erwerb eines 3-MRGN *Enterobacter* spp. Neugeborene sind vergleichsweise häufiger von Infektionsausbrüchen betroffen. 4-MRGN *Enterobacter* spp. werden derzeit durch Aufenthalte in Endemiegebieten nach Deutschland importiert.

Daten zur Epidemiologie antibiotikaresistenter Isolate anderer, seltener nachgewiesener Enterobakterien (z. B. *Proteus* spp., *Morganella morganii*, *Serratia* spp. oder *Citrobacter* spp.) sind spärlich. Während für Serratien eine Persistenz einzelner Klone im Krankenhaus beschrieben ist, gibt es keine dringenden Hinweise darauf, dass eine krankenhaussassoziierte Verbreitung von *Proteus* spp., *Citrobacter* spp. oder *M. morganii* vorliegt.

*Serratia*-Infektionen können mit Quellen aus der unbelebten Umgebung assoziiert sein, für andere seltene Enterobakterien stehen hingegen der Darm als Quelle und die Übertragung von Person zu Person im Vordergrund. Risikofaktoren für Infektionen mit selteneren antibiotikaresistenten Enterobakterien

sind vor allem vorausgegangene Therapien mit Antibiotika. Für *Serratia* spp. sind Neugeborene eine besonders anfällige Population.

## *Pseudomonas aeruginosa*

Die Reproduktionsrate für *P. aeruginosa* ist von den Eigenschaften des einzelnen Stammes und der jeweiligen Umgebungssituation abhängig. Daten zum Verhältnis infizierter zu besiedelten Patienten außerhalb von Hochrisikopopulationen liegen nicht vor. In Risikopopulationen entwickeln bis zu 50 % aller kolonisierten Patienten systemische Infektionen. In anderen Populationen ist davon auszugehen, dass ein höherer Anteil an Patienten asymptomatisch besiedelt bleibt.

Auch wenn ein Vergleich der publizierten Studien bei unterschiedlichen Studiendesigns und Resistenzdefinitionen schwierig ist, ist ein Zusammenhang zwischen Infektionen mit resistentem *P. aeruginosa* und einer erhöhten Morbidität und Mortalität offensichtlich. Unterschiede in der Mortalität zwischen 3-MRGN und 4-MRGN können aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Für *Pseudomonaden* stellen sowohl die endogene Infektion als auch die Übertragung von Person zu Person und Umgebungsreservoir eine bedeutsame Infektionswege dar. Neben patienteneigenen Risikofaktoren und invasiven Maßnahmen ist eine vorausgegangene Antibiotikatherapie Risikofaktor für den Erwerb von 3-MRGN oder 4-MRGN *P. aeruginosa*. Besonders häufig sind Patienten der Intensivstation betroffen.

Besonderheiten bei der Rehabilitationsbehandlung von mit *Pseudomonas* besiedelten Mukoviszidosepatienten: Nach Einschätzung der Arbeitsgemeinschaft der Ärzte im Mukoviszidose e.V. (AGAM) und der Forschungsgemeinschaft Mukoviszidose (FGM) ist die Durchführung einer gemeinsamen Rehabilitationsmaßnahme (im Sinne einer Kohortierung) bei Patienten mit Mukoviszidose und Nachweis eines 3-MRGN *P. aeruginosa* und/oder 4-MRGN *P. aeruginosa* unter Einhaltung spezieller Hygienemaßnahmen in einer Gruppe, jedoch getrennt von Patienten mit nicht als MRGN einzustufenden *P. aeruginosa*, vertretbar. Diese Einschätzung betrifft nur Rehabilitationsmaßnahmen und ist nicht auf andere stationäre Aufenthalte in Krankenhäusern zu übertragen.

## Stenotrophomonas maltophilia

- ***Stenotrophomonas maltophilia* ist bereits intrinsisch resistent gegen eine große Anzahl von Antibiotika, und es wird eine Zunahme der erworbenen Resistenz gegenüber Cotrimoxazol beschrieben.**

Der Erreger löst Infektionen in der Regel nur bei stark immunsupprimierten Patienten, vor allem solchen mit soliden und hämatologischen Krebserkrankungen, aus; bei ihnen ist die Infektion auch mit einer nennenswerten Letalität verbunden. Als weitere Gruppe sind Patienten mit zystischer Fibrose (Mukoviszidose) betroffen.

Die Epidemiologie weist darauf hin, dass die Verbreitung mit Standardhygienemaßnahmen gut kontrollierbar ist, sodass dieser Erreger nicht in die MRGN-Klassifikation aufgenommen wurde.

## Burkholderia cepacia

Auch *Burkholderia cepacia* weist eine Reihe intrinsischer Antibiotikaresistenzen auf und wird überwiegend selektioniert und selten exogen übertragen. Besonders häufig treten *Burkholderia cepacia* bei Patienten mit zystischer Fibrose und Bronchiektasen in Erscheinung. Sie werden nicht als MRGN klassifiziert.

### 16.2.2 Praktische Hygienemaßnahmen

Die Hygienemaßnahmen werden abgestuft je nach Erreger und Streupotenzial durchgeführt. Je nach lokaler endemischer Situation kann es sinnvoll sein, alle ESBL-Nachweise mindestens wie 3-MRGN zu behandeln, auch wenn noch mehrere andere Antibiotikaklassen wirksam sind (■ Tab. 16.5). Hierbei spielt vor allem die Gefahr der plasmidkodierten Weitergabe des Resistenzgens eine Rolle.

## Hygiene beim Patienten

### ■ Einzelzimmer

- Einzelzimmerindikation und Kontakt-schutzmaßnahmen als besondere Hygienemaßnahmen werden nach Einschätzung

des Streupotenzials (z. B. Tracheostoma, Husten, Inkontinenz, Durchfall, Lokalisation, Compliance des Patienten usw.) und nach dem Risikopotenzial des Erregers (Art des Erregers und seine Resistenz) sowie dem Risikobereich der Unterbringung (Normalstation, Intensivstation, Neonatologie etc.) durchgeführt

- Zuordnung von unkritischen Geräten/Instrumenten zum Patienten während der Dauer des Aufenthalts.
- Kohortierung bei Erregern der gleichen Spezies mit gleichem Resistenzphänotyp möglich.

### ❗ Unterschiedliche Stämme und Resistenzgene sind auch bei phänotypisch gleichem Antibiogramm möglich.

- Patienten dazu anleiten, den Toilettendeckel beim Spülen geschlossen zu halten und anschließend die Hände zu desinfizieren.
- **Umgang mit Mitpatienten**
- Bei Mitpatienten, die bei Diagnosestellung eines gramnegativen multiresistenten Erregers bei einem Patienten (Indexpatient) mit diesem im selben Zimmer liegen, werden Screeninguntersuchungen (z. B. Rektalabstrich, gepoolter Nasen-Rachen-Abstrich) aufgrund der klinischen Situation (z. B. Immunsuppression, bevorstehende Operation) durchgeführt. Je nach epidemiologischer Situation und Profil der Einrichtung kann ein routinemäßiges Mitpatientenscreening sinnvoll sein (z. B. nach mehr als 24-stündiger gemeinsamer Unterbringung mit einem Indexpatienten).
- Bei einer notwendigen empirischen Antibiotikatherapie des Mitpatienten muss jedoch das Antibiogramm des multiresistenten gramnegativen Erregers in die Therapieentscheidung auch bei fehlendem Screeningergebnis miteinbezogen werden.
- **Besucher**
- Besucher mit normalem Immunstatus können den Patienten besuchen.

■ **Tab. 16.5** Übersicht über Maßnahmen zur Prävention der Verbreitung von MRGN. (Adaptiert nach KRINKO 2012 und SWISSNOSO, Tissot et al. 2014)

Erreger	Aktives Screening und präemptive Einleitung besonderer Hygienemaßnahmen <sup>1</sup>	Präventionsmaßnahmen		Sanierung
		Normalbereiche	Risikobereiche <sup>2</sup>	
3-MRGN <i>E. coli</i>	Nein	Standardhygiene*	Standardhygiene*	Nicht empfohlen
4-MRGN <i>E. coli</i>	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal, ggf. Urin, Wunden)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
3-MRGN <i>A. baumannii</i>	Nein	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Ungeklärt
4-MRGN <i>A. baumannii</i>	Risikopopulation <sup>3</sup> (Rachen, Haut)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Ungeklärt
3-MRGN <i>Klebsiella</i> spp. spp.	Nein	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
4-MRGN <i>Klebsiella</i> spp.	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal, ggf. Urin, Wunden)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
3-MRGN <i>S. marcescens</i>	Nein	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
4-MRGN <i>S. marcescens</i>	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
3-MRGN <i>Enterobacter</i> spp.	Nein	Standardhygiene*	Standardhygiene*	Nicht empfohlen
4-MRGN <i>Enterobacter</i> spp.	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
Andere 3-MRGN <i>Enterobacteriaceae</i>	Nein	Standardhygiene*	Standardhygiene*	Nicht empfohlen
Andere 4-MRGN <i>Enterobacteriaceae</i>	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
3-MRGN <i>P. aeruginosa</i>	Nein	Standardhygiene*	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen
4-MRGN <i>P. aeruginosa</i>	Risikopopulation <sup>3</sup> (rektal, Rachen)	Besondere Hygienemaßnahmen	Besondere Hygienemaßnahmen	Nicht empfohlen

<sup>1</sup> Unter präemptiver Einleitung besonderer Hygienemaßnahmen ist die Unterbringung des Patienten im Einzelzimmer und Durchführung der erforderlichen Barrieremaßnahmen mindestens bis zum Vorliegen des Screeningergebnisses zu verstehen.

<sup>2</sup> Zu Risikobereichen gehören Bereiche, in denen Patienten mit Risikofaktoren für Infektionen gepflegt und behandelt werden, z. B. Intensivstationen, hämatologisch-onkologische Stationen, Neonatologien u. Ä.

<sup>3</sup> Zu Risikopatienten gehören alle Patienten, die in den letzten 12 Monaten in Krankenhäusern oder medizinischen Einrichtungen mit bekannt hoher MRGN-Prävalenz behandelt wurden, sowie Patienten, die zu 4-MRGN-positiven Patienten Kontakt hatten und mehr als 24 h im gleichen Zimmer gepflegt wurden, und solche mit anamnestischer Besiedlung oder Infektion mit MRGN.

\* Bei hohem Streupotenzial aufgrund der Lokalisation der Erregerkolonisation/-infektion oder mangelnder Compliance des Patienten besondere Hygienemaßnahmen.

- Bei abwehrgeschwächten Besuchern im Zweifelsfall Rücksprache mit dem Hygieneteam halten.
- Auf das Händeschütteln zur Begrüßung verzichten.
- Wichtig ist eine gründliche Händedesinfektion (Einweisung durch Stationspersonal) vor Verlassen des Patientenzimmers.
- Bei engem, über den Handkontakt hinausgehendem, körperlichem Kontakt (z. B. beim Einbeziehen der Angehörigen in die Pflege oder Physiotherapie des Patienten) wird Schutzkleidung analog dem Pflegepersonal getragen (Kontaktschutzmaßnahmen).

#### ■ Wäsche

- Der Wäscheabwurf erfolgt im Zimmer (patientennah).
- Die üblichen desinfizierenden Waschverfahren sind ausreichend (keine Klassifikation als „infektiöse“ Wäsche).
- Zusätzlichen Plastiksack verwenden, wenn der Stoffsack durchfeuchten könnte
- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren

#### ■ Abfall

- Sämtlicher Müll (z. B. auch Verbandsmaterial) zum Hausmüll (AS 18 01 04; nicht „infektiös“) geben
- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren

#### ■ Flächendesinfektion

- Flächen bei sichtbarer Kontamination immer sofort gezielt desinfizieren
- Übliche Flächendesinfektionsverfahren mit den üblichen Mitteln und Konzentrationen gemäß Reinigungs- und Desinfektionsplan verwenden
- Reinigungspersonal informieren
- Laufende Desinfektion: Wischdesinfektion der patientennahen Flächen auf Allgemeinstation einmal täglich, auf Intensivstation einmal pro Schicht, Fußboden einmal täglich desinfizierend reinigen.

#### ■ Besonderheiten bei/nach Verlegung

- Information der Zieleinrichtung bzw. des nachbehandelnden Arztes
- Bei Verlegung durch den Rettungsdienst Verwendung eines Überleitungsbogens (z. B. des lokalen MRE-Netzwerks)
- Information des Patienten und ggf. seiner Angehörigen
- Schlusssdesinfektion aller erreichbaren (Ober-) Flächen im Patientenzimmer
- Verbrauchsmaterialien im Zimmer entweder vor Weiterverwendung desinfizieren oder entsorgen
- Vorhänge o. ä. waschen
- Toilettenbürsten und Toilettenpapierrestbestände entsorgen

### Hygiene beim Personal

#### ■ Händedesinfektion

- Immer äußerst sorgfältig nach den Regeln der Standardhygiene durchführen (mindestens 30 s)
- Insbesondere vor aseptischen Tätigkeiten und nach möglicher Kontamination
- Insbesondere nach jeder Manipulation an der/den kolonisierten bzw. infizierten Körperstelle(n) vor weiteren Tätigkeiten am Patienten, um nach Möglichkeit eine Ausdehnung der Besiedlung auf andere Körperstellen zu verhindern, z. B. bei Verbandswechsel, endotrachealem Absaugen, Mundpflege, Manipulationen am Blasenkatheter etc.
- Einmalhandschuhe nach den Regeln der Standardhygiene verwenden. Handschuhe ausziehen, wenn Tätigkeit beendet, danach Händedesinfektion. Bei wechselnden unreinen und reinen Tätigkeiten, z. B. im Rahmen der Intensivpflege, kann auch eine bis zu fünfmalige Handschuhdesinfektion bei einer Tragedauer von maximal 20 min erwogen werden. Die Einmalschutzhandschuhe müssen dafür chemikalien- und desinfektionsmittelbeständig sowie optisch sauber und unbeschädigt sein. Entsprechend ist diese Maßnahme zuvor mit dem Arbeitsschutz abzustimmen. Nicht mit den Handschuhen an den Händen

andere Tätigkeiten im Patientenzimmer (z. B. Eintragungen in die Kurve, Aufräumarbeiten) durchführen, um eine Ausbreitung des Erregers in der Patientenumgebung soweit wie möglich zu verhindern.

- Vor Verlassen des Patientenzimmers sollte unabhängig davon, ob Patientenkontakt stattgefunden hat oder nicht, eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden, da evtl. unbemerkt eine Kontamination der Hände durch Kontakt mit kontaminierten Flächen erfolgt ist.
- **Schürzen und Schutzkittel**
  - Für übliche pflegerische Tätigkeiten, bei denen die Gefahr der Durchfeuchtung der Arbeitskleidung besteht, flüssigkeitsdichte Schürzen und langärmelige Schutzkittel verwenden.
  - Wenn mit Kontamination der Arbeitskleidung mit infektiösem Material zu rechnen ist, Schutzkittel verwenden.
  - Das Tragen von Schutzkiteln beim Betreten des Zimmers ohne geplanten Patientenkontakt (z. B. Abstellen eines Tablett, Blick in die Kurve und Patientengespräch) ist nicht erforderlich, es sei denn, es besteht ein spezifisches Streupotenzial (z. B. unkontrolliertes Husten bei tracheotomiertem Patienten mit Erregernachweis im Trachealsekret).
- **Atemschutz (FFP 1)**
  - Wenn Gefahr des Verspritzens von infektiösem Material besteht (z. B. bei endotrachealem Absaugen, bei stark hustenden Patienten mit Besiedlung im Trachealsekret etc.)
- **Aufhebung der besonderen Hygienemaßnahmen**
  - Patienten mit MRGN-Kolonisation/-Infektion bleiben in der Regel für die Dauer des Aufenthaltes und häufig auch darüber hinaus besiedelt. Kontrollabstriche mit dem Ziel des „Freitestens“ sind daher wenig sinnvoll. Negative Kontrollabstriche können jedoch als Indikator einer geringen Keimlast gewertet werden. Die Kriterien für eine Aufhebung

der speziellen Hygienemaßnahmen hängen primär davon ab, von welchem Streupotenzial auszugehen ist und unter welchem individuellen Risiko die in dem jeweiligen Stationsbereich betreuten Patienten stehen. Die Entscheidung über die Aufhebung spezieller Hygienemaßnahmen sollte daher nach Rücksprache mit der Krankenhaushygiene erfolgen.

## 16.3 MRSA

Staphylokokken sind grampositive, katalasepositive Kokken, die im mikroskopischen Präparat einzeln, als Paare, kurze Ketten oder unregelmäßige Anhäufungen auftreten. Sie können unter verschiedenen Umweltbedingungen wachsen, am besten jedoch bei Temperaturen zwischen 30 und 37 °C. Eine weitgehende pH-Toleranz und Resistenz gegen Austrocknung machen sie vergleichsweise unempfindlich, sodass sie auch in der unbelebten Umgebung einige Zeit überdauern können.

Sie sind als Besiedler der Haut sowie der Schleimhäute des Nasen-Rachen-Raums beim Menschen und bei Tieren weit verbreitet. Die größte pathologische Bedeutung unter den bekannten Staphylokokken-Spezies besitzt *Staphylococcus aureus*, wobei auch hier eine (temporäre) nasopharyngeale Besiedlung bei ca. einem Viertel der Bevölkerung zu beobachten ist. Zu den Pathogenitätsfaktoren von *S. aureus* gehören:

- Koagulase
- Hitzebeständige DNase
- Hyaluronidase
- Mehrere Hämolysine ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\chi$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ )
- Fibrinolysin
- Leukozidine (Panton-Valentin-Leukozidin [Luk F/S] oft assoziiert mit Stämmen aus tiefgehenden Hautinfektionen und nekrotisierender Pneumonie bei CA-MRSA-Stämmen)

*S.-aureus*-Stämme können als Superantigene das „toxic shock syndrome toxin“ (TSST) und Staphylokokkenenterotoxine bilden, die Lebensmittelvergiftungen hervorrufen.

### ■ „Staphylococcal scalded skin syndrome“ (SSSS)

Bestimmte *S.-aureus*-Stämmen bilden exfoliative Toxine (ETA, ETB, ETC), welche die staphylogene toxische epidermale Nekrolyse (TEN), im anglo-amerikanischen Sprachraum auch „staphylococcal scalded skin syndrome“ (SSSS) genannt, verursachen. Der Erkrankung liegt eine intradermale Spaltbildung mit nachfolgendem Ödem zwischen unterem Stratum spinosum und oberem Stratum granulosum zugrunde.

Bullöse Impetigo und Pemphigus neonatorum sind lokal begrenzte Verlaufsformen. Die generalisierte Verlaufsform resultiert aus der Toxinausschwemmung über den gesamten Organismus infolge des Fehlens einer ausreichenden Bildung spezifischer Antikörper. Sie wird auch Dermatitis exfoliativa Ritter von Rittershain genannt. Überwiegend sind Säuglinge, seltener ältere und immunsupprimierte Patienten betroffen. Obgleich die Dermatitis exfoliativa vorwiegend als Hospitalinfektion sowie als Gruppeninfektion in Kindertagesstätten auftritt, ist darauf hinzuweisen, dass toxinbildende *S.-aureus*-Stämme auch in der gesunden Bevölkerung verbreitet sind. MRSA sind bisher erst in einem klinischen Fall als Verursacher einer Dermatitis exfoliativa beschrieben worden.

### ■ „Toxic shock syndrome“ (TSS)

Diese lebensbedrohliche Infektion ist durch folgende Symptome gekennzeichnet:

- Fieber (über 39 °C)
- Diffuses makulöses Exanthem
- Hypotonie
- Multiorganversagen (MODS)

Für die Diagnosestellung „TSS“ müssen mindestens 3 der folgenden Organsysteme beteiligt sein:

- Gastrointestinaltrakt (Erbrechen, Übelkeit oder Diarrhö)
- Muskulatur (ausgeprägte Myalgien mit Erhöhung des Serumkreatinins bzw. der Phosphokinase)
- Schleimhäute (vaginale, oropharyngeale oder konjunktivale Hyperämie)
- Nieren (Erhöhung von Harnstoff oder Kreatinin im Serum, Pyurie ohne Nachweis einer Harnwegsinfektion)

- Leber (Erhöhung von Transaminasen, Bilirubin oder alkalischer Phosphatase)
- Zentrales Nervensystem (Desorientiertheit, Bewusstseinsstörung).

Die typische Hautschuppung kann 1–2 Wochen nach Krankheitsbeginn vor allem an den Handflächen und Fußsohlen auftreten.

Das TSS beruht auf der Superantigenwirkung des Toxic-Shock-Syndrom-Toxins (TSST-1). Es sind allerdings auch Fälle durch Enterotoxin B oder C (ca. 3 %) bekannt. An TSS erkranken fast immer jüngere Personen, da im späteren Erwachsenenalter mehr als 90 % aller Menschen Antikörper gegen TSST-1 aufweisen. Die Mehrzahl (>90 %) der bisher beschriebenen Fälle traten bei menstruierten jungen Frauen auf, vor allem im Zusammenhang mit Tampongebrauch. Die Inzidenz ist mit 3–6 Fällen auf 100.000 Frauen im sexuell aktiven Alter jedoch niedrig. Ein TSS kann auch als Komplikation bei Frauen mit Diaphragma, im Wochenbett, mit infektiösem Abort sowie in der nicht geburtshilflichen gynäkologischen Chirurgie auftreten.

Von den epidemischen MRSA besitzt der in Großbritannien verbreitete Stamm ST 30 das *tst*-Gen und bildet TSST-1. In Deutschland tritt dieser Stamm selten auf. Auch MRSA der klonalen Linie ST 05 („Rhein-Hessen“) können das *tst*-Gen besitzen. Vereinzelt wurden auch Fälle von TSS bekannt, die durch den Barnimer Epidemiestamm verursacht wurden, der Enterotoxin C bildet.

### ■ Lebensmittelintoxikationen

Die Lebensmittelvergiftung wird durch die Aufnahme von Enterotoxinen verursacht, die von *S. aureus* in kontaminierten Lebensmitteln vor der Nahrungsaufnahme produziert wurden. Durch die hohe Hitzestabilität werden *S.-aureus*-Enterotoxine auch bei der Lebensmitt zubereitung nicht abgetötet. Bereits 2–6 h nach Aufnahme des kontaminierten Lebensmittels treten abrupt Übelkeit, Erbrechen, krampfartige Bauchschmerzen und Durchfall auf. In den meisten Fällen ist die Erkrankung selbstlimitierend und endet nach 8–24 h. In schweren Fällen kann es zu Hypovolämie und Hypotonie kommen. MRSA-Stämme spielen auch hier eine untergeordnete Rolle.

### ■ Methicillinresistenz

Die Methicillinresistenz beruht auf Bildung des zusätzlichen Penicillinbindepoteins PBP2a mit nur geringer Affinität für  $\beta$ -Laktam-Antibiotika. Deshalb besteht Kreuzresistenz gegen alle Vertreter der Substanzgruppe. Das Resistenzverhalten der MRSA-Stämme wird durch die Methicillinresistenzdeterminante (*mec*), bestehend unter anderem aus dem **mecA-Gen** und regulatorischen Elementen (*mecI*, *mecR1*), bedingt. PCR-basierte Nachweismethoden (Schnelltests) basieren auf dem Nachweis der *mecA*-Genkassette.

Methicillinsensible *S.-aureus*-Stämme werden häufig auch als **MSSA** bezeichnet.

### ➤ Der Nachweis von MRSA aus Blut oder Liquor ist nach § 7 IfSG meldepflichtig (Labormeldepflicht).

Bestimmte MRSA-Stämme, die durch molekulare Typisierung gut definiert werden können, haben eine besondere Fähigkeit, sich epidemisch auszubreiten. Diese Eigenschaft der Ausbreitungsfähigkeit wird als „**epidemische Virulenz**“ bezeichnet. Sie wird von Faktoren der Stämme selbst (Widerstandsfähigkeit, Ausstattung mit Pathogenitätsfaktoren) im Sinne der intrinsischen Virulenz und Faktoren der Umwelt (hygienische und antibakterielle Maßnahmen) bestimmt.

Das Maß der Ausbreitungsfähigkeit entscheidet mit darüber, ob Einzelerkrankungen oder Ausbrüche auftreten. Die rasche asymptomatische Besiedlung von Kontaktpersonen und die Tatsache, dass vorangegangene Besiedlungen oder Infektionen mit MRSA nicht vor einer neuen Besiedlung oder Infektion schützen, erhöhen das Ausbreitungspotenzial.

### ➤ Durch ihre besondere Resistenz fallen Ausbrüche mit MRSA schnell auf, während Ausbrüche mit MSSA häufig unentdeckt bleiben.

### ■ MRSA-Infektionen

Die Gesamtzahl von MRSA-Neuerkrankungen und -besiedlungen ist seit einigen Jahren leicht rückläufig. Seit Mitte der 1990er-Jahre wurde das Auftreten von MRSA-Infektionen außerhalb von Krankenhäusern

(„community acquired“) und seit 2005 in verstärktem Maße bei Nutztieren („livestock associated“) beobachtet. Daher ist es aus klinisch-epidemiologischer Sicht heute sinnvoll, entsprechend zu unterscheiden:

- HA-MRSA: „hospital acquired“ MRSA
- CA-MRSA: „community acquired“ MRSA
- LA-MRSA: mit der Tiermast assoziierte MRSA, „livestock associated“ MRSA

Treten durch kürzere Krankenhausverweilen im Krankenhaus erworbene MRSA erst nach der Entlassung als Besiedler oder Infektionserreger in Erscheinung, so werden diese als „hospital associated community onset“ MRSA (HCA-MRSA) bezeichnet.

**CA-MRSA** treten unabhängig von den oben genannten Risikofaktoren auf. Vielmehr tragen eine unzureichende Standardhygiene (soziale Randgruppen), enge körperliche Kontakte (Schulen, Saunabesuche, Sportclubs) sowie ein Erwerb im Rahmen von Aufenthalten in Ländern mit endemischer Verbreitung zur Ausbreitung bei.

CA-MRSA werden überwiegend im Zusammenhang mit tiefgehenden und nekrotisierenden Haut-/Weichteilinfektionen isoliert, insbesondere der Furunkulose, seltener als Verursacher einer nekrotisierenden Pneumonie. Diese Krankheitsbilder sind offenbar mit der Fähigkeit von CA-MRSA zur Bildung von Panton-Valentin-Leukozidin (PVL) assoziiert. Die genetische Determinante PVL kann mittels PCR nachgewiesen werden und kommt auch bei MSSA vor. Im Vergleich zu den HA-MRSA-Epidemiestämmen besitzen CA-MRSA oft einen schmalen Resistenzphänotyp (Oxacillin allein oder zusätzlich 1–2 weitere Resistenzen), sodass das Antibiogramm bereits erste Hinweise geben kann.

Auch bei CA-MRSA gibt es weit verbreitete Stämme (klonale Linien). In den USA sind dies entsprechend der Multilocus-Sequenz-Typisierung die Stämme ST 01 und ST 08 (auch als MRSA USA 300) bezeichnet, in Kalifornien vor allem der Stamm ST 30. Aus den USA gibt es Berichte, dass von außen in Krankenhäuser eingeschleppte CA-MRSA der klonalen Linie ST 08 dort nosokomiale Ausbrüche verursachen. In Europa ist ST 80 vorherrschend. In Mitteleuropa wurden aber auch Fälle des Auftretens von ST 01 und ST 08 (meist bei Bürgern der USA) bekannt. Besonderer

epidemiologischer Aufmerksamkeit bedarf das Auftreten von CA-MRSA des Typs ST 22, der ohne PVL als Hospitalstamm weit verbreitet ist

Der anteilige Nachweis für **LA-MRSA** ST 398 als Ursache von Infektionen außerhalb der Krankenhäuser für die Jahre 2006–2010 lag bei 17,4 %. Damit tritt LA-MRSA ST 398 neben CA-MRSA ST 08 (anteiliger Nachweis 45,7 %) und ST 80 (anteiliger Nachweis 37 %) auch als Verursacher von Haut-/Weichgewebeerkrankungen mit gleichen klinischen Krankheitsbildern wie CA-MRSA in Erscheinung. Ähnliche Daten sind auch aus Dänemark bekannt. Ein wichtiger Aspekt bei der Surveillance derartiger Isolate ist der Erwerb weiterer Virulenzeigenschaften.

In den Jahren 2010/11 wurde erstmals bei MSSA-ST-398-Isolaten aus rezidivierender Furunkulose die genetische Determinante für PVL nachgewiesen. Für MRSA dieser klonalen Linie sind PVL-positive Isolate aus China bekannt, ebenso verschiedene Sepsisfälle sowie Endokarditis und nekrotisierende Fasziitis für MRSA/MSSA ST 398 aus Europa. Die Ausstattung mit zusätzlichen virulenzassoziierten Genen deutet auf die Adaptation an den Menschen hin, denn bisher sind PVL-positive *S. aureus* von Tieren sehr selten.

Untersuchungen (RKI 2011; KRINKO 2014) zur Übertragung von LA-MRSA ST 398 von Tieren auf Menschen zeigen folgendes Bild (vgl. auch ■ Tab. 16.6):

- LA-MRSA findet man in ca. 50–70 % der Schweinehaltenden Betriebe in Deutschland und auch in Beständen von Legehennen (1,4 %), Masthähnchen (0,7 %), Milchkühen (4,1 %) und Mastkälbern (35,1 %). Bei etwa 77–86 % der Landwirte und 45 % der Tierärzte, die in diesen Anlagen tätig sind, findet sich ebenfalls eine nasale Besiedlung mit LA-MRSA. Bei Familienangehörigen, die auf dem gleichen Hof leben, ist dies zu 4–5 % der Fall. In der Allgemeinbevölkerung in ländlichen Regionen in Niedersachsen wurde eine Besiedlung durch LA-MRSA ST 398 bei ca. 1 % der Personen gefunden, die keinen direkten Kontakt zu Nutztieren hatten, wobei Personen mit Nutztierkontakt im selben Haushalt mit einer Odds Ratio von 3,8 und nach privaten Besuchen auf Nutztierhaltenden Höfen mit einer Odds Ratio von 3,2 ein erhöhtes Kolonisationsrisiko aufweisen.

■ Tab. 16.6 HA-, CA-, und LA-MRSA in der Übersicht. (Ergänzt und zusammengefasst nach KRINKO 2014)

HA-MRSA	CA-MRSA	LA-MRSA
0,3–2,8 % bei Aufnahme in Akutkliniken 0,3–4,3 % bei Aufnahme in Rehakliniken (bis 12 % bei neurologischer Frührehabilitation) Prävalenz in Altenheimen: 1,1–9,2 % der Bewohnen Prävalenz in Dialysepraxen: 3,3–12 % der Patienten	Haupttrisikofaktoren für eine Infektion durch PVL-positive MRSA scheinen in Deutschland der (Urlaubs-)Aufenthalt in Gebieten mit hoher Prävalenz (z. B. USA) oder Haushaltskontakte zu Personen mit PVL-positiven MRSA zu sein	77–86 % der Landwirte und 45 % der Tierärzte mit Kontakt zur industriellen Tierhaltung sind nasal kolonisiert
>95 % aller MRSA in Deutschland	0,7–1,5 % aller MRSA in Deutschland	1–2 % aller MRSA in Deutschland
Auftreten bei Patienten mit Risikofaktoren	Auch bei Patienten ohne Risiko	Kontakt zu landwirtschaftlichen Nutztieren, seltener Haustieren
Häufig multiresistent (Makrolide, Clindamycin, Gyrasehemmer)	Häufig weniger resistent Indikatorresistenz: Fusidinsäure (Mitteleuropa)	Häufig multiresistent (>3 Antibiotikaklassen)
	PVL häufig nachweisbar (aber auch bei MSSA)	
PVL Panton-Valentine-Leukozidin		

- Probenentnahmen auf einem Geflügelhof im Harz bei Hühnern, Puten, Fleisch aus der eigenen Produktionsstrecke, vom Landwirt sowie vom Personal, das in der Fleischverarbeitung tätig ist, waren ohne MRSA-Nachweise, wie auch in einer Anlage mit Legehennenhaltung mit alternativer Haltungsform und deren Kontaktpersonen.
- Untersuchungen zum Nachweis von LA-MRSA auf einer Putenfarm in Nordrhein-Westfalen sowie einer Gänsefarm in Sachsen-Anhalt ergaben lediglich 2 Nachweise für LA-MRSA ST 398 bei Gänsen ohne MRSA-Nachweise bei den Kontaktpersonen.
- Punktprävalenzerhebungen in 2 Alten- und Pflegeheimen in einem Gebiet mit hoher „Schweinedichte“ ergaben unter den gescreenten 92 Heimbewohnern 3 Träger von MRSA. Die molekulare Typisierung ordnete die Isolate den klonalen Linien ST 22 und ST 225 zu. Bei 2 von 75 untersuchten Pflegekräften gab es einen Nachweis für HA-MRSA ST 225 und einen Nachweis für LA-MRSA ST 398, letzterer bei einer Altenpflegerin, die zu Hause im Schweinemastbetrieb des Ehemanns mitwirkte. Eine Übertragung von LA-MRSA auf die Heimbewohner hatte offensichtlich nicht stattgefunden. Es erfolgte bei der Pflegekraft und deren Familienangehörigen eine MRSA-Sanierung. Ein Wiederholungsscreening bestätigte den Sanierungserfolg, für die weitere Tätigkeit im familiären Schweinemastbetrieb wurde das Tragen einer Schutzmaske empfohlen.
- Bei Schülern einer Sekundarschule in einem Gebiet mit hoher „Schweinedichte“ konnte gezeigt werden, dass eine Weiterverbreitung von LA-MRSA über den unmittelbaren Kontaktbereich der Tiermast hinaus offensichtlich sehr selten stattfindet.
- Während in konventionellen Schweinemastbetrieben eine hohe Inzidenz von LA-MRSA bei den Tieren zu verzeichnen ist, zeigte eine Pilotstudie zum Auftreten von LA-MRSA bei Bauernfamilien in 24 alternativen Schweinemastbetrieben in 3 norddeutschen Bundesländern sowie bei 16 Privathaltern mit Kleinhaltung, dass bei Tieren in alternativen

Haltungsformen keine MRSA nachweisbar waren. Bei den exponierten Menschen gelang der Nachweis von LA-MRSA ST 398 nur bei einem Landwirt, der sich zum Zeitpunkt der Probenentnahme im Ausbildungsverhältnis eines konventionellen Schweinezuchtbetriebs befand.

- Dass *Staphylococcus aureus* sehr wahrscheinlich kein natürlicher Besiedler von Schweinen ist, zeigen Untersuchungen an 119 erlegten Wildschweinen mit nur einem Nachweis.

➤ **Die vorliegenden Daten zeigen, dass die Übertragung von LA-MRSA ST 398 auf Menschen im Wesentlichen mit Anlagen der konventionellen Nutztierhaltung assoziiert ist, d. h. sehr eng mit der Tätigkeit in diesen Anlagen und in geringem Maße mit dem unmittelbaren Wohnumfeld verbunden ist.**

Es gibt bisher keine Anhaltspunkte für den Erwerb von LA-MRSA ST 398 über den Verzehr von Fleischprodukten oder über die Inhalation von Stallstaub im weiteren Wohnumfeld, auch wenn dieser in der Abluftfahne von Ställen nachgewiesen wurde.

#### ■ Übertragungswege und Risikofaktoren

Wie bei *S. aureus* allgemein können MRSA-Stämme, die zu einer Infektion führen, zum einen vom betroffenen Patienten selbst stammen (**endogene Infektion**) oder von anderen Menschen (Hände) oder Tieren bzw. über die unbelebte Umgebung (z. B. gemeinsam benutzte Badetücher) übertragen werden (**exogene Infektion**).

In den meisten Fällen erfolgt die **Übertragung** durch die Hände, z. B. des Pflege- und ärztlichen Personals. Bei nasaler Besiedlung kann sich der Erreger ausgehend vom Vestibulum nasi, dem eigentlichen Reservoir für *S. aureus*, auf andere Bereiche der Haut (u. a. Hände, Axilla, Perinealregion) und Schleimhäute (z. B. Rachen) ausbreiten. Auch im Darm wird MRSA zuweilen nachgewiesen. Eine derartige Darmbesiedlung ist nicht selten ein Grund für das Versagen konventioneller Dekolonisierungsversuche.

➤ **Bei Screeninguntersuchungen auf MRSA sollten immer Nase und Rachen (gepoolt) abgestrichen werden, da dies die Sensitivität**

**um ca. 10 % erhöht. Ein gepoolter Hautabstrich vom Scheitel bis zur Sohle erhöht die Sensitivität weiter. Daneben werden verdächtige Hautläsionen und Device-Eintrittsstellen gezielt abgestrichen.**

#### **Mögliche Risikogruppen für ein MRSA-Screening (KRINKO 2014)**

- Patienten mit MRSA-Besiedlung in der Vorgeschichte
- Chronische Hämodialysepatienten
- Patienten aus Regionen/Einrichtungen mit bekannt hoher MRSA-Prävalenz
- Patienten mit chronischen Hautläsionen/Wunden oder Device-Eintrittsstellen (z. B. PEG-Sonde)
- Patienten mit einem stationären Krankenhausaufenthalt (>3 Tage) in den zurückliegenden 12 Monaten (in einem Krankenhaus in Deutschland oder in anderen Ländern)
- Patienten, die während eines stationären Aufenthalts Kontakt zu MRSA-Trägern hatten, wenn bei dem bislang unbekannten MRSA-Träger eine Indikation für besondere Hygienemaßnahmen bestanden hätte
- Patienten mit chronischer Pflegebedürftigkeit (z. B. Immobilität, Störungen bei der Nahrungsaufnahme/Schluckstörungen, Inkontinenz, Pflegestufe) und einem der nachfolgenden Risikofaktoren:
  - Antibiotikatherapie in den zurückliegenden 6 Monaten
  - Liegende Katheter (z. B. Harnblasenkatheter, PEG-Sonde, Trachealkanüle)
- Patienten, die regelmäßig (beruflich) direkten Kontakt zu MRSA haben, wie z. B. Personen mit Kontakt zu landwirtschaftlichen Nutztieren (Schweine, Rinder, Geflügel).

**Prädisponierende Faktoren** für eine Infektion mit *S. aureus* im Allgemeinen und damit auch für MRSA sind:

- Diabetes mellitus
- Dialysepflichtigkeit
- Vorhandensein von Fremdkörpern aus Plastikmaterialien (z. B. Venenkatheter, Urethral-katheter, Tracheostoma)

- Vorhandensein von Implantaten aus Metalllegierungen (z. B. Gelenkersatz)
- Verletzungen der Haut als äußere Barriere
- Immunsuppression oder bestimmte Infektionen (z. B. mit Influenza-A-Viren).

#### **■ Klinische Manifestationen**

Zu den klinischen Manifestationen der *S.-aureus*-Infektion gehören:

- Furunkel, Karbunkel, Pyodermie, Abszesse, Empyeme, Wundinfektionen
- Otitis media, Sinusitis, eitrige Parotitis, Mastoiditis, (sekundäre) Meningitis
- Pneumonie
- Osteomyelitis
- Endokarditis
- Sepsis
- Fremdkörperinfektionen
- Pyomyositis.

Wie auch von den koagulasenegativen Staphylokokken bekannt, vermag *S. aureus* sehr gut an hydrophobe Oberflächen wie Plastikmaterialien und Edelstahllegierungen zu adhären mit der Folge von Infektionen bei Kathetern und Gefäßprothesen sowie auch bei Gelenkersatz und Osteosynthesen in der Traumatologie und Orthopädie.

Entgegen früheren Auffassungen sind MRSA in Bezug auf invasive Infektionen nicht virulenter als MSSA. Bei adäquater Therapie bleibt auch die Letalität vergleichbar. Je nach lokaler Endemiesituation bzw. Risikofaktoren sollte daher MRSA bei Leitlinien zur empirischen Therapie der Sepsis berücksichtigt werden.

#### **■ Alten- und Pflegeheime**

- **Das Auftreten von mehrfachresistenten Erregern in Alten- und Pflegeheimen erfordert eine bewohner- und einrichtungsspezifische Risikobewertung. Nach dem Stand der Wissenschaft besteht für MRSA-besiedelte Personen jedoch keine Kontraindikation zur Aufnahme in Alten- und Pflegeheime.**

Eine Weiterverbreitung (Besiedlung anderer Heimbewohner) von MRSA ist bei MRSA-positiven

Bewohnern mit produktivem Husten, Tracheostoma oder offenen Hautläsionen und entsprechendem **Streupotenzial** eher zu erwarten als bei Bewohnern ohne Risikofaktoren, wobei das Risiko für Infektionen im Alten- und Pflegeheim deutlich geringer ist als in einer Akutklinik und sich eher dem der Normalbevölkerung nähert.

In der Regel können Heimbewohner mit MRSA-Besiedlung am Gemeinschaftsleben und an Therapiemaßnahmen teilnehmen, wenn angemessene Präventionsmaßnahmen zum Schutz empfänglicher Mitbewohner im Sinne der **Standardhygiene** eingehalten werden.

Wichtigste Maßnahmen im Rahmen der Standardhygiene im Alten- und Pflegeheim sind die Händedesinfektion des Personals, die Händehygiene der Bewohner und das richtige Niesen und Schneuzen (in die Ellenbeuge statt in die Hohlhand).

Dringend erforderlich ist die vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Heimleitung, betreuenden Hausärzten und verlegender Einrichtung. Das gilt besonders für die gegenseitige Vorabinformation über den Besiedlungsstatus von zu verlegenden MRSA-positiven Bewohnern/Patienten zwischen Klinik, Pflegeeinrichtungen und ambulanten Diensten.

#### Tip

Für den reibungslosen Informationsaustausch stehen inzwischen in den meisten Regionen Überleitbögen und Vereinbarungen der lokalen MRE-Netzwerke zur Verfügung.

Patienten mit noch bestehender asymptomatischer MRSA-Besiedlung in Nase, Rachen, Wunde oder auf der Haut (z. B. perianal) können aus dem Krankenhaus nach Hause entlassen werden. Das Übertragungsrisiko für Angehörige eines solchen MRSA-Trägers ist in der Regel nicht sehr hoch. Durch Küsse oder enge Körperkontakte kann es zu einer passageren Besiedlung von Familienmitgliedern kommen, die jedoch in der Regel keine Bedrohung darstellt. Durch eine Infektion gefährdet sind Personen mit offenen Wunden oder Hautläsionen sowie mit bekannter Disposition für eine Infektion mit *S. aureus* (z. B. Diabetiker, dialysepflichtige Patienten). In diesen Fällen ist eine Distanzierung

von MRSA-Trägern (direkten Körperkontakt und Kontakt mit persönlichen Pflegeutensilien vermeiden bzw. Händedesinfektion nach Handkontakt) bis zur erfolgreichen Sanierung sinnvoll.

Problematisch sind MRSA-besiedelte diabetische Ulcera. Eine Sanierung ist hier meist nicht möglich bevor die Wunde abgeheilt ist. In diesen Fällen sind eine kontinuierliche fachkundige Wundbehandlung und sorgfältiges Abdecken der Wunde auch im häuslichen Bereich wichtig.

#### ■ Schwangerschaft

Für Schwangere und das ungeborene Kind besteht zunächst keine Gefahr, da die Staphylokokken nicht die Plazentaschranke passieren. Es empfiehlt sich aber, bei bekanntem MRSA-Trägerstatus der Schwangeren Abstriche aus dem Genitalbereich zu entnehmen. Bei etwaigem Nachweis von MRSA ist eine Sanierung der Scheide und des Nasen-Rachen-Raums noch vor der Entbindung ratsam, da es zu Wundinfektionen oder Besiedlung des Neugeborenen kommen könnte. Die Schwangere sollte sich im Zeitraum des Trägerstatus sorgfältig die Hände desinfizieren.

MRSA-Besiedlungen der Brust bzw. der Brustdrüsengänge der Mutter eines Neugeborenen sind ebenso wie die Übertragung von MRSA auf das Neugeborene in der Literatur beschrieben. Die Entscheidung, ob ein Säugling bei MRSA-Besiedlung der Brust der Mutter gestillt werden kann, sollte daher nach einer Risikoeinschätzung und unter Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten für das Kind durch den behandelnden Kinderarzt erfolgen.

#### Dekolonisierungsregime

Ein Dekolonisierungsregime für MRSA-besiedelte Patienten besteht aus (Dauer 5 Tage):

- Mupirocin-Nasensalbe (alternativ ggf. Octenidin-Nasensalbe)
- Antiseptische Rachenspülung (Octenidin, Chlorhexidin, Polyhexanid)
- Antiseptische Ganzkörperwaschung (Octenidin, Chlorhexidin, Polyhexanid)

Begleitmaßnahmen während der Dekolonisationsbehandlung:

- Täglich frische Kleidung, Bettwäsche und Handtücher
- Gebrauchte Wäsche bei mindestens 60 °C waschen
- Zahnbürste, Kosmetika und Hautpflegeprodukte entsorgen und während der Dekolonisation Einmalprodukte verwenden
- Kämmе, Haarbürsten, Nagelscheren und -pfeilen etc. nach Gebrauch desinfizieren (im häuslichen Bereich am besten bei mehr als 60 °C in der Spülmaschine) bzw. Einmalprodukte verwenden

Kontrolle der Dekolonisationsmaßnahmen:

- 3 Kontrollabstriche jeweils im Abstand von mindestens 24 h, beginnend frühestens 3 Tage nach Ende der Dekolonisationsmaßnahmen und/oder einer MRSA-wirksamen systemischen Antibiotikatherapie

Bei Versagen der Dekolonisationsbehandlung:

- Compliance bei der Durchführung der Behandlung überprüfen, bei offensichtlichen Anwendungsfehlern wiederholen
- Anamnestiche Fokussuche nach erfolgslimitierenden Faktoren (z. B. chronische Sinusitis, chronische Wunden)
- Rektalabstrich durchführen und bei fortbestehender Darmbesiedlung Behandlung wie oben wiederholen plus 500 mg Vancomycin oral alle 6 h (für 1–2 Wochen)
- Untersuchung von engen Kontaktpersonen und Haustieren auf MRSA und bei positivem Nachweis ebenfalls wie oben behandeln
- Nach zweitem erfolglosem Versuch: Umgebungsuntersuchungen häufiger Kontaktflächen und Flächendesinfektionsmaßnahmen; dann Wiederholung der Behandlung wie oben
- Nach drittem erfolglosem Versuch und Durchführung aller beschriebenen Maßnahmen und dringender Indikation zur Dekolonisierung ausnahmsweise erneuter Versuch, diesmal mit begleitender systemischer Antibiotikatherapie (nach Antibiogramm des Erregers) für 7–14 Tage

## 16.3.1 Praktische Hygienemaßnahmen

### Hygiene beim Patienten

- **Anleitung des Patienten**
  - Information des Patienten über den Erreger und seine Übertragung
  - Verzicht auf Händeschütteln
  - Einweisung in die Händedesinfektion
  - Einweisung in ggf. erforderliche besondere Hygienemaßnahmen bzw. das Tragen spezieller Schutzausrüstung (z. B. Mund-Nasen-Schutz beim Verlassen des Zimmers bei nasaler Besiedlung und häufigem Husten oder Niesen)
- **Unterbringung des Patienten**
  - Eine Unterbringung im Einzelzimmer erleichtert die Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen und wird allgemein empfohlen.
  - Zwingend erforderlich ist eine Einzelzimmerunterbringung mit Kontaktschutzmaßnahmen bei Patienten mit hohem Streupotenzial, z. B. bei ausgedehnter Hautbesiedlung bei generalisierter Psoriasis, großflächiger Wundinfektion oder starker Wundsekretion und bei Nachweis von CA-MRSA oder bei Patienten mit fehlender Hygienecompliance.
  - Eine Kohortenisolierung bei gleichem Resistenzmuster ist möglich.
  - Auch bei Unterbringung im Einzelzimmer kann der Patient das Zimmer nach Rücksprache mit dem Stationspersonal/ Hygieneteam verlassen. Medizinisch indizierte Transporte können durchgeführt werden.
  - Bei Einzelzimmerunterbringung muss der Patient medizinisch adäquat versorgt werden, der zusätzlichen psychosozialen Isolierung muss entgegen gewirkt werden.
  - Bei Besiedlung ohne Streupotenzial ist z. B. in Rehabilitationskliniken für Anschlussheilbehandlungen (Risikoprofil der Einrichtung berücksichtigen) die Teilnahme an gemeinschaftlichen Behandlungen (z. B. Physiotherapie) und die Essenseinnahme im Speisesaal ohne Probleme möglich. Zuvor sollten Maßnahmen wie die Einweisung des Patienten in die Händedesinfektion, Abdecken besiedelter Wunden oder ggf. das Anlegen

eines Mund-Nasen-Schutzes bei Hustenreiz oder Niesen erfolgen.

#### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich

#### ■ Besucher

- Menschen mit normalem Immunstatus können den Patienten besuchen, bei abwehr-geschwächten Besuchern im Zweifelsfall Rücksprache mit dem Hygieneteam halten.
- Auf das Händeschütteln zur Begrüßung verzichten.
- Wichtig ist eine gründliche Händedesinfektion (Einweisung durch Stationspersonal) vor Verlassen des Patientenzimmers.
- Bei engem, über den Handkontakt hinausgehendem, körperlichem Kontakt (z. B. beim Einbeziehen der Angehörigen in die Pflege oder Physiotherapie des Patienten) wird Schutzkleidung analog dem Pflegepersonal getragen.

#### ■ Operative Eingriffe

- Bei elektiven Eingriffen vorherige Dekolonisation (s. oben) anstreben
- Wenn keine Dekolonisation möglich ist: Suppression mit Mupirocin-Nasensalbe (ggf. alternativ Octenidin-Nasensalbe) und Ganzkörperwaschung (z. B. Octenidin, Chlorhexidin oder Polyhexanid) am Vorabend der OP bzw. präoperativ und für 48–72 h postoperativ
- Bei Indikation zur perioperativen Antibiotikaprophylaxe Einsatz eines geeigneten MRSA-wirksamen Präparats, z. B. Vancomycin, Linezolid oder Daptomycin („single shot“)
- Narkosebeatmungsschläuche nach Gebrauch wechseln
- Bei Verlegung in den Aufwachraum: Einzelzimmer wenn möglich, ansonsten Barrierepflege am Bettplatz (zur Erleichterung der Durchführung einen Bettplatz als „Puffer“ freilassen)

#### ■ Transport und Verlegung

- Information an die Zieleinrichtung und an das Transportpersonal
- Nach diagnostischen/therapeutischen Maßnahmen, wie z. B. Röntgen, EKG,

Punktionen, Endoskopie, Sonographie usw., Wischdesinfektion der Oberflächen (Untersuchungsliegen, Geräteoberflächen), die in Kontakt mit dem Patienten kamen (Standardhygiene)

- Weitergehende Desinfektionsmaßnahmen (z. B. Wischdesinfektion patientenferner Flächen) nur nach sichtbarer Kontamination
- Raum kann wieder benutzt werden, wenn die Reinigungsarbeiten abgeschlossen und die Flächen abgetrocknet sind (keine speziellen Einwirkzeiten von Desinfektionsmitteln)
- Bei Wundinfektion bei Bedarf zuvor Verbandswechsel (d. h. Verband muss immer trocken und sauber sein)
- Vor Verlassen des Zimmers Händedesinfektion des Patienten
- Bei Transport im Bett ist ein Bettwäsche-wechsel erforderlich, sofern die Wäsche sichtbar verschmutzt ist
- Erfolgt in der Zieleinrichtung ein Umlagern, sollte ein Schutzkittel angezogen bzw. ein frischer Schutzkittel mitgenommen und danach dort entsorgt werden
- Händedesinfektion nach Umlagern am Transportziel bzw. im Patientenzimmer
- Abschließende Wischdesinfektion von Transportliege oder Rollstuhl

#### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Patientenbezogener Gebrauch von medizinischen Geräten (z. B. Stethoskop, Blutdruckmanschetten etc.) wenn möglich, Wischdesinfektion nach Gebrauch
- Thermische Aufbereitung wiederaufbereiter Instrumente
- Möglichst wenig Verbrauchsmaterial im Zimmer lagern (Tagesbedarf)

#### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden

#### ■ Wäsche

- Kein Aufschütteln von Bettwäsche
- Der Wäscheabwurf erfolgt im Zimmer (patientennah)

- Die üblichen desinfizierenden Waschverfahren sind ausreichend (keine Klassifikation als infektiöse Wäsche)
- Zusätzlichen Plastiksack verwenden, wenn der Stoffsack durchfeuchten könnte
- **Abfall**
  - Normaler Abfall (AS 18 01 04)
  - Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren
- **Flächendesinfektion**
  - Flächen bei sichtbarer Kontamination immer sofort gezielt desinfizieren
  - Übliche Flächendesinfektionsverfahren mit den üblichen Mitteln und Konzentrationen gemäß Reinigungs- und Desinfektionsplan
  - Reinigungspersonal informieren
  - Laufende Desinfektion: Wischdesinfektion der patientennahen Flächen auf Allgemeinstation einmal täglich, auf Intensivstation und in Risikobereichen einmal pro Schicht, Fußboden einmal täglich desinfizierend reinigen.
- **Besonderheiten bei/nach Verlegung**
  - Information der Zieleinrichtung bzw. des nachbehandelnden Arztes
  - Bei Verlegung durch den Rettungsdienst Verwendung eines Überleitungsbogens (z. B. des lokalen MRE-Netzwerks)
  - Information des Patienten und ggf. seiner Angehörigen (zusätzlich Mitgeben eines Merkblattes hilfreich)
  - Schlussdesinfektion aller erreichbaren Flächen im Patientenzimmer
  - Verbrauchsmaterialien im Zimmer entweder vor Weiterverwendung desinfizieren oder entsorgen
  - Vorhänge o. ä. waschen.
- Insbesondere nach jeder Manipulation an der/den kolonisierten bzw. infizierten Körperstelle(n) vor weiteren Tätigkeiten am Patienten, um nach Möglichkeit eine Ausdehnung der Besiedlung auf andere Körperstellen zu verhindern, z. B. bei Verbandswechsel, endotrachealem Absaugen, Mundpflege, Manipulationen am Blasenkatheter etc.
- Einmalhandschuhe nach den Regeln der Standardhygiene verwenden. Handschuhe ausziehen, wenn Tätigkeit beendet, danach Händedesinfektion. Bei wechselnden unreinen und reinen Tätigkeiten, z. B. im Rahmen der Intensivpflege, kann auch eine bis zu fünfmalige Handschuhdesinfektion bei einer Tragedauer von maximal 20 min erwogen werden. Die Einmalschutzhandschuhe müssen dafür chemikalien- und desinfektionsmittelbeständig sowie optisch sauber und unbeschädigt sein. Entsprechend ist diese Maßnahme zuvor mit dem Arbeitsschutz abzustimmen. Nicht mit den Handschuhen an den Händen andere Tätigkeiten im Patientenzimmer (z. B. Eintragungen in die Kurve, Aufräumarbeiten) durchführen, um eine Ausbreitung des Erregers in der Patientenumgebung soweit wie möglich zu verhindern.
- Vor Verlassen des Patientenzimmers sollte unabhängig davon, ob Patientenkontakt stattgefunden hat oder nicht, eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden, da evtl. unbemerkt eine Kontamination der Hände durch Kontakt mit kontaminierten Flächen erfolgt ist.
- **Schürzen und Schutzkittel**
  - Für übliche pflegerische Tätigkeiten, bei denen die Gefahr der Durchfeuchtung der Arbeitskleidung besteht, flüssigkeitsdichte Schürzen und langärmelige Schutzkittel verwenden
  - Wenn mit Kontamination der Arbeitskleidung mit infektiösem Material zu rechnen ist, Schutzkittel verwenden
  - Das Tragen von Schutzkiteln beim Betreten des Zimmers ohne geplanten Patientenkontakt (z. B. Abstellen eines Tablett, Blick in die Kurve und Patientengespräch) ist nicht erforderlich, es sei denn,

## Hygiene beim Personal

- **Händedesinfektion**
  - Immer äußerst sorgfältig nach den Regeln der Standardhygiene durchführen (mindestens 30 s)
  - Insbesondere vor aseptischen Tätigkeiten und nach möglicher Kontamination

es besteht ein spezifisches Streupotenzial (z. B. unkontrolliertes Husten bei tracheotomiertem Patienten mit Erregernachweis im Trachealsekret).

- **Atemschutz (FFP 1)**
  - Wenn Gefahr des Verspritzens von infektiösem Material besteht (z. B. bei endotrachealem Absaugen, bei stark hustenden Patienten mit Besiedlung im Trachealsekret etc.).
- **Aufhebung der speziellen Hygienemaßnahmen**
  - Bei Wegfall der Indikation (z. B. Streupotenzial) der speziellen Hygienemaßnahmen oder 3 an aufeinanderfolgenden Tagen entnommenen, negativen Abstrichen des Nasen-Rachen-Raums und anderer zuvor positiv getesteter Körperstellen. Die Abstrichserie sollte frühestens 72 h nach Ende einer MRSA-wirksamen Antibiotikatherapie bzw. Abschluss der Dekolonisationsbehandlung begonnen werden.

### 16.3.2 Indikationen für ein Personalscreening

Ein routinemäßiges, ungezieltes MRSA-Screening der Mitarbeiter, z. B. nach Kontakt zu MRSA-besiedelten Patienten, sollte nicht erfolgen, sondern nur gezielt bei Vorliegen einer Indikation für ein Screening. Im Einzelfall kann ein ungezieltes Screening auf Wunsch des Betroffenen psychologisch sinnvoll sein und sollte dann auch vom Betriebsarzt durchgeführt werden.

Gezielte MRSA-Untersuchungen sollten veranlasst werden bei:

- Verdacht auf einen epidemiologischen Zusammenhang zwischen betreuendem Mitarbeiter und Auftreten von MRSA-Kolonisierungen bzw. -Infektionen bei Patienten (Ausbruch)
- Auftreten einer nosokomialen CA-MRSA-Übertragung bzw. -Infektion.

Dabei sollte die Suche nach Personal mit klinischen Hinweisen für eine aktive Staphylokokkeninfektion im Vordergrund stehen, da in der Regel Erkrankte

(nicht selten kleinere chronische Wunden an den Händen) und nicht die kolonisierten Träger für Übertragungen verantwortlich sind. Etwa 10 % der *S.-aureus*-Träger streuen *S. aureus* in die Luft; die dabei nachzuweisenden Konzentrationen sind jedoch sehr gering (meist 0,01–0,1 KbE/m<sup>3</sup>; selten bis zu 2,6 KbE/m<sup>3</sup>), solange beim Träger keine Atemwegsinfektion vorliegt. Bei nasopharyngealer Besiedlung und gleichzeitiger Infektion der oberen Atemwege wurden allerdings auch Fälle einer massiven Streuung („super spreader“) beschrieben.

Wurden entsprechende Mitarbeiter identifiziert, sollten zunächst diese auf eine Kolonisation/Infektion mit MRSA untersucht werden. Andernfalls kann ein erweitertes Screening von Kontaktpersonen, die für eine Übertragung infrage kommen, durchgeführt werden.

Bei größeren Ausbruchssituationen wird in der Regel aus Zeitgründen und logistischen Gründen ein allgemeines Personalscreening im betroffenen Bereich durchgeführt oder durch das Gesundheitsamt angeordnet.

Wegen des komplexen Ineinandergreifens von Belangen des Patientenschutzes, Personalschutzes und der Persönlichkeitsrechte des Mitarbeiters müssen die **Vorgehensweisen beim Personalscreening** und die Maßnahmen bei einem entsprechenden Erregernachweis im Vorfeld unter Einbeziehung der Mitarbeitervertretung im Hygieneplan oder einer entsprechenden Verfahrensanweisung festgelegt werden. Hierbei geht es nicht nur um MRSA sondern auch um ein ggf. erforderliches Personalscreening bei Ausbrüchen mit anderen Erregern.

Über die unmittelbare Durchführung eines Personalscreenings und den Umgang mit im Screening positiven Mitarbeitern (aber auch bei Bekanntwerden von Zufallsbefunden) sollte ein entsprechend bestimmtes Gremium entscheiden, dem folgende Personen angehören sollten:

- Betriebsarzt
- Ärztliche Leitung der Abteilung/Ärztliche Direktion
- Pflegedienstleitung
- Kaufmännische Leitung/Geschäftsführung
- Klinikhygiene
- Gegebenenfalls behandelnder Arzt/behandelnde Ärztin
- Mitarbeitervertretung.

Mit dem Mitarbeiter selbst muss vor Durchführung des Screening ein individuelles, dokumentiertes **Beratungsgespräch** geführt werden, das ihn in die Lage versetzt, erforderliche Maßnahmen und Konsequenzen einzuschätzen.

#### ■ Konsequenzen bei MRSA-Nachweis

Hat ein Mitarbeiter Zeichen einer aktiven Staphylokokkeninfektion an Händen und/oder Unterarmen (z. B. Furunkel, Abszess oder Panaritien) oder einer eitrigen Rhinitis/Sinusitis, sollte bis zur Ausbehandlung direkter Patientenkontakt, also Pfllegetätigkeit oder direkte ärztliche Tätigkeit, vermieden werden. Das gilt übrigens generell für Staphylokokkeninfektionen und nicht nur für MRSA. Ausnahmen können kleinere Läsionen sein, die gut mit Verbänden abzudecken sind.

In jedem Fall sollte mit dem jeweiligen Mitarbeiter ein persönliches, vertrauensvolles Beratungsgespräch geführt werden, bei dem mögliche Übertragungsrisiken bei seinen spezifischen Tätigkeiten analysiert und entsprechende Verhaltensmaßregeln gegeben werden. Von diesem Gespräch muss die eventuelle Tätigkeitseinschränkung beim Umgang mit Patienten und zur Dekolonisierungsbehandlung abhängig gemacht werden.

Sollte im Rahmen der Risikoabwägung eine Tätigkeit nicht möglich sein, müssen Art und Umfang der Freistellung sowie die Kostenübernahme (Lohnausfall, Dekolonisierungsbehandlung) durch den Arbeitgeber im Vorfeld festgelegt werden, da bei reiner Kolonisation keine Krankheit im Sinne des SGB V und auch kein Unfallereignis im Sinne der gesetzlichen Unfallversicherung vorliegen.

- **Maßnahmen und Kostenübernahme im Falle eines Tätigkeitsverbots müssen im Vorfeld festgelegt werden. Eine Stigmatisierung des betroffenen Personals muss verhindert werden.**

## 16.4 VRE

Enterokokken sind grampositiv, katalasenegativ und werden aufgrund des Fehlens von Porphyrinen und Cytochromen als aerotoleranter anaerober

Keim eingestuft. Die kugelförmigen (kokkoiden) Bakterien sind in Paaren oder kurzen Ketten angeordnet.

Das **Hauptreservoir** von Enterokokken ist der Gastrointestinaltrakt von Mensch und Tier: Aufgrund ihrer Umweltpersistenz können sie jedoch noch Tage bis Wochen auch auf unbelebten Flächen oder Gegenständen in der Umgebung von Patienten nachweisbar sein.

Die wichtigsten Enterokokken sind:

- *Enterococcus faecalis* (äußerst häufig)
- *E. faecium*
- *E. durans* und *E. hirae* (eng verwandt mit *E. faecium*)
- *E. gallinarum* und *E. cassiflavus* (selten)

*Enterococcus faecium* weist bereits intrinsisch eine Reihe von Resistenzen auf und akquiriert häufiger eine Vancomycinresistenz als *E. faecalis*. Gegen Cephalosporine und einige Penicilline besteht eine natürliche Resistenz, man spricht diesbezüglich von der „Enterokokkenlücke“ dieser Antibiotika.

Zu den Enterokokken selektierenden Antibiotika zählen vor allem oral applizierbare Cephalosporine und Fluorchinolone. Gerade durch die orale Applikationsmöglichkeit gelangen diese Antibiotika in den Intestinaltrakt, das natürliche Habitat der Enterokokken, und können dort zu ihrer Selektion beitragen. Werden dann noch Glykopeptide therapeutisch eingesetzt, besteht die zusätzliche Gefahr der Selektion von vancomycinresistenten Enterokokken (VRE).

#### ■ Resistenztypen

Innerhalb der klinisch bedeutsamen **transferablen Glykopeptidresistenztypen** unterscheidet man zwischen VanA- und VanB-Typ. Als weitere erworbene Glykopeptidresistenztypen sind VanD, VanE, VanG, VanL, VanM und VanN zu nennen, die jedoch bisher keine klinische Bedeutung erlangt haben.

Daneben existieren bei Enterokokken noch die speziesspezifischen intrinsischen Vancomycin-low-Level-Resistenztypen VanC1 (*E. gallinarum*) und VanC2/3 (*E. cassiflavus*), die chromosomal weitergegeben werden und nicht übertragbar sind. Daher bedürfen diese VanC-Stämme auch keiner Isolierungsmaßnahmen – sind aber klinisch ohnehin von nachrangiger Bedeutung.

- **VRE vom Typ VanC1 und VanC2/3 sind aufgrund der chromosomalen Resistenzweitergabe nicht isolierungspflichtig.**

Der VanA-Resistenztyp zeichnet sich durch Kreuzresistenz zwischen Vancomycin und Teicoplanin aus, während beim VanB-Resistenztyp Vancomycinresistenz, aber Teicoplaninempfindlichkeit vorliegt.

- **Moderne PCR-Tests auf VRE sollten VanA- und VanB-Resistenztypen erfassen.**

Hinsichtlich Vancomycinresistenz bei Enterokokken gehört Deutschland zu den wenigen Ländern in Europa mit vergleichsweise hohen VRE-Raten und einem ansteigenden VRE-Trend. Die europäische EARS-Net-Studie (EARS-Net – European Antimicrobial Resistance Surveillance Network) erfasst die Vancomycinresistenz bei *E.-faecium*-Blutkulturisolaten und dokumentiert für Deutschland Häufigkeiten über 10 % [2012: 16,2 %; 2013: 14,5 %] (RKI 2015). Das Verhältnis von *E. faecalis* zu *E. faecium* wird mit 90:10 angegeben, wobei deutliche lokale Unterschiede zu verzeichnen sind (Werner 2012). Eine besonders hohe VRE-Inzidenz findet sich in Griechenland, Portugal, Israel, Großbritannien und Irland und in vielen Bundesstaaten der USA.

Entsprechend häufig findet man eine endogene Selektion und Besiedlung mit VRE und aufgrund der hohen Umweltpenetranz auch immer wieder (größere) Kolonisationsausbrüche durch Übertragung (meist bei Lücken in der Händehygiene oder durch kontaminierte Materialien wie rektale Fieberthermometer o. ä.). Besiedlungen werden am häufigsten im Darm (Rektalabstrich) und im Urin festgestellt. Bei Patienten mit Inkontinenz, Diarrhö, Ileostoma, Kolostoma oder mit Enterokokken besiedelten oder infizierten, drainierenden Wunden ist die Umgebungskontamination hoch.

#### ■ VRE-Infektion

Infektionen mit Enterokokken sind hingegen eher selten und dann häufig mit einer abdominalen Pathologie vergesellschaftet oder treten als Blutstrominfektionen in Erscheinung. Enterokokkenpneumonien im eigentlichen Sinne gibt es kaum, Enterokokkennachweise im Trachealsekret sind in der Regel als begleitende Aspirationsflora zu werten.

- **VRE treten häufig als Besiedler (nicht selten auch in Form von Ausbrüchen) in Erscheinung, sind aber eher selten klinisch manifeste Infektionserreger. Die Manifestationsrate („colonization pressure“), d. h. das Verhältnis von kolonisierten zu infizierten Patienten, wird mit 10–20:1 geschätzt.**

Etwa 95 % der VRE-Infektionen werden durch vancomycinresistente *E. faecium* und 5 % durch vancomycinresistente *E. faecalis* verursacht. Risikofaktoren sind:

- Aufenthalt auf Intensivstationen
- Medizinische Devices (v. a. ZVK, Harnwegskatheter)
- Hochgradige Immunsuppression
- Gabe von Breitspektrumantibiotika
- Kontakt zu VRE-besiedelten/infizierten Patienten.

#### ■ Dekolonisierung/Screening

Es ist kaum möglich, eine Dekolonisierung durch bestimmte Maßnahmen zu erreichen. Lang anhaltende Besiedlungen sind häufig, nicht selten auch nach erfolgreicher Therapie einer manifesten Infektion (Sohn 2012). Daher bleiben die speziellen Hygienemaßnahmen meist über die gesamte Zeit des Krankenhausaufenthalts bestehen. Der Einsatz von Probiotika ist von fraglichem Nutzen.

Bei Mitpatienten im Zimmer eines isolierungspflichtigen Patienten sollte ein Screening durch Abnahme eines Rektalabstrichs bzw. von Stuhl zur Untersuchung auf VRE erfolgen. Ein generelles Aufnahmescreening auf Intensivstationen kann in Gegenden mit hoher Inzidenz sinnvoll sein.

### 16.4.1 Praktische Hygienemaßnahmen

#### Hygiene beim Patienten

##### ■ Anleitung des Patienten

- Information des Patienten über den Erreger und seine Übertragung
- Verzicht auf Händeschütteln
- Einweisung in die Händedesinfektion
- Einweisung in die Toilettenhygiene, Toilettendeckel beim Spülen geschlossen halten.

### ■ Unterbringung des Patienten

- Eine Unterbringung im Einzelzimmer erleichtert die Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen.
- Zwingend erforderlich ist eine Einzelzimmerunterbringung mit Kontaktschutzmaßnahmen bei Patienten mit hohem Streupotenzial, z. B. bei starkem Durchfall, Inkontinenz oder bei Patienten mit fehlender Hygienecompliance.
- Eine Kohortenisolierung ist möglich.
- Auch bei Unterbringung im Einzelzimmer kann der Patient das Zimmer nach Rücksprache mit dem Stationspersonal/ Hygieneteam verlassen. Medizinisch indizierte Transporte können durchgeführt werden.
- Bei Einzelzimmerunterbringung muss der Patient medizinisch adäquat versorgt werden. Der zusätzlichen psychosozialen Isolierung muss entgegen gewirkt werden.
- Bei Besiedlung ohne Streupotenzial ist z. B. in Rehabilitationskliniken für Anschlussheilbehandlungen (Risikoprofil der Einrichtung berücksichtigen) die Teilnahme an gemeinschaftlichen Behandlungen (z. B. Physiotherapie) und die Essenseinnahme im Speisesaal ohne Probleme möglich. Zuvor sollte der Patient in die Händedesinfektion eingewiesen werden.

### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

### ■ Besucher

- Personen mit normalem Immunstatus können den Patienten besuchen, bei abwehrgeschwächten Besuchern im Zweifelsfall Rücksprache mit dem Hygieneteam halten.
- Auf das Händeschütteln zur Begrüßung verzichten.
- Wichtig ist eine gründliche Händedesinfektion (Einweisung durch Stationspersonal) vor Verlassen des Patientenzimmers.
- Bei engem, über den Handkontakt hinausgehendem, körperlichem Kontakt (z. B. beim Einbeziehen der Angehörigen in die Pflege oder Physiotherapie des Patienten) wird Schutzkleidung analog dem Pflegepersonal getragen.

### ■ Transport und Verlegung

- Transport nach den Regeln für Kontaktschutzmaßnahmen.

### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Patientenbezogener Gebrauch von medizinischen Geräten (z. B. Stethoskop, Blutdruckmanschetten etc.) wenn möglich, Wischdesinfektion nach Gebrauch
- Thermische Aufbereitung wiederaufbereiteter Instrumente
- Möglichst keine Rektalthermometer verwenden
- Möglichst wenig Verbrauchsmaterial im Zimmer lagern (Tagesbedarf).

### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden.

### ■ Wäsche

- Der Wäscheabwurf erfolgt im Zimmer (patientennah).
- Die üblichen desinfizierenden Waschverfahren sind ausreichend (keine Klassifikation als „infektiöse“ Wäsche).
- Zusätzlichen Plastiksack verwenden, wenn der Stoffsack durchfeuchten könnte.

### ■ Abfall

- Normaler Abfall (AS 18 01 04)
- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren.

### ■ Flächendesinfektion

- Flächen bei sichtbarer Kontamination immer sofort gezielt desinfizieren.
- Übliche Flächendesinfektionsverfahren mit den üblichen Mitteln und Konzentrationen gemäß Reinigungs- und Desinfektionsplan
- Reinigungspersonal informieren
- Laufende Desinfektion: Wischdesinfektion der patientennahen Flächen auf Allgemeinstation einmal täglich, auf Intensivstation und in Risikobereichen einmal pro Schicht, Fußboden einmal täglich desinfizierend reinigen.

### ■ Besonderheiten bei/nach Verlegung

- Information der Zieleinrichtung bzw. des nachbehandelnden Arztes
- Bei Verlegung durch den Rettungsdienst Verwendung eines Überleitungsbogens (z. B. des lokalen MRE-Netzwerks)
- Information des Patienten und ggf. seiner Angehörigen (zusätzlich Mitgeben eines Merkblattes hilfreich)
- Schlussdesinfektion aller erreichbaren Flächen im Patientenzimmer.
- Verbrauchsmaterialien im Zimmer entweder vor Weiterverwendung desinfizieren oder entsorgen
- Vorhänge o. ä. waschen
- Toilettenbürste und Toilettenpapierreste entsorgen.

### Hygiene beim Personal

- Strikte Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen
- Einmalhandschuhe nach den Regeln der Standardhygiene verwenden. Handschuhe ausziehen, wenn Tätigkeit beendet, danach Händedesinfektion. Bei wechselnden unreinen und reinen Tätigkeiten, z. B. im Rahmen der Intensivpflege, kann auch eine bis zu fünfmalige Handschuhdesinfektion bei einer Tragedauer von maximal 20 min erwogen werden. Die Einmalschutzhandschuhe müssen dafür chemikalien- und desinfektionsmittelbeständig sowie optisch sauber und unbeschädigt sein. Entsprechend ist diese Maßnahme zuvor mit dem Arbeitsschutz abzustimmen. Nicht mit den Handschuhen an den Händen andere Tätigkeiten im Patientenzimmer (z. B. Eintragungen in die Kurve, Aufräumarbeiten) durchführen, um eine Ausbreitung des Erregers in der Patientenumgebung soweit wie möglich zu verhindern.
- Vor Verlassen des Patientenzimmers sollte unabhängig davon, ob Patientenkontakt stattgefunden hat oder nicht, eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden, da evtl. unbemerkt eine Kontamination der Hände durch Kontakt mit kontaminierten Flächen erfolgt ist.

- Für übliche pflegerische Tätigkeiten, bei denen die Gefahr der Durchfeuchtung der Arbeitskleidung besteht, flüssigkeitsdichte Schürzen und langärmeligen Schutzkittel verwenden
- Wenn mit Kontamination der Arbeitskleidung mit infektiösem Material zu rechnen ist, Schutzkittel verwenden
- Tragen von Schutzkiteln beim Betreten des Zimmers ohne geplanten Patientenkontakt (z. B. Abstellen eines Tablett, Blick in die Kurve und Patientengespräch) in der Regel nicht erforderlich
- Wenn Gefahr des Verspritzens von infektiösem Material besteht Atemschutz (FFP 1) und Schutzbrille tragen.

### 16.5 MRE-Screening in der Praxis

Für bestimmte Erreger (z. B. MRSA oder MRGN) und Risikobereiche (neonatologische Intensivstation) gibt es Screeningempfehlungen der KRINKO. Für die Praxis empfiehlt sich die Übertragung dieser Empfehlungen in ein einfaches Flussschema, das dem Pflegepersonal ein Screening ohne separate ärztliche Anordnung entsprechend dem Risikoprofil des Patienten ermöglicht und gleichzeitig die Dokumentation der Risikoanalyse beinhaltet (■ Tab. 16.7).

Für Intensivstationen und hämatologisch-onkologische Abteilungen kann je nach Ausrichtung und endemischer Situation ein generelles Eingangsscreening auf MRE (MRSA, VRE, MRGN) und eine fortlaufende Surveillance (z. B. 1- bis 2-mal pro Woche) von Langliegern durch Nasen-Rachen- und Analabstriche sinnvoll sein (► Kap. 24). Zum Umgang mit mikrobiologischen Proben siehe ► Kap. 8.

### 16.6 Clostridium difficile

*Clostridium-difficile*-Infektionen (CDI) zählen inzwischen mit 6,6 % zu den häufigsten im Krankenhaus erworbenen Infektionen. Die Symptomatik reicht von clostridienassoziierte Diarrhö (CDAD) über pseudomembranöse Kolitis bis hin zu toxischem Megakolon, Darmperforationen und septischen Verläufen. Die Letalität wird auf 1–2 % geschätzt, kann in Verbindung mit hypervirulenten Stämmen und bei

**Tab. 16.7** Checkliste: Risikofaktoren für ein Screening auf multiresistente Erreger (MRE): MRSA, VRE und multiresistente gramnegative Erreger (MRGN) bei zu erwartendem Krankenhausaufenthalt >24 h. (Mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Beratungszentrums Hygiene)

Check <sup>a</sup>	Risikofaktor	MRSA	VRE	MRGN
<input type="checkbox"/>	Patienten mit bekannter MRE-Anamnese	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/> *
<input type="checkbox"/>	Auslandsanamnese (Patienten mit Kontakt zum Gesundheitswesen im Ausland innerhalb der letzten 12 Monate)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Verlegung aus Altenpflege	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
<input type="checkbox"/>	Patienten, die während eines stationären Aufenthalts Kontakt zu Trägern hatten (z. B. Unterbringung im selben Zimmer)	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/> *
<input type="checkbox"/>	Patienten mit einem stationären Krankenhausaufenthalt (>3 Tage) in den zurückliegenden 12 Monaten	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
<input type="checkbox"/>	Patienten, die (beruflich) direkten Kontakt zu Tieren in der Landwirtschaftlichen Tiermast (Schweine, Rinder, Geflügel) haben	<input checked="" type="checkbox"/>	–	<input checked="" type="checkbox"/> (vor Risikoeingriffen, z. B. Darm-OP)
<input type="checkbox"/>	Chronische Pflegebedürftigkeit (z. B. Immobilität, Störungen bei der Nahrungsaufnahme/Schluckstörungen, Inkontinenz, Pflegestufe) und einer der nachfolgenden Risikofaktoren: – Antibiotikatherapie in den zurückliegenden 6 Monaten – liegende Katheter (z. B. Harnblasenkatheter, PEG-Sonde, Trachealkanüle)	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
<input type="checkbox"/>	Dialysepatient	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
<input type="checkbox"/>	Hautulkus, Gangrän, chronische Wunden, Brandverletzungen, tiefe Weichteilinfektion	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
<input type="checkbox"/>	Keine Angaben möglich	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–
Material für Screeninguntersuchungen		Nase/Rachen, ggf. gepoolter Hautabstrich (inkl. Perineum und Leiste), Wunden, Device-Eintrittsstellen	Rektalabstrich	Bekannte Lokalisation Rektalabstrich, ggf. Urin
Falls Screeninguntersuchungen positiv		Maßnahmen gemäß Hygieneplan		
Name:		Datum		Unterschrift

<sup>a</sup> Zutreffendes bitte ankreuzen und auf die bereits markierten Erreger screenen  
In mit \* gekennzeichneten Feldern zusätzlich ankreuzen, um welche Erreger (MRSA, VRE, MRGN) es sich handelt.

rezidivierender Erkrankung jedoch deutlich höher sein. Inzwischen werden auch vermehrt schwere, ambulant erworbene Verläufe beobachtet.

**Risikofaktoren** für die nosokomiale CDI sind (Gordon et al. 2016):

- Gemeinsame Unterbringung mit einem symptomatischen *C. difficile*-Patienten
- Störungen der Darmphysiologie und damit der mikrobiellen Darmflora, insbesondere durch Antibiotikabehandlung und die Verwendung von Protonenpumpeninhibitoren (wahrscheinlich auch H<sub>2</sub>-Blocker, da die Veränderung des Magen-pH als kausaler Faktor angesehen wird)
- Gastrointestinale Grundkrankheiten
- Magen-Darm-Eingriffe
- Immunologischer Status.

➤ **Am häufigsten sind Cephalosporine der 3. Generation, Chinolone und Clindamycin mit einer CDI assoziiert. Ein geringeres Risiko besteht bei Tetrazyklinen und Makroliden (Tartof et al. 2015).**

#### ■ Symptome

Die Symptomatik beginnt häufig abrupt mit breiigen bis wässrigen, faulig riechenden Durchfällen (mindestens 3 Stuhlgänge pro Tag für mehrere Tage), abdominalen Schmerzen bei ca. 22 % der Fälle, häufig verbunden mit Fieber (ca. 28 %).

Je nach Schwere kann es zu Dehydratation, Elektrolytverlust, einer ausgeprägten Leukozytose und einer Hypalbuminämie durch den massiven Proteinverlust kommen (differenzialdiagnostisch wichtig im Gegensatz zu anderen Durchfallerkrankungen). Bei schweren Verläufen kann Blut im Stuhl auftreten.

Allerdings sind auch septische Verläufe oder das Auftreten eines Megakolons ohne Durchfall beschrieben, und mitunter findet sich gerade bei älteren Patienten als Erstsymptom ein delirantes Krankheitsbild vor Einsetzen der typischen Durchfallsymptome.

#### ■ Sporen und Toxine

Es handelt sich bei *Clostridium difficile* um obligat anaerobe, grampositive Stäbchenbakterien und Endosporenbildner, die durch die Bildung von zytotoxischen Toxinen (Enterotoxin A und Cytotoxin B)

die Intestinalzellen schädigen. Eine spezifische Infektionsdosis ist nicht bekannt.

Das Bakterium bildet besonders während der akuten Erkrankung **umweltresistente Sporen** aus und ist dadurch gegenüber vielen Desinfektionsmitteln (auch gegenüber dem zur Händedesinfektion routinemäßig verwendeten Alkohol) in hohem Maß resistent, weshalb zusätzlich zur Händedesinfektion immer auch eine **Händewaschung** nach Kontakt mit Patienten mit CDI erfolgen muss.

Pathogene Stämme produzieren meist beide Toxine, einige Stämme aber auch nur Cytotoxin B. Ein weiteres binäres Toxin (CDT) wird zusätzlich in einigen besonders virulenten Stämmen exprimiert (Rolle in der Pathogenese der Erkrankung ungeklärt). Stämme, die keine Toxine bilden können, gelten als apathogen.

Besonders relevant sind heute international die in den letzten Jahren aufgetretenen epidemischen Stämme (**Ribotyp 027** und Toxinotyp III) mit ihren besonderen Virulenzeigenschaften: binäres Toxin CDT, erhöhte Expression der Toxine A und B. Diese zeichnen sich im Antibiotogramm meist durch eine Resistenz gegen Erythromycin und Moxifloxacin aus. Ribotyp-027-Isolate mit anderem Resistenzmuster sind ebenfalls zu finden. In Deutschland überwiegen jedoch bei nosokomialen Infektionen Isolate des Ribotyps 001 bei insgesamt großer Variabilität der in der Bevölkerung vorkommenden Stämme.

#### ■ Kontagiosität/Infektiosität

*Clostridium difficile* findet sich ubiquitär in der Umwelt (z. B. im Boden und im Oberflächenwasser) und im Darmtrakt von Tier und Mensch, vor allem bei Kleinkindern (bis zu 80 %, dort jedoch wegen fehlender Rezeptoren für die Toxine nicht pathogen) und seltener bei Erwachsenen (≤5 %). Bei letzteren ist jedoch ein rascher Anstieg der Besiedlungszahlen mit zunehmender Länge des Krankenhausaufenthalts zu beobachten, wobei der überwiegende Anteil der kolonisierten Patienten asymptomatisch bleibt. Die Rate manifester Infektion ist bei mitgebrachter Kolonisation geringer als bei im Krankenhaus erworbener Kolonisation.

Die **Übertragung** erfolgt fäkal-oral durch direkten und durch indirekten Kontakt. Symptomatische Patienten scheiden große Mengen von Bakterien/Sporen mit ihrem flüssigen Stuhl aus, asymptomatische

Patienten in weit geringerem Maße. Als Vektoren werden vor allem kontaminierte Hände des Personals oder indirekt kontaminierte Oberflächen der Umgebung des Erkrankten sowie nicht sachgerecht aufbereitete Fieberthermometer beschrieben.

- **Wird während des Spülens der Toilettendeckel nicht geschlossen, zeigt sich eine deutlich erhöhte Kontamination der Umgebung.**

#### ■ Inkubationszeit

Es sind keine gesicherten Angaben im Sinne einer klassischen Inkubationszeit möglich. Der zeitliche Abstand zu einer vorangehenden Antibiotikatherapie und dem Auftreten der Symptome beträgt meist nur wenige Tage, kann aber mehrere Wochen und in seltenen Fällen auch Monate betragen.

Unter pragmatischen Gesichtspunkten werden die besonderen Hygienemaßnahmen (Einzelzimmer und Kontaktschutzmaßnahmen) für einen Zeitraum von 48 h nach Sistieren der Durchfälle aufrechterhalten, da der Stuhl während der Durchfallphase die höchste Erregerlast aufweist. Eine anschließende dauerhafte Trägerschaft ist jedoch nicht selten, ein Übertragungsrisiko allerdings gering.

#### ■ Meldepflicht

**Schwer verlaufende Infektionen** durch *C. difficile* sind an das Gesundheitsamt zu melden (Arztmeldepflicht nach § 6 IfSG).

Gemeldet werden müssen Patienten mit pseudomembranöser Kolitis oder Patienten mit Durchfall oder toxischem Megakolon mit *C. difficile*-Toxinachweis (A und/ oder B) oder Nachweis toxinbildender *C. difficile* mit einer anderen Methode, die mindestens eines der folgenden 4 Kriterien für einen schweren Verlauf erfüllen:

- Aufnahme eines Patienten in eine medizinische Einrichtung mit ambulant erworbener *Clostridium-difficile*-Infektion.
- Verlegung auf eine Intensivstation zur Behandlung der CDI (früher CDAD) oder ihrer Komplikationen
- Chirurgischer Eingriff (Kolektomie) aufgrund eines Megakolons, einer Perforation oder einer refraktären Kolitis
- Tod nach <30 Tagen nach Diagnosestellung und CDI als Ursache oder zum Tod beitragende Erkrankung

#### ■ Aufzeichnungspflicht

- Nosokomiale Diarrhöen durch *Clostridium difficile* (CDAD) sollen in allen Bereichen eines Krankenhauses erhoben werden (RKI 2013). Mit dieser Ergänzung der gemäß § 23 Absatz 4 in Verbindung mit § 4 Absatz 2 IfSG zu erhebenden nosokomialen Infektionen hat das RKI die CDAD-Erfassung für alle Krankenhäuser verbindlich gemacht.

#### ■ Mikrobiologische Diagnostik

Die mikrobiologische Diagnostik erfolgt in einer Stuhlprobe mittels Glutamatdehydrogenase-(GDH-) Test als Suchtest und dem Toxinachweis (A und B) als Bestätigungstest. Dies reicht bei entsprechender Klinik für die Diagnose CDI und Einleitung einer spezifischen Therapie aus. Allerdings sollte nach Möglichkeit immer auch eine Kultur angelegt werden, um eine Resistenzbestimmung und ggf. eine Typisierung des Stamms zu ermöglichen. Aufgrund der hohen Sensitivität schließt ein negativer GLDH-Test eine Clostridieninfektion in der Regel aus. Der Toxinachweis erfolgt heutzutage in der Regel mittels PCR, die eine hohe Sensitivität aufweist und daher nur einmalig durchgeführt wird. Bei fehlendem Toxinachweis im ELISA, aber typischer Klinik sollte der Test aufgrund der deutlich geringeren Sensitivität insgesamt 3-mal wiederholt werden.

- **Nach positivem Toxinbefund oder kulturellem Nachweis von *Clostridium difficile* sind mikrobiologische Wiederholungsuntersuchungen nicht erforderlich und für eine Bestimmung der Krankheitsaktivität oder des Übertragungsrisikos ungeeignet. Die Entscheidung zur Aufhebung der Kontaktisolierung erfolgt ausschließlich über die klinische Symptomatik**

#### ■ Therapie

Zur Therapie leichter Fälle wird Metronidazol oral (3-mal 400 mg) eingesetzt. Bei schweren Fällen und Rezidiven sollte eine Kombinationstherapie mit enteralem (oral, über Ernährungssonde und oder per Einlauf) Vancomycin (4-mal 250 mg) und Metronidazol (3-mal 500 mg i.v.) erfolgen. Rezidive werden zunächst mit dem gleichen Regime behandelt, wobei die Vancomycindosis auf 4-mal 500 mg oral erhöht wird. Zusätzlich kann 2-mal 400 mg

Rifaximin gegeben werden. Eine Übersicht über die Therapieschemata geben die Behandlungsempfehlungen der European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (Debast et al. 2014).

➤ **Vancomycin ist bei CDAD nur bei enteraler Gabe wirksam, da systemische Gaben keine ausreichenden Spiegel im Stuhl erreichen.**

Als Alternative zur Vancomycintherapie steht inzwischen Fidaxomicin (2-mal 200 mg) für schwere Verläufe und Rezidive zur Verfügung.

Eine auslösende Antibiotikatherapie ebenso wie Protonenpumpeninhibitoren sollten nach Möglichkeit abgesetzt werden. Die Therapiedauer beträgt 10 Tage.

#### ■ ■ Fäkale Mikrobiotatherapie (FMT)

Bei Relaps bzw. Rezidiven kann neben der Rezidivprophylaxe mit *Saccharomyces boulardii* (2-mal 500 mg oder 4-mal 250 mg enteral) eine FMT, auch Stuhltransplantation genannt, zur Rekonstitution der Darmflora durchgeführt werden. Diese sollte auch bei schweren Verläufen eher frühzeitig erwogen werden. Hierzu werden in erster Linie Verwandte oder aber jeder gesunde Freiwillige herangezogen. Inzwischen gibt es Studien aus Stuhlbanken und mit Präparationen in Kapselform (Lee et al. 2016). Vor der FMT sollte eine Stuhluntersuchung des Donors auf pathogene Keime sowie eine mikroskopische Untersuchung auf Parasiten erfolgen. Manche Autoren empfehlen auch ein serologisches Screening auf HIV, Hepatitis B, C und A. Bei Notfallindikationen ist ein Verzicht auf diese Untersuchungen bei unauffälliger Anamnese des Donors und nach entsprechender Aufklärung des Patienten bzw. Betreuers denkbar.

Damit die Bakterien bei nasogastraler Gabe nicht durch die Magensäure abgetötet werden, wird der Empfänger am Vortag und am Tag der Behandlung mit 2 Dosen eines Protonenpumpeninhibitors behandelt. Die Anticlostridienmedikation des Empfängers sollte bis zum Vorabend der FMT verabreicht und dann abgesetzt werden. Anstelle der alleinigen Gabe des Stuhlfiltrats über die nasogastrale Gabe kann je nach Situation auch die kombinierte Gabe (je zur Hälfte) über die nasogastrale Sonde und als Einlauf sinnvoll sein.

Eine Überlegenheit der kolonoskopischen Gabe gegenüber der nasogastralen Gabe konnte nicht gezeigt werden (Postigo 2012). Die kolonoskopische Gabe erlaubt jedoch eine gezielte Applikation und kann immer dann für den Patienten auch ästhetisch vorteilhaft sein, wenn ohnehin eine diagnostische Koloskopie angezeigt ist. Van Nood et al. (2013) beschreiben die nasoduodenale Gabe nach Lavage und konnten eine deutliche Überlegenheit gegenüber der Standardtherapie mit Vancomycin zeigen.

Nebenwirkungen einer FMT sind eher mild und meistens gastrointestinaler Art (Baxter u. Colville 2016).

#### Fäkale Mikrobiotatherapie (FMT)

- Gewinnen des Donorstuhls maximal 6 h vor Gabe
- Keimarme Einmalhandschuhe tragen.
- 1 Litergefäß 0,9% NaCl Spüllösung mit Schraubverschluss.
- 800 ml abgießen und ca. 100 g Stuhl (ca. 2 gehäufte Esslöffel) mit Einmallöffel hineingeben.
- Löffel entsorgen, Gefäß mit Schraubverschluss verschließen und für einige Minuten kräftig durchschütteln zur Homogenisierung. Lösung kurz ruhen lassen.
- Lösung über Einmaltrichter mit Kaffeefilter in einen großen Einmalbecher abfiltrieren.
- Materialien entsorgen, Handschuhe ausziehen, Händedesinfektion und frische Handschuhe anziehen, dann Lösung aus dem Einmalbecher in zwei 50 ml-Spritzen aufziehen und möglichst unmittelbar verabreichen, ansonsten bei Raumtemperatur zwischenlagern.

### 16.6.1 Praktische Hygienemaßnahmen

#### Hygiene beim Patienten

- **Anleitung des Patienten**
  - Toilettendeckel beim Spülen geschlossen halten, um Umgebungscontamination zu reduzieren

- Sorgfältiges Händewaschen mit Wasser und Flüssigseife zusätzlich zur Händedesinfektion, v. a. nach Toilettenbesuch. Das intensivierte Händewaschen sollte noch für 6 Wochen nach Abklingen der Symptome beibehalten werden.
- **Unterbringung des Patienten**
  - Einzelzimmer mit Nasszelle und eigener Toilette
  - Die gemeinsame Unterbringung von mehreren Patienten (möglichst mit gleichem Ribotyp) ist nach gesicherter Diagnose möglich (Kohortenisolierung).
  - Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“
- **Maßnahmen bei Verstorbenen**
  - Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich
- **Besucher**
  - Händedesinfektion und Händewaschen vor Verlassen des Zimmers
  - Tragen von Einmalhandschuhen und Schutzkittel, wenn Kontakt mit infektiösem Material möglich ist
- **Transport und Verlegung**
  - Solange die besonderen Hygienemaßnahmen angeordnet sind, gelten die Maßnahmen eines Transportes bei Kontaktübertragungsmöglichkeit.
- **Pflegeutensilien/Medizinprodukte**
  - Möglichst patientenbezogen einsetzen (z. B. Stethoskope, Blutdruckmanschetten etc.) und nach Gebrauch bzw. vor Anwendung bei einem anderen Patienten aufbereiten
  - Rektalthermometer nur patientenbezogen verwenden und bei Entlassung verwerfen
  - Wischdesinfektion mit Sauerstoffabspalter
  - Instrumente trocken abwerfen und in der ZSVA aufbereiten
- **Geschirr**
  - Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden
- **Wäsche**
  - Der Wäscheabwurf erfolgt im Zimmer (patientennah).
  - Bettzeug vorsichtig abziehen und sofort in den Wäschesack ablegen, um eine Ausbreitung der Sporen so gering wie möglich zu halten
  - Zusätzlichen Plastiksack verwenden, wenn der Stoffsack durchfeuchten könnte
  - Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände waschen und desinfizieren
  - Die üblichen desinfizierenden Waschverfahren sind ausreichend (keine Klassifikation als „infektiöse“ Wäsche).
- **Abfall**
  - Normaler Abfall (AS 18 01 04)
  - Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren und waschen.
- **Flächendesinfektion**
  - Sporozid wirksame Präparate, vorzugsweise auf der Basis von Sauerstoffabspaltern verwenden
  - Flächen bei sichtbarer Kontamination immer sofort gezielt reinigen und desinfizieren
  - Reinigungspersonal informieren
  - Laufende Desinfektion: Wischdesinfektion der patientennahen Flächen auf Allgemeinstation einmal täglich, auf Intensivstation einmal pro Schicht, Fußboden einmal täglich desinfizierend reinigen.
- **Besonderheiten bei/nach Verlegung**
  - Information der Zieleinrichtung bzw. des nachbehandelnden Arztes
  - Information des Patienten und ggf. seiner Angehörigen
  - Schlussdesinfektion aller erreichbaren Flächen im Patientenzimmer
  - Verbrauchsmaterialien im Zimmer entweder vor Weiterverwendung desinfizieren oder entsorgen
  - Vorhänge o. ä. waschen
  - Toilettenbürsten und Toilettenpapierrestbestände entsorgen.

## Hygiene beim Personal

- Hygienische Händedesinfektion (wie üblich) und **zusätzlich gründliches Händewaschen**

(Sporenreduktion durch Abschwemmeffekt) mit Flüssigseife nach Patientenkontakt und vor Verlassen des Zimmers. Es erscheint sinnvoll, das zusätzliche Händewaschen für die Dauer des Aufenthaltes des Patienten beizubehalten, auch wenn die besonderen Hygienemaßnahmen 2 Tage nach Sistieren der Symptomatik aufgehoben werden.

- Einmalhandschuhe bei direktem Kontakt mit dem Patient oder der patientennahen Umgebung
- Schutzkittel und flüssigkeitsdichte Einmalschürze bei möglicher Kontamination der Arbeitskleidung gemäß den Regeln der Standardhygiene (v. a. bei pflegerischen Maßnahmen zur Beseitigung von Stuhl)
- Weitere persönliche Schutzausrüstung nach den Regeln der Standardhygiene bei Bedarf.

## 16.7 Noroviren

Noroviren (früher Norwalk-like-Viren) sind „small round structured viruses“ (SRSV) aus der Familie *Caliciviridae*. Es sind nicht umhüllte RNA-Viren mit ausgeprägter Genomvariabilität. Es werden 5 Genotypgruppen (GGI bis V) unterschieden. GGI, GGII und GGIV sind humanpathogen und werden wiederum in verschiedene Subtypen aufgeschlüsselt, die mit unterschiedlichen Ausbruchscharakteristika vergesellschaftet sind (Matthews 2012). Die Viren sind vergleichsweise schwierig zu inaktivieren und umgebungsstabil. Die Infektiosität der Erreger ist sehr hoch. Eine **Infektionsdosis** von 10–100 Viruspartikeln ist bereits ausreichend, daher sind Noroviren häufig für größere **Ausbrüche** (Greig u. Lee 2012) in Gemeinschaftseinrichtungen, Krankenhäusern, Altenheimen, aber auch auf Kreuzfahrtschiffen verantwortlich. Bei prolongierten Ausbrüchen spielt erkranktes Personal als Zwischenvektor, insbesondere bei Nichteinhalten der Karenzzeiten vor Wiederaufnahme der Arbeit, mitunter eine Rolle (Schulz-Stübner et al. 2016). Es besteht keine dauerhafte Immunität, mehrfache Infekte sind möglich.

Zwar besteht immer noch eine saisonale Häufung von Norovirenausbrüchen in den Wintermonaten, doch ist zunehmend eine ganzjährige Aktivität zu beobachten.

### ■ Symptome

Die Erkrankung beginnt nach kurzer Inkubationszeit plötzlich mit starken Durchfällen und/oder schwallartigem Erbrechen, begleitet von einem ausgeprägten Krankheitsgefühl, ggf. mit Abdominalschmerzen, Kopfschmerzen, Gliederschmerzen, Übelkeit, Mattigkeit und Fieber. Leichtere und asymptomatische Verläufe sind möglich. Die Erkrankung verläuft selbstlimitierend, und die Symptomatik endet in der Regel nach 12–72 h, sodass nur symptomatische Maßnahmen (v. a. Flüssigkeitssubstitution) erforderlich sind.

Bereits 12 h vor Auftreten gastrointestinaler Symptome und in hohem Maße während der symptomatischen Erkrankung werden Viruspartikel ausgeschieden. Die **Virusausscheidung** kann bis zu 2 Wochen, nachdem die Krankheitssymptome verschwunden sind, anhalten. Sie lässt aber nach Sistieren der Durchfälle stark nach, woraus sich die Empfehlungen zu den Schutzmaßnahmen (RKI 2009) ableiten.

### ■ Meldepflicht

In folgenden Fällen besteht eine Meldepflicht für Krankheitsverdacht und Erkrankung an einer infektiösen Gastroenteritis:

- Wenn eine Tätigkeit im Sinne des § 42 IfSG ausgeübt wird oder wenn zwei oder mehr gleichartige Erkrankungen auftreten, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird (§ 6 IfSG, Arztmeldepflicht).
- Weitere gesetzliche Regelungen betreffen Kinder in Gemeinschaftseinrichtungen und das Tätigkeitsverbot für Beschäftigte im Lebensmittelbereich.
- Nur der direkte Labornachweis von Noroviren aus Stuhl ist namentlich an das Gesundheitsamt zu melden (§ 7 IfSG), soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (Labormeldepflicht).
- Erweiterte Meldepflichten bestehen in einzelnen Bundesländern (► Kap. 1, Abschn. „Infektionsschutzgesetz“).

### 16.7.1 Praktische Hygienemaßnahmen

In Ausbruchssituationen müssen Gemeinschaftspflege auf Station, Kaffeebars etc. sofort stillgelegt

werden. Besucherverkehr und Transporte sollten limitiert und über frühzeitige Schließung für Neuaufnahmen nachgedacht werden.

- **Erkranktes Personal muss unbedingt zu Hause bleiben, um die Infektion nicht weiter auszubreiten.**

## Hygiene beim Patienten

### ■ Anleitung des Patienten

- Patienten werden in die korrekte Durchführung der Händedesinfektion mit längerer Einwirkzeit (z. B. 2-mal 30 s, Herstellerangaben beachten) für die Dauer von 14 Tagen nach Beginn der Erkrankung eingewiesen.
- Viruswirksames Händedesinfektionsmittel verwenden, ggf. als Kitteltaschenflaschen bereitstellen
- Bereitstellung von „Spucktüten“
- Toilettendeckel beim Spülen geschlossen halten, um Umgebungskontamination zu reduzieren.

### ■ Unterbringung des Patienten

- **Einzelzimmer** mit Nasszelle und eigener Toilette während der symptomatischen Erkrankung. Bei Ausbrüchen ist eine Kohortierung von mehreren Patienten bei gesicherter Diagnose möglich.
- Aufhebung der besonderen Hygienemaßnahmen 2 Tage nach Sistieren der Symptomatik
- Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“
- Kontaktpatienten (Unterbringung im gleichen Zimmer mit dem Indexpatienten beim Auftreten der Symptomatik): Möglichst in Einzelzimmer verlegen oder kohortieren (Verdachtskohorte) und aufmerksam auf beginnende Symptomatik beobachten. Aufhebung der Maßnahmen nach 3 Tagen ohne Symptomatik.

### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

### ■ Besucher

- Besuch während der akuten Krankheitsphase nur bei hoher Dringlichkeit zulassen.
- Einweisung in die korrekte Durchführung der Händedesinfektion mit längerer Einwirkzeit (z. B. 2-mal 30 s, Herstellerangaben beachten)
- Schutzkittel und Atemschutz (FFP 1) bei Betreten des Zimmers wegen der Gefahr des Verspritzens und der Tröpfchenbildung bei unkontrolliertem Erbrechen des Patienten (Atemschutz bei klinischem Verlauf als reine Durchfallerkrankung ohne Erbrechen nicht erforderlich)
- Einmalhandschuhe bei direktem Patientenkontakt.

### ■ Transport und Verlegung

- Verlegung des Patienten auf eine andere Station oder in eine andere Einrichtung möglichst erst nach Aufhebung der besonderen Hygienemaßnahmen
- Bei Notfallverlegungen Information der entsprechenden Einrichtung und Transport mit entsprechenden Kontakt-/Tröpfchenschutzmaßnahmen.

### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Möglichst patientenbezogen einsetzen (z. B. Stethoskope, Blutdruckmanschetten etc.) und nach Gebrauch bzw. vor Anwendung bei einem anderen Patienten aufbereiten
- Rektalthermometer nur patientenbezogen verwenden und bei Entlassung verwerfen
- Wischdesinfektion mit viruzidem Flächen- oder Instrumentendesinfektionsmittel
- Instrumente trocken abwerfen und in der ZSVA aufbereiten.

### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden
- Gegebenenfalls separater Transport und Hinweis an das Spülküchenpersonal bei Ausbrüchen.

### ■ Wäsche

- Bei massiver Kontamination (z. B. Stuhl, Erbrochenes) im Patientenzimmer in einen geschlossenen Wäschesack geben, bei Gefahr

der Durchfeuchtung mit einem zusätzlichen Plastiksack

- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren
- Bei massiver Kontamination in der Wäscherei entsprechend UVV als infektiöse Wäsche separat gewaschen, sonst normale Krankenhauswäsche.
- **Abfall**
  - Normaler Abfall (AS 18 01 04)
  - Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren.
- **Flächendesinfektion**
  - Viruzid wirksame Präparate, vorzugsweise auf der Basis von Sauerstoffabspaltern verwenden
  - Flächen bei sichtbarer Kontamination immer sofort gezielt desinfizieren
  - Reinigungspersonal informieren
  - Laufende Desinfektion: Wischdesinfektion der patientennahen Flächen auf Allgemeinstation einmal täglich, auf Intensivstation einmal pro Schicht, Fußboden einmal täglich desinfizierend reinigen.
- **Besonderheiten bei/nach Verlegung**
  - Information der Zieleinrichtung bzw. des nachbehandelnden Arztes
  - Information des Patienten und ggf. seiner Angehörigen
  - Schlussdesinfektion aller erreichbaren Flächen im Patientenzimmer
  - Verbrauchsmaterialien im Zimmer entweder vor Weiterverwendung desinfizieren oder entsorgen
  - Vorhänge o. ä. waschen
  - Toilettenbürsten und Toilettenpapierrestbestände entsorgen.

## Hygiene beim Personal

- Hygienische Händedesinfektion mit viruzidem Händedesinfektionsmittel und verlängerter Einwirkzeit
- Schutzkittel und Atemschutz (FFP 1) bei Betreten des Zimmers wegen der Gefahr des Verspritzens und der Tröpfchenbildung bei

unkontrolliertem Erbrechen des Patienten (Atemschutz bei klinischem Verlauf als reine Durchfallerkrankung ohne Erbrechen nicht erforderlich)

- Weitere persönliche Schutzausrüstung nach den Regeln der Standardhygiene, insbesondere Einmalhandschuhe bei direktem Patientenkontakt
- Personal des betroffenen Bereichs nicht in anderen Bereichen einsetzen (möglichst keine „Springer“ oder „Poolpflegende“)
- Möglichst wenig Personal aus anderen Bereichen in den betroffenen Bereich lassen (z. B. Konsiliardienste auf das Nötigste beschränken)
- Sofortige Freistellung des erkrankten Personals (auch mit nur leichter Symptomatik!)
- Wiedenzulassung des erkrankten Personals zur Arbeit frühestens 48 h nach Abklingen der klinischen Symptome und verlängerter Händedesinfektion mit viruzidem Händedesinfektionsmittel nach Toilettenbesuch für 14 Tage (Kitteltaschenflaschen bereitstellen)

## 16.8 Influenza

Erreger der Influenza beim Menschen sind Orthomyxoviren:

- Typ A mit verschiedenen Subtypen, z. B. A(H3N2)
- Typ B mit 2 genetisch unterschiedlichen Linien (Yamagata-Linie und Victoria-Linie), die seit Jahren weltweit zirkulieren

Die Typen/Linien unterscheiden sich in ihren Hüllantigenen, spikeartigen Oberflächenstrukturen durch Hämagglutinin (HA, Hauptkomponente, die eine Immunantwort auslöst) und Neuraminidase (NA, wichtige Rolle bei der Freisetzung neu gebildeter Viren aus der Zelle). Es sind 16 verschiedene HA- und 9 NA-Glykoproteine bekannt.

Influenza-A-Viren kommen beim Menschen und auch bei Säugetieren vor (v. a. Schweine und Pferde). Das eigentliche Reservoir sind jedoch Vögel, insbesondere Wasservögel, bei denen alle bisher bekannten HA- und NA-Subtypen nachgewiesen wurden. Influenza-B-Viren treten quasi nur beim Menschen auf.

**Aviäre Influenzaviren** (H5N1, H7, H9), die bei Vögeln vorkommen, unterscheiden sich von den in der menschlichen Bevölkerung zirkulierenden Influenzaviren dadurch, dass erstere sehr spezifisch an unterschiedliche zelluläre Rezeptoren im oberen Atemtrakt von Vögeln, letztere im oberen Atemtrakt von Menschen anbinden. Im Atemtrakt des Schweins kommen dagegen beide Rezeptoren vor, sowohl für menschliche als auch für aviäre Influenzaviren, sodass in diesem Zwischenwirt ein Austausch von Virulenzfaktoren stattfinden kann.

### ■ Symptome

Die Influenza beginnt typischerweise mit folgenden Symptomen:

- Plötzliches Fieber ( $>38,5^{\circ}\text{C}$ )
- Trockener Reizhusten
- Halsschmerzen
- Muskel- und Kopfschmerzen
- Zusätzlich allgemeine Schwäche, Schweißausbrüche, mitunter Übelkeit, Erbrechen und Durchfall.

Die Symptome dauern meistens eine Woche an.

Vor allem bei älteren Personen und bei Personen mit schweren Grunderkrankungen kommt es zu schweren Verläufen und häufig zu **bakteriellen Superinfektionen**, die die Letalität erhöhen. Beim Stamm H1N1 kam es allerdings zu besonders vielen schweren Atemnotsyndromen bei jüngeren Patienten, die eine ECMO-Behandlung (extrakorporale Membranoxygenation) erforderlich machten. Besonders hoch ist die Letalität bei der aviären Influenza (ca. 50 %), die jedoch beim Menschen äußerst selten ist.

### ■ Diagnostik

Für die Diagnostik werden konventionelle (Ergebnisse nach 3–10 Tagen) und beschleunigte (Ergebnisse nach 1–3 Tagen) Zellkulturverfahren, direkte und indirekte Immunfluoreszenztests (Ergebnisse nach 1–4 h) und PCR-Verfahren (Ergebnisse nach 1–6 h) aus nasopharyngealem Abstrichmaterial, Rachenspülwasser oder bronchoalveolärer Lavage verwendet.

Die Ergebnisse von (meist immunochromatographischen) Schnelltests liegen zwar innerhalb von 15–30 min vor, weisen jedoch im klinischen Alltag

eine geringe Sensitivität auf, sodass sie nur bei positivem Ergebnis als Entscheidungsgrundlage für Therapie- und Hygienemaßnahmen (z. B. Kohortenisolierung) verwendet werden können.

### ■ Übertragungswege

Die Übertragung geschieht überwiegend durch den Kontakt der Schleimhäute der oberen Atemwege und der Bindehaut mit Tröpfchen respiratorischen Sekrets beim Husten und Niesen bei engem Kontakt („face to face“) sowie durch direkten Kontakt der Hände zu kontaminierten Oberflächen und anschließendem Hand-Mund- oder -Nasenkontakt.

Die aviäre Influenza (C, D, A) wird vermutlich über die Einatmung infektiöser Partikel bei engem Kontakt bzw. Handhabung von Geflügel, durch Verschlucken von kontaminiertem Wasser oder Material, das durch Vogelexkrementen kontaminiert ist, übertragen.

### ■ Inkubationszeit

Die Inkubationszeit beträgt 1–2 Tage bei saisonalen Influenzaviren und beim pandemischen Influenzavirus A(H1N1), bei aviären Influenzaviren vermutlich länger.

### ■ Meldepflicht

Der direkte Labornachweis von Influenzaviren (auch der Schnelltest) ist namentlich an das Gesundheitsamt zu melden (§ 7 IfSG), soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (Labormeldepflicht).

Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod eines Menschen im Zusammenhang mit einer zoonotischen Influenza sind namentlich an das Gesundheitsamt zu melden. Die Meldung eines Krankheitsverdachts hat nur zu erfolgen, wenn der Verdacht nach dem Stand der Wissenschaft sowohl durch das klinische Bild als auch durch einen wahrscheinlichen epidemiologischen Zusammenhang begründet ist. Die dazu vom Robert Koch-Institut auf der Grundlage von § 4 Abs. 2 Nr. 1 des Infektionsschutzgesetzes veröffentlichte Empfehlung ist zu berücksichtigen (Arztmeldepflicht, § 6 IfSG). Das heißt, es muss eine echte Übertragungswahrscheinlichkeit vom Tier auf den Menschen vorliegen und nicht lediglich die Klassifikation eines Virusstammes im ICD oder in der DRG-Codierung als „zoonotisch“, wie dies beispielsweise auch bei H1N1 der Fall wäre.

### ■ Gripeschutzimpfung

Wichtigste Präventionsmaßnahme ist die saisonale Gripeschutzimpfung. Zielgruppen der Impfung (laut Empfehlungen der STIKO) sind:

- Personen, die mindestens 60 Jahre alt sind
  - Schwangere ab dem 2. Trimenon, bei erhöhter gesundheitlicher Gefährdung infolge eines Grundleidens ab dem 1. Trimenon
  - Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit erhöhter gesundheitlicher Gefährdung infolge eines Grundleidens, wie z. B.:
    - Chronische Krankheiten der Atmungsorgane (inklusive Asthma und COPD)
    - Chronische Herz-, Kreislauf-, Leber- und Nierenkrankheiten
    - Diabetes mellitus und andere Stoffwechselkrankheiten
    - Chronische neurologische Krankheiten, z. B. multiple Sklerose mit durch Infektionen getriggerten Schüben
    - Personen mit angeborenen oder erworbenen Immundefekten mit T- und/oder B-zellulärer Restfunktion
    - HIV-Infektion
  - Bewohner von Alters- oder Pflegeheimen
  - Personen mit erhöhter Gefährdung, z. B. medizinisches Personal, Personen in Einrichtungen mit umfangreichem Publikumsverkehr, sowie Personen, die als mögliche Infektionsquelle für von ihnen betreute ungeimpfte Risikopersonen fungieren können
  - Eine weitere Indikationsgruppe stellen Personen mit erhöhter Gefährdung durch direkten Kontakt zu Geflügel und Wildvögeln dar, wobei eine Impfung mit dem aktuellen saisonalen humanen Influenzaimpfstoff zwar keinen direkten Schutz vor Infektionen durch den Erreger der aviären Influenza bietet, jedoch Doppelinfektionen mit den aktuell zirkulierenden Influenzaviren verhindern kann.
- **Die Durchimpfungsrate ist jedoch gerade bei medizinischem Personal besonders schlecht, obwohl bei dieser Indikation zum Eigenschutz auch der Patientenschutz hinzukommt (Herdenimmunität) – ein Faktor, der gerade für immunkompromitierte**

**Patienten im Krankenhaus und z. B. Bewohner von Pflegeeinrichtungen besonders wichtig ist.**

In manchen Ländern, z. B. in den USA ([www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)), gibt es eine allgemeine Impfempfehlung für alle Personen, die älter als 6 Monate sind, wobei insbesondere durch die Einbeziehung von Kindern durch eine verbreiterte Herdenimmunität die Ausbreitungskette der Influenza unterbrochen zu werden scheint.

### 16.8.1 Maßnahmen im Pandemiefall

Für den Pandemiefall muss ein entsprechender Pandemieplan erstellt werden. Er ist Teil des Krankenhausnotfallplans (Alarm- oder Katastrophenplan) und beschreibt den Notfallbetrieb zur Aufnahme und Versorgung vieler Patienten, z. B. im Influenzapandemiefall (Notfallbetrieb bei externen Gefahrenlagen). Er ist mit dem Gesundheitsamt abzustimmen, und gibt den Personal- und Materialeinsatz sowie den organisatorischen Ablauf in den Grundzügen vor.

➤ **Wichtigster Aspekt eines Pandemieplans ist die Festlegung der Zuständigkeiten und eine stets aktuelle Liste der verantwortlichen Personen (und ihrer Vertreter) und ihre Erreichbarkeit.**

Folgende Aspekte sollten im Pandemieplan berücksichtigt und beschrieben werden:

#### ■ Einrichtung eines Pandemiestabs

Leitung:

- Geschäftsführung der Einrichtung
- Ärztliche Direktion

Mitglieder:

- Krankenhaushygieniker
- Hygienebeauftragter Arzt/hygienebeauftragte Ärzte
- Leitung Zentrallabor
- Leitung Apotheke
- Pflegedienstleitung
- Hygienefachkräfte
- Amtsarzt bzw. Vertreter des Gesundheitsamts

- Leitung Rettungsdienst (wenn am Krankenhaus stationiert)
- Weitere Mitglieder je nach Einrichtung

#### ■ Administrative Einsatzleitung

Die Aufgaben der Krankenhauseinsatzleitung für administrativ-organisatorische Belange umfasst:

- Herstellung und Aufrechterhaltung des Kontakts zum Gesundheitsamt bzw. zu Bundes- und Landesbehörden, zu Einsatzleitungen und Rettungsdiensten
- Öffentlichkeitsarbeit
- Meldung an das zuständige Gesundheitsamt, z. B. aufgenommene Influenzapatienten pro Woche, Bettenbelegung, personelle und materielle Engpässe
- Interne Koordination von organisatorischen Aufgaben, z. B. Personaleinsatz, Sachmittelbeschaffung und -verteilung, Freigabe geeigneter Räumlichkeiten, ggf. Erweiterung der Bettenkapazitäten, Koordination interner und externer Patientenverlegungen, ggf. Aufnahme-stopp und Stopp geplanter Maßnahmen
- Umsetzung und Dokumentation eigener bzw. übergeordnet festgelegter Maßnahmen.

#### ■ Medizinische Einsatzleitung

Die Aufgaben der medizinischen Einsatzleitung (Chefärzte, Oberärzte) für die unmittelbare Patientenversorgung umfassen:

- Festlegung der Situation vor Ort und Bericht an den Pandemiestab
- Personal- und Bettenorganisation vor Ort
- Rekrutierung von zusätzlichem Pflege- und ärztlichem Personal
- Bevorratung mit Schutzausrüstung, Medikamenten und Impfsen
- Überprüfung der Verfügbarkeit medizinisch-technischer Geräte
- Überprüfung der Lagerkapazitäten
- Information und Schulung des Krankenhauspersonals über die sachgerechte Vorgehensweise im Pandemiefall
- Nochmalige Bekanntmachung und Verbreitung von Behandlungsleitlinien für Influenza
- Überprüfung der durchgeführten Maßnahmen.

#### ■ Ausstattung und Organisation

Allgemeine Aspekte zu Ausstattung und Organisation des Krankenhauses im Pandemiefall beinhalten:

- Getrennte Aufnahmebereiche für infizierte bzw. infektionsverdächtige und nicht infizierte Patienten (ggf. schaffen)
- Abgrenzung der Behandlungs-/Pflegebereiche für Influenzapatienten vom übrigen Krankenhausbetrieb
- Maßnahmen zur Kohortenisolierung, Ausweisung spezieller Stationen zur Isolierung und Behandlung von Influenzapatienten
- Sauerstoffversorgung
- Aktuell geführte Liste der verfügbaren Beatmungsgeräte (Beatmungsgeräte Erwachsene/Kinder, transportable Notfallbeatmungsgeräte/Reservegeräte, nicht invasive Beatmungsgeräte, transportable Sauerstoffgeräte etc.) und der Aufbereitungsmöglichkeiten
- Intensivmedizinische Ausrüstung
- Überprüfung und Festlegung zusätzlicher Kapazitäten (z. B. auch Leichenhallen)
- Personalausfall einplanen (Ausfall ist mindestens so hoch wie bei der Normalbevölkerung)
- Vertretungspläne bzw. die Freistellung infizierten Personals planen
- Entscheidung über zusätzliche personelle Ressourcen, z. B. durch Ausfall elektiver Eingriffe, Aktivierung der Ärzte und des Pflege-, Fach- und Hilfspersonals aus dem Ruhestand, Einsatz der Fachschüler, zu denen ein Ausbildungsvertrag besteht, etc.
- Aktuell geführte Kontakt- und Telefon-/Piepserlisten bereithalten, um die Mitarbeiter im Alarmfall erreichen zu können
- Erhöhter Bedarf an antiviralen Medikamenten, da zu Beginn einer Pandemie ggf. keine Impfstoffe zur Verfügung stehen
- Generell erhöhter Bedarf an Medikamenten, insbesondere an Antibiotika zur Behandlung bakterieller Superinfektionen
- Antigenschnelltests zum Nachweis humaner Influenza-A- und -B-Viren

- Desinfektionsmittelbevorratung (erhöhter Bedarf)
- Erhöhter Bedarf an persönlicher Schutzausrüstung (PSA)
  - Atemschutzmasken Schutzstufe FFP 1
  - Atemschutzmaske Schutzstufe FFP 2 und höherwertig FFP 3 (z. B. Bronchoskopie)
  - Schutzbrillen
  - Schutzkittel
- Gegebenenfalls Abstellen von RTL-Anlagen bzw. spezielle Einstellungen (Unterdruck) in Patientenzimmern
- Besucherregelung, Besuchsverbote in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt.

#### Pandemiewarnstufen der WHO

- **Phase 1:** Es wurde kein neuer Virussubtyp bei Menschen entdeckt. In Tieren können Virussubtypen umlaufen, die auch Menschen infizieren, jedoch wird das Risiko als gering bewertet.
- **Phase 2:** Es wurde kein neuer Virussubtyp bei Menschen entdeckt. Ein in Tieren umlaufender Subtyp stellt ein erhebliches Risiko einer Erkrankung von Menschen dar.
- **Phase 3:** Beginn der Alarmphase: Vereinzelt werden Menschen infiziert, eine Übertragung von Mensch zu Mensch ist jedoch sehr selten und tritt allenfalls bei engem Kontakt zu einem Infizierten auf.
- **Phase 4:** Es kommt zu einem begrenzten Ausbruchsgeschehen (jeweils weniger als 25 Personen über weniger als 2 Wochen) oder sporadischen Einzelfälle ohne nachweisbaren Kontakt der Erkrankten zu Tieren. Dies legt nahe, dass das Virus nur bedingt an den Menschen angepasst ist.
- **Phase 5:** erhebliches Pandemierisiko: Größere, aber noch örtlich und zeitlich eng begrenzte Ausbrüche in zwei Gebieten einer der 6 WHO-Regionen werden registriert. Das Virus ist besser, aber noch nicht vollständig an den Menschen angepasst. Letzte Chance, die globale Verbreitung zu verzögern.

- **Phase 6:** Verlauf der Pandemie: Es kommt zur wachsenden und anhaltenden Übertragungen von Mensch zu Mensch in der gesamten Bevölkerung. Räumlich getrenntes Ausbruchsgeschehen in mindestens 2 WHO-Regionen.

Die klassischen Pandemiewarnstufen der WHO wurden inzwischen durch ein fließendes Pandemie-konzept ergänzt (■ Abb. 16.1).

### 16.8.2 Praktische Hygienemaßnahmen

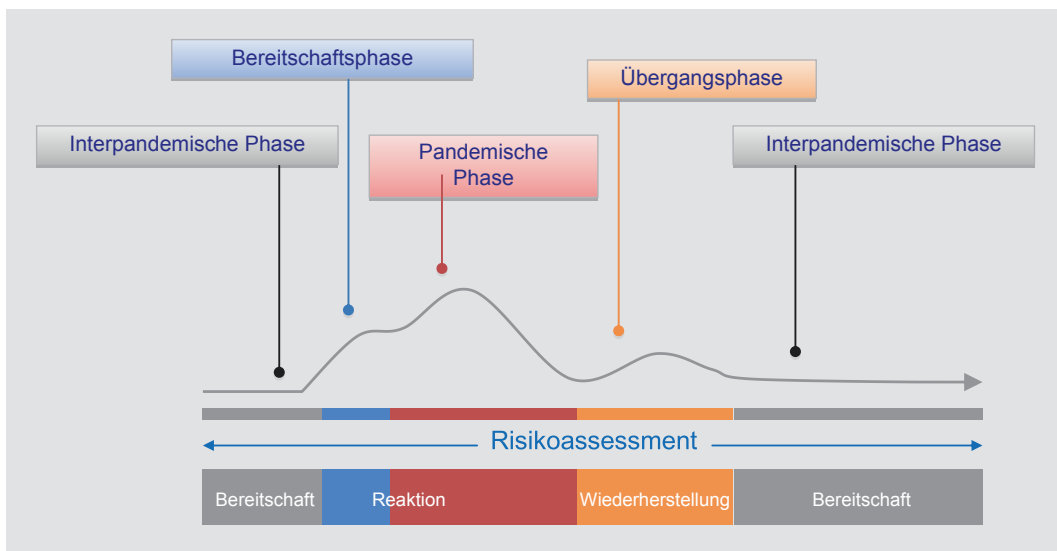
#### Hygiene beim Patienten

##### ■ Anleitung des Patienten

- Der Patient wird über die Übertragungswege und die von ihm ausgehenden Übertragungsrisiken, die Notwendigkeit der Händehygiene und Vermeidung von Hand-Gesicht-Kontakt informiert.
- Der Patient sollte dazu angehalten werden, in Anwesenheit von dritten Personen beim Husten und Niesen den Mund und die Nase mit einem Tuch zu bedecken.

##### ■ Unterbringung des Patienten

- Bei klinisch begründetem Verdacht Patienten nicht im Wartebereich aufhalten lassen, sondern möglichst gleich in der Notaufnahme bzw. im Untersuchungszimmer isolieren und die Verlegung in ein Einzelzimmer zur Weiterbehandlung organisieren
- Unterbringung im Einzelzimmer und Tröpfenschutzmaßnahmen schon bei Verdacht
- Bei gesichertem Nachweis bei verschiedenen Patienten können diese auch zusammen isoliert werden (Kohortenisolierung).
- Der Patient sollte das Zimmer nicht unnötig verlassen.
- Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“.



■ Abb. 16.1 Pandemiekonzept (modifiziert nach WHO)

#### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

#### ■ Besucher

- Einweisung in die Händehygiene und den Umgang mit erforderlicher persönlicher Schutzausrüstung
- Enge Kontaktpersonen mit erhöhtem Risiko der Virusübertragung auf Risikogruppen mit erhöhter Infektionsgefährdung (chronische Krankheiten der Lunge, nicht kompensierte Herzinsuffizienz, Niereninsuffizienz, angeborene oder erworbene Immunschwäche bzw. Immunsuppression, Schwangerschaft, Frühgeborene, Säuglinge, Kleinkinder) sollten bei „grippalen“ Beschwerden umgehend ihren Hausarzt informieren und zu Hause bleiben.
- Besucherverkehr so gering wie möglich halten
- Besucher sollten nach Verlassen des Isolierzimmers keine Gemeinschaftseinrichtungen (Cafeteria) oder andere Patienten im Klinikum aufsuchen.

#### ■ Transport und Verlegung

- Transporte erfolgen unter den Schutzmaßnahmen für durch Tröpfchen übertragbare Erkrankungen.

- Der Patient sollte beim Verlassen des Isolierzimmers einen Mund-Nasen-Schutz oder bei Bedarf eine Sauerstoffmaske tragen.

#### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Pflegeutensilien, Geräte und Medizinprodukte (Stethoskope, RR-Manschetten etc.) sind patientenbezogen zu verwenden.
- Thermische Aufbereitung gemäß Herstellerangaben.

#### ■ Geschirr

- Geschirr direkt in den Tablettwagen schieben und nicht offen außerhalb des Zimmers zwischenlagern (geschlossener Transport)
- Aufbereitung ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine.

#### ■ Wäsche

- Normale Krankenhauswäsche

#### ■ Abfall

- Normaler Abfall (AS 18 01 04)
- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren.

#### ■ Flächendesinfektion

- Sofortige gezielte Flächendesinfektion bei sichtbarer Kontamination von Flächen oder

Gegenständen, insbesondere mit respiratorischem Sekret

- Laufende Desinfektion der patientennahen Flächen und häufig berührter Flächen, wie z. B. Türklinken
- **Besonderheiten bei/nach Verlegung**
  - Die Aufhebung der besonderen Hygienemaßnahmen erfolgt nach Beendigung der Symptomatik, in der Regel 7 Tage nach Beginn der Symptome.
  - Schlussdesinfektion der zugänglichen Flächen des Patientenzimmers einschließlich des Fußbodens nach Aufhebung der Isolierung, nach Verlegung oder Entlassung des Patienten. Besonders wichtig sind Oberflächen mit häufigem Handkontakt (Bettgitter, Nachttisch, Tisch, Stühle sowie Tür- und Schrankgriffe).

### Hygiene beim Personal

- Möglichst keine Patientenbetreuung durch nicht immunes Personal
- Jährliche Schutzimpfung gegen saisonale Influenza nach STIKO
- Atemschutz (FFP 1) während der Dauer der Ansteckungsfähigkeit (auch bei Verdachtsfällen in den Aufnahmebereichen)
- Verwendung einer FFP-2-Maske (oder höherwertig) und Schutzbrille bei aerosolprovozierenden Tätigkeiten, wie z. B. Bronchoskopie, Intubation, Reanimation, endotracheales Absaugen, Sputuminduktion
- Handschuhe, Schutzkittel und Schutzbrille, wenn Kontakt mit infektiösem Material möglich ist
- Wenn möglich Abstand von >1 m zu Personen mit Infektionen der oberen Atemwege halten (d. h. „Face-to-Face-Kontakt“ vermeiden).
- Asymptomatische Mitarbeiter können nach ungeschütztem Kontakt zu einem Influenzapatienten unter strikter Beachtung der Standardhygienemaßnahmen weiter in der direkten Patientenversorgung in Nicht-risikobereichen tätig sein. Entscheidung im Einzelfall gemeinsam mit der Krankenhaushygiene in Abhängigkeit vom Ausmaß der Exposition. Wichtig sind das Erkennen von Symptomen und das unverzügliche

Fernbleiben bei den ersten Krankheitsanzeichen. Kranke Mitarbeiter müssen zu Hause bleiben.

- Prä- oder postexpositionelle Anwendung antiviraler Mittel, z. B. wenn keine wirksame Impfung zur Verfügung steht, nur in speziellen Situationen (Pandemiefall mit pathogenem Stamm, Ausbruchssituationen) nach Anordnung des Pandemiestabs im Pandemiefall bzw. im Einzelfall durch den Betriebsarzt

## 16.9 Tuberkulose

Bei den Tuberkuloserregern handelt es sich um aerobe unbewegliche stäbchenförmige, säurefeste Bakterien der Gattung *Mycobacterium*. Für den Menschen sind mehrere Spezies pathogen:

- ***Mycobacterium tuberculosis*** (am häufigsten)
- *M. bovis*
- *M. africanum*
- *M. microti*
- *M. canetti*
- *M. mageritensis*

Die Tuberkulose (Tbc) wird fast ausschließlich von Mensch zu Mensch übertragen. Die Primärinfektion verläuft in der Regel asymptomatisch und findet zu 80 % in der Lunge statt, sie kann aber jedes Organ befallen und ist nicht infektiös. Etwa 6 Wochen nach der Infektion wird der THT-Test (Tuberkulinhauttest nach Mendel-Mantoux) positiv. In seltenen Fällen kann die Reaktion auch ausbleiben.

Eine Infektion ist nicht gleichbedeutend mit einer manifesten Tbc-Erkrankung, die sich nur bei ca. 5–10 % aller infizierten Personen durch eine endogene (Re-)Aktivierung der seit der Primärinfektion ruhenden Erreger entwickelt. In den meisten Fällen gelingt es dem Organismus, die Tuberkulosebakterien erfolgreich zu bekämpfen oder sie abzukapseln und damit die Infektion dauerhaft einzugrenzen (**latente tuberkulöse Infektion, LTBI**).

Exogene Reinfektionen (Zweitinfektion nach Verschwinden der Tuberkulinhautreaktion bei Personen mit normaler Abwehrlage) oder Superinfektionen (zusätzliche Infektion mit einem anderen Stamm von *M. tuberculosis*) sind selten.

### ■ Infektiosität

Die Lungentuberkulose zählt nicht zu den hochinfektiösen Erkrankungen, obwohl sie fast ausschließlich aerogen über Inhalation kleinster Tröpfchenkerne (= Aerosole  $<5\ \mu\text{m}$ ) übertragen wird.

Für *M. bovis* sind neben dem Menschen auch das Rind und andere Wildtiere das Reservoir. Eine Ansteckung durch den Verzehr nicht pasteurisierter Milch erkrankter Rinder ist möglich. Der Rinderbestand in Mitteleuropa ist allerdings weitestgehend tuberkulosefrei.

Das größte **Infektionsrisiko** geht von unbehandelten Patienten mit offener Tuberkulose der Atemwege (Lunge, Bronchien, Kehlkopf) durch Freisetzung bedeutsamer Mengen an Erregern beim Husten und Niesen aus.

- **Die meisten Infektionen erfolgen in der „Verdachtsphase“ der Erkrankung – daher müssen schon bei Verdacht entsprechende Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.**

Bei offener Tuberkulose der Atemwege nimmt man an, dass bei alleinigem kulturellem Nachweis der Erreger im Sputum eine geringe Infektiosität und bei mikroskopischem Nachweis der Erreger eine hohe Infektiosität besteht. Unter wirksamer Therapie sind die meist Patienten nach 2–3 Wochen nicht mehr infektiös.

- **Hat eine Sedimentation der erregerehaltigen Aerosole auf Oberflächen stattgefunden, werden die Erreger nicht mehr resuspendiert, und es besteht keine Infektiosität.**

### ■ Gefährdete Kontaktpersonen

Die Infektiosität im Rahmen der aerogenen Übertragung und das individuelle **Erkrankungsrisiko** von Kontaktpersonen ist im Wesentlichen abhängig von:

- Zahl und Virulenz der freigesetzten Erreger durch die infizierte Person
- Dauer der Exposition gegenüber den Erregern
- Enge des Kontakts mit der infizierten Person
- Empfänglichkeit/Immunkompetenz der Kontaktperson

Nach Kontakt mit einem Patienten, bei dem erst nach Aufnahme der Verdacht bzw. der Nachweis einer

offenen Lungentuberkulose erfolgt, werden die Kontaktpersonen (Personal und Mitpatienten) ermittelt und in Abhängigkeit vom Infektionsrisiko und der kumulativen Kontaktzeit die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet, z. B. Interferon-Gamma Release Assay (IGRA) oder Enzyme-Linked Immunospot (ELISPOT)-Test (Mendel-Mantoux-Test in der Regel nur noch bei Kindern) frühestens 6 Wochen nach letzter Exposition und ggf. Röntgenaufnahme. Bei entsprechenden Befunden wird die Indikation zur Antibiotikaphylaxe gestellt.

Beim IGRA (z. B. **Quantiferon®-Test**) handelt es sich um die Bestimmung der Freisetzung von  $\gamma$ -Interferon durch in vitro stimulierte T-Lymphozyten, die ebenso wie der ELISPOT (z. B. T-Spot®) in einer Blutuntersuchung, die schneller und diagnostisch sicherer durchzuführen ist als der Hauttest, durchgeführt wird. Allerdings kann auch dieser Test nicht zwischen einer latenten Infektion und einer manifesten Erkrankung unterscheiden, sondern zeigt lediglich die immunologische Auseinandersetzung mit dem Erreger an.

Das Gesundheitsamt koordiniert die entsprechenden Untersuchungen im Umfeld des Erkrankten (sogenannte Umgebungsuntersuchung). Ein Algorithmus für das Vorgehen findet sich in den Empfehlungen des Deutsche Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) zur Infektionsprävention bei Tuberkulose (Ziegler et al. 2012).

Als Schwellenwerte für die **kumulative Kontaktzeit** werden angegeben:

- Bei mikroskopischem Nachweis: 8 h Kontakt im gleichen Raum
- Bei kulturellem Nachweis: 40 h Kontakt im gleichen Raum

Als gefährdete Kontaktpersonen gelten unabhängig von der kumulativen Kontaktzeit solche mit intensivem, ungeschütztem Kontakt mit respiratorischem Material (z. B. medizinisches Personal bei Bronchoskopie, sputuminduzierenden Maßnahmen, Absaugen, Reanimation, Intubation etc.).

- **Ermittlung der Kontaktpersonen nicht nur in Abhängigkeit von der Kontaktzeit, sondern auch von der Tätigkeit am erkrankten Patienten. Auch ein intensiver einmaliger Kontakt, bei dem erregerehaltige Aerosole**

**eingeatmet wurden (z. B. Reanimation), kann relevant sein und sollte bei der Kontaktpersonenermittlung dokumentiert werden.**

Bei positivem Testergebnis nach Exposition (Serkonversion) kann eine Chemoprophylaxe (z. B. mit Isoniazid für 6 Monate) sinnvoll sein. Die individuelle Indikationsstellung erfolgt interdisziplinär zwischen Gesundheitsamt, Betriebsarzt bzw. behandelndem Arzt. Detaillierte Informationen zur Chemoprophylaxe finden sich in den „Empfehlungen zur Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenen- und Kindesalter“ des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) (Schaberg et al. 2012).

➤ **Besonders anfällig sind kleine Kinder, die zudem schwere generalisierte Krankheitsverläufe entwickeln können.**

#### ■ **Meldepflicht**

Nach IfSG § 6 Abs. 1 sind die Erkrankung und der Tod namentlich meldepflichtig, auch wenn ein bakteriologischer Nachweis nicht vorliegt. Praktisch muss also jede begonnene antituberkulöse Therapie gemeldet werden. Als Besonderheit erfolgt die namentliche Meldung einschließlich Geburtsland und Staatsangehörigkeit. Ferner ist der Abbruch einer Behandlung meldepflichtig (Arztmeldepflichten).

Für das Labor besteht Meldepflicht beim direkten Erregernachweis. Vorab ist schon der Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum an das zuständige Gesundheitsamt zu melden (Labormeldepflicht).

Nach § 34 IfSG dürfen Personen, die an ansteckungsfähiger Tuberkulose erkrankt sind oder in Verdacht stehen, erkrankt zu sein, in Gemeinschaftseinrichtungen keine Lehr-, Erziehungs-, Pflege-, Aufsichts- oder sonstigen Tätigkeiten ausüben.

#### ■ **Inzidenz und Risikofaktoren**

Laut RKI (2015) ergab sich eine durchschnittliche jährliche Zunahme der Tuberkuloseinzidenz in Deutschland von 0,9 % zwischen 2010 und 2014 (im Jahr 2014 bei 4488 Tuberkulosefällen bzw. 5,6 Erkrankungen/100.000 Einwohner), während alle vorherigen Fünfjahresperioden Rückgänge aufwiesen.

Somit ist von einem tatsächlichen Anstieg der Tuberkulosefallzahlen auszugehen. Diesem können laut RKI (2015) im Wesentlichen folgende Szenarien zugrunde liegen:

- Anhaltendes Transmissionsgeschehen von Tuberkulose innerhalb Deutschlands
- Reaktivierung von LTBI in der einheimischen Bevölkerung bei Personen, die vor längerer Zeit in Deutschland eine Infektion erworben haben
- Reaktivierung von LTBI bei Personen, die eine Infektion in einem Herkunftsland mit hoher Tuberkuloseinzidenz erworben haben
- Ein Zuzug von Personen nach Deutschland mit bereits bestehender (diagnostizierter oder noch nicht diagnostizierter) aktiver Tuberkulose.

Es unterliegen insbesondere Personen mit Risikofaktoren einem höheren Tuberkuloseinfektions- und -erkrankungsrisiko. Besonders gefährdet sind:

- Enge Kontaktpersonen von an offener (d. h. infektiöser) Tuberkulose Erkrankten
- Personen mit einer unzureichend behandelten früheren Tuberkulose
- HIV-Infizierte bzw. Personen mit anderen Krankheiten oder Behandlungen, die zu einer relevanten Schwächung des Immunsystems führen, z. B. bei Einnahme von TNF- $\alpha$ -Inhibitoren
- Faktoren wie Drogenabhängigkeit, Obdachlosigkeit und Armut stellen typische Risikofaktoren für eine Tuberkulose dar.
- Die Tuberkuloseraten sind darüber hinaus besonders hoch bei Migranten aus Ländern, in denen die Tuberkulose noch sehr häufig ist.

Auf Europa entfallen schätzungsweise 5 % aller weltweit auftretenden Tuberkuloseerkrankungen (durchschnittliche Inzidenz der europaweit erfassten Fälle: 42/100.000 Einwohner im Jahr 2010), wobei deutliche regionale Unterschiede vorhanden sind und ein ausgeprägter Ost-West-Gradient erkennbar ist. So lag die durchschnittliche Inzidenz in den westeuropäischen Ländern unter 15 Erkrankungen/100.000 Einwohnern, in den Balkanstaaten bei etwa 20 und in Osteuropa bei über 100 (Angaben für 2010). Insbesondere in den Neuen Unabhängigen Staaten (NUS) ist die Situation problematisch, auch hinsichtlich der Resistenzsituation (RKI 2013).

### ■ Resistenzen

Von Einfachresistenz („single drug resistance“, **SDR**) wird bei Vorliegen einer Resistenz gegen eines der 5 Erstrangmedikamente gesprochen:

- Isoniazid (INH)
- Rifampicin (RMP)
- Ethambutoln (EMB)
- Pyrazinamid (PZA)
- Streptomycin (SM)

Multiresistenz („multi drug resistance“, **MDR**) liegt bei einer Resistenz gegenüber Isoniazid und Rifampicin vor und eine extreme Resistenz („extrem drug resistance“, **XDR**) bei MDR-Charakteristika plus mindestens 3 Resistenzen gegenüber Zweitstrangmedikamenten (Aminoglykoside, Polypeptide, Fluorchinolone, Thioamine, Cycloserin, Paraaminosalicylsäure).

Bei den in Deutschland nachgewiesenen Erkrankungen werden ca. 1,7 % durch MDR und lediglich Einzelfälle (häufig importiert) durch XDR-Mykobakterien verursacht (RKI 2012).

- **Es sollte stets eine Resistenztestung durchgeführt werden (bei Erstkultur und bei Folgekulturen). Die Behandlung von MDR- und XDR-Tuberkulosen sollte an spezialisierten Zentren erfolgen.**

## 16.9.1 Praktische Hygienemaßnahmen

Die folgenden Hygienemaßnahmen gelten sowohl im Verdachtsfall als auch bei Nachweis einer offenen Lungentuberkulose.

### Hygiene beim Patienten

#### ■ Anleitung des Patienten

- Unterweisung des Patienten im Tragen des Mund-Nasen-Schutzes und im richtigen Niesen und Schnäuzen
- Patienten auch im Isolierzimmer dazu anhalten, in Anwesenheit von dritten Personen beim Husten und Niesen den Mund und die Nase mit einem Tuch zu bedecken
- Beim Verlassen des Isolierzimmers sollte der Patient einen Mund-Nasen-Schutz anlegen (chirurgische Maske entsprechend FFP 1 ausreichend).

- Keinesfalls darf ein Patient mit offener Tuberkulose eine Atemschutzmaske mit Ausatemventil tragen.

#### ■ Unterbringung des Patienten

- Patienten mit offener oder Verdacht auf offene Tbc sind nach den Regeln für luftübertragbare Erkrankungen zu isolieren.
- Keine Kohortenisolierung wegen der Gefahr der Superinfektion, sondern Einzelzimmerisolierung
- Patienten sollten während der Isolierung das Zimmer möglichst nicht verlassen. Diagnostische und therapeutische Maßnahmen sollten im Zimmer stattfinden.
- Die Zimmer sollten häufig durch das Fenster nach außen gelüftet werden, bei zum Stationsflur geschlossener Zimmertür.
- Raumluftechnische Anlage:
  - Bei Überdruckbelüftung im Zimmer muss durch die Technik auf Unterdruckbetrieb umgestellt werden. Ist dies nicht möglich, muss die Klimaanlage abgeschaltet und Fensterlüftung mehrmals täglich durchgeführt werden, da im Überdruckbetrieb die potenziell erregerehaltige Luft aus dem Zimmer in den Flur transportiert wird.
  - Bei Unterdruckbetrieb muss eine sichere Filterung der Abluft (HEPA, ► [Kap. 5, Abschn. „Lüftungstechnik“](#)) gewährleistet sein, hohe Luftwechselrate (bei Altanlagen im Bestand sechsfacher Luftwechsel pro Stunde, bei Neuanlagen zwölfmal).
- Hustenprovozierende bzw. aerosolerzeugende Maßnahmen und Eingriffe sollen in geschlossenen Räumen stattfinden, die nach dem Rücktransport des Patienten nach außen für mindestens 30 min gelüftet werden. Der Rücktransport des Patienten soll erst dann erfolgen, wenn sich der Husten gelegt hat.
- Nach einer Narkose soll ein Tuberkulosepatient in einem getrennten Raum überwacht werden.
- Bei Patienten mit einer sezernierenden Tuberkulose außerhalb der Atemwege sind Standardhygienemaßnahmen (Handschuhe, Schutzkittel) erforderlich. Eine Einzelzimmerisolierung ist nur nötig, wenn ein spezifisches Streupotenzial (z. B. offene Wunde bei Patienten mit eingeschränkter Compliance)

besteht oder z. B. offene Spülungen der Wunden mit der Möglichkeit der Freisetzung größerer Mengen infektiöser Aerosole erfolgen.

#### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Bei der Autopsie müssen FFP-2-Maske, Schutzkittel und Handschuhe getragen werden.
- Aerosolerzeugende Maßnahmen vermeiden.
- Anschließend gründlich lüften
- Bei Manipulationen wie Waschen, Ankleiden und Umlagern wegen der Gefahr der passiven Expiration des Toten Tragen einer FFP-2-Maske durch den Bestatter

#### ■ Besucher

- Wenige nahestehende Personen zulassen und über Isolierung und Infektionsrisiko aufklären
- Höherwertiger Atemschutz muss analog dem Pflegepersonal getragen werden (FFP-2-Maske).
- Anleitung durch das Stationspersonal zum korrekten Anlegen der Maske

#### ■ Transport und Verlegung

- Es gelten die Regeln eines Transports bei luftübertragbaren Erkrankungen.

#### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Thermische Aufbereitung bevorzugen
- Einmalabsaugsysteme verwenden

#### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung in der Spülmaschine aufbereitet werden

#### ■ Wäsche

- Die massiv mit infektiösem Material (Sputum oder erregerehaltiges Sekret) kontaminierte Wäsche wird als infektiöse Wäsche getrennt gesammelt, in die Wäscherei transportiert und separat gewaschen.

#### ■ Abfall

- Nur der massiv mit infektiösem Material (Sputum, erregerehaltiges Sekret) kontaminierte Abfall (AS 18 01 03) wird getrennt gesammelt und entsprechend entsorgt.

#### ■ Flächendesinfektion

- Bei sichtbarer Kontamination mit Sputum oder anderen potenziell infektiösen Sekreten ist eine sofortige gezielte Wischdesinfektion mit einem tuberkuloziden Präparat erforderlich.
- Die laufenden Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen richten sich im Umfang nach den Vorgaben der Standardhygiene.

#### ■ Aufhebung der Isolierungsmaßnahmen

- Wenn 2–3 Wochen nach Beginn einer effektiven Therapie (deutliche klinische Besserung, kein Husten mehr) 3 an verschiedenen Tagen abgenommene Sputumproben bzw. alternativ Magensaftproben mikroskopisch negativ sind (bei zuvor positivem Nachweis), können die Isolierungsmaßnahmen in der Regel aufgehoben werden.
- Zu beachten ist aber, dass für Mitpatienten mit deutlicher Einschränkung der zellulären Abwehr (HIV mit niedrigen T-Helfer-Zellen, Rheumapatienten unter TNF- $\alpha$ -Blockern) oder bei Neutropenie weiterhin ein Infektionsrisiko bestehen kann, sodass diese nicht gemeinsam mit einem Tbc-Kranken untergebracht werden sollten.
- Die Isolierungsmaßnahmen sollten bei MDR- oder XDR-Tuberkulose für die Dauer des stationären Aufenthalts bestehen bleiben.

### Hygiene beim Personal

- Betreuung von Tbc-Patienten durch wenige, wenn möglich tuberkulinpositive, immunkompetente Beschäftigte
- Betreten des Isolierzimmers immer mit dicht sitzender FFP-2-Maske
- Bei hustenprovozierenden bzw. aerosolerzeugenden Maßnahmen und Eingriffen sollte das Personal einen höherwertigen Atemschutz tragen (FFP-3-Maske mit Ausatemventil).
- Es sollten verschiedene Größen von FFP-2- und -3-Masken zur Verfügung stehen und ggf. bei Bartträgern oder anatomischen Besonderheiten des Trägers ein „Fit-Testing“ zur Überprüfung des dichten Sitzes des Maskentyps erfolgen.
- Außerhalb geschlossener Räume, z. B. beim Patiententransport im Freien, kann vom Tragen von höherwertigem Mund-Nasen-Schutz

abgesehen werden, sofern der Patient eine chirurgische Maske angelegt hat.

- Der Gebrauch weiterer persönlicher Schutzausrüstung (PSA) richtet sich nach den Regeln der Standardhygiene.

### 16.9.2 Der Tuberkulosepatient im OP

Beim Umgang mit Patienten mit offener Lungentuberkulose im OP ergeben sich oft Unsicherheiten.

■ **Tab. 16.8** fasst daher die spezifischen Maßnahmen im OP zusammen.

## 16.10 Meningokokken

Meningokokken (*Neisseria meningitidis*) sind gram-negative intrazelluläre Diplokokken. Der Mensch ist das einzige Reservoir, und 10 % der Bevölkerung (je nach Altersgruppe bis zu 30 %) sind gesunde Träger von meist apathogenen, nicht invasiven Meningokokken im Nasen-Rachen-Raum. Es sind 13 Serotypen bekannt, aber nur 5 mit Infektionen assoziiert (A, B, C, W135 und Y). Außerhalb des Körpers sterben die Erreger gewöhnlich rasch ab, sodass für eine Infektion ein enger Kontakt mit direkter Übertragung von oropharyngealen Sekreten von einem Keimträger oder einem Erkrankten erforderlich ist.

Meningokokkenerkrankungen treten weltweit auf. In den westlichen Industrieländern kommen in der Regel nur Einzelerkrankungen, gehäuft im Winter und im Frühjahr, oder kleinere Ausbrüche vor. Im nordafrikanischen „Meningitisgürtel“ südlich der Sahara und in Asien sind epidemische Infektionen durch Meningokokken der Serogruppe A, aber auch C, W135 und Y bekannt.

In Deutschland wurde seit 2003 ein Rückgang der Inzidenz beobachtet. Gegenwärtig liegt die bundesweite jährliche Inzidenz bei unter 0,5 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner. Die Mehrzahl der Erkrankungen wird durch Erreger der Serogruppe B (ca. 65–70 %) und C (ca. 20–25 %) verursacht, während andere Serogruppen sehr selten beobachtet werden (RKI 2015).

### ■ Symptome

Die Erkrankung beginnt nach einer **Inkubationszeit** von 3–4 Tagen (Variabilität: 2–10 Tage) mit charakteristischen Beschwerden im Nasen-Rachen-Raum und plötzlich auftretenden unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerzen, Fieber, Schüttelfrost, Schwindel und schwerstem Krankheitsgefühl. Typisch sind petechiale Exantheme, großflächige Hauteinblutungen oder ein makulopapulöses Exanthem. Die für die Meningitis charakteristische Nackensteifigkeit kann fehlen. Bei Säuglingen und Kleinkindern sind die Symptome oft weniger charakteristisch. Primäre Manifestation kann auch ein Waterhouse-Friderichsen-Syndrom sein.

### ■ Meningokokkenimpfung

In Deutschland sind ab dem Alter von 2 Monaten drei konjugierte monovalente Impfstoffe gegen Meningokokken der Serogruppe C zugelassen. Zudem stehen seit 2010 bzw. 2012 zwei quadrivalente Konjugatimpfstoffe gegen Meningokokken der Serogruppen A, C, W und Y für Personen ab dem Alter von 2 Jahren bzw. 1 Jahr zur Verfügung. Die schon langjährig verfügbaren nicht konjugierten Polysaccharidimpfstoffe gegen die Serogruppen A und C bzw. A, C, W und Y stehen ebenfalls weiterhin zur Verfügung.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass Impfungen gegen die Serogruppen A, C, W und Y mit einem Konjugatimpfstoff erfolgen sollten, sofern für die betreffende Altersgruppe zugelassen. Gegen die Serogruppe B konnte aufgrund des Vorhandenseins identischer Polysaccharidstrukturen auf der B-Kapsel und auf menschlichen Nervenzellen nicht wie für die anderen Serogruppen ein Impfstoff basierend auf den Kapselantigenen entwickelt werden. Daher mussten andere Ansätze gewählt werden, z. B. basierend auf Oberflächenproteinen als Impfantigene. Seit Dezember 2013 steht in Deutschland ein neuer, derartiger Meningokokken-B-Impfstoff zu Verfügung (RKI 2015). Die STIKO empfiehlt die Impfung gegen Meningokokken der Serogruppe C für alle Kinder im 2. Lebensjahr zum frühestmöglichen Zeitpunkt sowie für alle nicht geimpften Kinder jenseits des 2. Lebensjahres zur Schließung von Impflücken. Die Impfindikation der STIKO für die Serogruppen A, C, W 135 und Y

■ **Tab. 16.8** Maßnahmen bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung von operativen Eingriffen bei Tuberkulosepatienten. (Modifiziert nach [www.guidelines.ch](http://www.guidelines.ch), Stand: 20.02.2015)

	Offene Lungentuberkulose	Extrapulmonale Tuberkulose: Eingriff im infizierten Gewebe mit Spritzgefahr oder möglicher Aero- solbildung während der Operation
Planung Operation/ Eingriff	Hinweis auf die Tb bei Anmeldung Weitergabe der Information an die verantwortlichen Personen, bei Abteilungswechsel Info über Tb an post-operative Abteilung	
Vor Operation/ Eingriff	Personal: – Standardmaßnahmen – FFP-2-Maske Einschleusen/Umbetten: – Umlagerung in der Bettenschleuse – Alle Vorbereitungen werden im OP-Saal durchgeführt Patient trägt möglichst bis zur Intubation einen Mund-Nasen-Schutz	Keine speziellen Vorkehrungen
Während Operation/ Eingriff	Personal: – Standardmaßnahmen – FFP-2-Maske (vor dem OP-Saal anziehen) Patient: – Keine zusätzlichen Maßnahmen OP-Türen geschlossen halten, RLT-Anlage auf Unterdruck im OP-Saal umstellen oder ausschalten	
Nach Operation/ Eingriff	Personal: – Ausziehen der FFP-2-Maske nach Verlassen des OP-Saals – Hygienische Händedesinfektion Patient: – Extubation im OP-Saal – Wenn Patient Sauerstoff benötigt, Sauerstoffmaske statt Nasenbrille benutzen (auch für den Transport), ansonsten Mund-Nasen-Schutz – Kein Aufenthalt im Aufwachraum RLT-Anlage wieder einschalten und bei geschlossenen Türen für 30 min laufen lassen, bevor der Saal wieder verwendet wird	Personal: – Ausziehen der FFP-2-Maske nach Verlassen des OP-Saals – Hygienische Händedesinfektion Patient: – Extubation und Betreuung im Aufwachraum wie üblich
Reinigung	Reinigungspersonal OP-Saal: – Tragen einer FFP-2-Maske bis 30 min nachdem der Patient den OP-Saal verlassen hat Reguläre Zwischenreinigung	
Absaugung	Möglichst Verwendung von geschlossenen Sekretbehältern mit Sekretbeutel: – Entsorgung nach Gelierung im regulären Abfall Mehrwegbehälter (Freisetzung von Tuberkelbakterien verhindern): – Einfüllöffnung für den Transport zukleben – Beim Entleeren FFP-2-Maske tragen	
Narkosebeatmungs- gerät	Atemfiltersystem verwenden Wechsel der Beatmungsschläuche nach Operation als zusätzliche Sicherheit	Atemfiltersystem wie üblich, keine besonderen Maßnahmen

mit tetravalentem, konjugiertem Impfstoff gilt außerdem für die folgenden Risikogruppen (frühestens ab dem 1. Lebensjahr, ansonsten Polysaccharidimpfstoff nach Herstellerangaben verwenden):

- Personen mit angeborenen oder erworbenen Immundefekten mit T- und/oder B-zellulärer Restfunktion, insbesondere Komplementdefekten, Hypogammaglobulinämie, funktioneller und anatomischer Asplenie
- Gefährdetes Laborpersonal
- Reisende in epidemische/hyperendemische Länder, besonders bei engem Kontakt zur einheimischen Bevölkerung
- Vor Pilgerreisen nach Mekka (Hadj)
- Schüler/Studenten vor Langzeitaufenthalten in Ländern mit empfohlener allgemeiner Impfung für Jugendliche oder selektiver Impfung für Schüler/Studenten (z. B. USA)
- Personen im Umfeld bestimmter Ausbrüche oder bei regional gehäuftem Auftreten auf Empfehlung der Gesundheitsbehörden
- Bisher ungeimpfte Haushaltskontaktpersonen eines Erkrankten mit einer impfpräventablen invasiven Meningokokkeninfektion, so bald wie möglich nach dem Kontakt (zusätzlich zur Chemoprophylaxe).

#### ■ Kontagiosität/Infektiosität

Die **Übertragung** der Erreger erfolgt durch Sekrettröpfchen aus dem Nasen-Rachen-Raum bei sehr engem körperlichem Kontakt („face to face“) oder mit dem Hustenstoß innerhalb von 1–2 m.

Die Dauer der **Ansteckungsfähigkeit** beträgt ca. 7 Tage vor Ausbruch der Erkrankung bis 24 h nach Therapiebeginn. Hierdurch werden die Dauer der Kontaktisolierung des Patienten und das Ausmaß der Umgebungsuntersuchungen (Suche nach engen Kontaktpersonen im möglichen Übertragungszeitraum) festgelegt.

#### ■ Meldepflicht

Es besteht Meldepflicht bei:

- Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod an Meningokokkenmeningitis oder -sepsis (namentlich, Arztmeldepflicht)
- Der Labornachweis von *Neisseria meningitidis* aus Liquor, Blut, hämorrhagischen Hautinfiltraten und anderen normalerweise sterilen

Körperflüssigkeiten ist namentlich an das Gesundheitsamt zu melden, wenn er auf eine akute Infektion hinweist (Labormeldepflicht).

- Leiter von Gemeinschaftseinrichtungen sind verpflichtet, das zuständige Gesundheitsamt unverzüglich über das zur Kenntnis gelangte Auftreten zu benachrichtigen und dazu krankheits- und personenbezogene Angaben zu machen (IfSG § 34).

#### ■ Postexpositionsprophylaxe

Die Indikation zur Postexpositionsprophylaxe richtet sich nach der Art des Kontakts.

- Medizinisches Personal mit direktem Kontakt mit Speichel oder respiratorischem Sekret, z. B. direktes Anhusten durch Patienten, Reanimation, Absaugen, Intubation, Diskonnektion des Tubus, Bronchoskopie, Mundpflege (jeweils ohne Mundschutz und ohne geschlossene Absaugsysteme)
- Alle Haushaltsmitglieder und enge Kontaktpersonen aus Gemeinschaftseinrichtungen mit haushaltsähnlichem Charakter (Kindergarten, Schule, Internat, Kaserne, Gefängnis etc.) in den letzten 7 Tagen vor Ausbruch der Erkrankung
- Sehr enger Personenkontakt (ähnlich wie Haushaltskontakt: z. B. Sitznachbar im Flugzeug) in den letzten 7 Tagen vor Ausbruch der Erkrankung

Die Antibiotikaprophylaxe mit Rifampicin, Ciprofloxacin oder Ceftriaxon sollte möglichst innerhalb der ersten 24 h nach Exposition verabreicht werden.

Sie ist nicht erforderlich bei kurzem (ungeschütztem) Aufenthalt mit einem Abstand >1 m im selben Raum mit dem Patienten.

Bei Haushaltskontakten sowie engen Kontakten mit haushaltsähnlichem Charakter sollte – sofern der Indexfall an einer impfpräventablen Serogruppe erkrankte – zusätzlich eine postexpositionelle Meningokokkenimpfung mit einem Impfstoff erfolgen, der die entsprechende Serogruppe enthält, da für diese Gruppe trotz einer Chemotherapie ein erhöhtes Risiko für eine Meningokokkenenerkrankung im Jahr nach dem Kontakt beobachtet wurde (RKI 2015).

**Tipp**

Gerade in Kliniken nehmen häufig viel zu viele Personen eine Antibiotikaprophylaxe ein, selbst wenn sie keinen direkten Patientenkontakt hatten, sondern diesen beispielsweise nur in der Notaufnahme oder vom Schwesternstützpunkt aus sicherer Entfernung gesehen haben.

## 16.10.1 Praktische Hygienemaßnahmen

### Hygiene beim Patienten

- **Anleitung des Patienten**
  - Anleitung zur Händehygiene
  - Einweisung ins richtige Niesen und Husten.
- **Unterbringung des Patienten**
  - Einzelzimmerunterbringung des Patienten während der Dauer der Ansteckungsfähigkeit (bis 24 h nach Beginn einer wirksamen Antibiotikatherapie)
  - Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“
- **Maßnahmen bei Verstorbenen**
  - Keine über die Standardhygiene hinausgehenden Maßnahmen erforderlich
- **Besucher**
  - Besucher über die Kontagiosität der Erkrankung, über die infektiösen Materialien und die Übertragungswege (Kontakt mit respiratorischen Sekreten, Tröpfcheninfektion) informieren
  - Einweisung in die Händedesinfektion
  - Tragen von Atemschutz (FFP 1) beim Betreten des Zimmers während der Tröpfchenschutzisolation
  - Weitere persönliche Schutzausrüstung bei möglichem Kontakt mit infektiösem Material.
- **Transport und Verlegung**
  - In den ersten 24 h der Erkrankung sollten nur medizinisch dringlich indizierte Transporte durchgeführt werden.
  - Beim Transport sind die Tröpfchenschutzmaßnahmen zu beachten.

- **Pflegeutensilien/Medizinprodukte**
  - Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- **Geschirr**
  - Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- **Wäsche**
  - Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- **Abfall**
  - Normaler Abfall (AS 18 01 04)
- **Flächendesinfektion**
  - Laufende Desinfektion während der Tröpfchenschutzisolation mit hausüblichem Flächendesinfektionsmittel.
- **Besonderheiten bei/nach Verlegung**
  - Die Tröpfchenschutzisolation kann 24 h nach Beginn einer effektiven Antibiotikatherapie aufgehoben werden.
  - Es erfolgt eine normale Zimmerreinigung und Desinfektion patientennaher Flächen nach Entlassung des Patienten.

### Hygiene beim Personal

- Konsequente Anwendung der Standardhygienemaßnahmen, insbesondere der Händedesinfektion
- Atemschutz (FFP 1) beim Betreten des Zimmers
- Wenn möglich, Abstand von >1 m zum Patienten halten
- Einmalhandschuhe und Schutzkittel, wenn Kontakt mit infektiösem Material möglich ist
- Durchführung der Tröpfchenschutzmaßnahmen bereits im Verdachtsfall.

## 16.11 Keratoconjunctivitis epidemica

Die klassische Keratoconjunctivitis epidemica (KE) wird durch **Adenoviren** hervorgerufen. Adenoviren Typ 8 (auch 19 und 37) sind humanpathogene, unbewehrte DNA-Viren aus der Familie der *Adenoviridae* und sehr umweltresistent. Der Mensch ist das einzige Reservoir. Die Viren können bei Zimmertemperatur

über Wochen infektiös bleiben und sind gegenüber manchen üblichen Desinfektionsmitteln resistent oder erst durch längere Einwirkzeit zu inaktivieren.

### ■ Symptome

Die Erkrankung beginnt plötzlich mit Rötung, ringförmiger Bindehautschwellung und präaurikulärer Lymphknotenschwellung, entzündlicher Ptosis, Fremdkörpergefühl, Lichtscheu, Juckreiz und Tränenfluss. Nach etwa einer Woche kann es zu einer Beteiligung der Kornea in Form einer Keratoconjunctivitis superficialis punctata mit Epitheldefekten kommen. Es können feine Hornhautinfiltrate subepithelial in den obersten Stromaschichten auftreten.

In der Regel klingt die Infektion in der zweiten bis vierten Woche ab. Hornhauttrübungen sind noch längere Zeit nachweisbar. Es kommt fast immer zur vollständigen Ausheilung, nur gelegentlich kann sich eine Visusminderung entwickeln. Eine spezifische Therapie gibt es nicht. Die Behandlung erfolgt symptomatisch.

### ■ Kontagiosität/Infektiosität

Gefürchtet ist die KE in Augenarztpraxen und -kliniken wegen ihrer **hohen Kontagiosität** und dem damit verbundenen **Ausbruchspotenzial**. Gelegentlich verursachen auch Entero- oder Coxsackie-Viren Ausbrüche von Konjunktividen, die im klinischen Bild der KE ähneln. Die Übertragung erfolgt durch direkten oder indirekten Kontakt mit infektiösem Material (Augensekret), von Person zu Person, nicht jedoch aerogen.

Neben kontaminierten Händen spielen kontaminierte Gegenstände, wie z. B. Handtücher, Instrumente (v. a. Tonometer), kontaminierte Tropfpipetten und Augentropfen, eine große Rolle für die rasche Ausbreitung nosokomialer Infektionen. Eine geringe Zahl von Viruspartikeln ist ausreichend für eine Infektion.

Die Dauer der Ansteckungsfähigkeit ist variabel und besteht, solange das Virus im Sekret nachweisbar ist, d. h. in der Regel während der ersten 2 Wochen der Erkrankung.

### ■ Meldepflicht

Es besteht eine gesetzliche Labormeldepflicht für den direkten Nachweis von Adenoviren im Konjunktivalabstrich (namentlich an das Gesundheitsamt nach

§ 7 IfSG). In einigen Bundesländern, z. B. Thüringen und Sachsen, ist die epidemische Keratoconjunctivitis auch als klinisches Bild meldepflichtig (Arztmeldepflicht).

Da Ausbrüche nicht selten sind, muss in diesem Zusammenhang an die Ausbruchsmeldepflicht erinnert werden: Dem Gesundheitsamt ist unverzüglich das gehäufte Auftreten nosokomialer Infektionen, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird, als Ausbruch nicht namentlich zu melden (§ 6 IfSG).

#### Tipp

Bei 2 oder mehr klinischen Fällen von KE Ausbruchsmeldung an das Gesundheitsamt nicht vergessen.

## 16.11.1 Praktische Hygienemaßnahmen

### Hygiene beim Patienten

- Patienten mit Verdacht auf Augeninfektionen durch Aushang auffordern, sich direkt zu melden und bereits am Empfang triagieren
- Den Patienten direkt ins Untersuchungszimmer bringen, nicht im Wartezimmer warten lassen
- Pflegeutensilien patientenbezogen einsetzen
- Medikamente patientenbezogen einsetzen
- Für Augentropfen möglichst Einzeldosisbehälter verwenden
- Gegenstände, die in die Nähe der Augen kommen, wie z. B. Tonometerhütchen, Spaltlampe etc., gründlich reinigen und viruzid desinfizieren.

### ■ Anleitung des Patienten

- Information des Patienten über die Übertragungswege, die von ihm ausgehenden Übertragungsrisiken und die notwendige Vermeidung von Hand-Augen-Kontakt
- Sorgfältige Händehygiene, um Übertragungen auf Kontaktpersonen (z. B. gleicher Haushalt) zu vermeiden
- Keine gemeinsame Benutzung von Handtüchern etc.

### ■ Unterbringung des Patienten

- Desorientierte Patienten im Krankenhaus sollten möglichst für die Dauer der Erkrankung nach Hause geschickt werden. Bei zwingend notwendiger stationärer Behandlung in einem Einzelzimmer bzw. als Kohorte zusammen mit anderen gleichermaßen betroffenen Patienten versorgen.
- Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“

### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Kontakt mit Tränenflüssigkeit unmittelbar nach dem Tod vermeiden (Handschuhe tragen beim Schließen der Augen)

### ■ Besucher

- Besucher informieren über die hohe Kontagiosität der Erkrankung, das infektiöse Material, die Übertragungswege (Kontakt mit Augensekret, Tröpfcheninfektion), die Notwendigkeit der Händehygiene und die Vermeidung von Hand-Augen-Kontakt
- Zusätzliche persönliche Schutzausrüstung in der Regel nicht erforderlich.

### ■ Medizinprodukte

- Sofortige Aufbereitung aller patientenbezogenen Instrumente und Geräte (bevorzugt maschinell-thermische Aufbereitung)
- Bei manueller Aufbereitung Verwendung eines viruziden Instrumentendesinfektionsmittels
- Oberflächen von fest installierten Geräten, mit denen der Patient in Berührung gekommen ist (z. B. Kinn- und Stirnstützen von Spallampen und die dazugehörigen Griffe), müssen mit einem als viruzid gekennzeichneten Flächen-desinfektionsmittel (z. B. auf Basis eines Sauerstoffabspalters oder bei alkoholischen Flächen-desinfektionsmitteln mit Ethanolanteil) desinfiziert werden.

### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden

### ■ Wäsche

- Normale Krankenhauswäsche

### ■ Abfall

- Normaler Abfall (AS 18 01 04)
- Nach Abtransport der geschlossenen Säcke sofort die Hände desinfizieren

### ■ Flächendesinfektion

- Nur Präparate mit nachgewiesener viruzider Wirksamkeit (Wirkbereich B) verwenden
- Die Anwendungskonzentration des Flächen-desinfektionsmittels richtet sich nach den Angaben des Herstellers.
- Die Wirksamkeit gegenüber Adenoviren muss durch Gutachten belegt sein.
- Laufende Desinfektion der patientennahen Flächen inklusive Türklinken; bei Bedarf Ausdehnung auf weitere Flächen.

### ■ Besonderheiten bei/nach Verlegung

- Schlussdesinfektion der zugänglichen Flächen des Patientenzimmers einschließlich des Fußbodens nach Aufhebung der Isolierung, nach Verlegung oder Entlassung des Patienten
- Besonders wichtig sind Oberflächen mit häufigem Handkontakt (Bettgitter, Nachttisch, Tisch, Stühle, Tür- und Schrankgriffe, Handläufe, Telefonhörer usw.).

## Hygiene beim Personal

- Konsequente Anwendung der Standardhygienemaßnahmen
- Hygienische Händedesinfektion vor und nach Patientenkontakt mit einem **viruziden Händedesinfektionsmittel**
- Einmalhandschuhe bei der Untersuchung von Patienten mit Verdacht auf bzw. Vorliegen einer infektiösen Augenerkrankung (z. B. augenärztliche Untersuchung) und bei möglichen sonstigen Kontakten mit Augensekret
- Handschuhe sofort nach der Untersuchung ausziehen und hygienische Händedesinfektion vornehmen
- PSA wie Schutzkittel, Atem- sowie Augenschutz, wenn Kontakt mit infektiösem Material möglich ist (z. B. unkooperativer, dementer Patient)
- Betroffenes Personal sollte für mindestens 14 Tage zu Hause bleiben.

### 16.12 Creutzfeldt-Jacob-Krankheit

Die Creutzfeldt-Jacob-Krankheit (CJK) und ihre neue Variante vCJK sind neurodegenerative Erkrankungen des zentralen Nervensystems aus dem Formenkreis der transmissiblen spongiformen Enzephalopathien (TSE).

Es handelt sich um schwere, progrediente Erkrankungen mit Demenz und zunehmender Pflegebedürftigkeit, Verwirrtheit, Inkontinenz und anderen Krankheitserscheinungen wie Sehstörung. Die Erkrankungen verlaufen stets tödlich. Bisher gibt es keine effektive Therapie.

Histologisch sind Ablagerungen fibrillärer Proteine des ZNS und die spongiforme Enzephalopathie diagnostizierbar. Die vCJK unterscheidet sich klinisch, histopathologisch und infektiologisch von der CJK, da auch lymphatisches Gewebe betroffen ist.

Erreger sind Prionen (infektiöse Proteine, PrP), die aus einem unphysiologischen Konformer des normalen zellmembranständigen Prionoproteins (PrPC) bestehen. Das Erregerprotein ist gegenüber üblichen Sterilisations- und v. a. Desinfektionsverfahren weitgehend stabil.

Bei der klassischen CJK gibt es verschiedene Genotypen. Bei der vCJK handelt es sich um einen anderen Subtyp des PrP, der mit dem BSE-Erreger identisch ist.

#### ■ Kontagiosität/Infektiosität

Die iatrogene Übertragung der klassischen CJK wurde bisher nur vereinzelt in folgenden Situationen beschrieben:

- Nicht prionenwirksam aufbereitete Elektroden oder chirurgische Instrumente bei neurochirurgischen Eingriffen
- Durch Hornhauttransplantation und Tympanoplastiken in der Vergangenheit
- Unzureichend sterilisierte Dura-mater-Präparate (bis 1987)
- Wachstumshormon- und Gonadotropinpräparate aus menschlichen Hypophysen (seit 1987 gentechnologische Herstellung).

Voraussetzung für eine Übertragung der Infektion ist die perkutane Inokulation von infektiösem Material. Kein Risiko besteht bei Kontakt mit Blut und Körperflüssigkeiten an der intakten Haut. Das Risiko für Ärzte und Pflegepersonal wird als extrem gering

eingeschätzt, da eine gesicherte Übertragung bei dieser Personengruppe und auch bei beruflich größerer Exposition, z. B. in der Pathologie, bisher noch nie beschrieben wurde.

Bei der vCJK liegt eine zoonotische Übertragung von Erregern der bovinen spongiformen Enzephalopathie (BSE) vom Rind auf den Menschen vor. Die orale Übertragung muss im Falle der vCJK-Fälle in England als wahrscheinlich angesehen werden. Die sekundäre Übertragung von Mensch zu Mensch durch Blut und Blutprodukte, Organe und Gewebe oder über kontaminierte chirurgische Instrumente und Medizinprodukte erscheint prinzipiell möglich (■ Tab. 16.9).

#### ■ Inkubationszeit

Die Inkubationszeit bei CJK reicht von wenigen Jahren bis zu mehreren Jahrzehnten, abhängig von Aufnahmeweg, Aufnahmedosis und PrP-Genotyp. Bei der iatrogenen CJK sind Zeiten von 12 Monaten bis zu 30 Jahren beschrieben. Für die vCJK können keine genauen Angaben gemacht werden. Die Dauer der Ansteckungsfähigkeit ist bei CJK lebenslang gegeben,

■ Tab. 16.9 Übersicht über die Gewebeinfektiosität bei Patienten mit CJK/vCJK

Hohe Infektiosität (Risikogewebe)	Gehirn, Rückenmark, Auge
	Bei vCJK zusätzlich: lymphatische Organe (Lymphknoten, Tonsillen, Milz, Thymus, mukosaassoziiertes lymphatisches Gewebe des Magen-Darm-Trakts, Lymphe)
Mittlere Infektiosität (Risikogewebe)	Liquor, Dura mater, Hypophyse, Zirbeldrüse, Nebenniere, peripheres Nervensystem
	Bei vCJK zusätzlich: Blut und Knochenmark
Geringe Infektiosität	Nasenschleimhaut, Lunge, Leber, Pankreas
Keine Infektiosität	Skelettmuskulatur, Herz, Brustdrüse, Milch, Schilddrüse, Speicheldrüsen, Speichel, Ovarien, Uterus, Hoden, Samen, fetales Gewebe, Kolostrum, Galle, Knochen, Sehnen, Bindegewebe, Haare, Haut, Niere, Kot, Urin, Serum

bei vCJK besteht eine Infektiosität vermutlich bereits Monate bis Jahre vor dem Auftreten von Symptomen.

#### ■ **Meldepflicht**

Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod an einer humanen spongiformen Enzephalopathie (außer familiär-hereditäre Formen) sind namentlich an das Gesundheitsamt zu melden (Arztmeldepflicht).

### 16.12.1 Praktische Hygienemaßnahmen

#### **Hygiene beim Patienten**

##### ■ **Unterbringung des Patienten**

- Standardhygienemaßnahmen

##### ■ **Maßnahmen bei Verstorbenen**

- Standardhygienemaßnahmen

##### ■ **Besucher**

- Standardhygienemaßnahmen

##### ■ **Transport und Verlegung**

- Information der Zieleinrichtung

##### ■ **Pflegeutensilien/Medizinprodukte**

- Operation bei ausdrücklichem Verdacht auf CJK (gemäß RKI-Empfehlung):
  - Möglichst nur Einwegprodukte verwenden
  - Gebrauchte Einwegprodukte zur Verbrennung geben
  - Wieder verwendbare Gegenstände vorsichtig abwischen, alle sichtbaren Rückstände entfernen
  - Instrumente in Container ablegen, den Container verschließen, verplomben und aufbewahren, bis das Ergebnis der pathologischen Diagnostik vorliegt
    - Bei Bestätigung der Diagnose alle aufbewahrten Instrumente vernichten
    - Bei Ausschluss der Diagnose die aufbewahrten Instrumente nach den üblichen Regeln aufbereiten
- Endoskopie (notfallmäßiger Einsatz bei bekannter Diagnose):
  - Möglichst Einmalendoskop verwenden

- Endoskop wie üblich mit Reinigungslösung vorreinigen und zur weiteren Aufbereitung einsenden an: Institut für Neuropathologie, Universität Göttingen, Robert Koch-Str. 40, 37075 Göttingen (Tel. 0551/392700).

##### ■ **Geschirr**

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden

##### ■ **Wäsche**

- Normale Krankenhauswäsche

##### ■ **Abfall**

- Normaler Abfall (AS 18 01 04)
- ZNS-, Augengewebe und Liquor zum infektiösen Abfall (AS 18 01 03)

##### ■ **Flächendesinfektion**

- Spezielle Flächendekontamination (z. B. 2,5 % NaOHCl) nur nach Kontamination mit Liquor oder Hirngewebe

##### ■ **Besonderheiten bei/nach Verlegung**

- Standardhygienemaßnahmen

#### **Hygiene beim Personal**

- Tragen von zwei Paar Handschuhen, wenn Kontakt mit potenziell infektiösem Material möglich ist (z. B. Neurochirurgie, Lumbalpunktion, Ophthalmochirurgie des hinteren Augenabschnitts etc.)
- Maßnahme bei Kontakt der intakten Haut mit potenziell infektiösem Material: Hände oder die betreffende Körperstelle gründlich mit Wasser und Seife waschen
- Maßnahmen nach perkutaner Exposition:
  - Nach Stich- oder Schnittverletzungen bei OP an ZNS oder Auge die Wunde zunächst ausgiebig mit Wasser spülen. Hautwunden anschließend für 5–10 min mit 1 N NaOH und danach nochmals gründlich mit Wasser spülen, evtl. chirurgische Exzision der Verletzungswunde
  - Vorstellen beim Betriebsarzt bzw. Durchgangsarzt zur Aufnahme des Arbeitsunfalls.

### 16.13 Milzbrand

*Bacillus anthracis* ist ein für die meisten Warmblüter hochpathogenes (Risikogruppe 3), grampositives, aerobes und bekapseltes Stäbchenbakterium aus der Familie der *Bacillaceae*. Die vegetativen Zellen können sich in widerstandsfähige hitze-, UV- und desinfektionsmittelresistente Sporen umwandeln. Diese können in der Umwelt, etwa im Boden, jahrelang überdauern und wieder zur vegetativen Zelle auskeimen.

Große Aufmerksamkeit hat Anthrax als **bioterroristische Waffe** durch bewusste Ausbringung in Pulverform gewonnen. Im bioterroristischen Szenario mit hoher Ausgangskeimzahl ist die Abtötung von *Bacillus-anthraxis*-Sporen auch durch die von der WHO empfohlenen Desinfektionsmittel Formaldehyd, Glutardialdehyd, Peressigsäure, Wasserstoffperoxid und Natriumhypochlorit möglicherweise unzureichend.

Die Virulenz der vegetativen Zellen beruht auf der **Exotoxinbildung** („edema toxin“ [EdTx] und „lethal toxin“ [LeTx]), die für den Verlauf und die Schwere der Erkrankung, für die lokale Ödembildung, die Schädigung der Neutrophilenfunktion und den Gewebeuntergang maßgeblich sind.

Milzbrand beim Menschen ist in Industrienationen sehr selten. Ein gewisses berufsbedingtes Risiko tragen Personen, die Tierhäute und Felle und anderes Tiermaterial verarbeiten, und Beschäftigte in der Tiermedizin, der Land-, Forst- und Jagdwirtschaft, die mit infizierten Tieren in Berührung kommen. Die Postexpositionsprophylaxe wird bei konkretem Verdacht einer Exposition, insbesondere mögliche Inhalation von erregershaltigem Material, analog dem bioterroristischen Szenario (s. unten) durchgeführt.

Abhängig vom Infektionsweg gibt es drei klinische Erkrankungsformen: Hautmilzbrand (mehr als 95 % der Fälle), Lungenmilzbrand (selten) und Darmmilzbrand (sehr selten). Der **Erregernachweis** erfolgt mit Mikroskopie, Kultur, PCR oder durch Antigennachweis in der Flüssigkeit der Pustula maligna, im Blut (bei Sepsis), im Stuhl (bei Darmmilzbrand) oder im Sputum (bei Lungenmilzbrand).

#### ■ Hautmilzbrand (*Pustula maligna*)

Es handelt sich um eine rasch fortschreitende Entzündung an der Eindringstelle des Erregers mit einer papulösen, dann vesikulären Hautläsion. Nach 2–6

Tagen entwickelt sich daraus ein hämorrhagisches, schwarz belegtes Ulkus mit umliegendem Ödem (Milzbrandkarbunkel). Bei gutartigem Verlauf bleibt die Erkrankung lokal, ohne systemische Infektionszeichen und fast ohne Fieber. Durch freigesetzte Exotoxine der Bakterien kann es aber auch zu einem septischen Verlauf kommen mit Fieber, Schüttelfrost, Diarrhö, Hautblutungen, Milzschwellung, Kreislaufstörungen oder Meningitis. Unbehandelt kann Hautmilzbrand in 5–25 % der Fälle tödlich verlaufen. Die Übertragung erfolgt durch direkten Kontakt der vorgeschädigten Haut mit erregershaltigem tierischem Material. Es sind auch einige Fälle durch kontaminierte, injizierbare Drogen beschrieben.

#### ■ Lungenmilzbrand

Der Lungenmilzbrand beginnt plötzlich mit uncharakteristischen Beschwerden einer akuten Atemwegsinfektion, Schüttelfrost, hohem Fieber und unproduktivem Husten. Nach 2–4 Tagen entwickelt sich eine atypische, schwere Bronchopneumonie mit Dyspnoe, Zyanose und blutigem Auswurf. Die Übertragung erfolgt durch Inhalation erregers- und sporenhaltiger Stäube oder Tröpfchenaerosole. Die Infektionsdosis ist mit 8.000–50.000 Keimen pro Person bzw. bis zu 10.000 Sporen relativ hoch.

#### ■ Darmmilzbrand

Der Darmmilzbrand ist eine sehr seltene, aggressive und rasch verlaufende Erkrankung mit Erbrechen, blutigem Durchfall und Kreislaufversagen. Die Aufnahme des Erregers erfolgt mit der Nahrung (ungenügend gekochtes Fleisch und Innereien erkrankter Tiere).

➤ **Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch ist praktisch ausgeschlossen und wird nur bei Hautmilzbrand sehr selten beschrieben. Eine Infektion einer großen Zahl an Menschen ist nur möglich, wenn Milzbrandsporen als Aerosol in großer Menge ausgebracht werden.**

#### ■ Inkubationszeit

Die Inkubationszeit kann wenige Stunden betragen (bei sehr hoher Erregerzahl, z. B. biologischer Angriff) oder 1–7 Tage, gelegentlich auch bis zu 60 Tage (Auskeimen der Sporen aus Mediastinallymphknoten,

verzögerter Krankheitsbeginn). Hieraus leitet sich auch die Dauer einer Expositionsprophylaxe ab.

#### ■ Meldepflicht

- Bei Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod an Milzbrand (namentlich, Arztmeldepflicht)
- Bei direktem und indirektem Labornachweis von *B. anthracis* (namentlich), soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen (Labormeldepflicht).

### 16.13.1 Maßnahmen bei exponierten Personen

Bei bioterroristischer Exposition gelten folgende Personen als exponiert

- Personen, die direkten Kontakt zum verdächtigen Gegenstand hatten
- Personen, die sich nach dem Öffnen des Gegenstands im selben Raum aufgehalten haben
- Falls der konkrete Verdacht besteht, dass die Raumluft kontaminiert ist, alle Personen, die sich in Räumen aufgehalten haben, welche vom selben Raumlüftungssystem versorgt werden.

Folgende Maßnahmen werden ergriffen:

- Gründliches Händewaschen (Sporenreduktion durch Abschwemmeffekt), anschließend Händedesinfektion mit 0,2 % Peressigsäure (Wofasteril® 0,5 %, nach Arzneimittelgesetz für die Händedesinfektion zugelassen), Einwirkzeit 2-mal 1 min
- Anschließend Flächendesinfektion des Waschbeckens mit sporozidem Präparat
- Kleidung exponierter Personen bei sichtbarer Kontamination in einem Kunststoffsack asservieren; bestätigt sich der Verdacht, dann als infektiöse Wäsche separat waschen
- Hochgradig kontaminierte Personen sollen ausgiebig duschen und Haare waschen (mit Wasser und Seife)
- Risikoabschätzung durch Fachpersonal (Polizei, Feuerwehr, Gesundheitsamt)
- Gegebenenfalls postexpositionelle Chemo- prophylaxe für 60 Tage bzw. bis Verdacht entkräftet:

- Ciprofloxacin 2-mal 500 mg/Tag (Kinder: 2-mal 10–15 mg kgKG, Cave: normalerweise kontraindiziert) oder
- Doxycyclin 2-mal 100 mg/Tag (Kinder: 2-mal 2,5 mg kgKG, Cave: normalerweise kontraindiziert) oder
- Amoxicillin 3-mal 1.000 mg/Tag (Kinder: 3-mal 13 mg kgKG/Tag)
- Keine Quarantäne erforderlich
- Bei begründetem Verdacht auf Inhalation eines verdächtigen Materials: Nasenabstrich mit sterilem feuchtem Tupfer (ein Tupfer für beide Nasenlöcher) abnehmen und in Transportmedium überführen
- Die Patientenproben dürfen nur in Speziallaboratorien der Sicherheitsstufe 3 (BSL 3) untersucht werden.
- Alle Materialeinsendungen vorher telefonisch anmelden
- Der Transport von Patientenproben zur Bestätigungsdiagnostik erfolgt nach gefahrguttransportrechtlichen Bestimmungen für „infectious substances“, UN-Gefahrgut Klasse 6.2, Kategorie B (UN 3373) in Dreifachverpackung (flüssigkeitsdichtes Probengefäß, Schutzverpackung und ausreichend starre und feste Umverpackung) und den sonstigen Verpackungsanweisung nach Norm P650
- Nicht mit sonstigem Klinikmaterial oder Taxi schicken, sondern mit eigens dafür bestimmtem Fahrzeug ohne Umwege direkt in das Labor
- Ist der mikrobiologische Nachweis aus Patientenmaterial negativ, liegt das Ergebnis in der Regel innerhalb von 48–72 h vor. Wenn eine Prophylaxe begonnen wurde, wird in diesem Fall der Exponierte von den Gesundheitsbehörden bzw. dem behandelnden Arzt sofort benachrichtigt und die Antibiotikaprophylaxe wird abgesetzt.

### 16.13.2 Praktische Hygienemaßnahmen

#### Hygiene beim Patienten

- Anleitung des Patienten
- Information der Patienten insbesondere über das Händewaschen zusätzlich zur Händedesinfektion.

### ■ Unterbringung des Patienten

- Standardhygienemaßnahmen

### ■ Maßnahmen bei Verstorbenen

- Leichenausscheidungen als infektiös betrachten
- Verschießbare flüssigkeitsdichte Plastikhülle für den Leichnam einsetzen
- Bestatter über das Infektionsrisiko aufklären
- Einmalhandschuhe und Schutzkittel tragen.

### ■ Besucher

- Information der Besucher insbesondere über das Händewaschen zusätzlich zur Händedesinfektion.

### ■ Transport und Verlegung

- Standardhygienemaßnahmen

### ■ Pflegeutensilien/Medizinprodukte

- Standardhygienemaßnahmen

### ■ Geschirr

- Kann ohne Vorbehandlung wie üblich in der Spülmaschine aufbereitet werden.

### ■ Wäsche

- Normale Krankenhauswäsche

### ■ Abfall

- Abfall, der massiv mit infektiösem Material kontaminiert ist (z. B. Verband bei Hautmilzbrand oder Absaugflüssigkeit bei Lungenmilzbrand), wird getrennt gesammelt und als infektiöser Müll (AS 18 01 03) entsorgt.

### ■ Besonderheiten bei/nach Verlegung

- Keine

- Tragen von FFP-2-Masken und Schutzbrille beim Absaugen von an Lungenmilzbrand erkrankten Personen (blutiger Auswurf enthält reichlich Milzbrandbazillen)

## 16.14 Ektoparasiten

### 16.14.1 Krätze (Scabies)

Verursacher der Krätze sind Grabmilben (*Sarcoptes scabiei*). Weibliche Krätzmilben sind 0,3–0,5 mm lang und kaum sichtbar; die männlichen Krätzmilben sind noch deutlich kleiner. Weibliche Krätzmilben leben 4–6 Wochen und produzieren in dieser Zeit 2–4 Eier pro Tag. Aus weniger als 10 % der Eier entstehen adulte Milben. Larven schlüpfen 2–4 Tage nach der Eiablage, fortpflanzungsfähige adulte Milben erscheinen 10–14 Tage später.

#### ■ Gewöhnliche Scabies

Es werden 2 Verlaufsformen unterschieden. Bei der gewöhnlichen Scabies kommt es zu geringem Befall (ca. 10–15 Milben pro Gang). Bevorzugte Lokalisationen sind Handgelenke, Interdigitalfalten der Hände, Ellenbeugen, um die Brustwarzen, die Axillar-, Inguinal- und Anogenitalregion sowie der mediale Fußrand. In der Regel bleibt der Kopf (einschließlich des Gesichts) ausgespart. Bei Säuglingen und gelegentlich bei Kleinkindern sind eher Gesicht, behaarte Kopfhaut, Handflächen und/oder Fingerrücken befallen.

Bei einer Erstinfektion sind erst nach 4–5 Wochen klassische Milbengänge erkennbar. Auch erythematöse Papeln, Quaddeln oder verhärtete Knötchen können auftreten. Charakteristisch ist ein nachts durch die Bettwärme verstärkter quälender Juckreiz (allergische Reaktion auf Ausscheidungsprodukte der Milben in der Haut und hohe Milbenvermehrung). Bei einer Folgeinfektion treten Symptome schon nach 1–2 Tagen auf, und es kann als Folge der Sensibilisierung zu generalisierten, ekzematösen Hauterscheinungen kommen, meist um die Brustwarzen und am Handrücken

#### Tipp

Mit Rasierklingen können verdächtige Hautbereiche abgestreift und mikroskopisch auf Milben bzw. Milbenteile untersucht werden.

## Hygiene beim Personal

- Im Vordergrund steht der Schutz vor Kontamination durch Tragen von **Einmalhandschuhen** und die hygienische Händedesinfektion nach gründlichem **Waschen der Hände** mit Seife und Wasser vor und nach Patientenkontakt (Sporenreduktion durch Abschwemmeffekt, alkoholische Händedesinfektionsmittel sind gegen Milzbrandsporen nicht wirksam).
- Tragen von Schutzkitteln bei direktem Patientenkontakt

### ■ Borken- oder Norwegische Krätze

Bei dieser auch *Scabies crustosa* oder *norvegica* genannten Form kommt es zu starkem Befall (einige 1.000 Milben pro Gang) mit Borkenbildung an den Fingern, den Handrücken, der Haut über der Handwurzel und den Ellenbögen sowie zu Fissuren an den Streckflächen der Extremitäten. Nägel können verfärbt, laminiert, verdickt, rau und/oder erweicht sein. Die Borkenkrätze kommt besonders bei immun-supprimierten oder älteren Personen vor und ist wegen der Stärke des Befalls hochkontagiös. Auch eine Übertragung, z. B. durch Kleidung, Bettwäsche, Matratzen, Handtücher, Blutdruckmanschetten etc., ist möglich.

### ■ Therapie

Die Therapie mit insektizidhaltigen Präparaten (z. B. Permethrin) ist schwierig, weil nicht alle befallenen Bereiche Symptome zeigen und dann nicht lokal behandelt werden. Bewährt hat sich der Einsatz von Ivermectin, das inzwischen auch in Deutschland in dieser Indikation zugelassen ist (z. B. Scabioral). Die Dosierung beträgt 200 µg/kg KG mit einer Wiederholung nach 8 Tagen. Bei Patienten mit *Scabies crustosa* werden 5–7 Behandlungen im Abstand von je 8 Tagen empfohlen (RKI 2009).

### ■ Hygienemaßnahmen

Folgende krankenhaushygienische Maßnahmen sind bei der Behandlung der Krätze zu beachten:

- Strikte Kontaktisolierung im Einzelzimmer auch bei geringem Befall, wenn die Hygienecompliance des Patienten unzureichend ist, sowie bei Norwegischer Krätze
- Zimmer kennzeichnen, z. B. „Vor Eintritt bitte beim Personal melden“
- Das Pflegepersonal sollte auf ein Minimum reduziert bzw. falls möglich auf eine Person beschränkt werden. Beim Betreten des Zimmers und bei Patientenkontakt sollten immer Einmalhandschuhe und ein Schutzkittel getragen werden.
- Keine Sozialkontakte (Händeschütteln) ohne Schutzhandschuhe
- Flächen und Fußboden im Patientenzimmer täglich reinigen, beim Saugen nur Staubsauger mit HEPA-Filter verwenden
- Dermatologische Untersuchungen von engen Kontaktpersonen veranlassen

- Privatwäsche des Patienten in der häuslichen Umgebung bei mindestens 60 °C mit haushaltsüblichem Waschmittel waschen. Kleidung, die nicht bei 60 °C gewaschen werden kann, chemisch reinigen lassen. Wäsche in verschlossenem Plastiksack ist nach 4 Wochen nicht mehr infektiös. Alternativ kann man sie für 24 h in einer fest verschlossenen Box bei –18 °C lagern.
- Aufhebung der Isolierung und der besonderen Hygienemaßnahmen bei *Scabies norvegica* mit ärztlicher Entscheidung nach dermatologischer Kontrolluntersuchung nach 14 Tagen

## 16.14.2 Läuse

Es gibt 3 (Menschen-)Läusearten: *Pediculus humanus corporis* (Kleiderlaus), *Pediculus humanus capitis* (Kopflaus) und *Phthirus pubis* (Filzlaus). Die Menschenläuse sind blutsaugende Parasiten. Die Entwicklungszeit vom Ei (Nisse) über die Larve bzw. Nymphe (1–2 mm groß) bis zur adulten Laus dauert etwa 25 Tage, die adulten Läuse leben etwa 30 Tage. Getrennt vom Wirt können Kopfläuse maximal 3 Tage überleben, da sie relativ rasch austrocknen.

Die **Übertragung** erfolgt bei Filzläusen durch direkten Haut-/Sexualkontakt und bei Kopfläusen durch Haarkontakt oder durch gemeinsames Nutzen von Gegenständen wie Kämme, Mützen etc.

➤ **Das Auftreten von Kopfläusen hat nichts mit Sozialstatus oder Hygienemängeln zu tun, sondern kann insbesondere in Kindergärten oder Schulen jeden treffen.**

### ■ Therapie

Zur Behandlung von Kopfläusen werden zugelassene Insektizide (z. B. Allethrin, Pyrethrum oder Permethrin) nach Herstellerangaben eingesetzt und die Nissen mit einem Nissenkamm täglich ausgekämt. Gegebenenfalls zum leichteren Kämmen die Haare mit Essigwasser (3 EL/l) oder Pflegespülung vorbehandeln. Die Behandlung mit dem Insektizid sollte nach 8–10 Tagen wiederholt werden.

### ■ Hygienemaßnahmen

Folgende krankenhaushygienische Maßnahmen sind bei Patienten mit Läusebefall zu beachten:

- Kontaktisolierung im Einzelzimmer bis 4 h nach Beginn einer effektiven Therapie, die zwingend mittels optischer Kontrolle (mobile Läuse?) durch medizinisches Personal zu verifizieren ist
- Enge Kontaktpersonen mitbehandeln
- Tragen von Einmalhandschuhen bei direktem Patientenkontakt
- Händewaschen nach Patientenkontakt zusätzlich zur Händedesinfektion
- Privatwäsche des Patienten im häuslichen Bereich bei mindestens 60 °C mit hausüblichem Waschmittel zu Hause waschen lassen. Kleidung, die nicht bei 60 °C gewaschen werden kann, chemisch reinigen lassen oder 3 Tage im verschlossenen Plastiksack belassen, danach normal waschen.

### 16.14.3 Flöhe

Einen Befall mit Flöhen nennt man Policosis (Poli-kose). Der Stich verursacht großflächig Juckreiz. Durch Probebisse oder Störungen durch Kratzen liegen die Bisse oft „perlschnurartig“ hintereinander aufgereiht, sind papulös oder seropapulös, zuweilen mit einer blutigen Stelle in der Mitte des Bisses, was auf Flöhe hindeutet. Die meisten Stiche und Bisse befinden sich an den Extremitäten, am Hals, im Gesicht, der Hüfte und an den Schultern.

Zuweilen hat ein Patient, der zum wiederholten Mal von einem Floh gestochen wird, das Gefühl, dass alte, längst abgeheilte Stiche wieder zu jucken beginnen. Dieses Phänomen wird „Repetieren“ genannt. Differenzialdiagnostisch sind Wanzenbisse zu berücksichtigen; diese befinden sich aber meist am behaarten Kopf oder im Intimbereich.

Folgende **Floharten** werden unterschieden:

- Menschenfloh (*Pulex irritans*)
- Hundefloh (*Ctenocephalides canis*)
- Katzenfloh (*Ctenocephalides felis*)
- Rattenfloh (*Xenopsylla cheopis*)

Flöhe werden in Nest- bzw. Pelzflöhe eingeteilt. Der Menschenfloh ist ein Nestfloh. Er lebt in der Umgebung des Schlafenden in dunklen, trockenen Falten der Bettwäsche und springt auf den Menschen über, um seine Blutmahlzeit einzunehmen. Danach verkriecht er sich wieder in die Bettumgebung. Flöhe

sind ortstreu. Für Hunde-, Katzen- und Rattenflöhe stellt der Mensch einen Fehlwirt dar.

Das Hauptreservoir für durch Flöhe übertragbare Krankheiten bilden Nagetiere in den Tropen und Subtropen. Für die Pest liegen die Endemiegebiete in den Südweststaaten der USA, Ecuador, Peru, Tansania, Mosambique, Madagaskar, Russland, Kasachstan, China, Mongolei, Indien und in Vietnam.

Sandflöhe sind in ihrem Vorkommen auf die Tropen beschränkt und kommen in Europa nicht vor. Sie reisen als primär harmlose Hautparasiten in papulonodulären Knötchen in der Fußregion, bevorzugt unter den Zehennägeln (Tungiasis) von Touristen ein, können aber zu sekundären Infektionen führen.

Als **Übertragungsweg für Krankheitserreger** gilt die Aufnahme während der Injektion verschiedener Substanzen in den Biss- und Stichkanal durch den Floh. Darüber hinaus werden die Erreger vom Floh ausgeschieden und können durch Kratzen oder offene, entzündete Hautareale direkt inkorporiert werden. Ein dritter, sehr seltener, Übertragungsweg gilt für Bandwürmer, die Flöhe zuweilen als Zwischenwirt benutzen. Wird so ein parasitierter Floh verspeist (z. B. von einem Kind), kann es zum Wurmbefall mit Hund-, Katzen- oder Gurkenkernbandwürmern kommen (Dipylidiose).

Ein gründliches Absuchen sowie ein Auskämmen der Harre kann Hinweise auf einen Befall bringen. Falsch-negative Ergebnisse sind jedoch zu erwarten, sodass die Untersuchung bei klinischem Verdacht mehrfach wiederholt werden sollte. Das Zerkrümeln der in der Bettwäsche verteilten, schwärzlichen Flohkotanteile mit der Folge einer Rotverfärbung wegen der noch enthaltenen Blutpartikel kann ebenfalls als Hinweis gewertet werden. Auch am Schlafplatz befallener Haustiere lagern sich die Exkremente der Flöhe ab und erwecken dort den Eindruck von „Salz und Pfeffer“. Dieses Phänomen liefert ebenfalls einen Hinweis auf die Anwesenheit von Flöhen.

#### ■ Hygienemaßnahmen

Folgende krankenhaushygienische Maßnahmen sind bei Verdacht auf bzw. nachgewiesenem Flohbefall sinnvoll:

- Duschen/Baden des Patienten und das Waschen seiner Kleidung (60 °C) reichen als Dekontaminationsmaßnahmen aus.

- Einmalhandschuhe und Schutzkittel bei direktem Patientenkontakt für 48 h nach erster Dekontaminationsdusche
- Im Krankenhaus Unterbringung im Einzelzimmer bis 48 h nach erster Dekontaminationsdusche
- Sanierung aller Haustiere mit einem geeigneten Spray, z. B. Imidacloprid, Nitenpyram, Selamectin als sogenanntes „Knock-down-Präparat“. Es gibt auch Kombinationspräparate, die ein Juvenilhormon (Methopren) enthalten, welches die Larvenentwicklung behindert, ebenso Fettsäuren, die zum Ersticken der Tiere führen, sowie Kaliumsalze, die die Eier austrocknen.
- Auskämmen des Fells befallener Haustiere im Freien
- Repellenzien/Insektizide, die die Flöhe vom Haustier fernhalten sollen, werden in ihrer Wirksamkeit höchst unterschiedlich eingeschätzt: Flohhalsbänder mit dem Wirkstoff Tetrachlorvinphos sind wirksam, aber lokal begrenzt auf die Kopf- und Halsregion. Häufig raten Tierärzte zu „Spot-on-Präparaten“, d. h. das Mittel wird punktförmig auf die Haut des Haustiers aufgetragen und verteilt sich innerhalb eines Tages auf die Körperoberfläche. Die Präparate enthalten Permethrin oder Fipronil.

**! Permethrin ist für Katzen hochgiftig und streng kontraindiziert, da Katzen nicht über ein Enzym zur Entgiftung des Wirkstoffs verfügen. Fipronil ist für Hunde und Katzen geeignet, allerdings bienengiftig.**

- Nach Flohbefall von Haustieren wird eine Antibandwurmkur für diese empfohlen.
- Reinigung aller Textilien, Teppiche und Böden (Staubsaugen)
- Reinigung aller Schränke und Betten
- Wärmeentwesung von Häusern und Maschinen mit von der Berufsgenossenschaft geprüftem und empfohlenem Gebläse (50–60 °C) oder Permethrinverneblung, wenn Flohbefall anderweitig nicht beherrschbar.

## 16.15 Übersicht über erregerspezifische Schutzmaßnahmen

Die verschiedenen Hygienemaßnahmen in Abhängigkeit von den Übertragungswegen der Erreger wurden in ► [Kap. 15](#) bereits genau dargestellt. In der folgenden an den CDC/HICPAC-Empfehlungen (Siegel et al. 2007) und den Empfehlungen der KRINKO (2015) orientierten Übersicht werden sie noch einmal erregerbezogen aufgelistet, um eine schnelle Orientierung im Alltag zu ermöglichen.

### Abkürzungen

- S: „standard precautions“ – Standardhygienemaßnahmen/ Basishygiene
- C: „contact precautions“ – Kontaktschutzmaßnahmen
- D: „droplet precautions“ – Schutzmaßnahmen vor Tröpfcheninfektionen
- A: „airborne precautions“ – Schutzmaßnahmen vor Übertragungen durch die Luft
- RG: erregerspezifische Risikogruppe nach TRBA 460, 462, 466

Ebenfalls gelistet sind die erregerspezifischen Risikogruppeneinteilungen nach den einschlägigen Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA), soweit anwendbar. Zu beachten ist, dass sich davon abgeleitete Schutzmaßnahmen der Arbeitssicherheit beim gezielten Umgang mit diesen Erregern, beispielsweise im Labor von den krankenhaushygienischen Maßnahmen in der klinischen Patientenversorgung zur Verhinderung einer Ausbreitung unterscheiden können.

### Risikogruppen (Definition nach TRBA 250)

Gemäß § 3 Biostoffverordnung werden biologische Arbeitsstoffe nach ihrem Infektionsrisiko in 4 Risikogruppen (RG) eingeordnet:

- **Risikogruppe 1:** biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.
- **Risikogruppe 2:** biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können. Eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.
- **Risikogruppe 3:** biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können. Die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.
- **Risikogruppe 4:** biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen. Die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.
- **Z = Zoonose**

Bei bestimmten biologischen Arbeitsstoffen, die in der Richtlinie 2000/54/EG in Risikogruppe 3 eingestuft und mit zwei Sternchen (\*\*) versehen wurden, ist das Infektionsrisiko für Arbeitnehmer begrenzt, da eine Infizierung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann.

- Anthrax (Milzbrand): **S** (auch bei Lungenmilzbrand keine Übertragung von Person zu Person), RG 3 Z → „airborne precautions“ und Schutzkleidung bei bioterroristischer Exposition durch Pulver
- Arthropodenübertragene Virusenzephalitis (eastern, western, Venezuelan equine encephalomyelitis; St Louis, California encephalitis; west nile virus) und virales Fieber (Dengue, Gelbfieber, Colorado tick fever): **S**, 3 Z
- Askariose: **S**, RG 2
- Aspergillose: **S** (C und/oder A bei massiver Weichteilinfektion mit starker Sekretbildung und Notwendigkeit zur Irrigation), RG 2
- Babesiose: **S**, RG 2
- Bartonellose: **S**, RG 2
- Bilharziose: **S**, RG 2
- Blastomykose: **S**, RG 1
- Botulismus: **S**
- Brucellose: **S** (Antibiotikaphylaxe für exponiertes Laborpersonal), RG 3 Z
- Borreliose (Lyme-Krankheit: *Borrelia burgdorferi*; Läuserückfallfieber: *Borrellia recurrentis*; Zeckenrückfallfieber: *Borrellia duttoni*): **S**, RG 2
- Candidiasis: **S**, RG 2
- Cellulitis (*Epidermophyton floccosum*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*): **S**
- Chlamydia pneumoniae: **S**, RG 2
- Chlamydia trachomatis (Konjunktivitis, genital, Pneumonie): **S**, RG 2
- Clostridium botulinum: **S**, RG 2
- Clostridium difficile: **C** (bis 2 Tage nach Sistieren der Symptome, Händewaschen zusätzlich zur alkoholischen Händedesinfektion und Sauerstoffabspalter zur Flächendesinfektion), RG 2
- Clostridium perfringens (Lebensmittelvergiftung und Gasbrand): **S**, RG 2
- CMV: **S** (keine Zusatzmaßnahmen auch bei schwangerem Pflegepersonal), RG 2
- Coccidiomycose (Coccidioides immitis, Coccidioides posadasii): **S**, RG 2
- Colorado-Tick-Fieber: **S**, RG 2 Z
- Creutzfeldt-Jakob-Erkrankung (CJK, vCJK): **S** (Verwendung von Einmalinstrumenten, wenn möglich)
- Dengue-Fieber: **S**, RG 3 Z
- Diphtherie (kutan): **C** (bis 2 Kulturen im Abstand von 24 h negativ), RG 2

### 16.15.1 Liste der Erkrankungen

- Abszess mit unkontrollierter Drainage und Streupotenzial: **C**
- AIDS: **S** (doppelte Handschuhe bei Stich- und Schnittverletzungsrisiko), RG 3\*\*
- Aktinomykose: **S**, RG 2
- Amöbiasis: **S**, RG 2

- Diphtherie (pharyngeal): **D** (bis 2 Kulturen im Abstand von 24 h negativ)
- Ebola: **S**. Virales hämorrhagisches Fieber
- Echinokokkeninfektion (*Echinococcus multilocularis*, *Echinococcus granulosus*): **S**, RG 3\*\*
- Enteroviren (Coxsackie A und B, Echoviren): **S** (**C** bei inkontinenten Patienten und bei Ausbrüchen), RG 2
- Epiglottitis durch *Haemophilus influenzae* Typ B: **D** (für 24 h nach Therapiebeginn), RG 2
- EBV: **S**, RG 2
- Enteritis durch (\* = **C** bei starkem Durchfall, Inkontinenz und fehlender Hygienecompliance und in Ausbruchssituationen):
  - *Campylobacter* spp.: **S\***, RG 2
  - Cholera: **S\***, RG 2
  - *Clostridium difficile*: **C** bis 2 Tage nach Sistieren der Symptome (Durchfall), Händewaschen zusätzlich zur alkoholischen Händedesinfektion und Sauerstoffabspalter zur Flächendesinfektion, RG 2
  - *E. coli* (EHEC, EPEC, ETEC, EIEC): **S\***, RG 2
  - Enteropathogene Helminthen (*Ascaris lumbricoides*, Oxyuren, *Trichuris* spp.): **S**
  - *Giardia lamblia*: **S\***, RG 2
  - Norovirus: **D** (bis 2 Tage nach Ende der Symptome [schwallartiges Erbrechen], Hinweis auf prolongierte Händedesinfektion durch Patienten bis 14 Tage nach Symptomende, viruzides Desinfektionsmittel einsetzen), RG 2
  - Rotavirus: **C** (bis 2 Tage nach Ende der Symptome, viruzides Desinfektionsmittel einsetzen), RG 2
  - Adenoviren: **C** (bis 2 Tage nach Ende der Symptome, viruzides Desinfektionsmittel einsetzen), RG 2
  - *Salmonella* spp.: **S\***, RG 2
  - Shigellen: **S\***, RG 2
  - *Vibrio parahaemolyticus*: **S\***, RG 2
  - *Yersinia enterocolitica*: **S\***, RG 2
- ESBL-Bildner: wenn 3-MRGN oder 4-MRGN s. MRE
- Erythema infectiosum (Parvovirus B 19): **D** (bis zum Auftreten des Exanthems, danach nicht mehr infektiös)
- Furunkulose: **S**, Cave CA-MRSA: **C**
- Gasbrand (siehe *C. perfringens*): **S**, RG 2
- Gonorrhö (*Neisseria gonorrhoeae*): **S**, RG 2
- Granuloma venerum (*Klebsiella granulomatis*): **S**, RG 2
- Hakenwürmer: **S**, RG 2
- Hantavirus (in Europa meist Puumala-Virus oder Dobrava-Belgrad-Virus): **S**, RG 3 Z
- *Helicobacter pylori*: **S**, RG 2
- Hepatitis A und E: **C** (bis 2 Wochen nach Auftreten des Ikterus), RG 2
- Hepatitis B, C, D: **S** (doppelte Handschuhe bei Stich- und Schnittverletzungsrisiko), RG 3\*\*
- Herpes neonatorum: **C** (bis Läsionen verkrustet)
- Herpes simplex (schwere Hautaffektionen, disseminiert): **C** (bis Läsionen verkrustet), RG 2
- Herpes-simplex-Enzephalitis: **S**, RG 2
- Herpes Zoster (generalisiert): **C** (bis Läsionen verkrustet), RG 2
- Histoplasmose: **S**, RG 2
- HIV: **S** (doppelte Handschuhe bei Stich- und Schnittverletzungsrisiko), RG 3\*\*
- Humanes Metapneumovirus: **C**, RG 2
- Impetigo contagiosa (meist *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*): **C** (24 h nach Therapiebeginn)
- Influenza: **D**, 7 Tage (bei immunkompromitierten Patienten für die Dauer des Aufenthaltes), RG 2, manche Stämme RG 3
- Katzenkratzkrankheit (*Bartonella henselae*): **S**, RG 2
- Kokzidiomykose: **S**, RG 2
- Kongenitale Röteln: **C** (bis zum 1. Lebensjahr, **S** wenn nasopharyngeale Abstriche und Urinkultur negativ nach 3 Lebensmonaten), RG 2
- Konjunktivitis (bakteriell, Chlamydien, Gonokokken): **S**
- Keratoconjunktivitis epidemica: **C** (meist Adenovirus, hochinfektiös, viruzides Desinfektionsmittel einsetzen), RG 2
- Krätze: **C** (bis 24 h nach Therapiebeginn, bei *Scabies crustosa* Aufhebung der speziellen Hygienemaßnahmen nach dermatologischer Kontrolluntersuchung [in der Regel nach 14 Tagen])
- Kryptokokkeninfektion (*Cryptococcus neoformans* oder *Cryptococcus gattii*): **S**, RG 2
- Läuse: **C** (bei ausgedehntem Befall und fehlender Hygienecompliance bis 24 h nach

- Therapiebeginn, ansonsten bis 4 Stunden nach effektiver Therapie [Sichtkontrolle])
- Legionärskrankheit, Legionellenpneumonie: **S**, RG 2
  - Lepra (*Mycobacterium leprae*): **S**, RG 3
  - Leptospirose (*Leptospira interrogans*): **S**, RG 2
  - Listeriose (*Listeria monocytogenes*): **S**, RG 2
  - Lyme-Disease: s. Borreliose
  - Malaria (*Plasmodium* spp.): **S**, RG 3
  - Masern: **A, C** (bis 4 Tage nach Beginn des Exanthems, für den gesamten Aufenthalt bei Immunsuppression), RG 2
  - Melioidose (*Burkholderia pseudomallei*): **S**, RG 3
  - Mononukleose (Epstein-Barr-Virus, EBV): **S**
  - Meningitis:
    - Viral, fungal, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, *Mycobacterium tuberculosis*, gramnegative Bakterien: **S**
    - *Neisseria meningitidis* (Meningokokken), *Haemophilus influenzae* Typ B: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn, Postexpositionsprophylaxe bei engem Kontakt z. B. mit Ciprofloxacin)
  - Meningokokkensepsis oder -pneumonie: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn, Postexpositionsprophylaxe bei engem Kontakt, z. B. mit Ciprofloxacin)
  - Milzbrand: s. Anthrax
  - Mucormykose: **S**, RG 2
  - MERS: **A, C** (bis 48 h nach Sistieren der Symptomatik)
  - MRE: RG 2
    - MRSA, VRE, 3-MRGN: **S/C/D** je nach Streupotenzial, Nachweislokalisation, Risikobereich und Patientencompliance
    - 4-MRGN: **C/D** je nach Nachweislokalisation, **S** in ausgewählten Fällen bei isoliertem Nachweis, z. B. in Wunden oder im Urin, und bei fehlendem Streupotenzial und guter Hygienecompliance des Patienten
  - Molluscum contagiosum (Dellwarzen): **S**
  - Mumps: **D** (für 9 Tage), RG 2
  - Mukormykose: **S**
  - Mykobakterien, atypische: **S**, RG 2, *M. bovis*, *M. africanum*, *M. microti*: RG 3
  - *Mycoplasma pneumoniae*: **D**, RG 2
  - Nekrotisierende Enterocolitis (NEC): **S** (bei ausbruchsähnlicher Situation: **C**)
  - Nocardiose: **S**, RG 2
  - Parainfluenzavirus: **C**, RG 2
  - Parvovirus B19 (Erythema infectiosum): **D**, RG 2
  - Pertussis (Keuchhusten): **D** (bis 5 Tage nach Beginn einer effektiven antibiotischen Therapie bzw. 3 Wochen nach Beginn der Hustensymptomatik), RG 2
  - Pest (*Yersinia pestis*): RG 3
    - Bubonenpest: **S**
    - Lungenpest: **D** (bis 48 h nach Therapiebeginn, Postexpositionsprophylaxe für Kontaktpersonen)
  - Pneumonie:
    - Adenoviren: **D**, RG 2
    - *Burkholderia cepacia*: **C**, RG 2
    - Coronaviren, SARS: **D**, RG 3
    - *Haemophilus influenzae* Typ B bei Kindern: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn), RG 2
    - Meningokokken: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn), RG 2
    - *Mycoplasma* (primär atypische Pneumonie): **D**, RG 2
    - Sonstige Bakterien: **S**
    - *Streptococcus* Gruppe A: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn), RG 2
  - Morbus Ritter von Rittershain („staphylococcal scalded skin syndrome“): **C**
  - Ornithose (*Chlamydia psittaci*): **S**, RG 3 Z
  - Poliomyelitis: **C**, RG 2
  - Prionen (s. CJK)
  - Q-Fieber (*Coxiella burnetii*): **S**, RG 3
  - Rhinovirus: **D** (bei Ausbrüchen), RG 2
  - Roseola infantum (Exanthema subitum durch Humanes Herpesvirus 6): **S**, RG 2
  - Röteln: **D** (für 7 Tage nach Auftreten des Exanthems), Zusatzmaßnahmen bei Exposition ungeimpfter Kontaktpersonen: 5 Tage **D**, Impfung innerhalb von 3 Tagen nach Exposition bei nicht schwangeren Exponierten, Beschäftigungsverbot für Personal im Gesundheitswesen bis zum 21. Tag nach Exposition, RG 2
  - Rotz (*Burkholderia mallei*): **D**, RG 3
  - RSV: **D**, RG 2
  - Rückfallfieber (Läuserückfallfieber, engl. „louse-borne relapsing fever“ [LBRF], hauptsächlichlicher Erreger ist *Borrelia recurrentis*,

und Zeckenrückfallfieber, engl. „tick-borne relapsing fever“ [TBRF], meist durch *Borrelia duttoni* verursacht): **S**, RG 2

- Pocken: **A**, RG 4
- Poliomyelitis: **C**
- SARS: **A** (bis 48 Stunden nach Sistieren der Symptomatik): **RG 3**
- *Streptococcus* Gruppe A: RG 2
  - In großen Wundflächen: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn oder wenn keine adäquate Wundabdeckung möglich ist)
  - Pharyngitis bei Kindern: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn)
  - Pneumonie: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn)
  - Scharlach: **D** (bis 24 h nach Therapiebeginn)
- *Streptococcus* Gruppe B und andere: **S**
- Syphilis (*Treponema pallidum*): **S**, RG 2
- Tetanus (*Clostridium tetani*): **S**, RG 2
- Toxoplasmose: **S**, RG 2
- Trachom: **S**, RG 2
- Tuberkulose: RG 3
  - Extrapulmonal ohne Sekretion: **S**
  - Extrapulmonal mit Sekretion: **A, C** (bis 3 negative Kulturen, entnommen im Abstand von je 24 h, vorliegen)
  - Pulmonal: **A** (bis 3 negative Sputumproben, gewonnen im Abstand von je 24 h, vorliegen)
- Tollwut: **S**, RG 3\*\* Z
- Virales hämorrhagisches Fieber (z. B. Lassa-, Ebola-, Marburg-, Krim-Kongo-Fieber): **D** (besondere Schutzmaßnahmen auf Sonderisolierstationen), RG 4
- VRE: s. MRE
- Weicher Schanker (Ulcus molle durch *Haemophilus ducreyi*): **S**, RG 2
- Windpocken: **A, C** (bis Läsionen verkrustet), RG 2
- Zystikerkose: **S**, RG 2

### 16.15.2 Importierte Viruserkrankungen und ihre Übertragungswege

■ **Tab. 16.10** gibt einen Überblick über wichtige importierte Viruserkrankungen. Angegeben sind jeweils die Virusfamilie, die Inkubationszeit,

Nachweisparameter, die bekannten Vektoren oder Reservoir, das Verbreitungsgebiet (Vorkommen), ob eine Übertragung von Mensch zu Mensch möglich ist (Schmidt-Chanasit 2012) und die sich daraus ergebenden Schutzmaßnahmen. In ■ **Tab. 16.11** sind wichtige importierte Viruserkrankungen mit Fieber/hämorrhagisches Fieber als Leitsymptom dargestellt. ■ **Tab. 16.12** schließlich listet Viruserkrankungen mit dem Leitsymptom Arthralgie/Arthritis auf.

### 16.15.3 Kompetenz- und Behandlungszentren in Deutschland

#### ■ Hamburg

Bernhard-Nocht-Klinik für Tropenmedizin  
Medizinische Klinik und Poliklinik, Universitätsklinikum Hamburg  
Bernhard-Nocht-Straße 74  
20359 Hamburg  
[www.bni.uni-hamburg.de](http://www.bni.uni-hamburg.de)  
Erreichbar über

- Bernhard Nocht-Institut (Zentrale): Tel. 040/428180
- UKE Tropenmedizin Hintergrunddienst (Zentrale): Tel. 040/74100

#### ■ Berlin

Charité – Campus Universitätsklinikum Rudolf Virchow Klinikum  
Medizinische Klinik für Infektiologie und Pneumologie  
Augustenburger Platz 1  
13353 Berlin  
[www.charite.de/infektiologie](http://www.charite.de/infektiologie)  
Erreichbar über

- Rettungsstelle Innere Medizin CVK (Zentrale): Tel. 030/45050

#### ■ Düsseldorf

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
[www.uniklinik-duesseldorf.de](http://www.uniklinik-duesseldorf.de)

Tab. 16.10 Wichtige importierte Viruserkrankungen mit dem Leitsymptom Meningitis/Meningoenzephalitis							
Familie	Virus	Krankheit	Inkubationszeit [Tage]	Diagnostik (KW: Parame-ter/Material)	Vektor/Reservoir	Vorkommen	Mensch-zu-Mensch-Übertragung/Schutzmaßnahmen
<i>Flaviviridae</i>	West-Nil	West-Nil-Fieber	2–15	1. KW: RNA/Serum, Liquor Ab 2. KW: IgG und IgM/ Serum	Mücke	Eurasien, Amerika, Afrika, Australien	Nein/S
	Japanische Enzephalitis	Japanische Enzephalitis	5–15		Mücke	Asien, Australien	
	St.-Louis-Enzephalitis	St.-Louis-Enzephalitis	5–15		Mücke	Amerika	
	Powassan	Powassan-Enzephalitis	8–34		Zecke	Nordamerika	
	Murray-Valley	Murray-Valley-Enzephalitis	7–28		Mücke	Australien	
	Usutut	Usutut-Fieber	5–15		Mücke	Europa, Afrika	
<i>Bunyaviridae</i>	Oropouche	Oropouche-Fieber	3–8 (12)	Ab 1. KW: IgG und IgM/ Serum	Gnitze	Südamerika	Nein/S
	La Crosse	La-Crosse-Enzephalitis	5–15		Mücke	Nordamerika	
<i>Paramyxoviridae</i>	Nipah	Nipah-Fieber	4–14 (60)	Ab 1. KW: RNA/Serum, Liquor	Flughund, Schwein	Südostasien	Ja/D
	Hendra	Hendra-Fieber	4–14 (60)		Flughunde, Pferde	Australien	Nein/S
<i>Picornaviridae</i>	Polio	Poliomyelitis	(3) 7–14 (35)	Ab 1. KW: RNA/Stuhl, Rachenspülwasser, Liquor	Menschen	Afrika, Asien	Ja/C



Tab. 16.11 Wichtige importierte Viruserkrankungen mit Leitsymptom Fieber/Hämorrhagisches Fieber							
Familie	Virus	Krankheit	Inkubationszeit [Tage]	Diagnostik (KW: Parameter/Material)	Vektor/ Reservoir	Vorkommen	Mensch-zu-Mensch Übertragung/ Schutzmaßnahmen
<i>Flaviviridae</i>	Gelbfieber	Gelbfieber	3–6	1. KW: RNA/Serum Ab 2. KW: IgG und IgM/Serum	Mücken	Afrika, tropisches Amerika	Nein/S
	Dengue	Dengue-Fieber, Dengue- hämorrhagisches Fieber	(3) 4–7 (14)	1. KW: NS1, IgG und IgM/Serum		Eurasien, Afrika, tropisches Amerika	
<i>Bunyaviridae</i>	Rifttal	Rifttal-Fieber	2–6	1. KW: IgG und IgM/ Serum	Mücken	Afrika, Arabische Halbinsel	Nein/S
	Krim-Kongo	Krim-Kongo-hämorrhagi- sches Fieber	2–13	1. KW: RNA/Serum Ab 2. KW: IgG und IgM/Serum	Zecken	Afrika, Arabische Halbinsel	Ja/D
	Hantaan, Dobrava-Belgrad	Hämorrhagisches Fieber mit renalem Syndrom	(5) 12–21 (42)	Ab 1. KW: IgG und IgM/Serum	Nagetiere	Eurasien	Nein/S
	Sin-Nombre, Andes	Kardiopulmonales Syndrom	7–39	1. KW: RNA/Serum Ab 2. KW: IgG und IgM/Serum	Nagetiere	Amerika	Nein/S (Sin-Nombre) Ja/D (Andes)
	Tahyna	Valtice-Fieber	5–15	Ab 1. KW: IgG und IgM/Serum	Mücken	Eurasien	Nein/S



**Tab. 16.12** Wichtige importierte Viruserkrankungen mit Leitsymptom Arthralgien/Arthritis

Familie	Virus	Krankheit	Inkubationszeit [Tage]	Diagnostik (KW: Para- meter/Material)	Vektor/ Reservoir	Vorkommen	Mensch-zu-Mensch Übertragung/ Schutzmaßnahmen
<i>Flaviviridae</i>	Dengue	Dengue-Fieber	(2) 3–7 (14)	Ab 1. KW: NS1, IgG und IgM/Serum	Mücken	Eurasien, Afrika, tropisches Amerika	Nein/S
<i>Togaviridae</i>	Chikungunya	Chikungunya-Fieber	(2) 3–7 (12)	Ab 2. KW: IgG und IgM/ Serum	Mücken	Eurasien, Afrika	Nein/S
	Sindbins	Ockelbo-Krankheit, Pogosta-Krankheit, karelisches Fieber	2–18			Eurasien, Afrika, Australien	
	O'nyong-nyong	O'nyong-nyong-Fieber	8–14			Afrika	
	Ross-River	Epidemische Polyarthritis	3–14 (21)			Australien und Ozeanien	
	Barmah-Forest	Barmah-Forest-Krank- heit	3–14 (21)			Australien	
	Mayaro	Mayaro-Fieber	(3) 7–14			Südamerika	

*C* „contact precautions“, *D* „droplet precautions“, *KW* Krankheitswochen, *NS1* „non-structural protein 1“, *S* „standard precautions“

Erreichbar über:

- SIS-Station MX01: Tel. 0211/8108245
- Notaufnahme MA01: Tel. 0211/8117012

#### ■ Frankfurt am Main

Klinikum der Goethe Universität  
Medizinische Klinik II – Infektiologie  
Theodor-Stern-Kai 7  
60590 Frankfurt am Main

[www.kgu.de](http://www.kgu.de)

Erreichbar über:

- Rufbereitschaft: Tel. 0160/7015550

#### ■ Leipzig

Klinikum St. Georg, Zentrum für Innere Medizin  
Klinik für Infektiologie/Tropenmedizin und  
Nephrologie  
Delitzscher Straße 141  
04129 Leipzig

[www.sanktgeorg.de/579.html](http://www.sanktgeorg.de/579.html)

Erreichbar über:

- Dienstarzt Infektions-/Tropenmedizin: Tel. 0341/9094005
- Rufbereitschaft Quarantäneteam: Tel. 0170/7618244

#### ■ München

Städtisches Klinikum München-Schwabing  
1. Medizinische Abteilung  
Kölner Platz 1  
80804 München

[www.klinikum-muenchen.de/kliniken-zentren/schwabing](http://www.klinikum-muenchen.de/kliniken-zentren/schwabing)

Erreichbar über:

- Dienstarzt Infektiologie (Telefonzentrale): Tel. 089/30680

#### ■ Saarbrücken

Klinikum Saarbrücken  
Klinik für Innere Medizin I  
Winterberg 1  
66119 Saarbrücken  
[www.klinikum-saarbruecken.de/wir/zentren-info.php3?abt=6](http://www.klinikum-saarbruecken.de/wir/zentren-info.php3?abt=6)

Erreichbar über:

- Telefonzentrale: Tel. 0681/9630

#### ■ Stuttgart

Robert-Bosch-Krankenhaus

Zentrum für Innere Medizin 1 (Gastroenterologie, Hepatologie, Endokrinologie)  
Auerbachstr. 110  
70376 Stuttgart  
Erreichbar über

- Infektiologischer Hintergrunddienst (via Pforte): Tel. 0711/81010

#### ■ Würzburg

Missionsärztliche Klinik  
Abteilung Tropenmedizin  
Salvatorstraße 7  
97067 Würzburg

[www.missioklinik.de/tropenmedizin/startseite](http://www.missioklinik.de/tropenmedizin/startseite)

Erreichbar über

- Telefonzentrale: Tel. 0931/7910

### 16.15.4 Vorgehen bei Verdacht auf virales hämorrhagisches Fieber

Bereits bei Verdacht auf direkt übertragbares, hochkontagiöses virales hämorrhagisches Fieber (Marburg-, Ebola-, Lassa-, Krim-Kongo-Fieber) sind zusammen mit den Gesundheitsbehörden und den regionalen Kompetenzzentren für hochkontagiöse Erkrankungen Sofortmaßnahmen, strikte Isolierung (Quarantäne, im Einzelfall Sonderisolierstation) und aufwendige Schutzmaßnahmen für Kontaktpersonen und Personal gesetzlich vorgeschrieben (IfSG § 30).

- Für die persönliche Schutzausrüstung ist die höchste Schutzstufe erforderlich.
- Zur Vermeidung von Fehlalarmen ist eine klare Falldiagnose notwendig.

➤ Die Erfahrung aus der Ebola-Krise hat gezeigt, dass das Ausziehen der Schutzkleidung besonders problematisch ist und regelmäßig geübt werden muss. Dies ist im für eine Intensivbehandlung erforderlichen Umfang in der Regel nur in den Kompetenzzentren suffizient möglich. Entscheidend für periphere Kliniken ist daher die sorgfältige Anamnese und die erforderliche Vigilanz zur Erkennung von Verdachtsfällen, die in der Regel in einem Stadium zur Aufnahme kommen, wo das Infektionsrisiko durch Einhalten eines ausreichenden Abstandes zum

Patienten beim Primärkontakt und die sorgfältige Anwendung von Tröpfchenschutzmaßnahmen mit der dem Personal bekannten und in der Anwendung vertrauten Ausrüstung (flüssigkeitsdichte OP-Kittel plus Schürze, FFP-2-Maske und Schutzbrille oder Spritzschutzhäube [z. B. aus der Orthopädie], doppelte OP-Handschuhe mit Desinfektion der Oberhandschuhe vor dem Ausziehen) und gründlicher Händedesinfektion bei der ggf. erforderlichen Erstversorgung beherrschbar ist. Außerdem müssen die Zuständigkeiten innerhalb der Klinik, die Verfügbarkeit von Ansprechpartnern beim Gesundheitsamt und die Modalitäten des Weitertransportes klar geregelt sein. In Häusern der Maximalversorgung erscheint es sinnvoll, ein Team von Freiwilligen aus der Notaufnahme bzw. von den Intensivstationen zu bilden und in regelmäßigen Abständen im Umgang mit der maximalen Schutzausrüstung zu schulen. Hierbei ist eine Assistenz beim Ablegen der Schutzkleidung „Buddy-System“ sehr wichtig, und dies sollte entsprechend geübt werden.

#### ■ Risikoeinteilung bei Verdachtsfällen (Gemäß Vorschlag des Hessischen Sozialministeriums)

- Geringes Risiko/geringe Wahrscheinlichkeit:
  - Durchschnittsreise mit Hotelaufenthalten in einem VHF-Endemiegebiet
  - Ausbruch der Erkrankung <21 Tage nach letzter Kontaktmöglichkeit mit VHF
- Erhöhtes Risiko/erhöhte Wahrscheinlichkeit:
  - Längerer Aufenthalt und z. B. Arbeiten in einem Endemiegebiet
  - Rucksack- oder Campingtouristen in einem Endemiegebiet
- Besonderes Risiko/hohe Wahrscheinlichkeit:
  - Aufenthalt >4 h im Haus in einem Endemiegebiet zusammen mit einem VHF-Kranken oder einem Patienten mit Verdacht auf VHF-Infektion (Wohngemeinschaft, Medizinalpersonal)
  - Pflege eines Patienten mit Fieber oder hämorrhagischer Diathese nach Tropenrückkehr
  - Unmittelbarer Kontakt zur Leiche eines VHF-Verstorbenen (z. B. Obduktion)
  - Kontakt zu Blut, Exkreten etc. von evtl. VHF-infizierten Tieren (z. B. Biss) oder Kadavern von Tieren in einem Endemiegebiet
  - Arbeit in einem entsprechenden Virusforschungslabor <3 Wochen vor Symptombeginn
  - Kontakt mit kontaminierten medizinischen Instrumenten in einem Endemiegebiet
  - Sexueller Kontakt zu einem Patienten mit Verdacht auf VHF-Infektion

#### ■ Notfallplan

Bei weiterbestehendem Verdacht Aktivierung des Notfallplanes für VHF:

- Klinikleitung informieren
- Klinikleitung/verantwortlicher Arzt ordnen vorläufige Schutzmaßnahmen (vorläufige Isolierung) an
- Zuständiges Gesundheitsamt informieren (Amtsarzt, Kontaktdaten hinterlegen, z. B. im Notfallplan)
- Das Gesundheitsamt ist die verantwortliche Stelle und nimmt sofort Kontakt mit einem der Kompetenz- und Behandlungszentren auf, es organisiert den Sonderpatiententransport bei strikter Isolation und entsprechend den Anforderungen des Kompetenzzentrums (je nach Bundesland muss der Transport z. B. über die Feuerwehr erfolgen).
- Quarantäne
- Schutzmaßnahmen für das Personal:
  - Flüssigkeitsdichter Einmalschutzanzug CE-Kategorie III, notfalls langärmeliger Schutzkittel mit Bündchen und wasserdichte Plastikschürzen
  - OP-Haube
  - Schutzhandschuhe doppelt, z. B. Latexhandschuhe (unsteril) plus obere Stulpenhandschuhe
  - Desinfizierbare Schuhe oder flüssigkeitsdichte und rutschfeste Einmalüberschuhe,

- alternativ Einwegüberziehtiefel, notfalls OP-Schuhe oder Gummistiefel
- Mund-Nasen-Schutz (filtrierende Halbmasken mit FFP-3-Filter)
- Arbeitsschutzbrille (mit seitlichem Spritzschutz) oder wiederverwendbare Respiratorhauben mit HEPA-Filterung
- Bis zum Zeitpunkt eines möglichen Transports bzw. wenn der Erkrankte nicht auf eine der Sonderisolerstationen verlegt werden kann, müssen Absonderungs- bzw. Isolierungsmaßnahmen durchgeführt werden und besondere Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz des Personals und der Umgebung („barrier-nursing“) eingehalten werden.
- Die Kontaktabteilung darf nicht mehr von Beschäftigten und Besuchern betreten oder verlassen werden.
- Alle Kontaktpersonen ermitteln
- Labor benachrichtigen
- Kontaminierte Räume vorläufig schließen, fachgerecht desinfizieren.

Derzeitig stehen 9 **Hochsicherheitsisolerstationen** mit fachlich-medizinischer und pflegerischer Expertise sowie geeigneter räumlicher und technischer Infrastruktur zur Verfügung (Kontaktaten s. oben):

#### ■ Risikodifferenzierung von VHF-Kontaktpersonen

(Nach Fock et al. 2000)

- Kategorie Ia: Kontaktpersonen mit hohem Risiko
  - Personen, die direkten Schleimhaut- oder invasiven Hautkontakt mit Blut, anderen Körperflüssigkeiten oder Geweben des Patienten hatten (z. B. durch Nadelstichverletzung, bei invasivem Eingriff, Reanimation oder Autopsie)
- Kategorie Ib: Kontaktpersonen mit erhöhtem Risiko
  - Personen, die Kontakt mit Blut, anderen Körperflüssigkeiten oder Geweben des Patienten auf intakter Haut oder als Aerosol hatten (z. B. Krankenpflege- oder ärztliches Personal, Labormitarbeiter, Reinigungspersonal in vorbehandelnden Einrichtungen, ggf. Mitarbeiter externer Untersuchungslabors)

- Personen, die mit Blut, Exkreten, Geweben oder dem Kadaver eines Tiers, das nachweislich mit VHF infiziert war, in Berührung gekommen sind
- Kategorie II: Kontaktpersonen mit mäßigem Risiko
  - Personen, die den Patienten gepflegt oder Untersuchungsproben von ihm bearbeitet haben (z. B. Mitglieder einer Lebens- oder Wohngemeinschaft, betreuende Freunde oder Nachbarn, ggf. vor der Krankenhausaufnahme konsultierte Ärzte, Krankentransportpersonal, betreuendes Krankenhauspersonal einschl. Ärzten, Reinigungspersonal etc.)
  - Personen, die unmittelbaren Kontakt mit der Leiche eines Patienten mit VHF oder Verdacht auf VHF hatten, bevor der Sarg verschlossen wurde
  - Personen, die Kontakt zu einem Tier hatten, das mit VHF infiziert war
  - Personen mit längerem direkten Kontakt zum Indexpatienten, sofern dieser bereits symptomatisch war (z. B. Flugnachbarn)
  - Personen, die direkten Kontakt mit der Kleidung, dem Bettzeug oder anderen Gegenständen hatten, die mit Blut, Urin oder anderen Körperflüssigkeiten des Patienten kontaminiert gewesen sein könnten
- Kategorie III: Kontaktpersonen mit geringem Risiko
  - Jegliche andere Art von Kontakten zum Indexpatienten (z. B. Aufenthalt im gleichen Raum, Benutzung der gleichen öffentlichen Transportmittel, allgemeine soziale Kontakte)
  - Medizinisches Personal mit provisorischer Schutzkleidung

Ist bei einem Patienten eine hochkontagiöse lebensbedrohliche Erkrankung nachgewiesen, so sind bei Kontaktpersonen die in **Tab. 16.13** dargestellten Maßnahmen erforderlich. Die Indikationen für eine Postexpositionsprophylaxe werden zum Teil kontrovers diskutiert. Die Argumente für bzw. gegen

**Tab. 16.13** Maßnahmen bei Kontaktpersonen eines nachgewiesenen Falls einer hochkontagiösen lebensbedrohlichen Erkrankung in Abhängigkeit von der Risikodifferenzierung. (Adaptiert nach Fock et al. 2000)

Maßnahmen	Kategorie (Definition siehe Text)			
	Ia	Ib	II	III
<b>Kontaktpersonen ohne Symptome</b>				
Beobachtung, Messen der Körpertemperatur	+	+	+	+
Tätigkeitsverbot in Risikobereichen <sup>a</sup>	+	*	–	–
Allgemeines Tätigkeitsverbot	+	*	–	–
Absonderung zu Hause	+ <sup>b</sup>	*	–	–
Absonderung im Krankenhaus	+	*	–	–
Abnahme einer Blutprobe (zur späteren serologischen Verlaufuntersuchung)	+ <sup>c</sup>	+ <sup>c</sup>	–	–
Virologische Diagnostik (PCR etc.)	–	–	–	–
Postexpositionsprophylaxe (z. B. Ribavirin)	+	+	–	–
<b>Kontaktpersonen mit Symptomen (z. B. Fieber)</b>				
Beobachtung, Messen der Körpertemperatur	+	+	+	+
Tätigkeitsverbot in Risikobereichen	+	+	*	*
Allgemeines Tätigkeitsverbot	+	+	*	*
Absonderung zu Hause	–	–	*	*
Absonderung im Krankenhaus	+	+	*	*
Virologische Diagnostik (PCR etc.)	+	+	+	+
Postexpositionsprophylaxe/Frühtherapie	+	+	*	*

+ in der Regel empfohlene Maßnahme; – in der Regel nicht notwendige Maßnahme; \* Entscheidung unter besonderer Berücksichtigung des Einzelfalls, der Intensität des Kontakts und der Art bzw. Spezifität der Symptomatik

<sup>a</sup> Beispielsweise Krankenbehandlung, Kinderkrankenpflege, Onkologie, Kindergarten, Seniorenheim, Schule

<sup>b</sup> Sofern keine stationäre Absonderung erforderlich erscheint. Kontaktpersonen der Kategorie Ia sollten zur Postexpositionsprophylaxe stationär aufgenommen werden.

<sup>c</sup> Obligat bei Klinikpersonal

eine Postexpositionsprophylaxe im Einzelfall sollten deshalb immer sorgfältig abgewogen und mit der betreffenden Person ausführlich besprochen werden.

## Literatur

### Literatur zu ► Abschn. 16.1

Calfree DP, Salgado CD, Milstone AM, Harris AD, Kuhar DT, Moody J, Aureden K, Huang SS, Maragakis LL, Yokoe DS (2014) Strategies to prevent methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* transmission and infection in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35 :772–796

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2014) Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. *Bundesgesundheitsbl* 57: 696–732

TRBA 250 (2014) Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. GMBI Nr. 10/11 vom 27.03.2014, Änderung vom 22.05.2014, GMBI Nr. 25

### Literatur zu ► Abschn. 16.2

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2011) Definition der Multiresistenz gegenüber Antibiotika bei gramnegativen Stäbchen im Hinblick

- auf Maßnahmen zur Vermeidung der Weiterverbreitung. *Epidemiol Bull* 2011; 36: 337–339
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2012) Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen. *Epidemiol Bull* 2012; 55: 337–339
- Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME et al. (2012) Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect* 18: 268–281
- Mattner F, Bange FC, Meyer E, Seifert H, Wichelhaus TA, Chaberny IF (2012) Prävention der Ausbreitung von multiresistenten gramnegativen Erregern. *Dtsch Ärztebl Int* 109(3): 39–45
- Nordmann P, Cuzon G, Naas T (2009) The real threat of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing bacteria. *Lancet Infect Dis* 9: 228–236
- RKI (2013) Surveillance nosokomialer Infektionen sowie Erfassung von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen. *Bundesgesundheitsbl* 56: 580–583
- Tissot F, Widmer AF, Kuster SP, Zanetti L (2014) Enterobacteriaceae mit Breitspektrum Beta-Laktamasen (ESBL) im Spital: Neue Empfehlungen der Swissnoso 2014. *Swissnoso Band* 18(2): 1–8
- Literatur zu ► Abschn. 16.3**
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2014) Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. *Bundesgesundheitsbl* 57: 696–732
- Robert Koch-Institut (2009) Infektionskrankheiten A–Z: *Staphylokokken* MRSA: RKI-Ratgeber für Ärzte (Stand: September 2009). <http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/S/Staphylokokken/Staphylokokken.html>
- Robert Koch-Institut (2011) Auftreten und Verbreitung von MRSA in Deutschland 2010. *Epidemiologisches Bulletin* 26/2011
- Literatur zu ► Abschn. 16.4**
- Robert Koch-Institut (2015) Eigenschaften, Häufigkeit und Verbreitung Vancomycin-resistenter Enterokokken (VRE) in Deutschland Update 2013/2014. *Epidemiol Bull* 40: 429–435
- Sohn KM, Peck KR, Joo EJ, Kang CI, Chung DR, Lee NY, Song JH (2012) Duration of colonization and risk factors of vancomycin-resistant enterococci after discharge from the hospital. *Int J Inf Dis* 17: 240–246
- Werner G (2012) Vancomycin-resistente Enterokokken – Epidemiologie, Diagnostik, Typisierung, Trends. *Krankenhaushygiene up2date* 7: 291–301
- Literatur zu ► Abschn. 16.6**
- Baxter M, Colville A (2016) Adverse events in faecal microbiota transplant: a review of the literature. *Journal of Hospital Infection* 92: 117–127
- Debast SB, Bauer MP, Kuijper EJ (2014) European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases: update of the treatment guidance document for *Clostridium difficile* infection. *Clin Microbiol Infect* 20 (Suppl 2): 1–26
- Gordon D, Young LR, Reddy S, Bergman C, Young JD (2016) Incidence of *Clostridium difficile* infection in patients receiving high-risk antibiotics with or without a proton pump inhibitor. *J Hosp Infect* 92: 173–177
- Lee CH, Steiner T, Petrof EO, Smieja M, Roscoe D, Nematallah A, Weese JS, Collins S, Moayyedi P, Crowther M, Ropeleski MJ, Jayaratne P, Higgins D, Li Y, Rau NV, Kim PT (2016) Frozen vs Fresh Fecal Microbiota Transplantation and Clinical Resolution of Diarrhea in Patients With Recurrent *Clostridium difficile* Infection: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 315: 142–149
- Postigo R, Kim JH (2012) Colonoscopic versus nasogastric fecal transplantation for treatment of *clostridium difficile* infection: a review and pooled analysis. *Infection* 40: 643–648
- RKI (2013) Surveillance nosokomialer Infektionen sowie Erfassung von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen. *Bundesgesundheitsbl* 56: 580–583
- Tartof SY, Rieg GK, Wei R, Tseng HF, Jacobsen SJ, Yu KC (2015) A Comprehensive Assessment Across the Healthcare Continuum: Risk of Hospital-Associated *Clostridium difficile* Infection Due to Outpatient and Inpatient Antibiotic Exposure. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36: 1409–1416
- Van Nood E, Vrieze A, Nieuwdorp M, Fuentes S, Zoetdal EG et al. (2013) Duodenal infusion of donor feces for recurrent *clostridium difficile*. *N Engl J Med* DOI 10.1056/NEJMoa1205037
- Literatur zu ► Abschn. 16.7**
- Greig JD, Lee MB (2012) A review of nosocomial norovirus outbreaks: infection control interventions found effective. *Epidemiol Infect* 140: 1151–1160
- Matthews JE, Dickey BW, Miller RD, Felzer JR, Dawson BP et al. (2012) The epidemiology of published norovirus outbreaks: a review of risk factors associated with attack rate and genogroup. *Epidemiol Infect* 140: 1161–1172
- RKI (2009) Hinweise zum Schutz vor Norovirus-Infektionen. *Epidemiol Bulletin* 4: 28
- Schulz-Stübner S, Reska M, Hauer T, Schaumann R (2016) Infektions- und Kolonisationsausbrüche: Was können wir verbessern? Erste Ergebnisse eines Qualitätssicherungsprojektes mit Ausbruchsregister beim Deutschen Beratungszentrum für Hygiene. *Dtsch Med Wochenschr* 141: 408
- Literatur zu ► Abschn. 16.8**
- Aiello AE, Murray GF, Perez V, Coulborn RM, Davis BM, Uddin M, Shay DK, Waterman SH, Monto AS (2010) Mask use, hand hygiene, and seasonal influenza-like illness among young adults: a randomized intervention trial. *J Infect Dis* 201(4): 491–498
- Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (2007) Arbeitsschutz beim Auftreten von nicht impfpräventabler Influenza

unter besonderer Berücksichtigung des Atemschutzes (Beschluss 609). GmBl 19: 408–416

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Ausschuss für biologische Arbeitssicherheit (2007) Empfehlung spezieller Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch hochpathogene aviäre Influenzaviren (Klassische Geflügelpest, Vogelgrippe). Beschluss 608, Ausgabe Februar 2007. GmBl 19: 403–407. [www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/Beschluss-608.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/Beschluss-608.html)

Suess T, Buchholz U, Dupke S, Grunow R, an der Heiden M, Heider A, Biere B, Schweiger B, Haas W, Krause G; Robert Koch Institute Shedding Investigation Group (2010) Shedding and transmission of novel influenza virus A/H1N1 infection in households in Germany, 2009. *Am J Epidemiol* 171(11): 1157–1164

#### Literatur zu ► Abschn. 16.9

Castell S, Bauer T, Diel R, Hedrich A, Magdorf K et al. (2012) Interantional Standards of Tuberculosis Care (ISTC) – Kommentierung aus deutscher Sicht. *Pneumologie* 66: 240–249

RKI (2015) Tuberkulose in Deutschland: Ende des rückläufigen Trends?. *Epidemiologisches Bulletin* 43: 461–463

RKI (2012) Welttuberkulosetag 2012 – Tuberkulose im Fokus. *Epidemiologisches Bulletin* 11: 87–92

Schaberg T, Bauer T, Castell S, Dahloff K, Detjen A, Diel R et al. (2012) Empfehlungen zur Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenen- und Kindesalter. *Pneumologie* 66: 133–71

Ziegler R, Just HM, Castell S, Diel R, Gastmeier P et al. (2012) Infektionsprävention bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. *Pneumologie* 66: 269–282

#### Literatur zu ► Abschn. 16.10

RKI (2015) Meningokokken-Erkrankungen. RKI-Ratgeber für Ärzte, aktualisierte Fassung vom Juni 2015. Erstveröffentlichung im *Epidemiologischen Bulletin* 1999: 11. [www.rki.de](http://www.rki.de)

#### Literatur zu ► Abschn. 16.11

RKI (2010) Keratoconjunctivitis epidemica und andere Konjunktividen durch Adenoviren. RKI-Ratgeber für Ärzte, aktualisierte Fassung vom März 2010. Erstveröffentlichung im *Epidemiologischen Bulletin* 2003;7. [www.rki.de](http://www.rki.de)

#### Literatur zu ► Abschn. 16.12

Beekes M (2010) Die variante Creutzfeld-Jakob-Krankheit (vCJK). *Epidemiologie und Schutzmaßnahmen gegen eine Übertragung von Mensch zu Mensch. Bundesgesundheitsbl* 53: 597–605

#### Literatur zu ► Abschn. 16.13

RKI (2013) Antrax (Milzbrand). RKI-Ratgeber für Ärzte, aktualisierte Fassung vom Oktober 2013. Erstveröffentlichung im *Bundesgesundheitsblatt* 2001; 12. [www.rki.de](http://www.rki.de)

#### Literatur zu ► Abschn. 16.14

RKI (2009) Krätzmilbenbefall (Skabies). RKI-Ratgeber für Ärzte. [www.rki.de](http://www.rki.de)

#### Literatur zu ► Abschn. 16.15

Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2015) Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. *Bundesgesundheitsbl* 58: 1151–1170

Fock R, Koch U, Finke EJ, Niedrig M, Wirtz A et al. (2000) Schutz vor lebensbedrohenden importierten Infektionskrankheiten. Strukturelle Erfordernisse bei der Behandlung von Patienten und anti-epidemische Maßnahmen. *Bundesgesundheitsbl* 43: 891–899

Schmidt-Chanasit J, Schmiedel S, Fleischer B, Burchard GD (2012) Importierte Virusinfektionen: Was muss ein niedergelassener Arzt wissen. *Dtsch Arztebl* 109: 681–692

Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (2007) Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)

# Punktionen und Injektionen

*S. Schulz-Stübner*

Literatur – 379

## Zusammenfassung

Invasive Maßnahmen stellen stets ein Infektionsrisiko dar, wobei neben endogenen Risikofaktoren auch die Art und Komplexität des Eingriffs eine entscheidende Rolle spielen. Hier greifen klassische Hygienemaßnahmen im Hinblick auf ein aseptisches Vorgehen und gezielter Einsatz von Barrieremaßnahmen, wie sie im folgenden Kapitel bezüglich verschiedener klinisch relevanter Punktions- und Injektionstechniken erläutert werden, ineinander.

Im Jahr 2011 veröffentlichte die KRINKO Empfehlungen zu den Hygienemaßnahmen bei Punktionen und Injektionen. Das Risiko für Infektionen in Verbindung mit bestimmten Eingriffen wird in der Literatur wie folgt angegeben:

- Subkutane Injektionen: Einzelfälle und kleine Serien
- Subkutane Kanülierung mit Katheter: 0,1–0,4 Infektionen pro Patient/jahr
- Spritzenabszess nach intramuskulärer Injektion: 1:10.000
- Purulente Arthritis nach Gelenkpunktion: 1:1000 bis 1:50.000
- Panophthalmie nach intravitrealer Injektion: 1:1000 bis 1:1500
- Nierenabszess nach Biopsie 1:1000.

Die KRINKO hat daher die Eingriffe in Abhängigkeit vom Infektionsrisiko und der Komplexität des Eingriffs in verschiedene Risikogruppen eingeteilt und daraus entsprechende Überlegungen für die Anwendung beispielsweise von Barrieremaßnahmen oder die Verwendung von keimarmen versus sterilen Tupfern oder keimarmen versus sterilen Handschuhen abgeleitet.

## ■ Risikogruppen

- Risikogruppe 1: Eingriffe mit einfachem Punktionsablauf und geringem Risiko einer punktionsassoziierten Infektion
- Risikogruppe 2: einfacher Punktionsablauf und geringe Infektionsgefahr, aber schwerwiegende Infektionsfolgen
- Risikogruppe 3: Punktion von Organen oder Hohlräumen oder komplexer Punktionsablauf mit notwendiger zwischenzeitlicher Ablage von sterilem Punktionszubehör mit oder ohne Assistenz

- Risikogruppe 4: komplexe Punktion mit Notwendigkeit zwischenzeitlicher Ablage von sterilem Punktionszubehör und steriler Anreicherungen durch eine Assistenzperson oder Einbringung von Kathetern bzw. Fremdkörpern in Körperhöhlen oder tiefe Geweberäume.

Zu den allgemeinen Grundsätzen gehört die Durchführung einer hygienischen Händedesinfektion vor jeder Punktion oder Injektion und der sachgerechte Umgang mit zu verabreichenden Medikamenten (► Kap. 18).

## ■ Hautdesinfektion

Unmittelbar vor Punktion wird eine Hautantiseptik mit einem geeigneten Präparat (i. d. R. Alkohol) unter Beachtung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeiten als Sprüh- oder Wischdesinfektion (je nach Art der Punktion) durchgeführt. Für Katheteranlagen empfiehlt sich die Kombination von Alkohol mit Chlorhexidin oder Octenidin. Die Auswahl des zur Wischdesinfektion verwendeten Tupfers (keimarm oder steril) richtet sich nach der Art der Punktion und der damit verbundenen Risikoabschätzung (■ Tab. 17.1). Für Eingriffe an Schleimhäuten oder am Auge werden entsprechende Schleimhautdesinfektionsmittel verwendet.

**! Während es im häuslichen Bereich durchaus üblich ist, dass sich ein Diabetiker seine s.c. Injektionen ohne Hautdesinfektion verabreicht oder Lanzettenblutentnahmen ohne Hautdesinfektion durchführt, wird bei Durchführung der gleichen Maßnahme durch medizinisches Personal eine solche (aus forensischen Gründen) gefordert.**

## ■ Verwendung von Ultraschall

Wird eine Punktion unter Zuhilfenahme von Ultraschall durchgeführt, muss darauf geachtet werden, dass geeignete sterile Hüllen/Abdeckungen für den Ultraschallkopf und das Kabel verwendet werden. Zur Verbesserung der Schallqualität wird steriles Ultraschallgel oder (materialverträgliches) Hautdesinfektionsmittel empfohlen.

■ **Tab. 17.1** Übersicht über die erforderlichen Hygienemaßnahmen bei verschiedenen Punktionen und Injektionen. (Ergänzt und erweitert in Anlehnung an KRINKO 2011)

Punktionsart	Tupferart	Abdeckung	SchutzkleidungDurch- führende Person	Regelein- wirkzeit bei alkoholischem Hautdesinfek- tionsmittel* [s]
i.c. Injektion	Keimarm	Keine	Nein	15
s.c. Injektion durch medizini- sches Personal	Keimarm	Keine	Nein	15
Lanzettenblutentnahme	Keimarm	Keine	Keimarme Handschuhe	15
Blutabnahme	Keimarm	Keine	Keimarme Handschuhe	15
Venenverweilkanüle**	Keimarm	Keine	Keimarme Handschuhe	15
i.v. Injektion (peripher)	Keimarm	Keine	Keimarme Handschuhe	15
i.m. Injektion (z. B. Schutzimpfung)	Keimarm	Keine	Nein	15
Akupunktur	Keimarm	Keine	Nein	15
Arterielle Verweilkanüle**	Steril	Steriles Abdeck- oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	30
s.c. Punktion mit nachfolgender Dauerapplikation	Steril	Keine	Keimarme Handschuhe	30
i.m. Injektion (Risikopatient, Injektion von Kortikoiden oder gewebstoxischen Substanzen)	Steril	Keine	Keimarme Handschuhe	30
Shunt-Punktion zur Dialyse (autologer Shunt)	Steril	Keine	Keimarme Handschuhe	30
Punktion einer Portkammer	Steril	Keine	sterile Handschuhe	60
Punktion eines Ommaya- oder Rickham-Reservoirs	Steril	Keine	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz bei Punktion mit Spritzenwechsel	60
Blasenpunktion (diagnostisch)	Steril	Keine	Sterile Handschuhe	60
Pleurapunktion, Aszitespunktion (diagnostisch)	Steril	Keine	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz	60
Beckenkammpunktion	Steril	Steriles Abdeck- oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	60
Amniozentese Chorionzottenbiopsie	Steril	Steriles Abdeck- oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	60
Organpunktion (z. B. Mamma, Niere, Leber, Lymphknoten, Milz, Schilddrüse)	Steril	Steriles Abdeck- oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	60
Anlage einer suprapubischen Ableitung**	Steril	Steriles Abdeck- oder Lochtuch	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz	60

■ Tab. 17.1 Fortsetzung

Punktionsart	Tupferart	Abdeckung	SchutzkleidungDurch-führende Person	Regelein-wirkzeit bei alkoholischem Hautdesinfek-tionsmittel* [s]
Gelenkpunktion (diagnostisch)	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz bei Punktion mit Spritzenwechsel	60
Transvaginale (schallkopf-gesteuerte) Zysten- oder Gewebspunktion	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	60 (Schleim-hautdesinfek-tionsmittel)
Vorderkammerpunktion des Auges mit intravitrealer Medikamentengabe	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz bei Punktion mit Spritzenwechsel	60 (Spülung mit 10 ml 5 %iger PVP-Jod-Lösung der bulbären Bindehaut, Fornices und Karunkel sowie 10 %ig periorbital)
Anlage einer Bülow-Drai-nage, eines Pleuracath, einer Monaldi-Drainage**	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Mund-Nasen-Schutz OP-Haube Steriler langärmeliger Kittel Sterile Handschuhe	60
Anlage eines zentralen Venenkatheters (ZVK) oder Pulmonalarterienkatheters (PAK), Katheterisie-rung A. femoralis und A. axillaris**	Steril	Großes steriles Abdeck- oder Lochtuch	Mund-Nasen-Schutz OP-Haube Steriler langärmeliger Kittel Sterile Handschuhe	60
Anlage einer perkutanen endo-skopischen Gastrostomie (PEG)**	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Mund-Nasen-Schutz OP-Haube Steriler langärmeliger Kittel Sterile Handschuhe	60
Lumbalpunktion (diagnostisch)	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Sterile Handschuhe	120
Spinalanästhesie („single shot“), intrathekale Medikamentenapplikation	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Sterile Handschuhe Mund-Nasen-Schutz	120
Periduralanästhesie/Spinal-anästhesie mit Katheteranlage, Anlage eines Periduralkatheters zur Schmerztherapie**	Steril	Steriles Abdeck-oder Lochtuch	Mund-Nasen-Schutz OP-Haube Steriler langärmeliger Kittel Sterile Handschuhe	120

\* Herstellerangaben beachten, \*\* Alkohol plus Chlorhexidin bzw. Alkohol plus Octenidin zur Hautdesinfektion

- **Bei der Verwendung von Punktionshilfen („needle guides“) im Rahmen von ultraschall-gesteuerten Punktionen sollte auf das sterile Handling und die ordnungsgemäße Aufbereitung nach Gebrauch geachtet werden.**

## Literatur

---

KRINKO (2011) Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen. Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch Institut. Bundesgesundheitsblatt 54: 1135–1144

# Parenteralia und Notfallmedikamente

*S. Schulz-Stübner*

**Literatur – 387**

### Zusammenfassung

Das Anrichten und die Applikation parenteraler Medikamente stellen besondere Anforderungen an die Hygiene, da die Substanzen direkt in den Körper eingebracht werden und Kontaminationen entsprechend dramatische Folgen haben können. Im Folgenden werden die einschlägigen Leitlinien und Empfehlungen sowie arzneimittelrechtliche und von ergangenen Urteilen abgeleitete Aspekte zusammengefasst.

Das Aufziehen von Medikamenten stellt eine hygienische Problemsituation dar, die besonders sorgfältiges Arbeiten erfordert. So konnten in einer aktuellen amerikanischen Studie in 55 von 2318 (d. h. 2,4 %) im OP aufgezogenen Spritzen am Ende des Eingriffes Mikroorganismen nachgewiesen werden (Gargiulo et al. 2016). Inwieweit derartige Befunde aber mit tatsächlichen Infektionen ursächlich zusammenhängen und klinisch relevant sind, ist derzeit noch unbekannt.

Grundsätzlich dürfen Medikamente und Infusionen nur zum unmittelbaren Gebrauch unter möglichst keimarmen Bedingungen aufgezogen bzw. gerichtet werden. Der Zeitraum „unmittelbar“ wurde in einem BGH-Urteil (vom 03.11.1981, VI ZR 119/80) als <1 h definiert. Diese Zeitangabe findet sich auch in den US-Pharmaziestandards (USP 797), wobei die American Society of Anesthesiologists (ASA) den individuellen Weitergebrauch über diesen Zeitraum hinaus während der Narkose als „unresolved issue“ ansieht (ASA 2011) und der allgemeine Passus in einem Revisionsentwurf des USP 797 nicht mehr enthalten ist. 2016 hat sich eine KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe zu diesen Themen getroffen und ihre Empfehlungen im Epidemiologischen Bulletin veröffentlicht (KRINKO-BfArM-RKI 2016). Hier werden ebenfalls Vorrichtungszeiten < 1 h gefordert.

#### Tipps

Werden häufiger spezielle Konzentrationen oder Mischungen in großer Stückzahl benötigt, empfiehlt sich die zentrale Herstellung in der Apotheke unter entsprechenden Reinraumbedingungen, sodass eine längere Haltbarkeit der Fertigspritzen ermöglicht wird.

Die Laufzeit der angehängten Infusionen richtet sich nach der physikalischen Haltbarkeit des Präparats, wobei z. B. Lichtempfindlichkeit als Zusatzkriterium zu beachten ist, und sollte den Herstellerangaben entsprechend eingehalten werden. Für kristalline Lösungen ergibt sich gemäß den Empfehlungen der Centers for Disease Control and Prevention/Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (CDC/HICPAC) theoretisch eine Laufzeit von maximal 96 h, da dann auch ein Systemwechsel (O'Grady et al. 2011) ansteht (► Kap. 21). Eine derartig lange Laufzeit kann etwa bei Schmerzkathetern und Verwendung eines großen Fertigbeutels mit Applikation über eine Infusionspumpe entstehen. In den meisten Fällen dürften aber Infusionszeiten von mehr als 24 h sowohl bei Infusionsflaschen als auch Infusionsspritzenpumpen eher eine Seltenheit darstellen.

#### ■ Propofol

Besondere Vorsicht ist beim Umgang mit Propofol geboten. Nach einem Warnhinweis der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) sollte die Infusionszeit einer aufgezogenen Perfusorspritze auf 6 h begrenzt werden. Bei den zur Narkose verwendeten Dosierungen stellt dieses Zeitlimit in der Praxis selten ein Problem dar. Allerdings darf die Spritze nicht, wie bei Begehungen nicht selten beobachtet, über Dreiwegehähne wieder befüllt werden, sondern muss nach Gebrauch verworfen werden. Für Intensivstationen werden unterschiedliche Zeitintervalle zwischen 6 und 12 h Laufzeit angegeben, was an den in den USA üblichen Gebinden zu 50 und 100 ml liegt, die dort über Infusomaten verabreicht werden. Andere Lipidlösungen werden über maximal 24 h infundiert, wobei für industriell hergestellte Mischinfusionen zur parenteralen Ernährung trotz Lipidanteil auch längere Laufzeiten vom Hersteller angegeben werden und problemlos möglich sind, da hier Konservierungsmittel zugegeben werden.

#### ■ Kurzinfusionen

Das wiederholte Anstechen derselben Infusionsflasche nach Entfernen des Infusionssystems („Rückstechen“), um beispielsweise zwischendurch eine Kurzinfusion zu verabreichen, ist problematisch. Die einmal angestochene Gummimembran kann nicht mehr sicher desinfiziert werden, sodass das Gebinde nach Entfernen

des Dorns als unsteril anzusehen und zu verwerfen ist. Kurzinfusionen müssen über ein separates Infusionssystem gegeben werden oder die Reihenfolge der Infusionen ist so zu timen, dass ein Wiedereinsteichen in eine gebrauchte Lösung nicht notwendig wird.

### Vermeiden von „Rückstechen“ in der Anästhesie

Beispiel einer praktischen Reihenfolge zur Vorbereitung und Einleitung in der Anästhesie:

- Anlage der Venenverweilkanüle
- Durchspülen und Kontrolle mit 10 ml Kochsalzlösung mittels Spritze
- Anhängen der perioperativen Antibiotikaphrophylaxe und Beobachtung auf allergische Reaktionen
- Anhängen der kristallinen Routinelösung und Fortführung der Einleitung.

Alle **Medikamente, Infusionssysteme und Applikationskomponenten** (Dreiwegehähne, Rückschlagventil etc.) dürfen prinzipiell **nur patientenbezogen zum Einsatz** kommen. Eine Weiterverwendung für mehrere Patienten ist aus hygienischer Sicht strikt abzulehnen, auch wenn Rückschlagventile o. ä. zum Einsatz kommen (ASA 2011).

Auch die Praxis, nur patientennahe Teile eines Schlauchsystems bis zum Rückschlagventil zu wechseln und den Rest des Systems weiterzuverwenden, ist aus hygienischer Sicht nicht sinnvoll. Einzelne experimentelle Arbeiten, die keine retrograde Kontamination bei der Verwendung von Rückschlagventilen zeigen konnten (Radke et al. 2010), reichen als Sicherheitsnachweis für ein derartiges Vorgehen nicht aus, zumal die Kontaminationsmöglichkeit bei Manipulation und der äußeren Handkontaktflächen unberücksichtigt bleibt. Andere Arbeiten zeigten zudem, dass es trotz Rückschlagventil zum Rückfluss kommen kann und eine Systemkontamination unter klinischen Bedingungen nicht verhindert wird (Eliger et al. 2011).

#### ■ Kontrastmittelinjektoren

Kontrastmittelinjektoren in der **Radiologie** oder im **Herzkatheterlabor** stellen immer wieder einen Diskussionspunkt dar. Buerke et al. (2012) geben hierzu folgende Empfehlungen:

- Zeitlich versetzte Mehrfachentnahmen oder Wiederauffüllung von Kontrastmittelflaschen bzw. Behältern unterlassen
- Einmaldosisbehälter in variabler Größe bevorzugen
- Vor Aufbau des Injektionsautomaten bzw. vor Befüllung der Injektorspritzen eine Händedesinfektion durchführen
- Die Mehrfachverwendung bzw. Wiederauffüllung von Injektionsspritzen zum Einmalgebrauch für mehrere Patienten ist nicht zulässig.
- Die Verwendung vorgefüllter Injektorspritzen für Kontrastmittel („prefilled“ Systeme) bzw. der Gebrauch eines Rollenpumpensystems gewährleisten hygienisch einwandfreie Verhältnisse.

Neben den Herstellerangaben der jeweiligen Injektorsysteme sind auch die arzneimittelrechtlichen Vorgaben der Kontrastmittelhersteller hinsichtlich Haltbarkeit und Entnahmemodalitäten zu beachten. Da es sich um ein voll beherrschbares Risiko handelt, sind Einmalsysteme zu bevorzugen und die Hersteller aufgefordert, diese mit den entsprechenden Volumina für die gängigen Anwendungen zur Verfügung zu stellen.

➤ **Werden Injektorsysteme z. B. in der Radiologie, Kardiologie oder Angiologie zur Kontrastmittelinjektion oder Phakoemulsifikationsgeräte in der Ophthalmochirurgie mit der Möglichkeit der Mehrfachanwendung von Kassetten und/oder intraokularer Spüllösung für mehrere Patienten eingesetzt, so müssen vom Hersteller entsprechende Konformitätserklärungen zur hygienischen Sicherheit und arzneimittelrechtlichen Unbedenklichkeit vorgelegt werden, und die Herstellerangaben zum Umgang mit dem Medizinprodukt und den eingesetzten Medikamenten sind strikt einzuhalten.**

#### ■ Mehrdosisbehälter

Zugelassene Mehrdosisbehälter (z. B. Heparin, Insulin oder Arterenol) müssen im Stationsbetrieb mit dem Anbruchdatum gekennzeichnet werden. Sie werden je nach Herstellerangaben im Kühlschrank gelagert. Diesen Mehrdosisbehältern sind

Konservierungsmittel zugesetzt, die die vom Hersteller angegebene Haltbarkeit ermöglichen. Bei Kochsalzfläschchen, die häufig als Mehrdosisbehälter missbraucht werden, ist dies jedoch nicht der Fall. Zum Verdünnen von Medikamenten müssen deswegen die geeigneten Größen zur Verfügung stehen, Reste werden sofort verworfen bzw. die Portionierung (s. unten) erfolgt in einem Arbeitsgang, und die portionierten Spritzen werden innerhalb einer Stunde verwendet.

Von der Verwendung von Mehrdosisbehältern, auch wenn diese mit Konservierungstoffen versehen und für den Gebrauch bei mehreren Patienten zugelassen sind, sollte im Bereich der Anästhesie (und analog hierzu in der Notfallmedizin oder vergleichbaren Situationen) aufgrund der möglicherweise in Stresssituationen nicht aseptischen Entnahmebedingungen ganz verzichtet werden (ASA 2011). Hier werden auch diese nur patientenbezogen verwendet und am Ende der Narkose entsorgt. Gleiches gilt für Augensalben o. ä., die ebenfalls nur patientenbezogen zum Einsatz kommen sollten, auch wenn die Gebindegröße eine Mehrfachentnahme zuließe.

#### ■ Portionierung aus Einzeldosisbehältnissen

Hierzu äußert sich die KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) wie folgt: „Die Portionierung von Arzneimitteln aus einem Einzeldosisbehältnis (for single use only) für unterschiedliche Patienten oder für denselben Patienten soll ausschließlich in der Apotheke unter qualitätskontrollierten Reinraumbedingungen stattfinden. Detaillierte Vorschriften zur Herstellung von Parenteralia unter Reinraumbedingungen finden sich in der ADKA-Leitlinie (ADKA; Bundesverband Deutscher Krankenhausapotheker). Eine Mehrfachentnahme aus Gebinden, die vom Hersteller für den einmaligen Gebrauch bestimmt sind (for single use only), ist grundsätzlich auf der Station nicht erlaubt. Eine Ausnahme stellen „Spülspritzen“ dar: In der klinischen Praxis kommen häufig Spritzen mit steriler physiologischer NaCl-Lösung zum Spülen eines Gefäßkatheters (Spülspritzen) zur Anwendung (meist 10 ml). Handelsübliche NaCl 0,9 % Fertigspritzen zum Spülen von Zugängen sind nicht in allen Kliniken verfügbar. Die Entnahme mehrerer solcher Spülspritzen aus einer Durchstechflasche mit NaCl-Lösung zum Spülen eines Gefäßkatheters kann nach Einschätzung der Arbeitsgruppe

auf der Station erfolgen, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Entnahme unter aseptischen Kautelen in einem nicht durch andere Tätigkeiten unterbrochenen Arbeitsgang
- Verwendung ausschließlich für einen Patienten
- Verabreichung innerhalb einer Stunde“

#### ■ Medikamenten in der Anästhesie

Interpretierende Übersetzung der ASA-Empfehlungen zum Umgang mit Medikamenten in der Anästhesie (ASA 2011):

- Aseptische Techniken und Händedesinfektion („Use appropriate aseptic technique and hand hygiene.“)
- Nur patientenbezogener Gebrauch von Medikamenten in der Anästhesie („All medications and fluids are single-patient-use only, including SDVs, MDVs, ampules, syringes, bottles and bags, and controlled substances from pharmacy.“)
- Alkoholische Desinfektion des Durchstichstopfens vor Anstich („Use aseptic technique, including use of an alcohol swab or appropriate disinfectant, to cleanse the vial's rubber septum before entering.“)
- Alkoholische Desinfektion von Glasbrechampullen zum Öffnen („Cleanse the neck of glass ampules with an alcohol swab and let dry before opening.“)
- Nur sterile Spritzen und Kanülen zum Aufziehen von Medikamenten verwenden („When any medication vial (or solution) is accessed, both the syringe AND the needle/cannula must be sterile.“)
- Mehrdosisbehälter (MDV) nur patientenbezogen verwenden („If a medication (or other solution) is not available in the single-dose form and a MDV must be used [e.g., neostigmine, succinylcholine] discard the MDV after single patient use.“)
- Verschluss von aufbewahrten Spritzen mit (sterilem) Stopfen („Syringes should be capped when not in use.“)
- Entsorgung aller angebrochener Medikamentengebinde nach Anästhesieende („Discard all used and/or opened medication/fluid

containers [e.g., cap off, bag entered] no later than the end of the patient's anesthetic.“)

- Keine Lagerung offener Ampullen („Opened single-dose ampules must be immediately discarded and not be stored for any time period.“)
- Entsorgung aller scharfen Materialien in geeigneten Sicherheitsabwurfbehältern unmittelbar nach Gebrauch, spätestens bei Anästhesieende („Discard used needles/syringes intact in a nearby sharps container after use or, at the latest, at the end of the patient's anesthetic.“)
- Lagerung nicht direkt im Einsatz befindlicher Materialien auf einer reinen Arbeitsfläche, um Kreuzkontamination zu vermeiden („Store unused syringes, needles, and related items in a clean area to avoid cross-contamination from used items.“)
- Lagerung von Medikamenten und Infusionslösungen gemäß Herstellerangaben und Entsorgung bei Zweifeln an der Sterilität („Store medications and solutions in accordance with the manufacturer's recommendations and discard if sterility is compromised.“)

➤ **Diese Empfehlungen gelten sinngemäß auch für andere Funktionsbereiche und den Stationsbereich.**

Die KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) gibt keine generelle Empfehlung bezüglich des zu verwendenden Materials (Glas- oder Plastikampullen) und führt aus: „Das zu verwendende Material ist arzneimittel- und situationsabhängig auszuwählen, daher ist vor allem die Schulung aller Mitarbeiter Bezug auf die (...) Risiken obligat.“ Folgende Risiken werden hierbei angesprochen:

- Plastikampullen (10–20 ml), bei denen zum Öffnen der Verschluss abgedreht wird, haben ein hohes Risiko der Kontamination bei Entnahme, wenn die Spritze (ohne Injektionsnadel) am Ampullenhals angesetzt wird, wo diese zuvor eventuell mit den Fingern angefasst wurde.
- Glasampullen bergen ein Verletzungsrisiko, zudem können beim Abbrechen des Ampullenhalses (evtl. kontaminierte) Glaspartikel in die zu injizierende Lösung gelangen. In der

Notfallversorgung werden Glasbrechampullen bevorzugt („geht schneller“).

- Plastik ist zum Teil gasdurchlässig.
- Der Gummistopfen einer Durchstechflasche kann chemische Zersetzungsreaktionen fördern.
- Beim Durchstechen des Gummistopfens mit einer Kanüle kann es zu einem Partikeleintrag durch Ausstanzen in die Infusion kommen.

#### Tipp

- Medikamente in einem Arbeitsgang aufziehen und möglichst unmittelbar verabreichen (<1 h).
- Möglichst nur Einmalgebinde verwenden.
- Aufgezogene Medikamenten strikt patientenbezogen verwenden.
- Aseptische Technik und berührungsfreies Einführen von Kanülen bei Plastikampullen.
- Aseptische Technik und ggf. Aufziehfilter bei Verwendung von Glasampullen und Durchstechgummistopfen.

#### ■ Arbeitsflächen/Lagerung

Arbeitsflächen auf denen Medikamente gerichtet und Infusionen vorbereitet werden, müssen unmittelbar vor Beginn der Tätigkeit wischdesinfiziert werden. Hierfür kann 70 %iger Alkohol bei kleinen Flächen oder ein geeignetes Flächendesinfektionsmittel, z. B. im Tuchspendereimer, verwendet werden. Häufig liegen diese Arbeitsflächen neben einem Waschbecken, dann müssen sie durch einen suffizienten **Spritzschutz** abgetrennt sein.

Medikamente und Infusionslösungen werden vor Staub und Licht geschützt in geeigneten Lagerschränken aufbewahrt und in regelmäßigen Abständen auf ihre Haltbarkeit überprüft. **Medikamentenkühlschränke** müssen mit einem Thermometer ausgestattet sein. Die Temperaturmessung sollte in geeigneter Form aufgezeichnet werden. Wichtig sind die Festlegung, was im Fall von Abweichungen von der Zieltemperatur zu geschehen hat, und die Aufzeichnung der getroffenen Maßnahmen (z. B. Umlagerung der Medikamente in anderen Kühlschränken während der Reparatur oder Verwerfen bei längerer Unterbrechung der Kühlkette).

➤ **Umgang mit Medikamenten zur Injektion**  
Die KRINKO-Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen“ gibt zusammenfassend folgende Empfehlungen zum Umgang mit Medikamenten zur Injektion (KRINKO 2011):

- Vor dem Beginn des Herrichtens von Medikamenten und Materialien für Punktionen oder Injektionen muss eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden. Ergänzend gelten die Grundsätze der Standardhygiene.
- Wenn die Vorbereitung des Zubehörs auf einer Arbeitsfläche erfolgt, muss diese vorher wischdesinfiziert werden. Bei Punktionen, die einen Wechsel und ein zwischenzeitliches Ablegen steriler Instrumente erfordern, wird sie zusätzlich steril abgedeckt.
- Die Zubereitung von Medikamenten zur Injektion soll unmittelbar vor der geplanten Applikation erfolgen. Erforderliche Ausnahmen müssen mit dem Krankenhaus-hygieniker (ggf. dem niedergelassenen Arzt) und dem zuständigen Apotheker besprochen und in einer Standardarbeitsanweisung festgelegt werden.
- Das Gummiseptum von Injektions- und Infusionsflaschen muss vor dem Einführen einer Kanüle mit einem alkoholischen Desinfektionsmittel desinfiziert werden.
- Werden Teilmengen aus einem Mehrdosisbehälter mittels Einmalkanüle entnommen, wird für jede Entnahme eine neue Spritze und Kanüle verwendet. Einmalkanülen dürfen nicht im Mehrdosisbehälter verbleiben.
- Werden Teilmengen aus einem Mehrdosisbehälter mithilfe einer Mehrfachentnahmekanüle (Spike) entnommen, muss für jede Entnahme eine neue Spritze verwendet werden.
- Auf angebrochenen Mehrdosisbehälter wird das Anbruchdatum und die Verwendungsdauer vermerkt.
- Das Personal muss regelmäßig in den hygienischen Arbeitstechniken geschult werden (Unterweisungen dokumentieren). Der Erfolg der Schulungen sollte durch

**Beobachtung und Bewertung der Abläufe vor Ort, z. B. durch das Hygienefachpersonal, überprüft werden.**

■ **Intermittierendes Abstöpseln von Infusionen**

Die KRINKI-BfArM-Arbeitsgruppe empfiehlt die Händedesinfektion vor jeder Manipulation am Gefäßkatheter/Infusionssystem sowie die Desinfektion der Konnektionsstelle (Katheterhub) und des Anschlussstücks (Infusionssystem) mit geeignetem Desinfektionsmittel unter Beachtung der Herstellerangaben; beide Stellen müssen während der „Infusionspause“ durch sterile Luer-Lock-Kombiverschlüsse vor Kontamination geschützt werden.

Die Gesamtlaufzeit des zu verabreichenden Medikamentes darf durch die Unterbrechung selbstverständlich nicht verlängert werden und bei Medikamenten mit kurzer physikalischer Halbwertszeit bzw. klassischen Kurzinfusionen (z. B. Antibiotika ohne verlängertes Infusionsintervall) sollten diese auch aus therapeutischen Gründen vor der Unterbrechung vollständig verabreicht werden. In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, die zur Unterbrechung führenden Tätigkeiten (aufwendige Lagerungsmanöver, Physiotherapie, Duschen, Transporte zu Untersuchungen etc.) entsprechend sinnvoll zu planen, um unnötige Unterbrechungen und Interventionen zu vermeiden.

■ **Ausnahmen**

Gemäß der KRINKO-Empfehlung (KRINKO 2011) können erforderliche Ausnahmen von der unmittelbaren Verwendung von Medikamenten für Notfallmedikamente mit dem Krankenhaushygieniker und dem zuständigen Apotheker besprochen und in einer Standardarbeitsanweisung festgelegt werden.

Zu den **klinisch relevanten Notfallmedikamenten**, die als Ausnahme in aufgezogenem Zustand vorgehalten werden können, gehören z. B.:

- Verdünnte Katecholamine (z. B. Adrenalin, Noradrenalin 1:10 oder 1:100), z. B. auf kardiochirurgischen oder neonatologischen Intensivstationen
- Natrium-Thiopental, Remifentanyl, Succinylcholin oder Rocuronium zur Notsectioeinleitung.

Die zentrale Herstellung dieser aufgezogenen Notfallspritzen in der Apotheke ist, wenn möglich, zu bevorzugen. Dann können mitunter auch längere

Haltbarkeitsfristen festgelegt werden. Ist dies nicht möglich, geht das Abteilungspersonal beim **Aufziehen und Lagern** nach möglichst keimarmen Kriterien vor:

- Hygienische Händedesinfektion
- Desinfektion von Gummimembranen und Brechampullen mit 70 %igem Alkohol
- Desinfektion der Arbeitsfläche mit 70 %igem Alkohol oder Flächendesinfektionsmittel
- Nochmalige hygienische Händedesinfektion oder sterile Handschuhe
- Aufziehen der erforderlichen Verdünnungen und unmittelbarer Verschluss der fertigen Spritze(n) mit einem sterilen Stopfen
- Beschriftung mit Medikamentenname, Konzentration in mg/ml, Aufziehdatum und -zeit, Handzeichen des Aufziehenden (Aufkleber in ISO-Farbstandard bevorzugen)
- Das Handzeichen des Aufziehenden bestätigt die Einhaltung der Standardarbeitsanweisung.
- Lagerung in einem geeigneten Behälter (z. B. Kennzeichnung als „Notfallbox“) lichtgeschützt im Kühlschrank
- Nicht genutzte Notfallmedikamente müssen nach spätestens 24 h verworfen werden.

## ■ Mischinfusionen

Hinsichtlich der Verwendung von Mischinfusionen äußert sich die KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) wie folgt: „Applikationsfertige Infusionen aus Pulver und Trägerlösung (z. B. Antibiotika): Vom Hersteller werden nur die Sterilität des Fertigproduktes (bei Anlieferung) und die chemisch-physikalische Haltbarkeit für einen bestimmten Zeitraum nach Zubereitung garantiert, naturgemäß kann der Hersteller die mikrobiologische Belastung im Einzelfall nach Zubereitung nicht beurteilen“. Die Arbeitsgruppe gibt folgende allgemeine Empfehlungen:

- Mischinfusionen zur parenteralen Ernährung (individuelle Rezeptur) sollen bevorzugt in der Apotheke unter definierten und kontrollierten Reinraumbedingungen hergestellt werden.
- Bei Jugendlichen und Erwachsenen sollen vorzugsweise kommerziell erhältliche Fertigpräparate zur parenteralen Ernährung genutzt werden, die vom Hersteller als steril ausgewiesen sind (anstelle einer manuellen Zubereitung auf der Station).

- Nicht unter Reinraumbedingungen in der Apotheke hergestellte Lösungen zur parenteralen Ernährung (individuelle Rezeptur) dürfen nicht länger als eine Stunde auf der Station gelagert werden, bevor sie an den Gefäßkatheter des Patienten angeschlossen werden.
- Lipidhaltige Infusionen sollen 12 h (reine Lipidlösungen) bis maximal 24 h (lipidhaltige Mischinfusionen) nach Anbruch verworfen werden (bei lipidhaltigen Arzneimitteln wird die maximal zulässige Infusionsdauer in der Fachinformation beschrieben).

## Literatur

- ASA Committee on Occupational Health Task Force on Infection Control (2011) Recommendations for Infection Control for the Practice of Anesthesiology, 3rd ed. [www.asahg.org](http://www.asahg.org)
- Buerke B, Mellmann A, Kipp F, Heindel W, Weßling J (2012) Hygiene in der Radiologie: Was der Radiologe wissen sollte. Fortschr Röntgenstr 184: 1099–1109
- Eliger B, Kiski D, Diem E, van den Heuvel I, Freise H et al. (2011) Non-return valves do not prevent backflow and bacterial contamination of intravenous infusions. J Hosp Inf 78: 31–5
- Gargiulo DA, Mitchel SJ, Sheridan J, Short TG, Swift S, Toorrie J, Webster CS, Merry AF (2016) Microbiological contamination of drugs during their administration for anesthesia in the operating room. Anesthesiology 124: 785–794
- KRINKO (2011) Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen. Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch Institut. Bundesgesundheitsblatt 54: 1135–44
- KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) Zu spezifischen Fragen bezüglich Rekonstitution, Zubereitung und Applikation von Arzneimitteln und Infusionslösungen sowie zur Hautantiseptik. Epidemiologisches Bulletin, DOI 10.17886/EpiBull-2016-033
- O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J. et al. and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (2011) Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)
- Pharmaceutical compounding-sterile preparations (2004). In: The United States Pharmacopeia 27<sup>th</sup> rev., and The National Formulary. Chapter 797: General Information, 22<sup>nd</sup> ed. Rockville MD: The United States Pharmacopeial Convention: 2350–2370
- Radke OC, Werth K, Borg-von-Zepelin M, Saur P, Apfel CC (2010) Two serial check valves can prevent cross-contamination through intravenous tubing during total intravenous anesthesia. Anesth Analg 111: 925–928

# Wundmanagement

*G. Ertelt*

- 19.1     **Algorithmus der Wundversorgung – 390**
- 19.2     **Praxis der Wundversorgung – 390**
  - Literatur – 396**

## Zusammenfassung

Die Zahl von Patienten mit chronischen Wunden nimmt jährlich zu. Insbesondere Wunden vom Typ Dekubitus, Ulcus cruris venosum/arteriosum/mixtum oder das diabetische Fußsyndrom führen zu Schmerzen, erheblicher Beeinträchtigungen der Lebensqualität durch Mobilitätseinschränkung und Geruchsbelästigung durch Wundexsudat. Eine sachgerechte Wundbeurteilung und phasengerechte Wundversorgung steht hier im Vordergrund. Durch eine lückenlose Dokumentation bei der Wundversorgung kann das Heilungsgeschehen mittels Fotodokumentation aufgezeigt und die Versorgung der chronischen Wunde phasengerecht angepasst werden.

Die fachübergreifende Behandlung erfolgt am besten in einem interdisziplinären Team durch speziell geschulte Fachärzte (Internisten, Neurologen, Chirurgen), gut ausgebildetes Pflegepersonal, Physiotherapeuten und ggf. den Sozialdienst.

## 19.1 Algorithmus der Wundversorgung

1. Ursachenabklärung (interdisziplinär)
  - Diagnostik
  - Kausaltherapie
  - Patientenspezifische Faktoren der Chronizität der Problemwunde
2. Wundbettpräparation/Wundbettkonditionierung: Ziel ist es, die chronische, belegte, infizierte Wunde in eine saubere Wunde zu überführen
  - Wundreinigung, z. B. mittels Débridement
  - Entfernung von Nekrosen
3. Feuchte Wundbehandlung bis zur Sekundärheilung, ggf. auch plastische Deckung:
  - Stadiengerechte antimikrobielle Behandlung
  - Phasengerechtes Exsudatmanagement
  - Als Kontraindikationen für die feuchte Wundbehandlung gelten endständige Nekrosen und Tumorzellen. Hier muss die klassische, trockene Wundversorgung durchgeführt werden.
4. Rezidivprophylaxe.

Die Rezidivprophylaxe erfordert eine gute Compliance des Patienten. Nur wenn z. B. der Diabetes gut

eingestellt, der Patient das Tragen von Kompressionsstrümpfen akzeptiert oder ein Patient mit Dekubitalulkus eine gute Druckentlastung und Mobilisation erhält, können die Wunden auf Dauer heilen und Rezidive vermieden werden.

## 19.2 Praxis der Wundversorgung

### 19.2.1 Wundreinigung und Débridement

Das Ziel der Wundreinigung ist die Beseitigung wundheilungshemmender Bestandteile unterschiedlichen Ursprungs aus Wunde und Wundumgebung sowie die Entfernung von infiziertem, infektionsbedrohtem, nekrotischem oder nekrosebedrohtem sowie verschmutztem Gewebe aus einer Wunde.

Die Wundreinigung muss schonend und effektiv durchgeführt werden. Erst nach erfolgreicher Wundreinigung ist eine Einschätzung der genauen Wundgröße und -tiefe möglich. Die suffiziente Wundreinigung verhindert das Eindringen von Mikroorganismen und die Entstehung von Infektionen (lokal und systemisch). Darüber hinaus dient sie dem Schutz des Wundrands und der wundumgebenden Haut vor Mazerationen und Ekzemen. Unterschiedliche Methoden können zur Wundreinigung eingesetzt werden.

➤ **Die Wunddokumentation wird immer erst nach der Wundreinigung durchgeführt.**

#### ■ Nass-Trocken-Phase

- Bei der Nass-Trocken-Phase werden nass getränkte Kompressen auf die Wunde und die Wundumgebung aufgebracht. Diese können mit neutralen Lösungen, z. B. steriler 0,9 %iger NaCl-Lösung, steriler Ringer-Lösung oder aber mit Wundspüllösungen oder Antiseptika, je nach Wundzustand, getränkt sein.
- In den ersten 15 Minuten wird die Flüssigkeit aus der feuchten Kompresse an die Wundoberfläche und die Wundumgebung abgegeben (bei manifester Infektion nach Möglichkeit länger einwirken lassen).
- Durch die Verdunstung der Lösung kommt es außerdem zur Kühlung der Wunde und somit zur Reduktion der Entzündungsreaktion.

- Danach erfolgt eine mechanische Wundreinigung.
- Schließlich werden für weitere 10 Minuten sterile, trockene Kompressen aufgelegt und fixiert. Zelltrümmer, Exsudat und Bakterien werden aufgenommen.
- Abschließend erfolgt die Wundversorgung.

#### ■ Mechanische Wundreinigung

Diese erfolgt bei jedem Verbandwechsel mittels sterilem Tupfer oder Kompressen, um Verschmutzungen und Fremdkörper zu entfernen. Die Wunde kann dabei z. B. mit Ringer-Lösung, 0,9 %iger NaCl-Lösung, einem Antiseptikum oder einer Wundspülung gereinigt werden. Bei chronischen Wunden sollte die Wischrichtung von außen nach innen beachtet werden.

#### ➤ Vor mikrobiologischen Probeentnahmen nur neutrale Lösungen verwenden!

#### ■ Wundspülung

Je nach Wundtiefe und Wundzustand kann eine Wundspülung durchgeführt werden. Dabei wird mehrmals mit leichtem Druck gespült. Zur Verwendung kommen 20- bis 50-ml-Spritzen ohne Kanülenaufsatz (ansonsten zu hoher Druck und Verletzungsgefahr). Bei tiefen, zerklüfteten Wunden und Fistelgängen erfolgt die Spülung über eine zusätzliche Knopfkanüle oder einen kurzen Katheter.

Es ist zu beachten, dass klinisch infizierte Wunden nicht generell gespült werden müssen, eine Spülung ist jedoch sinnvoll, um überschüssiges Exsudat, Gewebetrümmer, Bakterien, Beläge oder altes Verbandmaterial aus der Wunde zu entfernen. Eine gute Alternative zur Spülung ist die Nass-Trocken-Phase. Unnötig sind Spülungen von sauber granulierenden Wunden ohne Infektionszeichen, da dann die Spülung lediglich zu einer Störung der Wundruhe führt.

#### ➤ Antiseptische Substanzen (v. a. Octenidin) dürfen nicht unter hohem Druck in tiefe Gewebeschichten eingebracht werden. Hierdurch ist es zu schweren und dauerhaften Gewebeschäden gekommen. Auf eine korrekte Spültechnik und den Abfluss bei Fisteln sollte daher besonders geachtet werden!

#### ■ Chirurgisches Débridement

Das chirurgische Débridement ist die effektivste Reinigungsmethode und ist schnell und kostensparend. Dabei erfolgt die Überführung einer chronischen Wundfläche in eine quasi „primäre“ akute Wunde. Mitunter ist ein aufwendiges chirurgisches Vorgehen erforderlich, und die invasive Methode beinhaltet spezifische Komplikationen (z. B. Blutung, Nervenschäden, Schäden benachbarter Organe) und erfordert in vielen Fällen eine Narkose.

#### ■ Autolytische Wundreinigung

Das Prinzip der autolytischen Wundreinigung liegt in der Aktivierung eines Selbstreinigungsprozesses durch das Zuführen von Feuchtigkeit. Die Vorteile sind eine atraumatische und schmerzarme Wundreinigung, die allerdings sehr zeitaufwendig sein kann. Eine Nekroserehydratation ohne antimikrobielle Komponente darf nicht durchgeführt werden, da eine Wundinfektion provoziert werden kann.

Die Aktivierung körpereigener, vorwiegend proteolytischer Enzyme wird durch semiokklusive Wundverbände verstärkt. Die Feuchtigkeit wird z. B. durch Hydrokolloide, Hydrogele und Nasstherapeutika in der Wunde gehalten. Für tiefe Nekrosen ist diese Methode nicht geeignet, da sie aufgrund der mangelnden Durchblutung sehr lange dauert und oft ohne Erfolg bleibt. Die autolytische Wundreinigung wird deshalb bei chronischen Wunden ohne Nekrosen angewendet. Bei Ulcera cruris aufgrund einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit ist der Versuch einer autolytischen Wundreinigung nur nach erfolgreicher Revaskularisation der Gefäße sinnvoll.

#### ■ Enzymatische Wundreinigung

Der Körper ist bedingt in der Lage, eine enzymatische Wundreinigung durchzuführen. Köpereigene Enzyme in der Wunde spalten Kollagen, Fibrin und andere Substrate. Externe Enzympräparate unterstützen den Vorgang und können als Ergänzung zu chirurgischen Maßnahmen verwendet werden. So können kleine Nekrosen und Fibrinbeläge aufgelöst werden. Diese Methode darf jedoch nur dann angewendet werden, wenn ausreichend Feuchtigkeit in der Wunde vorhanden ist, da die Enzyme nur dann aktiv sind.

### ■ Madentherapie

Die Madentherapie oder auch „Biochirurgie“ genannt, ist ein hochselektiver, komplexer, reparativer Prozess. Allerdings kommt sie selten als Therapie der ersten Wahl zum Einsatz. Verwendet werden steril gezüchtete Schmeißfliegenmaden (*Lucilla sericata*). Diese sondern Enzyme (u. a. Kollagenase) im Speichel ab, die abgestorbenes Gewebe verflüssigen, ohne gesunde Zellen anzugreifen. Der entstandene Wundbrei dient den Maden als Nahrung, darin enthaltene Bakterien werden verdaut. Die Wundheilung wird durch die Absonderung von Wachstumsfaktoren angeregt (Anregung der Fibroblasten), und auch die Bewegung der Maden auf der Wunde trägt dazu bei.

Die Maden können in Plastikröhrchen oder im Gitter auf einer Gaze bestellt werden. Innerhalb von 12 h nach Auslieferung müssen sie aufgetragen werden (10 Maden pro cm<sup>2</sup> Wunde). Die Wunde darf danach nur mit sterilen Kompressen abgedeckt und nicht okklusiv verbunden werden, da die Maden sonst absterben. Die Maden werden 2–4 Tage auf der Wunde belassen, die Anfangsgröße wird um das 10- bis 20-Fache gesteigert. Bei größeren chronischen Wunden sollte die Therapie ca. 3- bis 5-mal wiederholt werden.

Indikationen für eine Madentherapie sind belegte Wunden, Wundinfektionen und Wundheilungsstörungen. Typische Nebenwirkungen, die beim Patienten ausgelöst werden können, sind z. B. „Kribbeln in der Wunde“ und Schmerzen sowie Ekelgefühle (auch beim Anwender). Ungeeignet ist die Methode bei Wunden, die leicht zu Blutungen neigen, die mit eröffneten Körperhöhlen, inneren Organen oder großen Gefäßen in Verbindung stehen und bei Wunden, bei denen ein operativ-chirurgisches Vorgehen erforderlich ist. Ebenso wenig sollte sie bei Patienten mit mangelnder Compliance angewendet werden.

## 19.2.2 Wundspüllösungen/Antiseptika

### ■ Indikationen, Kontraindikationen

Bei der Anwendung von Wundspüllösungen bzw. Wundantiseptika sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Kolonisierte, infektionsverdächtige Wunden werden mit Wundspüllösungen behandelt.
- Lokale, begrenzte Infekte werden mit lokalem Antiseptikum behandelt.
- Beginnende oder bereits manifeste systemische Infektionen werden immer systemisch antibiotisch und ggf. in Kombination mit lokalen Antiseptika behandelt.

Eine Konsensusempfehlung für lokale Wundantiseptika und -spüllösungen kann unter [www.ewma.org](http://www.ewma.org) abgerufen werden. Eine Übersicht über die aktuelle S3-Leitlinie zur Lokaltherapie chronischer Wunden geben Rüttermann et al (2013). ■ Tab. 19.1 zeigt eine kurze Übersicht über die am häufigsten verwendeten Produkte.

## 19.2.3 Verbandmaterialien

Ziele der feuchten Wundbehandlung sind:

- Aufrechterhaltung eines feuchten Wundmilieus im Wundbereich
- Entfernung von überschüssigem Exsudat und toxischen Bestandteilen
- Exsudatmanagement
- Gewährleistung des Gasaustausches
- Thermische Isolierung der Wunde
- Schutz vor Sekundärinfektion durch Undurchlässigkeit für Mikroorganismen von außen
- Atraumatische Verbandwechsel
- Keine Abgabe von Fasern und anderen Fremdstoffen in die Wunde.

■ Tab. 19.1 Übersicht über die am häufigsten zur Wundbehandlung verwendeten Wundspüllösung bzw. Antiseptika

	Polyhexanid	Octenidinhydrochlorit	Iodophore
Anwendungszeitraum	Kurz- und Langzeitanwendung	Kurzfristig bis 14 Tage	Kurzzeitig, 2–6 Tage Hemmung der Wundheilung bei längerer Anwendung

■ Tab. 19.1 Fortsetzung

	Polyhexanid	Octenidinhydrochlorit	Iodophore
Vorteile	Remanenzwirkung Kein Eiweiß- und Blutfehler Keine Resorption Wundheilungsfördernder Effekt Gute Verträglichkeit auf Haut, Schleimhaut und Wunde Keine Allergien Resistenzentwicklung bisher nicht bekannt	Hohe Wirksamkeit bei guter Verträglichkeit Rascher Wirkungseintritt (30 s) Starke Remanenz Teils viruzid Kein Eiweiß- und Blutfehler Keine Resorption Stimulation von PDGF Fördert die Wundheilung	Bakterizid, fungizid, tuberkulozid, virusinaktivierend, umfassend protozoid Natürlicher Wundindikator – Farbe! Kurze Einwirkzeit Inhibition von Entzündungsmediatoren Knorpelverträglich
Nachteile	Langsamer Wirkungseintritt (5–20 min)	Knorpeltoxisch	Schwache Remanenz Eiweißfehler Jodresorption Zytotoxisch für empfindliche Wunden Allergierisiko
Wirkungslücken	Nicht viruzid und sporozid	Eingeschränkt viruzid	Keine
Indikationen	Schlecht heilende, chronische Wunden Verbrennungen 2. Grades Weichteilinfektionen Osteomyelitiden Dermatologische Infekte Auge	Chronische Wunden Schleimhautantiseptik vor Katheterisierung Zur wiederholten, zeitlich begrenzten, unterstützenden, antiseptischen Wundbehandlung Schützt vor Wundinfektion	Infektionen Verschmutzte, traumatische Akutwunden Spülung tiefer Wunden und Körperhöhlen Pleuraempyem Intra- und retroperitoneale Abszesse (1:10 verdünnt, d. h. 1 %ige Lösung anwenden)
Kontraindikationen	Peritonealspülung, Peritonitis Hyaliner Knorpel ZNS Systemische Applikation	Überempfindlichkeit gegen Bestandteile des Präparats Nicht zu Spülungen in der Bauchhöhle und der Harnblase Nicht am Trommelfell anwenden Nicht mit anderen Präparaten mischen Beachten: - In seltenen Fällen vorübergehendes Brennen - Um mögliche Gewebeschädigungen zu vermeiden, darf das Präparat nicht unter Druck ins Gewebe eingebracht werden - Bei Wundkavitäten muss der Abfluss gewährleistet sein	Hyperthyreote Schilddrüsenerkrankungen Dermatitis herpetiformis Dühring Überempfindlichkeit gegen Jod und andere Bestandteile Anwendung vor und nach Radiojodtherapie Schwangerschaft, Stillzeit Neu- und Frühgeborene

PDGF „platelet-derived growth factor“

Das entsprechende Produkt wird in Abhängigkeit vom Wundareal bzw. von der Wundumgebung gewählt. Folgende Bereiche werden bei der Wundversorgung unterschieden und mit entsprechenden Materialien therapiert (angegeben sind auch die in der Pflegedokumentation häufig verwendeten Abkürzungen):

- Wundumgebung → Hautpflege = HP
- Wundrand → Wundrandschutz = WRS
- Wundgrund und Wundumgebung → Wundreinigungslösung, ggf. Antiseptikum = WRL
- Wundgrund → Wundfüller = WF
- Wunde und Wundumgebung → Wundabdeckung (mit oder ohne Semi-/Okklusion) = WA

Zur Versorgung chronischer Wunden ist eine Vielzahl von Wundmaterialien am Markt erhältlich. Im Folgenden werden nur die klassischen Verbandstoffe vorgestellt.

**Alginate** Alginate bestehen aus Alginsäuren (Braunalgen) und Kalziumionen. Sie bilden ein visköses Gel, das ein physiologisches, feuchtes Wundmilieu aufrechterhält. Zudem reduzieren sie Mikroorganismen und bewirken eine gute Wundreinigung. Fibrinbeläge und Teilnekrosen können aufgelöst werden, die Reinigung schmierig belegter Wunden kann hierdurch erreicht werden. Alginate können bei stark blutenden Wunden zum Einsatz kommen. Die blutstillende Wirkung wird durch die Abgabe von Kalziumionen erreicht. Es muss berücksichtigt werden, dass Alginate ca. das 20-fache des Eigengewichts an Wundsekret aufnehmen können. Deshalb finden sie Anwendung insbesondere bei nässenden und stark sezernierenden Defekten. Alginate müssen auf Wundgröße zugeschnitten werden, um die Mazeration des Wundrands und der Wundumgebung zu verhindern. Hier steht ein guter Wundrandschutz im Vordergrund.

**Hydrogele** Hydrogele bestehen aus hydrophilen Polyurethanpolymeren in wässriger Lösung. Durch Anwendung der Gele wird das autolytische Débridement gefördert (v. a. bei nekrotischen bis fibrinös-belegten Wunden). Zelltrümmer werden absorbiert. Zum Einsatz kommen Hydrogele insbesondere bei trockenen bis mäßig sezernierenden Defekten, da sie insbesondere in der Granulations- und

Epithelisierungsphase die Wunden feucht halten. Hydrogele können zusätzlich Gelatine, Pektine, Natrium-Carboxymethylzellulose, Propylenglykol oder Alginat enthalten. Zudem sind Hydrogele ohne Konservierungsstoffe erhältlich. In den letzten Jahren sind vermehrt Gele mit antiseptischen Zusätzen, z. B. Polyhexanid, Octenidin oder Polyvidonjod als Wirk- oder Konservierungsstoff auf dem Markt.

**Hydrofasern** Hydrofasern verfügen über ein sehr rasches Ansaugvermögen und eine hohe Speicherkapazität für Flüssigkeiten. Sie können das 30-fache des Eigengewichts absorbieren. Deshalb finden Hydrofasern nur Anwendung bei feuchten bis stark exsudierenden Wunden und können gut bei der Kompressionstherapie eingesetzt werden. Bei Wunden mit eher zu wenig Exsudat besteht die Gefahr der Austrocknung. Durch die vertikal saugende Fähigkeit kann die Hydrofaser sehr gut als Wundrandschutz in Kombination z. B. mit einer Zinkcreme verwendet werden.

**Hydrokolloide** Die Produkte bestehen aus einem semipermeablen Polyurethanfilm oder einer entsprechenden Folie mit Carboxymethylzellulose, Pektin und Gelatine. Sie nehmen das Wundsekret auf, wodurch ein Gel gebildet wird. Die Feuchtigkeit verdunstet nach außen, gleichzeitig sind die Hydrokolloide undurchlässig für Nässe von außen (z. B. beim Duschen). Die sich im Verband bildende gelbliche Gelschicht darf nicht mit Eiter verwechselt werden. Da die Aufnahmekapazität nicht sehr hoch ist, sollten Hydrokolloide nur in der Granulations- und Epithelisierungsphase zur Anwendung kommen. Hydrokolloide können bis zu 7 Tage auf der Wunde verbleiben. Als Kontraindikationen gelten infizierte Wunden und freiliegende Muskeln, Sehnen oder Knochen.

**Hydrokapillarverbände** Diese Wundabdeckungen bestehen aus einem dünnen Hydrokolloid mit einem Polyacrylat(kissen) als Superabsorber. Dieser kann bis zum 28-fachen des Eigengewichts an Feuchtigkeit binden. Zum Einsatz kommen Hydrokapillarverbände bei mäßig bis stark nässenden Wunden. Durch die hohe Aufnahmekapazität können sie sehr gut während der Kompressionstherapie eingesetzt werden. Die Verbände können bis zu 7 Tage

verbleiben. Sie dürfen nicht zugeschnitten werden, da sonst der Superabsorber zerstört wird, und sie dürfen nicht bei infizierten Wunden verwendet werden.

**Schaumstoffe** Schaumstoffe aus Hydropolymeren oder Polyurethanschaum (PU) werden insbesondere als Wundauflagen angewendet. Sie können bei nicht infizierten, oberflächlichen Wunden mit mittlerer Exsudation in der Reinigungsphase verwendet werden. Die Produkte geben selbst keine Feuchtigkeit ab, die Wunde wird jedoch durch die Aufnahme des eigenen Exsudats (Kapillareffekt) feucht gehalten. Sie können rückstandlos entfernt werden und besitzen eine gute polsternde Eigenschaft. Zu berücksichtigen ist, dass es durch gesättigte Wundauflagen zur Mazeration des Wundrands und der Wundumgebung kommen kann. Schaumstoffverbände, insbesondere solche mit Haftrand, dürfen nicht bei infizierten Wunden verwendet werden.

**Folienverbände/Transparentverbände** Folienverbänden können ein feuchtes Wundklima aufrechterhalten, sie haben jedoch keine Saugkapazität. Der Vorteil dieser Verbände liegt in der Transparenz. Dadurch können Wunden gut beobachtet und das Wechselintervall reduziert werden. Sie sind selbstklebend, kleben allerdings nicht auf feuchter Haut. Beim Entfernen der Folien kann es zur Entstehung von Läsionen der intakten Haut kommen.

➤ **Es sind Folienverbände mit unterschiedlichster Wasserdampfdurchlässigkeit (MVTR = „moisture vapour transmission rate“) auf dem Markt. Diese MVTR variiert zwischen 400 ml bis hin zu 13 l pro m<sup>2</sup> pro Tag. Deshalb muss in Abhängigkeit der Exsudatmenge ein entsprechendes Produkt gewählt werden.**

Folienverbände können sehr gut bei der Versorgung von Devices (zentralvenöse Katheter, periphere Verweilkanülen, PEG-Einstichstellen etc.) verwendet werden, da durch die Transparenz die Einstichstelle jederzeit inspiziert und Rötungen sofort erkannt werden können.

**Silberhaltige Materialien** Silberionen und nanokristallines Silber haben eine bakterizide Wirkung bei

fast allen Bakterien. Verbandstoffe mit Silber finden ihren Einsatz bei infektionsgefährdeten und infizierten, sekundär heilenden Wunden. Die Silberionen bilden mit Proteinen der Keime Komplexe, die die Zellmembran auflösen. Je nach Silberfreisetzung haben die Verbände eine unterschiedlich lange Wirk- und Anwendungsdauer.

**Verbandstoffe mit Silber-Aktivkohle** Diese geruchsreduzierenden Produkte finden insbesondere Anwendung bei stark riechenden, infizierten Wunden oder exulzierenden Karzinomen mit extremer Geruchsentwicklung. Die vorhandene Aktivkohle absorbiert sehr effektiv Geruchsmoleküle. Die Bakterien haften an der Kohle an und werden vom vorhandenen Silber abgetötet. Die Wundauflagen dürfen nicht zerschnitten werden.

#### ■ Wundrandschutz

Bei stark nässenden Wunden kann es zur Mazeration des Wundrands und der Wundumgebung kommen. Um dies zu verhindern, hat sich die Verwendung von zinkhaltiger Creme am Wundrand und in der Wundumgebung bewährt. Zinkcreme wirkt rückfettend und wärmeleitend, darf aber nicht in der Wunde selbst angewendet werden. In Kombination mit Hydrofaser (auf die Zinkcreme aufgelegt) kann die Mazeration verhindert werden. Ein guter Wundrandschutz ist heute integraler Bestandteil einer guten Wundversorgung.

Als weitere Möglichkeiten stehen unterschiedliche Hautschutzprodukte am Markt zur Verfügung. Es handelt sich um farblose, transparente Filme, die sauerstoff- und wasserdampfdurchlässig sind. Die Haut muss vorher gründlich gereinigt werden. Die Anwendung dieser Sprays oder „Lollys“ ist nur alle 72 h notwendig.

#### ■ Vakuumtherapie

Seit vielen Jahren wird die Vakuumtherapie bei der Behandlung großer, akuter und chronischer Wunden eingesetzt. Die Wunden werden z. B. mit Polyurethanschaum-/Polyvinylalkohol- oder Gazeverbänden versorgt, darüber wird eine okklusive Folie angebracht. Je nach Zustand der Wunde wird ein Vakuum von ca. 80–125 mmHg bis hin zu 150 mmHg erzeugt, und das Wundsekret wird am Vakuumgerät in einem Auffangbehälter gesammelt.

Kontraindikationen sind massive Gerinnungsstörungen, Fisteln zu Organen und Körperöffnungen und maligne Tumorwunden. Derzeit bieten verschiedene Hersteller Verbandsets und Geräte zur Vakuumtherapie an.

### 19.2.4 Hygienischer Verbandwechsel

Ein aseptisch durchgeführter Verbandwechsel ist Grundvoraussetzung der Versorgung akuter und chronischer Wunden. Bei der Planung einer Verbandswisite empfiehlt sich folgender Ablauf:

- Aseptische Wunden
- Kontaminierte/kolonisierte Wunden
- Infizierte Wunden
- Wunden mit MRE kolonisiert oder infiziert.

➤ **Bei aseptischen Wunden erfolgt die Wundreinigung mit sterilen Kompressen oder Tupfern von innen nach außen. Bei kontaminierten/infizierten Wunden von außen nach innen.**

Der Expertenstandard „Pflege von Patienten mit chronischen Wunden“ (DNQP 2006) beschreibt folgende Qualitätsparameter zum aseptisch durchgeführten Verbandwechsel:

- **Struktur:** Die Einrichtung stellt sicher, dass verordnete Hilfs- und Verbandmaterialien unverzüglich bereitgestellt werden und Materialien für einen hygienischen Verbandwechsel zur Verfügung stehen. Dazu gehören z. B. Desinfektionsmittel, sterile Instrumente und Schutzkleidung.
- **Prozess:** Zu einem hygienisch fachgerechten Umgang mit chronischen Wunden gehören gemäß fachlicher und rechtlicher Grundlagen Schutzkleidung für alle beteiligten Personen, keimarme Einmalhandschuhe, regelrechte Händedesinfektion, Non-Touch-Technik, der Einsatz von sterilen Instrumenten (z. B. Pinzetten, Scheren), sterile Wundauflagen und sterile Spülflüssigkeiten sowie der korrekte Umgang mit Einmalprodukten.
- **Ergebnis:** Die koordinierten und aufeinander abgestimmten Maßnahmen sind sach- und fachgerecht umgesetzt.

Es wird folgende Vorgehensweise beim Verbandwechsel empfohlen:

- Vor dem Verbandwechsel Händedesinfektion
- Zum Entfernen des durchfeuchteten Verbands keimarme Einmalhandschuhe tragen
- Entfernen von festsitzenden Wundauflagen mit steriler Pinzette
- Anschließend Einmalhandschuhe entsorgen
- Erneute Händedesinfektion
- Wundbehandlung mit Non-Touch-Technik mit sterilen Instrumenten oder sterilen Handschuhen
- Spülen der Wunde nur mit sterilen Lösungen (Angaben der Haltbarkeit der Spüllösungen beachten und angebrochene Sterilverpackungen nach Gebrauch verwerfen)
- Instrumente unter Vermeidung von Kontamination der Umgebung sofort sicher entsorgen.

Zur Standardhygiene beim Verbandwechsel zählen:

- Tragen einer Einmalplastikschürze oder eines (flüssigkeitsundurchlässigen) Einmalkittels wegen möglichem Kontakt mit erregershaltigem Material
- Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes und einer Schutzbrille bei Spritzgefahr
- Einmalhandschuhe bei wahrscheinlichem oder vorhersehbarem Erregerkontakt tragen
- Ablegen der Handschuhe nach Beendigung des unreinen bzw. reinen Arbeitsgangs, danach jedes Mal hygienische Händedesinfektion durchführen
- Verbandmaterialien nur auf wischdesinfizierten Arbeitsflächen ablegen, und zwar in der Reihenfolge ihrer Verwendung (das Patientenbett ist keine geeignete Ablage!)
- Entsorgungsbehälter für spitze Gegenstände mitführen.

### Literatur

- Rüttermann M, Maier-Hasselmann A, Nink-Grebe B, Burckhardt M (2013) Klinische Leitlinie Lokalthherapie chronischer Wunden. Dtsch Ärztebl Int 110: 25–31
- Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Hrsg.) (2006) Expertenstandard Pflege von Menschen mit chronischen Wunden. Schriftenreihe des Osnabrücker Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege, Osnabrück

# Vermeidung postoperativer Wundinfektionen

*S. Schulz-Stübner*

- 20.1 Einführung – 398
- 20.2 Präoperative Maßnahmen – 400
- 20.3 Intraoperative Maßnahmen – 403
- 20.4 Postoperative Pflege – 408
- 20.5 Gesetzliche Qualitätssicherung Postoperative Wundinfektionen – 408
- Literatur – 412

### Zusammenfassung

Voraussetzung zur Vermeidung postoperativer Wundinfektionen ist eine optimale präoperative Vorbereitung des Patienten, eine schonende Operationstechnik und das Aufrechterhalten der intraoperativen Homöostase sowie eine sachgerechte Wundversorgung in der postoperativen Phase. Etwas provokativ und selbstkritisch formulierte schon der berühmte Chirurg August Bier (1861–1949): „Der größte Feind der Wunde ist die Hand des Arztes“. Die Präventionsstrategien und Maßnahmen leiten sich von der Risikoanalyse, der Beeinflussbarkeit und dem Risiko- bzw. Kosten-Nutzen-Verhältnis der Intervention ab. Strukturelle bauliche Anforderungen an OP-Abteilungen und Eingriffsräume werden in ► [Kap. 5](#) und die Systematik der Erfassung postoperativer Wundinfektionen in ► [Kap. 12](#) beschrieben.

## 20.1 Einführung

Die wesentlichen Empfehlungen der KRINKO zum Thema postoperative Wundinfektionen stammen aus dem Jahr 2007, die des britischen NICE aus dem Jahr 2008. Grundsätzlich wird zwischen verschiedenen Kontaminationsklassen und einem damit unterschiedlichen Risiko für postoperative Wundinfektionen unterschieden (ergänzt und modifiziert nach Wacha et al. [2010](#)):

### ■ Kontaminationsklasse I („saubere“ Eingriffe)

- Atraumatische Operationstechnik
- Operationen im nicht entzündeten Operationsgebiet
- Primärer Wundverschluss
- Einwandfreie chirurgische Technik
- Respirations-, Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt nicht eröffnet
- Beispiele: Strumaresektion, Leistenhernien, Mammachirurgie.

### ■ Kontaminationsklasse II („sauber kontaminierte“ Eingriffe)

- Kleinere intraoperative technische Probleme
- Eingriffe im Respirations-, Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt ohne signifikante Kontamination

- Keine Drainage
- Beispiele: Appendektomie, Gallenwegseingriffe ohne nachgewiesene Infektion, transvaginale Eingriffe.

### ■ Kontaminationsklasse III („kontaminierte“ Eingriffe)

- Intraoperative technische Probleme
- Offene, frische Wunde
- Purulente akute Entzündung im Operationsgebiet
- Eröffnung des infizierten Respirations- oder Urogenitaltrakts
- Darmeröffnung mit massivem Austritt von Darminhalt
- Beispiele: Eingriffe am infizierten Urogenitaltrakt oder infizierten Gallenweg.

### ■ Kontaminationsklasse IV („schmutzige“ Eingriffe)

- Akute bakterielle Infektion im Operationsgebiet
- Durchtrennung von sauberem Gewebe zur Eröffnung von Abszessen
- Traumatische Wunde mit devitalisiertem Gewebe
- Fremdkörperentfernungen
- Kontamination mit Fäzes
- Traumatische Eingriffe
- Beispiele: Eingriffe bei Darmperforation.

Daten aus den USA (ACS-NSQIP, American College of Surgery – National Surgical Quality Improvement Project) belegen den Zusammenhang zwischen Infektionshäufigkeit und Schwere der Infektion und der Kontaminationsklasse (■ [Tab. 20.1](#)).

Die Risikofaktoren können in patienteneigene und chirurgische Faktoren unterteilt werden, wobei sie beeinflussbar (B), teilweise beeinflussbar (TWB) und kaum oder nicht beeinflussbar (NB) sind (ergänzt und modifiziert nach Wacha et al. [2010](#)):

### ■ Patienteneigene Risikofaktoren

- Alter (NB)
- Diabetes mellitus (TWB)
- Immunkompetenz (TWB)
- Reduzierter Allgemeinzustand (TWB)
- Übergewicht (TWB)

■ **Tab. 20.1** Wundinfektionen und Kontaminationsklassen in den USA 2011 und 1991 im Vergleich. (Adaptiert nach ACS-NSQIP 2011, NNIS 1991)

Kontaminationsklasse	ACS-NSQIP 2011			NNIS 1991 [%]
	Oberflächliche Wundinfektionen [%]	Tiefe Wundinfektionen [%]	Wundinfektionen mit Organhöhlenbeteiligung [%]	
I	1,76	0,54	0,28	1–5
II	3,94	0,86	1,87	3–11
III	4,75	1,31	2,55	10–17
IV	5,16	2,1	4,55	27

- Mangelernährung (TWB)
- ASA Physical Status Score >III (NB)
- Nasale MSSA-/MRSA-Trägerschaft (TWB)
- Fieber/Schüttelfrost 1 Woche vor OP (TWB)
- Weibliches Geschlecht bei Eingriffen in der Kolon- und Kardiochirurgie (NB)
- Männliches Geschlecht bei Trauma in der Gefäß- und Kniegelenkersatzchirurgie (NB)
- Dialysepatienten (NB)
- Hepatitis/Leberzirrhose (NB)
- Stoma (NB)
- Drogenabusus (TWB)
- Infektionen anderer Lokalisation (TWB)
- Arterielle Mängeldurchblutung (TWB)
- Periphere Ödeme (TWB)
- Lymphangitis (TWB)
- Neuropathie (NB)
- Vorausgegangene Antibiotikatherapie (NB)
- Rauchen (TWB)
- **Chirurgische präoperative Risikofaktoren**
  - Notfalloperation (NB)
  - Längerer präoperativer Krankenhausaufenthalt (NB)
  - Falsche Wahl des Antibiotikums zur perioperativen Antibiotikaphylaxe (B)
  - Zeitpunkt der prophylaktischen Antibiotikagabe zu früh oder zu spät (B)
  - Kontaminationsklasse III und IV (NB)
  - Vorbestrahlung (NB)
  - Hochrisiko-OP (NB)
  - Rezidiveingriffe (NB)
- Steine im Gallengang oder Gallengangsverschluss (NB)
- Erhöhtes CRP (NB)
- Fremdkörperimplantation (NB)
- Rasur nicht unmittelbar vor OP (B)
- Präoperative Urinkatheter (TWB)
- **Chirurgische intraoperative Risikofaktoren**
  - Erfahrung des Chirurgen (TWB)
  - OP-Dauer über 2 h (TWB)
  - Infizierter OP-Bereich (NB)
  - Kontaminierter OP-Bereich (TWB)
  - Bluttransfusion, Albuminzufuhr (TWB)
  - Lange Anästhesiedauer (TWB)
  - Mehr als ein operativer Eingriff (TWB)
  - Diathermie (TWB)
  - Hypoxämie (TWB)
  - Hypothermie (TWB)
  - Wundstapler (B)
  - Unvorhersehbare Komplikation (NB)
  - Operationstechnik (B)
  - Verfahrenswechsel minimalinvasive Chirurgie – offenes Verfahren (TWB)
  - Kolonisation-/Infektion mit Enterokokken, Enterobakterien oder *Bacterioides fragilis* in der Wunde (NB)
- **Postoperative chirurgische Risikofaktoren**
  - Drainagedauer länger als 3 Tage (TWB)
  - Respiratorische Komplikationen (TWB)
  - Urinkatheter, Thoraxdrainage, nasogastrale Sonde, ZVK (TWB)
  - Frühe Reoperation wegen Blutung (NB)

- Duraleck (NB)
- Anastomoseninsuffizienz (NB)

## 20.2 Präoperative Maßnahmen

### 20.2.1 Vorerkrankungen

Bei elektiven Eingriffen können bestehende Vorerkrankungen behandelt bzw. optimal eingestellt werden. Unter infektionspräventiven Aspekten sollte versucht werden, den Blutglukosespiegel bei insulinabhängigen Diabetikern in der präoperativen Phase auf Werte unter 200 mg/dl (<11 mmol/l) einzustellen, da bei dauerhaft höheren Werten ein erhöhtes Infektionsrisiko zu erwarten ist.

**Adipositas** Bei Patienten mit Adipositas per magna (BMI >35) ist eine Gewichtsreduktion vorteilhaft, insbesondere bei großen Gelenkersatzeingriffen, wobei hier mitunter ein Teufelskreis zwischen schmerzhafter Bewegungseinschränkung und der Möglichkeit zum Abnehmen gegeben ist. Besonders problematisch erscheint der abdominale Fettanteil nicht nur hinsichtlich des kardiovaskulären Gesamtrisikos sondern auch hinsichtlich postoperativer Wundinfektionen. Ab einer subkutanen abdominalen Fettschicht von 3 cm wird eine Zunahme der postoperativen Wundinfektionen berichtet. Interessanterweise scheint dies nicht für adipöse Patienten zu gelten, die sich einem (laparoskopischen) bariatrisch-chirurgischen Eingriff (z. B. „gastric banding oder gastric bypass“) unterziehen.

**Mangelernährung** Sie führt ebenso zu einem erhöhten Risiko für Wundinfektionen, wobei diese nicht selten auch Ausdruck einer (malignen) Grunderkrankung ist. Besteht genügend Zeit, kann versucht werden, durch hochkalorische Zusatzernährung und ggf. gezielte Vitaminsubstitution eine Verbesserung von Mangelsituationen herbeizuführen. Der Stellenwert spezieller immunmodulatorischer Diäten in der präoperativen Phase ist derzeit noch unklar.

**Immunsuppression** Bei immunsupprimierten Patienten treten Infektionen häufiger auf, außerdem tritt ein anderes Erregerspektrum in Erscheinung, was auch bei der Planung der perioperativen

Antibiotikaphylaxe berücksichtigt werden muss. Ist die Immunsuppression medikamentös bedingt, sollte die geringste erforderliche Dosis in der perioperativen Phase gewählt werden, was eine interdisziplinäre Absprache zwischen dem Behandlungsteam der Grunderkrankung und den Chirurgen und Anästhesisten erfordert.

**Rauchen** Generell wird empfohlen, das Rauchen möglichst 30 Tage vor einer elektiven OP einzustellen. In gewissem Sinne handelt es sich bei einer anstehenden OP um einen „teachable moment“, d. h. eine Phase besonderer Aufmerksamkeit und Zugänglichkeit, auch für Lebenswandelveränderungen, die durch den Arzt genutzt werden sollte. Allerdings darf man die tatsächliche Compliance bei der Raucherentwöhnung im Alltag nicht überschätzen, dem Patienten kein Schuldgefühl suggerieren und die Gefährdung hinsichtlich der Wundinfektionen auch nicht überbewerten. Je planbarer der Eingriff ist, umso sinnvoller können jedoch strukturierte Raucherentwöhnungsprogramme und spezielle begleitende Interventionen (z. B. Akupunktur, Hypnose) sein.

**Anämie/Blutprodukte** Sowohl eine Anämie als auch die Gabe von Blutprodukten gelten als Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen, aber auch für infektiöse Komplikationen generell. Einen festen Transfusionstrigger gibt es nicht, sondern die erforderliche Substitution richtet sich sowohl prä-, intra- als auch postoperativ nach der klinischen Situation des Patienten. Das heißt, eine symptomatische Anämie wird behandelt, wobei insgesamt so wenig wie möglich Blutprodukte verwendet werden sollten.

#### Fallbeispiele zur Transfusionsentscheidung

Fallbeispiel 1: Eine 64-jährige Patientin mit Zustand nach Polytrauma vor 3 Wochen kommt zur endgültigen operativen Versorgung einer Sprunggelenkfraktur in Blutleere. Die Patientin ist wach und orientiert, klagt über leichte Schmerzen im Bein, fühlt sich ansonsten aber subjektiv wieder gut. Sie hat keine kardialen oder pulmonalen Vorerkrankungen, aber im Rahmen des Unfalls eine Rippenserienfraktur rechts erlitten, die sie jedoch nicht mehr wesentlich beeinträchtigt. Der Hämoglobinwert beträgt 7,8 mg/dl. Die Herzfrequenz beträgt 77 Schläge

pro Minute und der Blutdruck 110/70 mmHg bei einer Atemfrequenz von 8–10 pro Minute und einer peripheren Sauerstoffsättigung von 97 %.

→ Keine präoperative Transfusion → Bereithaltung von Erythrozytenkonzentraten für den Notfall

Fallbeispiel 2: Ein 68-jähriger Patient mit bekannter koronarer Herzkrankheit und diffuser Mehrgefäß-erkrankung kommt zur tiefen anterioren Rektumresektion bei Rektumkarzinom. Es besteht eine Tumorkachexie und eine Anämie mit einem Hämoglobinwert von 7,8 mg/dl. Der Patient ist tachykard mit einer Frequenz vom 110 Schlägen pro Minute und einem Blutdruck von 110/80. Die Ruheatemfrequenz ist bei einer peripheren Sauerstoffsättigung von 95 % leicht erhöht, und der Patient berichtet über eine Belastungsdyspnoe nach wenigen Treppeinstufen. Im Röntgenbild des Thorax ergeben sich keine Stauungszeichen, das BNP („brain natriuretic peptide“) ist normal und der Hautturgor eher trocken.

→ Präoperative Transfusion mit 1–2 Erythrozytenkonzentraten → Eisensubstitution → Bereithalten von weiteren Erythrozytenkonzentraten und Plasmaprodukten für die OP

### 20.2.2 Bestehende Infektionen und Besiedelung

Bestehende **Infektionen an anderer Stelle**, die nicht die Indikation zur Operation darstellen, sollten vor elektiven großen orthopädischen Eingriffen nach Möglichkeit vollständig behandelt bzw. saniert werden. Dies gilt insbesondere für Zahnabszesse, floride Harnwegsinfekte und ähnlichen Infektionen.

Ist eine aktuelle **Kolonisation** oder eine kurz zurückliegende Infektion mit einem multiresistenten Erreger (z. B. MRSA, VRE, MRGN) bzw. einer bekannten Resistenz gegenüber dem zur routinemäßigen perioperativen Antibiotikaphylaxe (PAP) verwendeten Antibiotikum bekannt, so sollte die PAP bei strenger Indikationsstellung ggf. auf ein gegen diesen Erreger wirksames Präparat umgestellt werden.

**Dekolonisation/Keimlastreduktion** Bode et al. (2010) konnten zeigen, dass eine perioperative Dekolonisation von **nasalen Staphylokokkenträgern** mit

Mupirocinnasensalbe und Ganzkörperwaschungen mit Chlorhexidin die Rate postoperativer Wundinfektionen bei elektiven Eingriffen signifikant senken. Aus der Herzchirurgie ist ein entsprechender Effekt einer nasalen Dekolonisierung bzw. Keimreduktion auf die Mediastinitisrate schon länger bekannt. Segers et al. (2006) zeigten, dass anstelle von Mupirocin-Nasensalbe hierfür auch Antiseptika wie Chlorhexidin erfolgreich verwendet werden können.

Schweizer et al. (2015) überprüften in einer großen amerikanischen Anwendungsstudie die Wirksamkeit eines Präventionsbündels bestehend aus zweimal täglicher Applikation von Mupirocinnasensalbe und täglichem Bad mit Chlorhexidin (CHG) für 5 Tage vor dem Eingriff bei Screening-positiven MRSA- und MSSA-Trägern und einem Chlorhexidinbad am Vorabend und am Morgen der Operation bei den Patienten ohne *Staphylococcus aureus*-Nachweis im Screening (Nasenabstrich).

Auch die perioperative Antibiotikaphylaxe wurde entsprechend dem Screeningbefund angepasst und die Gabe von Cefazolin oder Cefuroxim bei MRSA-Trägern um Vancomycin ergänzt. Nach einer dreimonatigen Trainingsphase für die Anwendung des Bündels wurde eine Compliance von 83 % (39 % voll umgesetzt, 44 % größtenteils umgesetzt) erreicht. Hauptgründe für das Nichteinhalten des Präventionsbündels seitens der Patienten (ausgewertet werden konnten hierfür 328 Operationen) waren Probleme mit der Verschreibung bzw. Bereitstellung der Substanzen (27,1 %) und fehlendes Verständnis der Instruktionen oder Vergessen der Durchführung durch die Patienten (18 %). Allergien verhiinderten die Durchführung des Präventionsbündels in 2,1 % der Fälle. In der Präinterventionsperiode wurden insgesamt 101 SSI („surgical site infections“) bei 28.218 Operationen registriert, während in der Postinterventionsphase nur 29 SSI bei 14.316 Operationen auftraten, was einer Inzidenzdichte von 36/10.000 Operationen *prä* versus 21/10.000 *post interventionem* und einer Risk Ratio (RR) von 0,58 (95 %-Konfidenzintervall 0,37–0,92) entspricht. Für Hüft- und Kniegelenkersatz lag die RR bei 0,48 (95 %-Konfidenzintervall 0,29–0,8) und für die kardiochirurgischen Eingriffe bei 0,86 (95 %-Konfidenzintervall 0,47–1,57). Die Raten zwischen MRSA- und MSSA-SSI unterschieden sich nicht signifikant. Hinsichtlich des sekundären Outcomeparameters

„Dauer des Krankenhausaufenthaltes“ ergab sich nach Adjustierung für Alter, Diabetes mellitus, Charlson-Komorbiditätsindex und MRSA-Anamnese kein signifikanter Unterschied. Vier Patienten berichteten über Hautunverträglichkeiten durch die Chlorhexidinanwendung. 36 *Staphylococcus-aureus*-Isolate konnten auf ihre Sensibilität gegenüber Mupirocin und Chlorhexidin untersucht werden. In einem Fall fand sich eine High-Level-Resistenz gegen Mupirocin, die minimale Hemmkonzentration (MHK) für Chlorhexidin lag zwischen 1–2 µg/ml, in einem Fall bei 4 µg/ml. Qac-Resistenzgene wurden bei keinem Stamm gefunden.

**Screening** Geht man von 25–30 % temporärer Staphylokokkenträgerschaft im Nasen-Rachen-Raum in der Normalbevölkerung aus und betrachtet die Problematik, wann präoperative Patienten in den Ambulanzen gesehen werden und wann mit einer entsprechenden Dekolonisierung begonnen werden kann, so erscheint ein allgemeines Screening und eine darauf basierte Entscheidung hinsichtlich Testsensitivität und Kosten nicht praktikabel. Gescreent werden sollten daher nur Patienten mit erhöhtem Risiko einer MRSA-Besiedlung (► [Kap. 16, Abschn. „MRSA“](#)), da hier eine veränderte PAP gewählt würde.

#### Tipp

Bei Patienten mit Eingriffen, die ein höheres Risiko postoperativer Wundinfektionen mit Staphylokokken oder ein besonderes eingriffsspezifisches Risiko haben (z. B. Gelenkersatzoperationen, große orthopädische und unfallchirurgische Eingriffe, Neurochirurgie, Herz- und Thoraxchirurgie etc.), kann ein generelles prophylaktisches Kurzzeitregime zur Keimreduktion ohne Screening als Routinemaßnahme erwogen werden. Hierzu sollten zur Vermeidung von Mupirocinresistenzen Antiseptika (z. B. Octenidin) als Nasensalbe und Ganzkörperwaschungen (z. B. Chlorhexidin, Octenidin oder Polyhexanid), beginnend spätestens am Vorabend der Operation bis zum primären Wundverschluss, verwendet werden.

### 20.2.3 Darmentleerung und Haarentfernung

Eine routinemäßige Darmentleerung/-vorbereitung ist außer bei operationstechnischer Notwendigkeit und spezifischer Anordnung durch den Operateur nicht erforderlich.

Die Haarentfernung sollte ebenfalls nur bei unbedingt erforderlicher operationstechnischer Notwendigkeit erfolgen und dann idealerweise mit einem Kurzhaarschneider (Clipper gibt es als Einmalansätze oder wiederaufbereitbar) oder alternativ mit chemischen Enthaarungscremes (**Cave:** Allergien und Kontaktdermatitisgefahr). Der Einsatz von scharfen Einmalrasierern bleibt Notfallsituationen vorbehalten, da schon lange bekannt ist, dass die Mikroverletzungen durch scharfe Rasur das Entstehen postoperativer Wundinfektionen begünstigen. Der negative Effekt ist besonders stark ausgeprägt, wenn eine scharfe Rasur bereits am Vorabend der OP und nicht unmittelbar zuvor erfolgt, was in einer aktuellen Metaanalyse nochmals bestätigt wurde (Lefebvre et al. 2015).

► **Bei der präoperativen Vorbereitung möglichst wenig und nicht scharf rasieren und wenn, dann möglichst kurz vor der OP.**

### 20.2.4 Perioperative Antibiotikaphylaxe (PAP)

Die perioperative Antibiotikaphylaxe muss je nach Eingriff bereits präoperativ geplant werden. Wichtig ist die Applikation der intravenösen Präparate ca. 30 min vor Hautschnitt, um eine optimale Gewebekonzentration zu erreichen. Die Antibiotikagabe sollte je nach Halbwertszeit des verwendeten Präparats nach 3–4 h wiederholt werden (z. B. für Cefazolin, Ampicillin/Sulbactam oder Clindamycin). Bei stark adipösen Patienten (BMI >35) oder hohem Körpergewicht (>120 kg) sollte die initiale Dosis erhöht werden (1,5- bis 2-fach).

Für Dosierungen in mg/kg Körpergewicht (z. B. bei Aminoglykosiden) wird bei normalgewichtigen Erwachsenen das ideale Körpergewicht („ideal body weight“ = IBW) verwendet (in SI-Einheiten umgerechnet und gerundet, modifiziert nach The Sanford Guide to antimicrobial therapy, Gilbert et al. 2012):

- IBW Frauen: 45 kg + 1 kg pro cm Körpergröße über 150 cm
- IBW Männer: 50 kg + 1 kg pro cm Körpergewicht über 150 cm

Liegt das tatsächliche Körpergewicht („actual body weight“ = ABW) 30 % über dem Idealgewicht, wird das adjustierte Dosierungsgewicht („adjusted dosing weight“ = ADW) verwendet:

$$\text{ADW} = \text{IBW} + 0,4 \times (\text{ABW} - \text{IBW})$$

#### Rechenbeispiel zum adjustierten Dosierungsgewicht (ADW)

- Frau mit 170 cm Körpergröße und ABW von 62 kg:  
IBW = 45 kg + 20 kg = 65 kg
- Frau mit 170 cm Körpergröße und ABW von 115 kg: IBW = 45 kg + 20 kg = 65 kg  
– ABW – IBW = 115 – 65 = 50 kg  
– ADW = 65 kg + 0,4 × 50 kg = 85 kg
- Mann mit 170 cm Körpergröße und ABW von 80 kg: IBW = 50 kg + 20 kg = 70 kg
- Mann mit 170 cm Körpergröße und ABW von 115 kg: IBW = 50 kg + 20 kg = 70 kg  
– ABW – IBW = 115 – 70 kg = 45 kg  
– ADW = 70 kg + 0,4 × 45 kg = 88 kg

Entscheidend für den Erfolg der perioperativen Antibiotikaprophylaxe ist die „5-R-Regel“.

#### 5-R-Regel der PAP

- Richtige Indikation (strenge Indikationsstellung)
- Richtiges Antibiotikum (nach Art des Eingriffs, zu erwartendem Erregerspektrum, bekannten Problemerkernern)
- Richtiger Zeitpunkt (i. d. R. intravenös 30 min vor Hautschnitt)
- Richtige Dosis (ggf. gewichtsadaptierte Dosisanpassung)
- Richtige Dauer (in der Regel „single shot“, Wiederholung bei langer OP-Dauer nach Halbwertszeit der verwendeten Substanz)

Die zeitgerechte Gabe der PAP kann als Qualitätsindikator erfasst, ausgewertet und in die WHO-Sicherheitscheckliste integriert werden. In [Tab. 20.2](#)

sind die gängigen Indikationen und Präparate zusammengefasst.

## 20.3 Intraoperative Maßnahmen

Die Aufrechterhaltung der Homöostase (WHO 2016) während der Operation obliegt im Wesentlichen dem Anästhesieteam. Als Ziele können unter infektionspräventiven Aspekten formuliert werden:

- Aufrechterhaltung einer normalen Oxygenierung (in Abhängigkeit von der Ausgangslage des Patienten), d. h. in der Regel eine periphere Sauerstoffsättigung >95 % (Abweichungen bei Patienten mit chronischer Hypoxämie bei Lungenerkrankungen oder besonderen Ventilationssituation, z. B. bei der Einlungenbeatmung)
- Aufrechterhaltung von Normokapnie (abhängig von der Ausgangssituation des Patienten z. B. bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung)
- Aufrechterhaltung einer normalen Körpertemperatur (beginnt schon in der Holding-Area oder Einleitung, um ein Auskühlen zu vermeiden, Messung der Temperatur und Einsatz geeigneter Wärmeverfahren intraoperativ)
- Vermeidung von extremen Abweichungen des Blutzuckerspiegels (ideal 80–180 mg/dl)
- Rationale Gabe von Blutprodukten und zielgerichtete Aufrechterhaltung des Volumenstatus (Hypovolämie, aber auch Überwässerung vermeiden, v. a. in der Kolon-, Ösophagus- und Lungenchirurgie!)

Seitens des Operators kommt einer gewebeschonenden Operationstechnik, einer guten Blutstillung und einer guten Nahttechnik eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Prävention postoperativer Wundinfektionen zu. Ob ein elektrisches oder konventionelles Skalpell zum Hautschnitt verwendet wird, hat keine Auswirkungen auf die Häufigkeit postoperativer Wundinfektionen. Elementarer Bestandteil der Asepsis im OP sind die chirurgische Händedesinfektion, die Desinfektion des OP-Felds sowie die sterile Abdeckung.

■ Tab. 20.2 Gängige Indikationen und Präparate. (Ergänzt und adaptiert nach Wacha et al. 2010)

Indikation	Präparat	Besonderheiten
Neurochirurgie	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin oder Vancomycin
HNO-Chirurgie	Aminopenicillin mit β-Laktamase- Inhibitor <i>oder</i> Cephalosporin der Gruppe 1/2 + Metronidazol	Bei Allergie: Clindamycin oder Fluorchinolon der Gruppe 4
Herz- und Gefäßchirurgie	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2	Bei Allergie: Vancomycin oder Teicoplanin
Magenchirurgie	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglykosid
Anlage einer perkutanen endoskopischen Gastros- tomie (PEG)	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Alternativ 1-mal 960 mg Cotrimoxazol in die frisch angelegte PEG
Gallenwegsirurgie (nur bei Risikofaktoren <sup>a</sup> )	Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglyko- sid <i>oder</i> Fluorchinolon der Gruppe 2 + Metronidazol
Leber-, Pankreas, Ösophaguschirurgie	Cephalosporin der Gruppe 2 + Metronidazol	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglyko- sid <i>oder</i> Fluorchinolon der Gruppe 2 + Metronidazol
Appendektomie (nur bei Risikofaktoren <sup>a</sup> )	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 + Metronidazol <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglyko- sid <i>oder</i> Fluorchinolon der Gruppe 2 + Metronidazol
Leisten- und Bauch- wandhernien (nur bei Risikofaktoren <sup>a</sup> )	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	–
Kolorektalchirurgie	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 + Metronidazol <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglyko- sid <i>oder</i> Fluorchinolon der Gruppe 2 + Metronidazol
Hysterektomie	Cephalosporin der Gruppe 2 + Metronidazol	Bei Allergie: Clindamycin + Aminoglykosid
Sectio caesarea	Cephalosporin Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin	Gabe bereits bei Hautschnitt empfohlen (Raghunathan et al. 2013)
Urologische Eingriffe mit Eröffnung von Darmsegmenten	Cephalosporin der Gruppe 2 + Metronidazol	Bei antibiotischer Vorbehandlung: Cepha- losporin der Gruppe 3 oder 4 <i>oder</i> Acylamino- penicillin mit β-Laktamase-Inhibitor
Urologische Eingriffe ohne Eröffnung von Darmsegmenten (nur bei Risikofaktoren <sup>a</sup> )	Fluorchinolon mit hoher Urinkonzentra- tion (z. B. Ciprofloxacin) <i>oder</i> Cephalosporin der Gruppe 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Lokale Resistenzsituation beachten!

■ Tab. 20.2 Fortsetzung

Indikation	Präparat	Besonderheiten
Prostatektomie	Fluorchinolon mit hoher Urinkonzentration (z. B. Ciprofloxacin) <i>oder</i> Cephalosporin der Gruppe 2	Lokale Resistenzsituation beachten!
Transrektale Prostatabiopsie	Fluorchinolon mit hoher Urinkonzentration (z. B. Ciprofloxacin) <i>oder</i> Cephalosporin der Gruppe 2 + Aminoglykosid <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Lokale Resistenzsituation beachten!
Unfallchirurgie	Je nach Trauma und Notwendigkeit der Abdeckung von Anaerobiern: Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor <i>oder</i> Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2, ggf. + Metronidazol	Bei Allergie: Clindamycin, ggf. + Aminoglykosid
Orthopädie	Cephalosporin der Gruppe 1 oder 2 <i>oder</i> Aminopenicillin mit β-Laktamase-Inhibitor	Bei Allergie: Clindamycin, ggf. + Aminoglykosid
Plastische Chirurgie und Handchirurgie	Cephalosporin der Gruppe 1	Bei Allergie: Clindamycin

<sup>a</sup> Risikofaktoren: z. B. Notfalleingriff, Immunsuppression durch Medikamente oder Begleiterkrankung, Adipositas per magna, vorhergehende Wundheilungsstörung oder Gewebeschädigung im OP-Gebiet

### 20.3.1 Chirurgische Händedesinfektion

Das Ziel der chirurgischen Händedesinfektion ist die Elimination der transienten Flora auf den Händen und die Reduktion der residenten Hautflora. Eine Händewaschung wird heute nur noch bei Arbeitsbeginn, spätestens beim Betreten der Umkleide zum OP, und bei sichtbarer Kontamination der Hände empfohlen, da die Restfeuchte nach dem Händewaschen die Wirksamkeit der alkoholischen Händedesinfektion beeinträchtigen kann und gleichzeitig Hautschädigungen begünstigt.

Sind die Fingernägel stark verschmutzt, werden sie mit einer sterilen Einmalbürste vorsichtig gereinigt. Das routinemäßige Bürsten der Fingernägel oder gar der ganzen Hand gilt als obsolet, da hierdurch Mikroläsionen gesetzt und Keime aus tieferen Hautschichten nach oben befördert werden können.

➤ Die eigentliche chirurgische Händedesinfektion wird mit farbstoff- und duftstofffreien alkoholischen Händedesinfektionsmittellösungen durchgeführt. Auf eine

**gute Hautpflege bei Dienstbeginn und -ende sowie in den OP-Pausen ist besonders beim OP-Personal zu achten.**

Bei der chirurgischen Händedesinfektion müssen alle Hautareale bis zum Ellenbogen für die vom Hersteller deklarierte Mindesteinwirkzeit benetzt werden. Viele Hersteller alkoholischer Händedesinfektionsmittel geben inzwischen eine 90-sekündige Mindestdauer für ihre Präparate an. Ist aus dermatologischen Gründen der Einsatz eines alkoholischen Präparats nicht möglich, müssen substanzspezifisch verlängerte Einwirkzeiten (z. B. 5 min bei 10 % PVP-Jod-Seife) beachtet werden.

### 20.3.2 Hautdesinfektion beim Patienten

In den einschlägigen Empfehlungen der KRINKO (2007) heißt es: „Im Operationsraum erfolgt eine gründliche Antiseptik (Desinfektion) der Haut des

Operationsgebietes. Die Haut muss während der erforderlichen (vom Hersteller deklarierten) Einwirkzeit satt benetzt und feucht gehalten werden. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass der Patient nicht in Flüssigkeitsansammlungen des Antiseptikums zu liegen kommt, da dies zu Hautschädigung (Nekrosen) oder Komplikationen durch Kriechströme beim Kauterisieren führen kann.“

Für die Wahl des Präparats zur Hautdesinfektion erscheint auch hier eine alkoholische Lösung aufgrund der schnelleren Wirkzeit sinnvoller zu sein als eine PVP-Jod-Verbindung. Neuere Studien belegen zusätzliche Effekte durch die Kombination mit einem Wirkstoff mit Remanenz, z. B. Alkohol plus Chlorhexidin oder Alkohol plus Octenidin. Als allgemeine Einwirkzeit wird für die Hautdesinfektion meist 3 min bei Verwendung eines kombinierten alkoholischen Präparats (70 % Alkohol) empfohlen, wobei die spezifischen Herstellerangaben im Einzelfall zu beachten sind.

Einige der Kombinationspräparate sind zurzeit in Deutschland allerdings entweder nur ungefärbt (z. B. Octeniderm®) oder in speziellen Applikatoren (z. B. ChloraPrep®) erhältlich, sodass der Arbeitsprozess angepasst werden muss und eine Schulung erforderlich ist. In der Schweiz ist eine gefärbte Chlorhexidin-Alkohol-Lösung im klassischen 500-ml-Gebinde im Handel.

Zurzeit gibt es in Deutschland keine verbindliche Regelung zur Sterilität des präoperativen Hautantiseptikums und zu dessen Packmittel. Die KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) sieht das Risiko einer Kontamination von Hautantiseptika bei Mehrfachentnahme im OP bei bestimmungsgemäßem Gebrauch aufgrund der vorliegenden Surveillance-daten insgesamt als sehr gering an, wünscht sich aber weitergehende, spezifische Studien und empfiehlt grundsätzlich die Verwendung steriler Hautantiseptika für eine maximale Sicherheit.

➤ **Für die Hautdesinfektion vor Operationen sind Lösungen mit 70 % Alkohol plus Chlorhexidin oder 70 % Alkohol plus Octenidin besonders gut geeignet**

■ Zur **Schleimhautdesinfektion** dürfen nur alkoholfreie Präparate (z. B. Octenidin oder PVP-Jod) zur Anwendung kommen. Die Einwirkzeiten sind in der Regel länger.

- Für die Desinfektion am Auge bei Eingriffen in der **Ophthalmochirurgie** wird PVP-Jod in verdünnter Lösung oder Polyhexanid angewandt.
- Für **kieferchirurgische Eingriffe** hat sich Octenidin zur Mundantiseptis besonders bewährt.

### 20.3.3 Abdeckung des Operationsfelds

Zur OP-Feld-Abdeckung können grundsätzlich Einweg- oder Mehrwegmaterialien verwendet werden, die die Anforderungen der europäischen Norm DIN EN 13795-1 entsprechen. Bei der Abdeckung ist darauf zu achten, die Abdeckmaterialien selbst nicht während des Abdeckens zu kontaminieren.

Sogenannte Inzisionsfolien bringen keinen infektionspräventiven Nutzen (WHO 2016), und gerade beim Aufbringen auf feuchte Haut können durch schlechte Haftung Kriechwege für kontaminierte Flüssigkeiten entstehen. Ein unerwünschter Partikeleintrag in die Wunde beim Hautschnitt ist denkbar, sodass von diesen Folien eher abzuraten ist.

**Kleidung** Der Patient selbst muss je nach Eingriff nicht vollständig entkleidet werden. Es ist darauf zu achten, dass er in der Zeit vor Aufbringen der Abdeckung nicht auskühlt. Bei ambulanten Eingriffen am Auge, in der Handchirurgie oder bei ähnlichen Eingriffen ist es durchaus sinnvoll, den Patienten in seiner Straßenkleidung ohne Schuhe in den OP zu führen, zu positionieren und anschließend ein keimarmes Tuch zur Abdeckung der Kleidung zu verwenden. Das Tragen von Überschuhen durch die Patienten ist wegen der Kontaminationsgefahr der Hände und der Unfallgefahr nicht sinnvoll. Geeignete rutschfeste Socken sind schon für wenige Cent zu haben und können dem Patienten im Vorfeld der OP mitgegeben werden.

### 20.3.4 Operationskleidung

Das Tragen spezieller, meist farbiger Bereichskleidung im OP hat disziplinarische Gründe und keinen primären infektionspräventiven Wert. Gleiches gilt für den Einsatz spezieller OP-Schuhe. Diese sind in

erster Linie aus Gründen der Ästhetik und des Personalschutzes sinnvoll und sollten einfach maschinell aufbereitbar und rutschfest sein.

Ob durch das Tragen des Kasacks in der Hose die Menge der bei Bewegung verstreuten Hautschuppen in relevanter Weise reduziert wird, ist fraglich. Jedoch wird dies in der Kleiderordnung vieler OP-Abteilungen so gefordert, und es stellt zumindest keinen erkennbaren Nachteil dar.

**Haarhaube und Mund-Nasen-Schutz** Vor Betreten des eigentlichen OP-Saals werden Haarhaube und Mund-Nasen-Schutz angelegt. Das Haupthaar und die Barthaare müssen vollständig bedeckt sein. Die Tragepflicht der Haarhaube ergibt sich aus disziplinarischen Gründen und aufgrund der Hautschuppung auch bei Glatzenträgern. Bei Durchfeuchtung muss der Mund-Nasen-Schutz so bald wie möglich gewechselt und nach Beendigung der Operation entsorgt werden. Das Umherlaufen mit hängendem Mund-Nasen-Schutz („Lätzchen“) und anschließendes Wiederaufsetzen muss wegen der Handkontamination mit Keimen aus dem Nasen-Rachen-Raum des Trägers unterbleiben. In den Gängen außerhalb des OP-Saals, in Lagern und Sozialräumen und im Aufwachraum müssen weder Mund-Nasen-Schutz noch Haarhaube getragen werden.

Während der Operation sollte möglichst wenig gesprochen werden.

➤ **Gibt es einrichtungsspezifische Regeln zum Tragen farbiger Bereichskleidung ausschließlich im OP, sollten diese von allen Mitarbeitern, insbesondere von den Vorgesetzten, aus disziplinarischen Gründen eingehalten werden – auch wenn sie keinen primär infektionspräventiven Wert haben.**

Hee et al. (2014) konnten zeigen, dass sich die Keimbelastung der im OP-Saal getragenen Bereichskleidung mit typischen Keimen der menschlichen Hautflora über den Tag bis zum Arbeitsende erhöht, wobei die klinische Relevanz der beobachteten Keimlast vernachlässigbar erscheint. Ob man den OP in Bereichskleidung verlässt, um andere Tätigkeiten im Krankenhaus zu verrichten, und ihn dann wieder betritt, machte keinen signifikanten Unterschied. Im Gegenteil: Die beiden Vergleichsgruppen,

die den OP zu Arbeiten auf der Station oder im Büro verlassen durften, wiesen im Trend eine geringere Keimbelastung auf als die ausschließlich im OP tätige Gruppe.

Ein routinemäßiger Wechsel der Bereichskleidung zwischen den Operationen, nach dem Toilettenbesuch oder dem Rückweg aus dem Aufwachraum ohne Kontamination ist nicht erforderlich. In der KRINKO-Empfehlung (2007) heißt es: „Beim Wechsel von Personal zwischen Aufwachraum und OP-Raum muss (ggf. durch einen Schutzkittel) Sorge getragen werden, dass die Bereichskleidung nicht mit Krankheitserregern kontaminiert wird.“ Im Routinebetrieb ist ein Schutzkittel in der Regel nicht erforderlich und fördert bei Mehrfachgebrauch durch verschiedene Personen eher die Kontaminationsgefahr der Bereichskleidung. Besteht eine von Vornherein erkennbare Kontaminationsgefahr nach Verlassen des Operationssaales, z. B. bei einem aufwendigen Verbandswechsel im Aufwachraum, dann werden Einmalschutzkittel nach den Regeln der Standardhygiene verwendet.

Wichtig sind das richtige Anziehen der sterilen Schutzkleidung und der richtige Gebrauch der Handschuhe. Dies muss mit Neulingen im OP geübt werden. Der sterile OP-Mantel und die Handschuhe werden nach jedem Eingriff entsorgt und vor jedem Folgeeingriff frisch angezogen. Bei sichtbarer Kontamination der übrigen Bereichskleidung wird diese sofort gewechselt.

**Handschuhe** Operationshandschuhe müssen steril und reißfest und aus Gründen des Arbeitsschutzes auch hautverträglich, allergenarm und ungepudert sein. Da die Perforationshäufigkeit zweier übereinander getragener Handschuhe deutlich niedriger ist als die einzeln getragener Handschuhe, wird diese Technik für Eingriffe mit hoher Verletzungsgefahr (z. B. Thoraxchirurgie, tiefe abdominelle Eingriffe, große orthopädische Operationen) und bei Patienten mit bekannter blutübertragbarer Erkrankung (z. B. HIV, Hepatitis B und C) empfohlen – sie kann aber auch routinemäßig bei allen Eingriffen angewandt werden. Zusätzliche Sicherheit bietet die sogenannte Indikatorstechnik, bei der der Unterziehhandschuh (Indikatorhandschuh) anders gefärbt ist (in der Regel grün oder blau), sodass eine Perforation des Überziehhandschuhs sofort erkannt wird.

## 20.4 Postoperative Pflege

Kann auf eine Drainage chirurgischerseits nicht verzichtet werden, kommen offene, bedingt geschlossene und geschlossene Drainagesysteme zum Einsatz. Teilweise werden auch Blutauffangsysteme mit der Möglichkeit zur maschinellen Autotransfusion (z. B. in der Orthopädie) verwendet. Bei derartigen Systemen sollten die Herstellerangaben beachtet und das Personal muss im Umgang mit den Geräten speziell geschult werden. Entsprechende Standardarbeitsanweisungen müssen im Transfusionshandbuch hinterlegt sein. Auf die Einheitlichkeit der Standards (z. B. Pflegehandbuch, Transfusionshandbuch, Hygieneplan) muss geachtet werden.

- Aus infektionspräventiver Sicht sollten offene Drainagen nach Möglichkeit vermieden werden. Drainagen sollten nicht über die OP-Wunde, sondern über eine separate Inzision ausgeleitet werden.
- Postoperativ wird der Drainagefluss beobachtet. Auffangbehälter müssen in aseptischer Technik gewechselt werden, wenn sie voll sind. Ein routinemäßiger Wechsel ist nicht sinnvoll. Vor dem Wechsel erfolgt eine hygienische Händedesinfektion. Aus Gründen des Personalschutzes sollten keimarme Einmalhandschuhe getragen werden.
- Drainagen sollten so früh wie möglich entfernt werden. Es empfiehlt sich, die Indikation täglich im Rahmen der Visite zu überprüfen.
- Ein Verbandwechsel an Wunden und Drainagen ist aus hygienischer Sicht frühestens nach 24–48 h zu empfehlen, es sei denn, der Verband ist vorher durchfeuchtet oder mechanisch beschädigt.
- Bei primär heilenden Wunden kann häufig nach 48 h auch auf einen Wundverband verzichtet werden, es sei denn, er ist zum mechanischen Schutz erforderlich.
- Für den Umgang mit Problemwunden gelten die Grundsätze des Wundmanagements (► Kap. 19).
- Beim Entfernen von Fäden, Klammern und Drainagen sollte auf die vollständige Entfernung geachtet werden, da zurückbleibende Fremdkörper zu

Entzündungsreaktionen und sekundären Infektionen führen können.

## 20.5 Gesetzliche Qualitätssicherung Postoperative Wundinfektionen

Im Rahmen der Gesetzlichen Qualitätssicherung (QS) zur Prävention postoperativer Wundinfektionen sind ab 2017 jährlich bestimmte Struktur- und Prozessparameter zu erfassen und an die QS zu melden. Im Folgenden werden die wichtigsten Fragen für den stationären Bereich zusammengefasst. Sinngemäß sind die gleichen Items auch von allen ambulant operierenden Zentren zu beantworten.

Das System bietet darüber hinaus die Erfassung postoperativer Wundinfektionen an, wobei diese über einen Algorithmus aus Sozialdaten identifiziert werden und dann der zuletzt behandelnde Arzt einen QS-Fragebogen zur abschließenden Einordnung als postoperative Wundinfektion zu beantworten hat. Einerseits ist vorteilhaft, dass so eine große Zahl von Eingriffen erfasst und bewertet werden kann und auch das Problem der „Postdischarge-Surveillance“ durch die automatisierte Erfassung gelöst wird, andererseits dürfte die Bewertung der Ergebnisse aufgrund teilweise sehr niedriger Bezugsgrößen für die einzelnen Einrichtungen mitunter schwierig werden.

Jährlicher Fragenkatalog zur Strukturqualität:

### 1. Indikator zum

#### Händedesinfektionsmittelverbrauch

- Wie viele Patiententage lagen im betreffenden Erfassungsjahr auf der bzw. den Intensivstation(en) Ihrer Einrichtung vor?
- Wie hoch war der Verbrauch an Händedesinfektionsmittel im betreffenden Erfassungsjahr in Litern auf der bzw. den Intensivstation(en) Ihrer Einrichtung?

### 2. Händedesinfektionsmittelverbrauch auf Allgemeinstationen

- Wie viele Patiententage lagen im betreffenden Erfassungsjahr auf den Allgemeinstationen Ihrer Einrichtung vor?
- Wie hoch war der Verbrauch an Händedesinfektionsmittel im betreffenden Erfassungsjahr in Litern auf den Allgemeinstationen Ihrer Einrichtung?

### 3. Entwicklung, Aktualisierung und Umsetzungsüberprüfung einer internen Leitlinie zur perioperativen Antibiotikaphylaxe in stationären Einrichtungen

- Wurde in Ihrer Einrichtung im betreffenden Erfassungsjahr eine interne Leitlinie zur perioperativen Antibiotikaphylaxe entwickelt?
- Welche Inhalte werden in der Leitlinie thematisiert?
  - Indikationsstellung zur Antibiotikaphylaxe
  - Zu verwendende Antibiotika (unter Berücksichtigung des zu erwartenden Keimspektrums und der lokalen/regionalen Resistenzlage)
  - Zeitpunkt/Dauer der Antibiotikaphylaxe
- Kann jeder ärztliche Mitarbeiter jederzeit und aufwandsarm auf die interne Leitlinie zugreifen? (Eine interne Leitlinie gilt als für alle ärztlichen Mitarbeiter zugänglich, wenn sie in der gesamten Einrichtung elektronisch [z. B. über Intranet] aufrufbar ist oder wenn sie im OP-Bereich in Papierform vorhanden ist und jederzeit sowie ohne Aufwand eingesehen werden kann.)
- Die letzte Aktualisierung der internen Leitlinie erfolgte am ...
- Wurde die Leitlinie durch die Geschäftsführung/Hygienekommission autorisiert?
- Wird die leitliniengerechte Antibiotikaphylaxe bei jedem operierten Patienten mittels Checkliste (z. B. anhand der „WHO Surgical Checklist“ oder anhand eigener/adaptierter Checklisten) strukturiert überprüft?
- Wird die Anwendung dieser Checkliste in Ihrer Einrichtung stichprobenartig überprüft?

### 4. Entwicklung und Aktualisierung einer internen Leitlinie zur Antibiotika-Initialtherapie in stationären Einrichtungen

- Haben Sie im betreffenden Erfassungsjahr eine interne Leitlinie zur Antibiotika-Initialtherapie entwickelt?
- Kann jeder ärztliche Mitarbeiter jederzeit und aufwandsarm auf die interne Leitlinie

zugreifen? (Eine interne Leitlinie gilt als für alle ärztlichen Mitarbeiter zugänglich, wenn sie in der gesamten Einrichtung elektronisch [z. B. über Intranet] aufrufbar ist oder wenn sie im OP-Bereich in Papierform vorhanden ist und jederzeit sowie ohne Aufwand eingesehen werden kann.)

- Die letzte Aktualisierung der internen Leitlinie erfolgte am ...
- Wurde die Leitlinie durch die Geschäftsführung/Hygienekommission autorisiert?

### 5. Geeignete Haarentfernung vor operativem Eingriff

- Welche Methode der präoperativen Haarentfernung wird in Ihrer Einrichtung eingesetzt?

### 6. Validierung der Sterilgutaufbereitung

- Wird die Sterilgutaufbereitung in Ihrer Einrichtung durchgeführt?
- Erfolgt für die in Ihrer Einrichtung eingesetzten Medizinprodukte eine Risikoeinstufung?
- Wurde für alle in der Anlage 1 der Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ aufgeführten Teilschritte der Aufbereitung eine Standardarbeitsanweisung entwickelt?
- Sind die Beladungsmuster des Reinigungs-/Desinfektionsgerätes (RDG) und des Sterilisators in den Standardarbeitsanweisungen definiert?
- Kann jeder Mitarbeiter der Sterilgutversorgungsabteilung (SVA) jederzeit und aufwandsarm auf die Standardarbeitsanweisung zugreifen?
- Die letzte Wartung des/der Reinigungs-/Desinfektionsgeräte(s) (RDG) erfolgte am ...
- Die letzte Wartung des Siegelnahtgerätes erfolgte am ...
- Die letzte Wartung des Sterilisators erfolgte am ...
- Die letzte Prozessvalidierung der Sterilisation erfolgte am ...
- Werden die an der Sterilgutaufbereitung beteiligten Mitarbeiter bzgl. der

Anforderungen an den Aufbereitungsprozess geschult?

- Gibt es ein Fehlermanagement in der Sterilgutversorgungsabteilung (SVA) in Ihrer Einrichtung bzw. bei Ihrem externen Dienstleister?

#### 7. Entwicklung und Aktualisierung einer Arbeitsanweisung zur präoperativen Antiseptik des OP-Feldes

- Wurde in Ihrer Einrichtung im betreffenden Erfassungsjahr eine Arbeitsanweisung zur präoperativen Antiseptik des OP-Feldes entwickelt? (Entsprechende Hygienepläne gelten als Arbeitsanweisung.)
- Welche Inhalte werden in der Arbeitsanweisung thematisiert?
  - Zu verwendende Desinfektionsmittel je nach Eingriffsort
  - Einwirkzeit des jeweiligen Desinfektionsmittels
  - Aseptische Durchführung der präoperativen Antiseptik des OP-Feldes
- Kann jeder ärztliche und pflegerische Mitarbeiter jederzeit und aufwandsarm auf die Arbeitsanweisung zugreifen? (Eine Arbeitsanweisung gilt als für alle ärztlichen und pflegerischen Mitarbeiter zugänglich, wenn sie in der gesamten Einrichtung elektronisch [z. B. über Intranet] aufrufbar ist oder wenn sie im OP-Bereich in Papierform vorhanden ist und jederzeit sowie ohne Aufwand eingesehen werden kann.)
- Die letzte leitlinienbezogene Aktualisierung der Arbeitsanweisung erfolgte am ...
- Wurde die Arbeitsanweisung durch die Geschäftsführung/Hygienekommission autorisiert?

#### 8. Entwicklung und Aktualisierung einer Arbeitsanweisung zur Wundversorgung

- Wurde in Ihrer Einrichtung im betreffenden Erfassungsjahr eine Arbeitsanweisung zur Wundversorgung entwickelt? (Entsprechende Hygienepläne gelten als Arbeitsanweisung.)
- Welche Inhalte werden in der Arbeitsanweisung thematisiert?
  - Hygienische Händedesinfektion (vor, ggf. während und nach dem Verbandwechsel)

- Verbandwechsel unter aseptischen Bedingungen (Anwendung aseptische Arbeitstechniken, Non-Touch-Technik, sterile Einmalhandschuhe)
- Antiseptische Behandlung von infizierten Wunden
- Prüfung der weiteren Notwendigkeit einer sterilen Wundaufgabe
- Vorgehen bei Verdacht auf eine postoperative Wundinfektion
- Kann jeder ärztliche und pflegerische Mitarbeiter jederzeit und aufwandsarm auf die Arbeitsanweisung zugreifen? (Eine Arbeitsanweisung gilt als für alle ärztlichen und pflegerischen Mitarbeiter zugänglich, wenn sie in der gesamten Einrichtung elektronisch [z. B. über Intranet] aufrufbar ist oder wenn sie in allen operativen Fachabteilungen in Papierform vorhanden ist und jederzeit sowie ohne Aufwand eingesehen werden kann.)
- Die letzte leitlinienbezogene Aktualisierung der Arbeitsanweisung erfolgte am ...
- Wurde die Arbeitsanweisung durch die Geschäftsführung/Hygienekommission autorisiert?

#### 9. Teilnahme an Informationsveranstaltungen zur Antibiotikaresistenzlage und -therapie

- Wie hoch ist der Anteil der ärztlichen Mitarbeiter Ihrer Einrichtung, die im vergangenen Erfassungsjahr mindestens an einer Informationsveranstaltung oder an einem E-Learning-Programm zu der Thematik „Antibiotikaresistenzlage und -therapie“ mit nachfolgenden Mindestinhalten teilgenommen haben?
- Mindestinhalte einer Informationsveranstaltung müssen sein:
  - Erregerspektrum (inkl. Resistenzlage)
  - Antibiotikaphylaxe (inkl. Beachtung/Einbezug der internen Leitlinie zur perioperativen Antibiotikaphylaxe)
  - Indikation für mikrobiologische Untersuchungen (Kulturen)
  - Antibiotika-Initialtherapie (inkl. Beachtung/Einbezug der internen Leitlinie zur Antibiotika-Initialtherapie)

## 10. Teilnahme an Informationsveranstaltungen zur Hygiene und Infektionsprävention

- Wie hoch ist der Anteil der Mitarbeiter der aufgeführten Berufsgruppen Ihrer Einrichtung, die im vergangenen Erfassungsjahr mindestens an einer Informationsveranstaltung oder an einem E-Learning-Programm zu der Thematik „Hygiene und Infektionsprävention“ teilgenommen haben?
  - Ärzte
  - Examierte Gesundheits- und Krankenpflegekräfte und/oder Pflegeassistenten und Pflegehelfer
  - Mitarbeiter des medizinisch-technischen Dienstes
  - Medizinische Fachangestellte
  - Mitarbeiter der Sterilgutaufbereitung
  - Reinigungskräfte
  - Mitarbeiter der Küche
- Inhalte einer Informationsveranstaltung müssen sein:
  - Allgemeine Hygiene
  - Händedesinfektion
  - Hygiene bei multiresistenten Erregern
  - Flächendesinfektion
  - Aufbereitung von Sterilgut

## 11. Patienteninformation zur Hygiene bei MRSA-Besiedlung/Infektion

- Händigen Sie Ihren Patienten mit einer bekannten Besiedlung oder Infektion durch Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)-Bakterien und/oder deren Angehörigen ein Informationsblatt zum Hygieneverhalten aus?
- Welche Inhalte werden in dem Informationsblatt thematisiert?
  - Informationen zu MRSA im Allgemeinen (Erklärung des Unterschieds von Besiedlung und Infektion mit MRSA)
  - Risiken der MRSA-Besiedlung/Infektion für Kontaktpersonen (Übertragung von MRSA auf andere Personen/Ansteckungsrisiken) und Schutzmaßnahmen
  - Anwendung antibakterieller und desinfizierender Präparate (ggf. unter Angabe von geeigneten Händedesinfektionsmitteln, antiseptischer Seife, antiseptischem Shampoo)

- Barrieremaßnahmen während des Krankenhausaufenthalts und bei besonderen Gegebenheiten im ambulanten Bereich
- Bakteriologische Kontrolluntersuchungen beim Hausarzt

## 12. Entlassungs- und Überleitungsmanagement

- Erfolgt in Ihrer Einrichtung die Entlassung postoperativer Patienten auf Grundlage eines spezifischen Konzeptes zum Entlassungs- und Überleitungsmanagement? (Ein Konzept zum Entlassungs- und Überleitungsmanagement muss schriftlich fixiert sein.)
- Wurde das entwickelte Konzept durch die Geschäftsführung/Hygienekommission autorisiert?
- Welche Aspekte beinhaltet das Konzept zum Entlassungs- und Überleitungsmanagement?
  - Nennung von Ansprechpartnern in der operierenden Einrichtung für Rückfragen des Patienten
  - Aufklärung des Patienten und ggf. dessen Angehörige über das postoperative Verhalten und Anzeichen von Wundinfektionen
  - Information an den weiterbehandelnden Arzt und ggf. an die häusliche Pflege (insbesondere Wundstatus, Auftreten von multiresistenten Erregern [MRE])
- Information der weiterbehandelnden Ärzte zur Surveillance postoperativer Wundinfektion, insbesondere zu den Diagnosekriterien

## 13. Durchführung von Compliance-Überprüfungen in stationären Einrichtungen

- Wie viele Complianceüberprüfungen haben Sie im betreffenden Erfassungsjahr hinsichtlich der nachfolgend aufgeführten Aspekte/Themengebiete durchgeführt? (Eine Complianceüberprüfung ist z. B. die Überprüfung der Händedesinfektion für eine Behandlungssituation [z. B. eine Blutabnahme] bei einem Patienten. Es zählen nur operierte Patienten, unabhängig vom Fachgebiet und unabhängig von Tracereingriffen. Die Überprüfung kann

durch eigenes Personal oder externe Beauftragte erfolgen.)

- Händedesinfektion
- Wundversorgung
- Dauer der perioperativen, prophylaktischen Antibiotikagabe

#### 14. Maßnahmen zur Förderung der Compliance im Bereich der Hygiene

- Welche Art von Maßnahmen zur Förderung der Compliance führen Sie in Ihrer Einrichtung durch?
  - Prospektive Festlegung von einrichtungsinternen Zielwerten für die Qualitätsindikatoren der QS
  - Systematische Analyse der QS-Ergebnisse zu postoperativen Wundinfektionen und Ableitung entsprechender Verbesserungsmaßnahmen
  - Information der Mitarbeiter über die Ergebnisse der QS und Diskussion der Ergebnisse mit Funktions- und Bereichsteams
  - Erfassung von Verbesserungsvorschlägen aus den Funktions- und Bereichsteams
  - Weitere Evaluationsprojekte zur Vermeidung nosokomialer postoperativer Wundinfektionen (z. B. Audits, Complianceüberprüfungen vor Ort, weitere Surveillanceprojekte)
  - Diskussion der QS-Ergebnisse zu postoperativen Wundinfektionen in einrichtungsübergreifenden Netzwerken

KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) Zu spezifischen Fragen bezüglich Rekonstitution, Zubereitung und Applikation von Arzneimitteln und Infusionslösungen sowie zur Hautantiseptik. Epidemiologisches Bulletin DOI 10.17886/EpiBull-2016-033

Lefebvre A, Saliou P, Lucet JC, Mimoz O, Keita-Perse O, Grandbastien B, Bruyere F, Boisrenoult P, Lepelletier D, Aho-Glele LS on behalf of the French study group for the preoperative prevention of surgical site infections (2015) Preoperative hair removal and surgical site infections: network meta-analysis of randomized controlled trials. J Hosp Infect 91: 100–108

National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) (2008) Clinical Guideline 74: Prevention and treatment of surgical site infection. [www.nice.org.uk](http://www.nice.org.uk)

Raghuathan K, Connelly NR, Friderici J, Naglieri-Prescod D, Joyce R et al. (2013) Unwarranted variability in antibiotic prophylaxis for cesarean section delivery: A national survey of anesthesiologists. Anesth Analg 116: 644–648

Schweizer ML, Chiang HY, Septimus E, Moody J, Braun B, Hafner J, Ward MA, Hickok J, Perencevich EN, Diekema DJ, Richards CL, Cavanaugh JE, Perlin JB, Herwaldt LA (2015) Association of a bundled intervention with surgical site infections among patients undergoing cardiac, hip, or knee surgery. JAMA. 313: 2162–2171

Segers P, Speekenbrink RG, Ubbink DT, van Ogtrop ML, de Mol BA. (2006) Prevention of nosocomial infection in cardiac surgery by decontamination of the nasopharynx with chlorhexidine gluconate. A randomized controlled trial. JAMA 296: 2460–2466

Wacha H, Hoyme U, Isenmann R, Kujath P, Leber C, Naber K, Salzberger B (2010) Perioperative Antibiotikaprophylaxe. Empfehlungen einer Expertenkommission der Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e.V. Chemother J 19: 70–84

WHO (2016) Global Guidelines for the prevention of surgical site infection. ISBN 978 92 4 154988 2

## Literatur

Bode LGM, Kluytmans JAJW, Wertheim HFL, Bogaers D, Vandembroucke-Grauls CMJE et al. (2010) Preventing surgical site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. N Engl J Med 362 (1): 9–17

Gilbert DN, Moellering RC, Eliopoulos GM, Chambers HF, Saag MS (2012) The Sanford Guide to antimicrobial therapy 2012, 42<sup>nd</sup> edition. Sperryville: Antimicrobial Therapy Incorporation

Hee HI, Lee S, Chia SN et al (2014) Bacterial contamination of surgical scrub suits worn outside the operating theatre: a randomised crossover study. Anaesthesia 69(8): 816–825

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2007) Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. Epidemiol Bull 50: 377–393

# Vermeidung katheterassoziierter Infektionen

*S. Schulz-Stübner*

- 21.1     Periphere und zentrale Venenzugänge und arterielle  
         Katheter – 414
- 21.2     Katheterassoziierte Blutstrominfektionen (CLABSI) – 420
- 21.3     Lumbal- und Ventrikeldrainagen – 421
- 21.4     Blasenkatheter – 425
- Literatur – 428

## Zusammenfassung

Katheter stehen nach wie vor häufig im Zusammenhang mit nosokomialen Infektionen. Piening (2012) fasste die vorläufigen Daten im Rahmen der ersten europäischen Prävalenzerhebung zum Vorkommen nosokomialer Infektionen und zur Antibiotikaaanwendung zusammen. Auf Grundlage einer Datenmenge von 134 Krankenhäusern mit fast 40.000 Patienten werden 22,4 % der Harnwegsinfektionen und 6,0 % der primären Sepsisfälle als katheterassozierte nosokomiale Infektionen beschrieben (Piening 2012). Für Deutschland wurde im KISS-System wurde für die ZVK-assoziierte primäre Sepsis auf Intensivstationen eine Inzidenzrate von 1,08 pro 1000 Anwendungstage und auf Normalstationen eine Inzidenzrate von 1,94 pro 1000 Anwendungstage ermittelt (KRINKO 2017). In den USA werden pro Jahr ca. 15 Millionen Kathetertage für zentrale Venenkatheter (ZVK) gezählt und etwa 80.000 ZVK-assoziierte Sepsiskämien (O'Grady et al. 2011). Das Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HIC-PAC) der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) gab 2011 neue Präventionsrichtlinien heraus, deren Fokus nach den Arbeiten von Pronovost et al. (2006, 2010) vor allem auch auf der Umsetzung der evidenzbasierten Empfehlungen im Alltag durch entsprechende Arbeitsorganisation liegt.

Epidemiologisch spielen als Erreger für gefäßkatheterassozierte Infektionen im grampositiven Spektrum vor allem folgende Erreger eine Rolle (ITS KISS bis Dezember 2014):

- Koagulasenegative Staphylokokken (35 %)
- *Staphylococcus aureus* (19 %)
- *Enterococcus* spp. (18 %)

Im gramnegativen Spektrum nimmt der Anteil von 3-MRGN vor allem bei *Klebsiella pneumoniae* (11,27 %), und *E. coli* (15,31 %), aber auch die Imipenem- und Ceftazidimresistenz bei *Pseudomonas aeruginosa* zu. In den USA wird auch ein Anstieg von fluconazolresistenten *Candida* spp. bei den nachgewiesenen Erregern einer Kathetersepsis beobachtet.

Die folgenden Kapitel fassen die aktuellen Strategien zur Vermeidung von katheterassozierten Infektionen zusammen. Soweit die primäre Punktion und Anlage an anderer Stelle beschrieben ist, wird auf die entsprechenden Kapitel verwiesen.

## 21.1 Periphere und zentrale Venenzugänge und arterielle Katheter

Erfolgreiche Präventionsstrategien setzen bei der Kenntnis der wichtigsten Infektionswege und ihrer Häufigkeit an. In Studien stehen dabei immer häufiger sogenannte „Bündel“ („bundles“) im Vordergrund, was jedoch die Beurteilung der Effektivität von Bestandteilen dieser Bündel oder von Einzelmaßnahmen erschwert oder unmöglich macht. Neben einem Grundbündel aus Maßnahmen können durchaus gezielte Zusatzinterventionen bei spezifischen Patientengruppen (z. B. starke Immunsuppression) oder bei anhaltend hohen Infektionsraten in einer Abteilung sinnvoll sein, die auch nacheinander eingeführt und auf ihre Effizienz überprüft werden können (Munoz-Price et al. 2012).

Als Voraussetzung für effiziente Strategien zur Prävention von gefäßkatheterassozierten Infektionen heben die CDC/HICPAC und die KRINKO die Bedeutung der Schulung des Personals und eine ausreichende Personalausstattung hervor. Allerdings werden keine konkreten Aussagen gemacht, wie der Personalschlüssel auf der Intensivstation auszusehen hat (► Kap. 24). Die Unterschiede im Versorgungssystem der USA (stark arbeitsteilige, heterogene Struktur mit vielen Assistenzberufen und teilweise geringer ärztlicher Präsenz auf Intensivstationen im „offenen“ Versorgungsmodell) im Vergleich zu Deutschland (Pfleger mit Allroundfunktion und häufig kontinuierliche Arztpräsenz auf Intensivstationen in meist „geschlossenem“ Versorgungsmodell) machen die Übertragung von Studienergebnissen, z. B. über den Nutzen spezialisierter „i.v.-Teams“ nahezu unmöglich, da dies auf deutschen Intensivstationen meist „automatisch“ gegeben ist. Besonders der Einarbeitung neuer Mitarbeiter und dem Auffrischen und Aktualisieren von Kenntnissen beim Stammpersonal kommt daher im deutschen System eine wichtige Bedeutung zu.

- **Grundlage der wirksamen Infektionsprävention ist die Schulung aller beteiligten Mitarbeiter in Pflege und ärztlichem Dienst in den notwendigen Hygienemaßnahmen bei Anlage und im Umgang mit Gefäßkathetern.**

Unter dem Stichwort Händehygiene wird von der CDC/HICPAC nach wie vor das Waschen mit Wasser und Seife alternativ zur alkoholischen Händedesinfektion als händehygienische Maßnahme vor und nach Palpieren, vor und nach Katheteranlage oder bei Manipulationen am System beschrieben. Diese Darstellung ist historisch begründet, da alkoholische Händedesinfektionsmittel in den USA aufgrund der Angst vor Entflammbarkeit erst sehr spät eingeführt wurden und sich nach wie vor nicht ubiquitär durchsetzen konnten.

**Händedesinfektion** In Deutschland ist Waschen mit Wasser und Seife außer zur Entfernung grober Verschmutzungen, bei Kontamination mit Sporen oder als Basismaßnahme bei Dienstantritt zur Händehygiene nicht mehr üblich. Es sollten nur alkoholische Händedesinfektionsmittel ohne Farb- und Parfumstoffe zur Anwendung kommen. Zur Dauer der Händedesinfektion vor Katheteranlage werden in den CDC-Empfehlungen keine Angaben gemacht. Die hygienische Händedesinfektion (30 s) erscheint aber auch für die Anlage von zentralen Venenkathetern (ZVK) und Pulmonalkathetern (PAK) hinreichend zu sein.

**Periphere Venenkatheter** Hierbei empfiehlt die CDC bei Erwachsenen einen Zugang an der oberen Extremität und die Entfernung von Kathetern an der unteren Extremität so schnell wie möglich. Bei Kindern gelten hingegen alle Extremitäten und die Skalpvenen als gleichwertige Zugangsorte.

**Zentrale Venenkatheter** Bei länger dauernder Infusionstherapie (über 6 Tage) wird die Anlage eines von peripher, meist über die V. basilica vorgeschobenen ZVK (sog. „PICC-line“) anstelle von peripheren Verweilkanülen empfohlen. Die Indikation eines solchen Basilicakatheters hängt hier im Einzelfall von der Art der Infusionstherapie, dem Venenstatus des Patienten und auch der Compliance bzw. den Wünschen des Patienten ab. In Deutschland ist dieses Vorgehen eher unüblich.

**Punktionsort** Für die Auswahl des Punktionsortes zentraler Venenkatheter muss das Risiko infektiöser Komplikationen gegen mögliche mechanische

Komplikationen abgewogen werden, wobei aus infektionspräventiver Sicht laut CDC/HICPAC die V. subclavia gegenüber der V. jugularis bevorzugt wird und femorale Katheteranlagen vermieden werden sollten. Allerdings gibt es in einer Metaanalyse nur schwache Hinweise und in einer weiteren keine nachgewiesene Überlegenheit der V. subclavia gegenüber den anderen Punktionsorten (Marik et al. 2012; Parienti et al. 2012).

**Weitere Faktoren** Bei den CDC/HICPAC-Empfehlungen werden indirekt auch Ausbildungsstand des Anwenders, zur Verfügung stehendes Equipment und situative Umstände (Notfallpunktion, elektive ZVK-Anlage, operativer Zugangsweg etc.) berücksichtigt. Besonders deutlich wird dies bei der Empfehlung zur ultraschallgestützten Anlage von ZVK, die explizit empfohlen wird, sofern die Technik zur Verfügung steht und der Anwender „fully trained in its technique“, d. h. ausreichend geschult ist. Die CDC unterscheidet bei der Empfehlung zum Ultraschalleinsatz nicht nach Punktionsorten. In Übereinstimmung mit den Empfehlungen der American Society of Anesthesiologists spricht vieles für die routinemäßige Anwendung der ultraschallgestützten Punktion bei Kanülierung der V. jugularis, um die Anzahl der Punktionsversuche zu reduzieren und Fehlpunktionen der A. carotis zu vermeiden, während der Nutzen bei der Punktion der V. subclavia eher zweifelhaft ist. Die Verwendung ausreichend langer steriler Schutzhüllen und geeigneter Kontaktmittel ist für die Aufrechterhaltung der maximalen Barrieremaßnahmen und des aseptischen Vorgehens bei der real-time-ultraschallgestützten Katheteranlage essenziell.

➤ **Bei ultraschallgestützten Katheteranlagen muss eine ausreichend lange sterile Schutzhülle für Schallkopf und Kabel und sterile Kontaktmedien oder Hautdesinfektionsmittel verwendet werden.**

**Handschuhe** Während für die Anlage peripherer Venenverweilkanülen das Tragen von keimarmen Einmalhandschuhen empfohlen wird, sind für arterielle Kanülierungen und ZVK-Anlagen sterile Handschuhe gefordert.

➤ **Die Punktionsstelle für periphere Venenverweilkanülen sollte nach erfolgter Hausdesinfektion nicht mehr palpiert werden – es sei denn, es werden statt keimarmen sterile Handschuhe getragen.**

Für die Anlage peripherer arterieller Verweilkanülen (A. radialis, A. dorsalis pedis) werden zusätzlich Haarhaube und Mund-Nasenschutz sowie eine kleine Lochtuchabdeckung empfohlen.

**Barrieremaßnahmen** Für die primäre Infektionsprävention von besonderer Bedeutung ist die Einhaltung der maximalen Barrieremaßnahmen bei der Anlage von zentralen Venenkathetern und „zentralen“ arteriellen Kathetern (z. B. A. femoralis, langstreckiger PiCCO®-Katheter über die A. radialis oder A. axillaris). Hierzu gehören (■ Tab. 21.1):

- Haarhaube
- Mund-Nasen-Schutz
- Steriler Kittel
- Sterile Handschuhe
- Großflächige sterile Abdeckung

**Hautdesinfektion** Hierfür kann eine Kombination aus Alkohol mit Chlorhexidin (z. B. ChloraPrep®) oder Alkohol mit Octenidin (z.B. Octeniderm®) empfohlen werden (Dettenkofer et al. 2010). ■ Tab. 21.1 gibt eine Übersicht über Barrieremaßnahmen und Hautdesinfektion in Abhängigkeit vom Kathetertyp.

➤ **Bei Anwendung von Alkohol in Kombination mit Chlorhexidin oder Octenidin zur Hautdesinfektion sollte bei peripheren Venenverweilkanülen eine Einwirkzeit von 15 s und bei ZVK-Anlagen und zentraler arterieller Kanülierung eine Einwirkzeit von 1 min eingehalten werden.**

**Dreiweggehähne** Sie müssen stets mit einem sterilen Stöpsel verschlossen werden und sollten vor dem Zuspritzen mit Alkohol desinfiziert werden. Mitunter kann Alkohol bestimmte Kunststoffe angreifen, wobei dies bei den Verwendungszeiten der Dreiweggehähne und Hahnenbanken im Rahmen der Wechselintervalle der Infusionssysteme klinisch in der Regel keine Rolle spielt. Bei Problemen empfiehlt sich

■ Tab. 21.1 Barrieremaßnahmen und Hautdesinfektion in Abhängigkeit vom Kathetertyp

Maßnahme	PVWK	ZVK/PAK/„zentrale“ AK (A. femoralis oder A. axillaris)	Periphere AK (A. radialis oder A. dorsalis pedis)
Hautdesinfektion (Patient)	Alkohol ± Chlorhexidin <sup>a</sup> oder Alkohol ± Octenidin oder PVP-Jod <sup>b</sup>  EWZ: bis trocken (mind. 15 s)	Alkohol + Chlorhexidin <sup>a</sup> oder Alkohol ± Octenidin oder PVP-Jod <sup>b</sup>  EWZ: nach Herstellerangaben (mind. 1 min)	Alkohol + Chlorhexidin <sup>a</sup> oder Alkohol ± Octenidin oder PVP-Jod <sup>b</sup>  EWZ: nach Herstellerangaben (mind. 30 s)
Händedesinfektion (Personal)	Hygienisch	Hygienisch	Hygienisch
Handschuhe	Keimarme Einmalhandschuhe	Sterile Einmalhandschuhe	Sterile Einmalhandschuhe
Haarhaube	Nein	Ja	Ja
Steriler Kittel	Nein	Ja	Nein
Abdeckung	Keine	Großes Feld	Kleines Feld

AK arterielle Verweilkanüle, EWZ Einwirkzeit, PAK Pulmonalkatheter, PVWK periphere Venenverweilkanüle, ZVK zentraler Venenkatheter

<sup>a</sup> Nicht bei Kleinkindern unter 2 Monaten

<sup>b</sup> Verlängerte Einwirkzeiten für PVP-Jod

ein Wechsel des Dreiwegehahnherstellers. Die Effektivität der Desinfektion von herkömmlichen Dreiwegehähnen mit speziellen Desinfektionsadaptoren (HubScrub® und DOCit®) konnte in einer Studie in den USA gezeigt werden (Loftus et al. 2012). Studien zum Vergleich mit der einfachen Sprüh- oder Wischdesinfektion fehlen allerdings.

**Zuspritzkonnektoren** Bei Verwendung von nadellosen Zuspritzkonnektoren ist die Wischdesinfektion vor dem Zuspritzen obligat. Entsprechende Alkoholtupfer o. ä. müssen ubiquitär bereitgehalten und die Pflegestandards entsprechend angepasst werden. Ansonsten steigt die Rate möglicher Injektionen mit bakterieller Kontamination gegenüber regulären Dreiwegehähnen an (Loftus et al. 2012).

**ZVK-Wechsel** Bei ZVK-Wechsel über einen Führungsdraht sollten vor Anlage des neuen Katheters die Handschuhe gewechselt werden, um die Kontaminationsgefahr des neuen Katheters zu reduzieren.

#### Tipp

Trägt man beim Katheterwechsel über einen Führungsdraht primär 2 Paar Handschuhe, kann das obere Paar nach Entfernung des alten Katheters mit diesem zusammen entsorgt und mit dem unteren Paar weitergearbeitet werden.

Können die aseptischen Bedingungen unter Notfallbedingungen nicht eingehalten werden, ist der Katheter so schnell wie möglich (z. B. innerhalb von 48 h) zu entfernen. Ebenso wie bei Verdacht auf eine Katheterinfektion sollte bei dieser Indikation zum Katheterwechsel eine Neupunktion und kein Wechsel über einen Führungsdraht erfolgen.

**Entfernung von Zugängen** Nicht mehr benötigte Gefäßzugänge gleich welcher Art sollten unverzüglich entfernt werden, da die Infektions- und Thrombosegefahr mit der Liegedauer zunimmt.

➤ **Bei jeder Visite sollte die Frage gestellt werden, ob der Patient die Zugänge noch braucht. Ist die Antwort Nein, sollten sie sofort entfernt werden und nicht später!**

**Verbandmaterial** Sie werden prinzipiell als gleichwertig angesehen, wobei bei nachblutenden Einstichstellen und schwitzenden Patienten primär Gazeverbände empfohlen werden.

#### Tipp

In der Praxis ist es häufig sinnvoll, unmittelbar nach Katheteranlage einen Gazeverband zu verwenden und nach 24 h auf einen Transparentverband, der bis zu 7 Tage belassen werden kann, zu wechseln

**Verbandwechsel** Bei Problemen mit dem Verband (Durchfeuchtung, Ablösung etc.) ist dieser sofort zu wechseln. Generell gilt, dass Gazeverbände alle 3 Tage, Transparentverbände alle 7 Tage gewechselt werden sollten. Bei pädiatrischen Patienten wird explizit auf die Risikoabwägung eines Verbandwechsels in Bezug auf die Dislokationsgefahr des Katheters hingewiesen und auch ein individuelles Vorgehen zugelassen.

**Antiseptische Plättchen** Von der Verwendung antibiotikahaltiger Salben wird abgeraten. Chlorhexidin-haltige Schwämmchen oder Plättchen über der Einstichstelle von ZVK werden dann empfohlen, wenn es zu anhaltend hohen Raten gefäßkatheterassoziierter Infektionen kommt, obwohl die übrigen infektionspräventiven Maßnahmen zu Hautdesinfektion und Barrieremaßnahmen konsequent umgesetzt werden. Inzwischen sind auch Transparentverbände mit integrierter Chlorhexidinauflage erhältlich, die für diesen Zweck verwendet werden können und eine kontinuierliche visuelle Kontrolle der Einstichstelle ermöglichen.

**Waschung mit Chlorhexidin** Eine tägliche Waschung mit Chlorhexidin 2 % wird von der CDC/HICPAC zur Reduktion von ZVK-assoziierten Infektionen als Kategorie-2-Empfehlung angeraten. In Deutschland stünden für diesen Zweck auch andere Substanzen zur Verfügung (z. B. Octenidin, Polyhexanid). In der der Empfehlung zugrunde liegenden Single-Center-Studie wurde eine Reduktion der Inzidenzdichte von 10,4:1000 Kathetertage auf 4,1:1000 Kathetertage beobachtet. Allerdings stellt die insgesamt hohe

Inzidenz die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Situationen mit niedriger Inzidenz infrage, sodass diese Maßnahme nach Meinung des Autors besonders für Stationen mit hoher Inzidenz (analog den Chlorhexidinplättchen) und für Risikopopulationen (z. B. stark immunsupprimierte Patienten) unter Berücksichtigung der Hautverträglichkeit infrage kommt. Auch bei insgesamt hoher Inzidenz von MRSA- und VRE-Kolonisation in einer Einrichtung können derartige gesamtkeimlastsenkende Maßnahmen als Second-line-Prävention sinnvoll sein, da sie in erster Linie die Hubkontaminationsgefahr reduzieren dürften. Climo et al. (2013) konnten auf Intensivstationen nach Einführung einer täglichen Chlorhexidinwaschung eine Reduktion der MRSA- und VRE-Transmission und der Blutstrominfektionen feststellen, beobachteten allerdings auch eine Kontamination einer Charge der verwendeten chlorhexidingetränkten Waschtücher mit *Burkholderia cepacea* während der Studie. Die Arbeit von Noto et al (2014) konnte diese positiven Ergebnisse nicht bestätigen, und Zingg et al. (2014) zeigten eine gleich gute Effektivität konventioneller Bündelmaßnahmen.

**Fixierungssysteme** Statt einer konventionellen Annahrt wird für ZVK die Verwendung von nahtlosen Fixierungssystemen empfohlen. Rationale ist die Reduktion der Umgebungsflora der Einstichstelle durch Verhinderung weiterer Verletzungen der Hautbarriere, wie sie bei der Annahrt zwangsläufig erfolgen. Hier muss in der Praxis sicherlich die sichere Fixierung und die Vermeidung der akzidentellen Katheterentfernung bei pflegerischen Maßnahmen gegen den infektionspräventiven Wert von Klebesystemen (gerade bei diaphoretischen Patienten) abgewogen werden.

**Inspektion** Wesentlicher Bestandteil der Früherkennung von Katheterinfektionen ist die tägliche Inspektion der Einstichstelle entweder visuell bei Transparentverbänden oder durch Palpation bei Gazeverbänden. Bei Verdacht auf eine Katheterinfektion sollte ein Gazeverband zur genaueren Inspektion entfernt werden.

- Bei der täglichen Kathetervisite wird die Einstichstelle durch visuelle Inspektion und/oder Palpation evaluiert. Dabei sollte der wache und kooperative Patient

nach Symptomen (z. B. Schmerzen an der Einstichstelle) oder veränderten Wahrnehmungen an der Einstichstelle befragt werden.

**Wechselintervall** Aus infektionspräventiven Gründen wird kein festes Wechselintervall für ZVK, PAK oder arterielle Katheter empfohlen, allerdings gibt die CDC für periphere Verweilkanülen ein Wechselintervall von 72–96 h an und bezeichnet einen Wechseln nach Klinik als ungeklärte Frage. Die KRINKO (2017) hingegen empfiehlt kein festes Wechselintervall. Eine große Studie von Rickard et al. (2012) zeigt keinen Vorteil eines routinemäßigen Wechsels.

#### Tipp

Periphere Venenverweilkanülen sollten nur nach Klinik und nicht nach festen Zeitintervallen gewechselt werden, um dem Patienten unnötige Punktionen zu ersparen. Die Indikation sollte täglich überprüft werden.

**Kathetermaterial** Als Kathetermaterial wird Polytetrafluoroäthylen oder Polyurethan empfohlen. Katheter mit Chlorhexidin/Silbersulfadiazin- oder Minocyclin/Rifampicin-Beschichtung werden für Patienten mit zu erwartender Katheterliegedauer über 5 Tage empfohlen, wenn trotz Schulungsmaßnahmen, maximalen Barrieremaßnahmen und Verwendung von Alkohol/Chlorhexidin oder Alkohol/Octenidin zur Hautdesinfektion die Katheterinfektionsrate auf einer Station oder in einer Einrichtung hoch bleibt. Ein derart risikoadaptiertes Vorgehen bei der Verwendung beschichteter Katheter (ggf. erweitert um Hochrisikogruppen wie stark immunsupprimierte Patienten) erscheint angesichts der Kosten, der möglichen Allergien und der Gefahr der Resistenzbildung bei antibiotikabeschichteten Kathetern für die Praxis sinnvoll.

- Von einer routinemäßigen systemischen prophylaktischen Antibiotikagabe bei der Anlage von ZVK, PAK oder zentralen arteriellen Kathetern wird explizit abgeraten.

### 21.1.1 Wechsel von Infusions- und Druckmesssystemen

Normale Infusionssysteme sollten nicht öfter als alle 96 h gewechselt werden. Dies kann dann parallel zum Wechsel von Druckmesssystemen bei arteriellen Systemen und zur kontinuierlichen Messung des zentralen Venendrucks (ebenfalls nach 96 h) geschehen. Rationale ist die Reduktion von Manipulationen am Kathetersystem als einer der Hauptquellen für späte katheterassoziierte Infektionen.

➤ **Je weniger Manipulationen am Katheter- und Infusionssystem desto geringer wird die Möglichkeit eines Keimeintrags. Vor jeder Manipulation am System ist eine hygienische Händedesinfektion notwendig.**

**Fetthaltige Lösungen** Lediglich für fetthaltige Infusionslösungen wird ein Wechselintervall von 24 h gefordert, da diese einen besonders guten Nährboden für das Erregerwachstum nach akzidenteller primärer Kontamination beim Aufziehen bieten. Für fetthaltige Lösungen entspricht dies dem in Deutschland üblichen Vorgehen.

**Blutprodukte** Die Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie) der Bundesärztekammer und des Paul-Ehrlich-Institut gemäß §§ 12 a und 18 des Transfusionsgesetzes (Stand 2010) schreiben einen Wechsel des Transfusionssystems alle 6 h vor, was einer Kategorie 1C nach CDC bzw. 4 nach den KRINKO-Empfehlungen (gesetzliche Regelung) entspricht und daher strikt einzuhalten ist.

**Propofol** Hierfür empfiehlt die CDC einen Wechsel der Leitung alle 6 bzw. 12 h (mit dem Flaschenwechsel) entsprechend den Herstellerangaben und denen der FDA. Diese Empfehlung leitet sich aus der Tatsache ab, dass Propofol in den USA auf Intensivstationen hauptsächlich über Infusionspumpen („Infusomaten“) aus 50- oder 100-ml-Glasflaschen und nicht wie in Deutschland üblich über Infusions-spritzenpumpen (z. B. Perfusor®) infundiert wird. Ein Wechsel der Perfusorleitung beim Spritzenwechsel (spätestens nach 12 h) erscheint daher unter praktischen Aspekten am sinnvollsten, um die Manipulationsfrequenz so gering wie möglich zu halten.

**Spüllösungen** Vonberg und Gastmeier haben in einem Review 2007 darauf hingewiesen, dass zahlreiche Berichte über nosokomiale Ausbrüche von Blutstrominfektionen auf die bakterielle Kontamination von i.v. Medikamenten oder Infusaten zurückgeführt werden konnten. In 13,8 % der Ausbrüche waren lipidhaltige Infusate (parenterale Ernährung oder Propofol) involviert mit einer Mortalität von 22,6 % (31 Todesfälle bei insgesamt 137 Patienten). Auch auf die schwerwiegenden Konsequenzen einer Kontamination von „Multidose“-Gebinden weisen die Autoren hin. In der Praxis ist wahrscheinlich die nicht sachgerechte „Multidose“-Nutzung von Gebinden, die vom Hersteller zum einmaligen Gebrauch deklariert sind, das größere Problem. In 30 von 128 analysierten Ausbrüchen kam es zu einer Infektion durch kontaminierte Heparin/NaCl 0,9 %-Spüllösung (Mortalität 4 %). Um mechanische Okklusionen des Katheters und chemische Unverträglichkeiten verschiedener iv. Medikamente und Infusate zu vermeiden und (nach Blutentnahme oder Transfusion) Blutreste sorgfältig aus dem Katheterlumen zu entfernen, ist nach der Verabreichung ein Spülen des Gefäßkatheters mit mindestens 10 ml steriler Kochsalzlösung ohne Heparinzusatz erforderlich. Dies sollte idealerweise mit vorkonfektionierten, sterilen Spülspritzen erfolgen – alternativ ist die Spüllösung jeweils frisch, patientenbezogen aus einer 10 ml-NaCl-Ampulle aufzuziehen. Werden Spülspritzen in einem Arbeitsgang unter aseptischen Kautelen für mehrere Patienten aufgezogen, so müssen sie innerhalb einer Stunde verwendet werden (s. auch ► [Kap. 18](#)).

#### Wechselzeiten für Infusionssysteme

- Allgemein: 96 h
- Fetthaltige Lösungen: 24 h (ggf. spezielle Angaben des Herstellers bei kombinierten Ernährungslösungen mit zusätzlichen Konservierungsstoffen beachten)
- Blutprodukte: 6 h

Der Gebrauch von Inlinefiltern am Ende der Hahnenbank ist insbesondere wegen der Partikelfiltration in der Neonatologie und Pädiatrie sinnvoll, bei Erwachsenen jedoch ohne nachgewiesenen

infektionspräventiven Nutzen. Zur Verminderung einer Partikelkontamination bei Verwendung von Glasbrechampullen und Durchstechampullen sind Aufziehfilter hilfreich.

Bei Patienten mit einer Katheterinfektion in der Anamnese, besonderen Risikofaktoren oder Langzeitkathethertherapie kann die intermittierende Anlage von „antibiotic locks“ oder die Verwendung antiseptischer Lock-Lösungen (z. B. TauroLock®) in nicht dauerhaft verwendeten Lumina sinnvoll sein.

Maki (2011) und Mitarbeiter schlagen für das Blocken von Dialysekathetern eine Lösung aus 7 % Natriumcitrat, 0,15 % Methylenblau, 0,15 % Methylparaben und 0,015 % Propylparaben vor. Hierdurch sollte bei fehlender HIT-Problematik durch

den Verzicht auf Heparin sowohl eine gute Thromboseprophylaxe (Natriumcitrat) als auch eine gute antiseptische Wirkung bzw. Biofilmprophylaxe (Methylenblau) bei fehlender Toxizität in den verwendeten Dosierungen erreicht werden.

Eine Zusammenfassung der Empfehlungen findet sich in ■ Tab. 21.2.

### 21.2 Katheterassoziierte Blutstrominfektionen (CLABSI)

Das Vorgehen bei Verdacht auf eine katheterassoziierte Blutstrominfektion („central line-associated bloodstream infection“ = CLABSI) richtet sich nach

■ Tab. 21.2 Empfehlungen zum Umgang mit peripheren und zentralen Venenkathetern

Item	Empfehlung
Liegedauer periphere VWK bei Erwachsenen	Nach Klinik Tägliche Palpation/Inspektion, Überprüfung der Notwendigkeit Keine Mandrins zum „Abstöpseln“
Körperpflege	Tägliche antiseptische Waschungen bei hoher Inzidenzdichte kateterassoziierter Infektionen mit grampositiven Erregern und/oder hohem Kolonisationsdruck durch MRSA oder VRE
Annaht ZVK	Nahtloses System bevorzugen
Antiseptische Plättchen für ZVK-Eintrittsstelle oder chlorhexidinimprägnierte Pflaster	Bei hoher Inzidenzdichte katheterassoziierter Infektionen trotz optimaler Umsetzung des konventionellen Präventionsbündels
Verbandwechsel bei ZVK	Alle 3 Tage bei Gazeverbänden, alle 7 Tage bei Transparentverbänden
Antibiotic-Lock-Prophylaxe	Bei Patienten mit Langzeitkathetern und Katheterinfektion in der Anamnese
Wechselintervall der Infusionssysteme	Allgemein: 96 h Fette/parenterale Ernährung: 24 h (ggf. spezielle Angaben des Herstellers bei kombinierten Ernährungslösungen mit zusätzlichen Konservierungstoffen beachten) Propofol: 6–12 h Blutprodukte: 6 h
Wechselintervall für geschlossene Druckmesssysteme	Alle 96 h
Desinfektion von Dreiwegehähnen/ Zuspritzsystemen	Desinfektion vor dem Zuspritzen
Spezielle Ventilmembrankonnektoren	Wechselintervall mit Infusionssystem Vor Zuspritzen immer Wischdesinfektion
Gebrauch von Inlinefiltern	Nur in der Neonatologie Aufziehfilter bei Glasbrechampullen und Durchstechampullen zur Verhinderung von Partikeleintrag sinnvoll

der Art des Katheters und der Schwere des Krankheitsbilds. Wenn ohne größeres Risiko für den Patienten möglich, sollten Katheter bei Infektionsverdacht entfernt werden. Dann wird die Katheterspitze unter aseptischen Bedingungen abgeschnitten und zur mikrobiologischen Untersuchung eingesandt.

➤ **Ein routinemäßiges Einsenden aller entfernten Katheter zur mikrobiologischen Diagnostik ist nicht sinnvoll, dies sollte nur bei Verdacht auf katheterassoziierte Blutstrominfektion erfolgen.**

Diagnostisch hilfreich ist auch die Entnahme von peripheren Blutkulturen, parallel dazu von Blutkulturen aus dem liegenden ZVK und dem arteriellen Katheter. Obwohl in den meisten Fällen der Erregernachweis aus dem ZVK-Lumen erfolgt, über das die parenterale Ernährung oder das Blutprodukt läuft, sind in fast einem Fünftel der Fälle die anderen Lumina beteiligt (Krause et al. 2013). Daher sollten Blutkulturen prinzipiell möglichst aus allen Lumina entnommen werden (es sei denn, eine Unterbrechung der Infusion ist z. B. bei hochdosierter Katecholamintherapie nicht ohne Gefahren möglich).

Werden die Katheter bei leichteren Krankheitsbildern und/oder unklarer Differenzialdiagnose nicht unmittelbar entfernt, kann die Entscheidung aufgrund der Kulturergebnisse getroffen werden. Die sogenannte „differential time to positivity“ hat eine hohe Aussagekraft für den Katheter als Ursache einer Sepsis, wenn die entsprechende Kultur mehr als 2 h vor der peripheren Blutkultur mit demselben Erreger positiv wird. Die weiteren Kulturverfahren werden in ► Kap. 8 näher erläutert.

#### Tipp

In der Praxis werden häufig nur periphere Blutkulturen abgenommen. Die Abnahme von parallelen Blutkulturen aus allen ZVK-Lumina und arteriellen Kathetern und die Bestimmung der „differential time to positivity“ sind jedoch einfache und preiswerte Maßnahmen zur Diagnosesicherung.

■ **Abb. 21.1** zeigt einen Algorithmus zum Vorgehen bei Verdacht auf CLABSI durch einen ZVK oder eine arterielle Kanüle, ■ **Abb. 21.2** einen Algorithmus bei implantiertem Portsystem oder vollimplantiertem Dialysekatheter, bei denen der mögliche Kathetererhalt im Vordergrund steht. Den Vorgehen liegen die von Mermel et al. (2009) veröffentlichten Empfehlungen der Infectious Disease Society of America (ISDA) in modifizierter Form zugrunde.

#### ■ Antibiotic-Lock-Therapie

Für eine Antibiotic-Lock-Therapie werden folgende Konzentrationen der Lösung empfohlen:

- Vancomycin: 5 mg/ml
- Ceftazidim: 0,5 mg/ml
- Cefazolin 5 mg/ml
- Ciprofloxacin 0,2 mg/ml
- Gentamicin 1 mg/ml
- Ampicillin 10 mg/ml

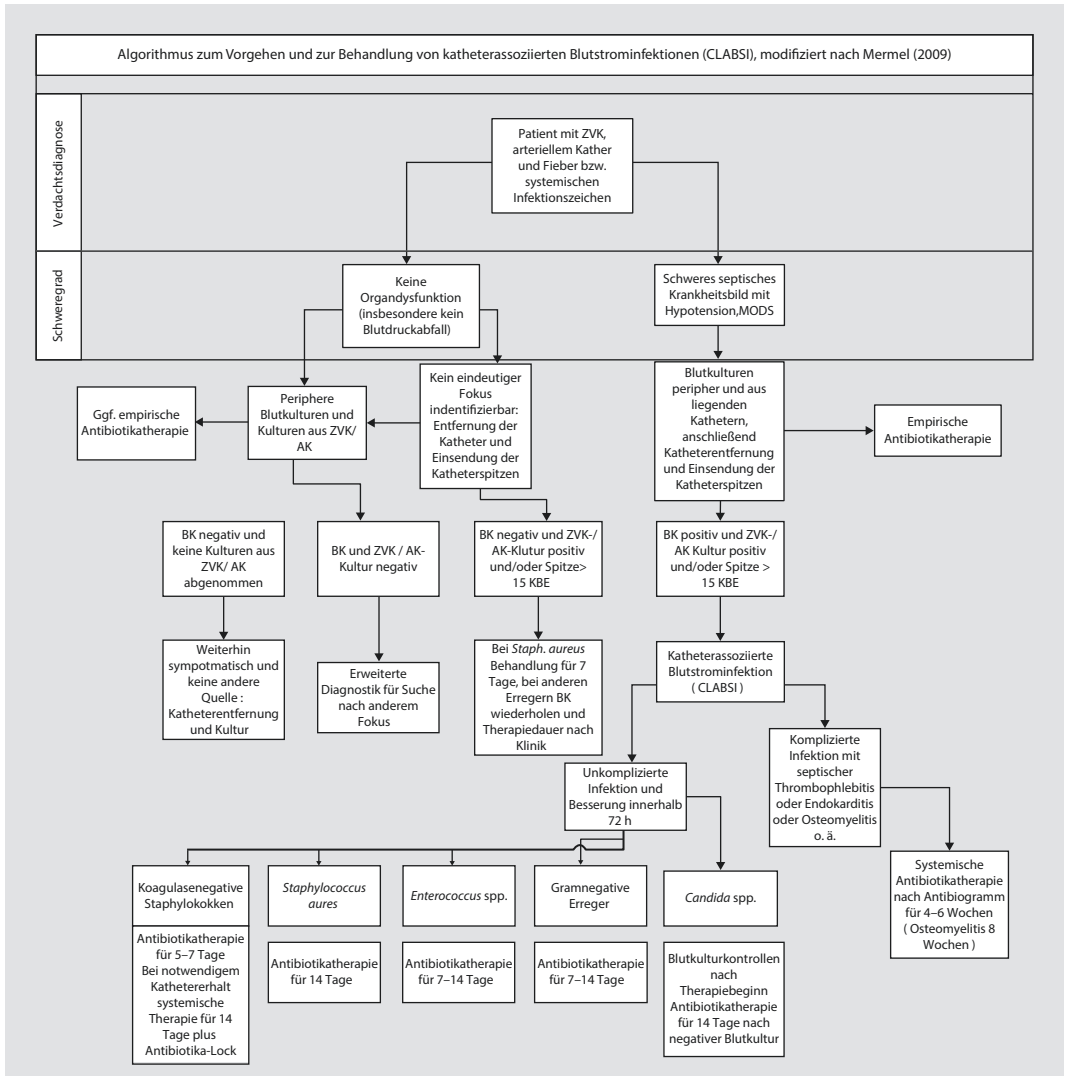
Die Auswahl richtet sich nach dem vermuteten oder nachgewiesenen Erreger, z. B. Cefazolin für MSSA, Vancomycin für MRSA und KNS, Ceftazidim, Gentamicin oder Ciprofloxacin für gramnegative Erreger, Ampicillin für sensible Enterokokken. Auch der erfolgreiche Einsatz von 70 %igem Alkohol (Cave: Beschädigung des Kunststoffmaterials der Katheter möglich, Verträglichkeit prüfen) ist insbesondere für grampositive/gramnegative Mischinfektionen beschrieben. Wichtig ist, dass das gesamte Katheterlumen befüllt wird.

#### Tipp

Zur Bestimmung der Füllmenge zur Antibiotic-Lock-Therapie empfiehlt es sich, die richtige Menge an einem Vergleichskatheter unter Verwendung der gleichen Zuspritzsysteme/ Dreiwegehähne wie beim Patienten in vitro zu bestimmen.

## 21.3 Lumbal- und Ventrikeldrainagen

Die Anlage von Lumbal- und Ventrikeldrainagen zur Behandlung des erhöhten Hirndrucks kann als „Bedside-Eingriff“ auf der Intensivstation erfolgen.

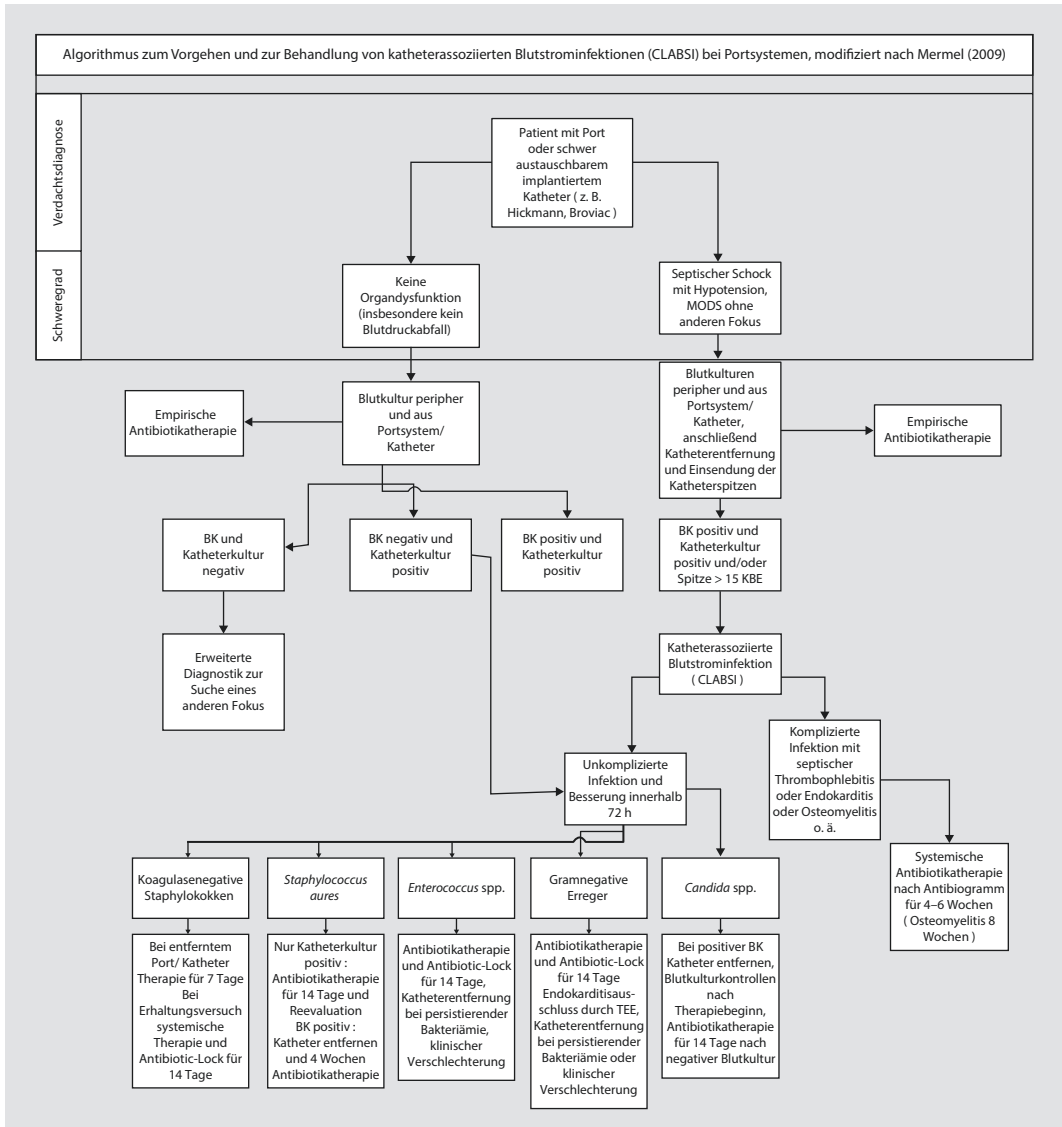


■ **Abb. 21.1** Algorithmus zum Vorgehen bei katheterassozierten Blutstrominfektionen (CLABSI). AK arterielle Verweilkanüle, BK Blutkultur, MODS Multiorgandysfunktionssyndrom, ZVK zentraler Venenkatheter. (Adaptiert nach Mermel et al. 2009)

Nicht selten erfolgt die Anlage unter Notfallbedingungen. Hierbei sind nach Standard bestückte und regelmäßig kontrollierte Punktionswägen oder -boxen mit allen erforderlichen Materialien (v. a. auch Clipper mit Einwegaufsatz, Handbohrmaschine und Ersatzbohrer sowie unterschiedliche Ventrikelskatheter oder Duisburger Nadeln) sehr hilfreich.

Infektionsraten für externe Ventrikeldrainagen (EVD) werden in der Literatur mit 3–11 % angegeben. Die Hauptindikationen für eine EVD sind:

- Akuter Hydrozephalus aufgrund temporärer Obstruktion der Liquorabflusswege durch
  - Kleinhirnblutung
  - Raumfordernden Kleinhirninfrakt
  - Tumoren der hinteren Schädelgrube
  - Nach Subarachnoidalblutung
  - Bei parenchymaler Blutung mit Einbruch ins Ventrikelsystem
- ICP-Messung



■ **Abb. 21.2** Algorithmus zum Vorgehen bei katheterassoziierten Blutstrominfektionen (CLABSI) bei Portsystemen. BK Blutkultur, TEE transösophageale Echokardiographie. (Adaptiert nach Mermel et al. 2009)

- Therapeutische Liquordrainage, z. B. bei schwerem Schädel-Hirn-Trauma oder Hirnswellung anderer Ursache.

#### ■ Allgemeine Hygienemaßnahmen

Die Anlage einer EVD erfolgt unter maximalen Barrieremaßnahmen, wie sie bereits bei der ZVK-Anlage beschrieben wurden. Auch im Notfall sollte möglichst eine chirurgische Händedesinfektion

durch den Operateur erfolgen. Die Haare werden in dieser Zeit durch eine Hilfsperson mit einem Clipper gekürzt. Die Hautdesinfektion sollte nach Möglichkeit mit einem Kombinationspräparat aus Alkohol mit Chlorhexidin oder Alkohol mit Octenidin durchgeführt werden. Dabei sollte die Einwirkzeit für talgdrüsenhaltige Haut (2 min) beachtet werden, da bei katheterassoziierten Infektionen nicht selten Hautkeime aus den Talgdrüsen wie *Propionibacterium*

*acnes* und verschiedene koagulasenegative Staphylokokken eine Rolle spielen.

Die Anlage einer Lumbaldrainage erfolgt wie die Anlage eines Periduralkatheters (► Kap. 23), nur dass hier der Katheter bewusst in den Intrathekalraum eingeführt wird. Da häufig eine längere Anwendung erforderlich ist, ist das Tunneln des Katheters sinnvoll.

► **Die Anlage von externen Ventrikel-drainagen und Lumbaldrainagen kann als Bedside-Eingriff unter maximalen Barriere-maßnahmen erfolgen.**

**Antibiotikaphylaxe** Erfolgt die Anlage der Lumbal- oder Ventrikeldrainage nicht unter Notfallbedingungen und ist Zeit für eine perioperative Antibiotikaphylaxe vorhanden, kann diese mit Cefazolin oder auch mit Cotrimoxazol erfolgen. Der Wert einer kontinuierlichen Antibiotikaphylaxe ist in der Literatur umstritten. Während manche Zentren auf eine Antibiose ganz verzichten, geben andere z. B. Cotrimoxazol bis zum Entfernen der Drainage. Zwar wird die Gesamtzahl der nosokomialen Meningitisfälle, insbesondere durch *Staphylococcus aureus*, durch dieses Vorgehen reduziert, dafür gibt es aber im Verhältnis mehr Infektionen mit multiresistenten Erregern und Pilzen, sodass der Gewinn hinsichtlich Mortalität und funktionellem Outcome fraglich bleibt. Da antibiotikassozierte Probleme mit Clostridien in der Intensivmedizin zunehmend eine Rolle spielen, sollte nach Meinung des Autors auf eine kontinuierliche Antibiotikaphylaxe bei Ventrikel- und Lumbaldrainagen verzichtet werden und lediglich eine Single-Shot-PAP erfolgen.

■ **Verwendete Materialien**

Die Anwendung von Transparentverbänden mit integriertem Chlorhexidinpatch oder auch von Chlorhexidinplättchen zur Versorgung der Einstichstelle erscheint theoretisch sinnvoll und ist inzwischen auch in ersten klinischen Beobachtungsstudien über einen längeren Zeitraum belegt (Scheithauer et al. 2016). Für den Einsatz der „Duisburger Nadel“ (Metall) ergeben sich gegenüber Kunststoffkathetern ebenfalls theoretische Vorteile aus infektionspräventiver Sicht.

Antiseptisch oder antibiotisch beschichtete Ventrikel-drainagen sollten immer dann zum Einsatz kommen, wenn z. B. ein Shunt aufgrund einer Infektion entfernt und nun temporär extern überbrückt werden muss oder wenn eine EVD wegen erhöhter Zellzahlen oder einer manifesten Infektion gewechselt werden muss. Ihr primärer Einsatz in der Routine wird kontrovers beurteilt (Babu et al. 2012).

■ **Hygienemaßnahmen beim Anspülen**

Auch für EVD und Lumbaldrainage gilt das Prinzip, dass das Infektionsrisiko mit der Anzahl von Manipulationen steigt. Dies gilt insbesondere für das Anspülen bei Verstopfungen bzw. den Wechsel von Drainagesystemen. Weitgehend geschlossene Mess- und Ableitsysteme könnten hilfreich sein.

Das Anspülen muss unter streng aseptischen Kautelen nach Desinfektion des Dreivegehahns bzw. der Gummimembran eines Durchstichkonn timers mit sterilen Handschuhen und mit steriler Flüssigkeit erfolgen. Die Spülflüssigkeit darf auf keinen Fall aus zur Mehrfachentnahme missbrauchten Einmalgebinden, z. B. von 50 ml oder 100 ml NaCl-Lösung, aufgezogen werden, sondern wird stets frisch und unmittelbar aus einem Gebinde von geeigneter Größe entnommen, dessen Reste anschließend entsorgt werden. Auch für Probenentnahmen zur Zellzahlbestimmung und mikrobiologischen Diagnostik sind die Desinfektion des Dreivegehahns und das Tragen steriler Handschuhe obligat.

Wird während der Manipulation nicht gesprochen, ist ein Mund-Nasen-Schutz verzichtbar. Nach Beendigung der Maßnahme wird der Dreivegehahn mit einem sterilen Stöpsel verschlossen.

► **Beim Anspülen von liquorableitenden Systemen ist auf streng aseptische Bedingungen und das Verwenden steriler Flüssigkeiten zu achten. Manipulationen sind auf das Nötigste zu beschränken.**

**Monitoring** Ein Zellzahl- und mikrobiologisches Monitoring durch Entnahme von Liquorproben erfolgt in vielen Zentren alle 2–3 Tage, wobei die Zellzahlbestimmung nur aussagekräftig ist, wenn keine ausgeprägte Blutbeimengung (wie z. B. nach Subarachnoidalblutung) vorhanden ist.

## 21.4 Blasenkatheter

2015 hat die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut Ihre Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle katheterassoziierter Harnwegsinfektionen aktualisiert, und in 2014 sind die neuen Empfehlungen der Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA) unter dem Titel „Strategies to Prevent Catheter-Associated Urinary Tract Infections in Acute Care Hospitals“ erschienen (Lo et al. 2014).

Harnwegskatheter gehören zu den häufig verwendeten Devices und harnwegskatheterassozierte Infektionen entsprechend zu den häufigsten nosokomialen Infektionen (22,4 %). Auf Intensivstationen haben ca. 80 % aller Patienten einen Harnwegskatheter, auf neurologischen Normalstationen ca. 25 % und in der Inneren Medizin 10 %. Die KRINKO schätzt, dass 12–16 % aller Krankenhauspatienten im Verlaufe ihres stationären Aufenthalts einen Urindauerkatheter (UDK) erhalten, wobei die Anwendungsdichte auf Intensivstationen am höchsten ist. Die katheterassoziierte Infektionsrate ist jedoch auf den Intensivstationen mit 0,93/1000 Kathetertage geringer als auf Normalstationen mit 3,79/1000 Kathetertage, sodass diese bei der Ausschöpfung des postulierten Präventionspotenzials von 70 % der Infektionen nicht vergessen werden dürfen. Die Infektionswahrscheinlichkeit steigt mit der Liegedauer des Katheters an. Bei transurethralen Kathetern beträgt das Bakteriurierisiko 3–10 % pro Tag und ca. ein Viertel der bakteriurischen Patienten entwickeln auch einen symptomatischen Harnwegsinfekt. Davon können wiederum bis zu 15 % eine Urosepsis erleiden. Da gerade Harnwegskatheter nicht selten eher aus Bequemlichkeit als aus strikt medizinischen Gründen, teilweise auch auf Wunsch der Patienten selbst, belassen werden, ist hier die tägliche kritische Überprüfung der Indikation besonders wichtig (s. unten).

Sinnvolle Indikationen für einen transurethralen Dauerkatheter (UDK) sind:

- Akuter Harnverhalt
- Engmaschige Bilanzierung bei Intensivpatienten
- Urogenitale chirurgische Eingriffe

- Lange chirurgische Eingriffe (dann Katheterentfernung so schnell wie möglich, idealerweise noch im Aufwachraum)
- Prolongierte Immobilisation (z. B. bei instabilen Wirbelsäulenverletzungen, Beckenfrakturen etc.)
- Bei perinealen oder sakralen Wunden bei inkontinenten Patienten
- Als palliative Maßnahme am Lebensende

➤ **Die Indikation für eine kontinuierliche Harnableitung muss täglich kritisch überprüft werden.**

Nach Spinalanästhesie oder bei liegenden Periduralkathetern ist eine routinemäßige Harnableitung mittels Katheter nicht erforderlich. Gleiches gilt auch bei Operationen zum Hüft- oder Kniegelenkersatz, bei denen noch häufig routinemäßig katheterisiert wird. Sinnvoller ist die Überprüfung des Füllzustands der Blase mittels Ultraschall im Aufwachraum und die Einmalkatheterisierung, falls keine Spontanmiktion gelingt. Hierbei ist ein Harnvolumen von 800 ml als Grenzwert tolerabel (Bjerregaard et al. 2016).

### ■ Häufige Erreger und Risikofaktoren

Zu den häufigsten Erregern katheterassoziierter Harnwegsinfektionen zählen nach den KISS-Daten bis 2014 *E. coli*, Enterokokken, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus* spp. und *Klebsiella* spp. Gramnegative Mischinfektionen sind nicht selten. Infektionen mit grampositiven Erregern treten häufiger unmittelbar nach Instrumentation auf.

Besonders problematisch ist in diesem Zusammenhang die zunehmende Ciprofloxacinresistenz von *E. coli* sowie das vermehrte Auftreten multiresistenter gramnegativer Erreger (MRGN), die sich bei diesen nicht selten chronisch kranken Patienten ebenfalls vermehrt nachweisen lassen.

Die wichtigsten nicht beeinflussbaren **Risikofaktoren** für das Auftreten einer nosokomialen Harnwegsinfektion sind:

- Weibliches Geschlecht
- Diabetes mellitus
- Niereninsuffizienz (Kreatinin >2 mg/dl)
- Multimorbidität
- Immunsuppression
- Hohes Alter

### ■ Suprapubischer Katheter

In der KRINKO-Empfehlung 2015 heißt es, dass eine suprapubische Katheterdrainage zur Umgehung und Schonung der Harnröhre bei längerfristig Katheterisierten und nach größeren operativen Eingriffen, insbesondere im kleinen Becken und am Genitale, in Betracht zu ziehen sei. In den amerikanischen Empfehlungen finden sich hierzu keine Angaben. In einer Umfrage des Berufsverbandes der Urologen in Deutschland war in der Dauerversorgung inkontinenter Patienten der suprapubische Katheter gegenüber einem transurethralen Katheter beim männlichen Patienten die erste Wahl (61 %). Beim weiblichen Patienten sprachen sich 36 % zugunsten des suprapubischen Katheters aus, während 31 % den suprapubischen Dauerkatheter eher aufgrund der möglichen Komplikationen bei Anlage und Wechsel meiden und die übrigen keine Angaben machten (Von Rundstedt et al. 2015). Die Entscheidung muss letztlich nach individualmedizinischen, ganzheitlichen Gesichtspunkten erfolgen. Bei Verlegungen in Pflegeeinrichtungen kommt es nicht selten vor, dass auch nach primärer SPK-Anlage bei erforderlicher dauerhafter künstlicher Harnabteilung auf einen transurethralen Katheter gewechselt wird, da die ärztlich-urologische Betreuung und der Wechsel des SPK nicht gewährleistet werden kann, während die Neuanlage eines transurethralen Katheters eine pflegerische Tätigkeit darstellt.

### ■ Allgemeine Hygienemaßnahmen

— Aus infektionspräventiven Gründen werden keine bestimmten Kathetermaterialien oder -beschichtungen empfohlen. Silberbeschichtete Katheter zeigten in einem aktuellen Cochrane-Review keine Vorteile, nitrofurazonbeschichtete Katheter senkten die CAUTI-Rate (CAUTI = catheter-associated urinary tract infection) nur in klinisch irrelevantem Ausmaß. Hydrogelbeschichtete Katheter scheinen jedoch bei längerfristiger Anwendung besser toleriert zu werden, und Latexkatheter sollten wegen ihres hohen Allergisierungsrisikos nach Meinung des Autors nicht mehr verwendet werden. Vollsilikonkatheter weisen derzeit die beste Biokompatibilität und Stabilität auch bei Langzeitanwendung auf. Kondomurinale stellen nur bei männlichen Patienten eine Alternative zum Dauerkatheter dar. Wichtig ist die sorgfältige

Hauptpflege, um Ulzerationen zu vermeiden, und die Sicherstellung eines ungehinderten Harnabflusses in den Urinbeutel. Alternierend zum Urinal kommen Windeln zum Einsatz.

- Die Anlage des transurethralen Harnwegkatheters erfolgt unter aseptischen Bedingungen, idealerweise zu zweit mithilfe von sterilen Einmalsets.
- Für die Hautdesinfektion werden Schleimhautdesinfektionsmittel (z. B. Octenidin oder PVP-Jod) verwendet.
- Der Katheter sollte so dünn wie möglich (Verhinderung von Urethraschäden), aber so groß wie nötig (ausreichender Abfluss) sein.
- Geblockt wird der Katheter mit Aqua dest. oder steriler Glycerin-Wasser-Lösung. Nach Anlage wird er an ein steriles Drainagesystem angeschlossen.
- Die sichere Fixierung kann durch ein zusätzliches Fixierungssystem, z. B. am Unterbauch, erreicht werden.
- Ein routinemäßiges Wechselintervall wird weder für transurethrale noch für suprapubische Katheter empfohlen, sondern individuell nach Klinik festgelegt. Ein Katheterwechsel bei nachgewiesener Bakteriurie erscheint sinnvoll – möglichst in Verbindung mit einer Katheterisierungspause, um eine sofortige Rekolonisierung des neuen Katheters zu verhindern.
- Wichtig ist die Schulung des Personals im Umgang mit dem Drainagesystem. Ein konstanter Abfluss muss gewährleistet sein und der Rückfluss von Urin verhindert werden. Manipulationen am Harnableitungssystem sind auf das Nötigste zu beschränken. Vor und nach jeder Manipulation ist eine hygienische Händedesinfektion erforderlich.

#### Tipp

Hauptgrund der „Anurie“ beim katheterisierten Patienten ist ein abgknickter oder obstruierter Katheter.

- Blasenspülungen sind nur in Ausnahmefällen (z. B. Blasentamponade bei Blutung) mithilfe spezieller Spülkatheter sinnvoll. Die

routinemäßige Instillation von antiseptischen Substanzen zur Infektionsprävention ist nicht sinnvoll und ein „Blasentraining“ durch Abklemmen des Katheters obsolet.

- Urinproben zur physikalisch-chemischen und/oder mikrobiologischen Diagnostik dürfen nur aus den dafür vorgesehenen Entnahmestellen nach vorheriger Desinfektion derselben entnommen werden.
- Werden Katheter und Ableitsystem versehentlich dekonnektiert, sollte vor Rekonnektion nach Möglichkeit eine alkoholische Wischdesinfektion der Rekonnektionsstelle erfolgen.
- Die Auffangbeutel sollten rechtzeitig entleert werden, um einen Rücklauf des Urins zu verhindern. Die verwendeten Auffanggefäße werden nach Gebrauch z. B. im Steckbeckenspülgerät desinfiziert.
- Bei **Urostomien** (z. B. Ileum- oder Kolonconduit, perkutane Nephrostomie) wird die peristomale Haut mit Einmalkompressen mit pH-neutraler Waschlotion von innen nach außen gereinigt. Gegebenenfalls müssen Haare im Bereich des Stomas mit dem Clipper gekürzt werden, um eine sichere Fixierung des Stoma-beutels zu gewährleisten.
- Um die Haut um das Stoma vor Urin zu schützen, ist ein guter Abfluss wichtig. Der Stomabeutel sollte bereits bei einem Drittel Füllung gewechselt werden.
- Wird die Stomaversorgung nicht durch den entsprechend angeleiteten Patienten selbst vorgenommen, empfiehlt sich die Durchführung durch in der Stomapflege erfahrenes Pflegepersonal („Stomateam“).

Gerade bei Urindauerkathetern ist die Rate fehlerhafter Indikationen besonders hoch. Zahlreiche Studien zeigen für 30–60 % der Kathetertage keine Indikation und teilweise wussten die behandelnden Ärzte (38 %!) gar nicht, dass ihre Patienten mit einem Urindauerkatheter versorgt waren.

Durch Erinnerungssysteme (in der Papierpatientenakte oder im EDV-System) oder Stopp-Anordnungen können die Anwendungstage deutlich reduziert werden. Entsprechend empfiehlt die KRINKO (2014),

- jede Anwendung eines Blasenkatheters von einer strengen, medizinisch begründeten und ärztlich angeordneten Indikation abhängig zu machen und diese zu dokumentieren,
- die Liegedauer eines Blasenverweilkatheters stets auf ein erforderliches Minimum zu beschränken,
- das Weiterbestehen einer Indikation für eine Katheterdrainage täglich ärztlich zu überprüfen und zu dokumentieren,
- in Einrichtungen ohne ständige ärztliche Anwesenheit entsprechende ärztliche Anordnungen regelmäßig zeitnah einzuholen,
- sogenannte Interventionsbündeln einzuführen, wobei sich die Verwendung von Checklisten in einigen Studien bewährt hat.

Das bloße Abhaken und Abheften von Checklisten ist wenig hilfreich – entscheidend ist die gelebte Visitenkultur.

- **Im Rahmen einer Visite können Memocards (ähnlich einer Pilotencheckliste, die auch nicht abgehakt, aber dafür tatsächlich vorgelesen und verwendet wird!) hilfreich sein. Diese sollten neben der Frage nach der Indikation des Urindauerkatheters auch gleich die nach peripheren und zentralen Verweilkanülen, der Umsetzung des VAP-Präventionsbündels (VAP = ventilator-associated pneumonia), der Notwendigkeit einer Antibiotikatherapie, der Sinnhaftigkeit der Gabe eines Protonenpumpeninhibitors (PPI), der Durchführung einer Thromboembolieprophylaxe, der Berücksichtigung der häuslichen Medikation des Patienten etc. berücksichtigen.**

Da neben der CAUTI-Prävention eine ganze Reihe von infektionspräventiven, aber auch allgemeinintensivmedizinische und pflegerische Aspekte eine Rolle spielen, erscheint der Einsatz integrierter Checklisten oder Memocards sinnvoll. Derartige „daily goal checklists“ werden auch vom Personal der Intensivstationen in der Regel gut aufgenommen (Centofanti et al. 2014), wobei jedoch beachtet werden muss, dass die Sache nicht in Doppel- und Dreifachdokumentationen ausartet und zu einer

bürokratischen statt einer motivierenden und kommunikativen Übung wird. Vielmehr dienen sie als Gedächtnisse für eine strukturierte Intensivvisite.

Derartige Memocards sind auch für Normalstationen sinnvoll, wobei die intensivmedizinischen Aspekte durch die jeweiligen Schwerpunkte des Fachbereiches (z. B. geriatrisches Assessment, Verlegungsplanung, Anschlussheilbehandlung/Rehabilitation, häusliche Versorgung, Entfernung von Drainagen, Klammern, Fäden etc.) ersetzt werden.

### Beispiel Memocard Intensivstation (nach Schulz-Stübner 2015)

- Haupt- und Nebendiagnosen korrekt?
- Aktuelle Probleme?
- Weitere Diagnostik angeordnet?
- Therapieziele definiert, weitere Therapie angeordnet?
- Reanimationsstatus definiert (Patientenverfügung, Vorsorgevollmacht)?
- Schmerztherapie ausreichend?
- Sedierungsziel definiert und erreicht bzw. Sedierungspause durchgeführt?
- Weaningziele definiert, Extubation möglich? VAP-Präventionsbündel umgesetzt?
- Ernährungsziel definiert und erreicht?
- Thromboseprophylaxe?
- Stressulkusprophylaxe erforderlich (Protonenpumpeninhibitoren möglichst vermeiden)?
- Dekubitusprophylaxe/Lagerungstherapie, Frühmobilisation?
- Häusliche Medikation weitergeführt/adaptiert?
- Zugänge/Katheter noch erforderlich (ZVK, PVK, arterielle Kanüle, Urindauerkatheter, Magensonde)?
- Antibiotikatherapie?

## Literatur

- Babu MA, Patel R, Marsh WR, Wijidicks EFM (2012) Strategies to decrease the risk of ventricular catheter infections: A review of the evidence. *Neurocrit Care* 16: 194–202
- Bjerregaard LS, Hornum U, Trolborg C et al. (2016) Postoperative urinary catheterization thresholds of 500 versus

- 800 ml after fast-track total hip and knee arthroplasty. *Anesthesiology* 124: 1256–1264
- Centofanti JE, Duan EH, Hoad NC, Swinton ME, Perri D et al. (2014). Use of daily goal checklist for morning ICU rounds: A mixed-methods study. *Crit Care Med* 42: 1797–1803
- Climo MW, Yokoe DS, Warren DK, Perl TM, Bolon M (2013) Effect of daily chlorhexidine bathing on hospital-acquired infection. *N Engl J Med* 368: 533–54
- Dettenkofer M, Wilson C, Gratwohl A, Schmoor C, Bertz H, Frei R, Heim D, Luft D, Schulz S, Widmer AF (2010) Skin disinfection with octenidine dihydrochloride for central venous catheter site care: a double-blind, randomized, controlled trial. *Clin Microbiol Infect* 16(6): 600–6
- Gould CV, Umscheid CA, Agarwal RK, Kuntz G, Pegues DA; the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (2009) Guideline for Prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (KRINKO) (2002) Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsbl* 45: 907–24
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2015) Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfektionen. *Bundesgesundheitsbl DOI* 10.1007/s00103-015-2152-3
- Krause R, Valentin T, Salzer H, Hönig M, Valentin A et al. (2013) Which lumen is the source of catheter-related bloodstream infection in patients with multi-lumen central venous catheters? *Infection* 41: 49–52
- KRINKO (2017) Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen Teil 1 – Nichtgetunnelte zentralvenöse Katheter Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 60: 171–206
- KRINKO (2017b) Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen Teil 2 – Periphervenöse Verweilkanülen und arterielle Katheter Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 60: 207–215
- KRINKO (2017c) Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen Hinweise zur Implementierung Informativer Anhang 2 zur Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 60: 231–244
- Lo E, Nicolle LE, Coffin SE, Gould C, Margakis LL et al. (2014) Strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections in acute care hospitals: 2014 Update. *Infection Control Hospital Epidemiol* 5: 464–479
- Loftus RW, Brindeiro BS, Kispert DP, Patel HM, Koff MK (2012) Reduction in intraoperative bacterial contamination of peripheral intravenous tubing through the use of a passive catheter system. *Anesth Analg* 115: 1315–23

- Loftus RW, Patel HM, Huysman BC, Kispert DP, Koff MD, Gallagher JD et al. (2012) Prevention of intravenous bacterial injection from health care provider hands: The importance of catheter design and handling. *Anesth Analg* 115: 1109–19
- Maki DG, Ash SR, Winger RK, Lavin P (2011) for the AZEPTIC trial investigators. A novel antimicrobial and antithrombotic lock solution for hemodialysis catheters: A multicenter, controlled, randomized trial. *Crit Care Med* 39: 613–20
- Marik PE, Flemmer M, Harrison W (2012) The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 40: 2479–85
- Mermel LA, Allon M, Bouza E, Craven DE, Flynn P et al (2009) Clinical Practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Disease Society of America. *Clinical Infectious Diseases* 49: 1–45
- Munoz-Price LS, Dezfulian C, Wyckhoff M, Lenchus JD, Rosalsky M et al. (2012) Effectiveness of stepwise interventions targeted to decrease central catheter-associated bloodstream infections. *Crit Care Med* 40: 1464–69
- Noto MJ, Domenico HJ, Byrne DW, Talbot T, Rice TW et al. (2014) Chlorhexidine Bathing and Health Care-Associated Infections: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. doi:10.1001/jama.2014.18400
- O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J et al.; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (2011) Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/bsi-guidelines-2011.pdf>
- Parienti JJ, du Cheyron D, Timsit JF, Traoré O, Kalon P, Mimos O, Mermel LA (2012) Meta-analysis of subclavian insertion and nontunneled central venous catheter-associated infection risk reduction in critically ill adults. *Crit Care Med* 40: 1627–34
- Piening B (2012) Deutsche Daten im Rahmen der ersten europäischen Prävalenzerhebung zum Vorkommen nosokomialer Infektionen und zur Antibiotikaaanwendung. *Epidemiol Bulletin* 26: 239–240
- Pronovost P, Needham D, Berenholtz S (2006) An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 355: 2725–2732
- Pronovost P, Goeschel CA, Colantuoni E (2010) Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: Observational study. *BMJ* 340: C309
- Rickard CM, Webster J, Wallis MC, Marsh N, McGrail MR et al. (2012) Routine versus clinically indicated replacement of peripheral intravenous catheters: a randomised controlled equivalence trial. *Lancet* 380: 1066–74
- Scheithauer S, Schulze-Steinen H, Höllig A, Lopez-Gonzalez L, Hilgers RD, Reinges MH, Marx G, Lemmen S (2016) Significant Reduction of External Ventricular Drainage-Associated Meningoventriculitis by Chlorhexidine-Containing Dressings: A Before-After Trial. *Clin Infect Dis* 62(3): 404–405. doi: 10.1093/cid/civ887
- Schulz-Stübner S (2015) Katheterassoziierte Harnwegsinfektionen: Prävention in Theorie und Praxis. *Krankenhaushygiene up2date* 10: 197–209
- Vonberg RP, Gastmeier P (2007) Hospital-acquired infections related to contaminated substances. *J Hosp Infect* 65:15–23
- Von Rundstedt FC, Roth S, Degener S, Lazica D, Schroeder A, Mathers MJ (2015) Bundesweite Umfrage zur Katheterversorgung in Deutschland. *Urologe* 54: 542–547
- Zingg W, Cartier V, Inan C, Touveneau S, Theriault M, Gayet-Ageron A, Clergue F, Pittet D, Walder B (2014) Hospital-wide multidisciplinary, multimodal intervention programme to reduce central venous catheter-associated bloodstream infection *PLoS One* 9:e93898

# Vermeidung nosokomialer Pneumonien und Atemwegsinfektionen

*J. Großmann, S. Schulz-Stübner*

- 22.1    **Begriffsdefinition – 432**
- 22.2    **Epidemiologische Daten – 432**
- 22.3    **Erregerspektrum – 434**
- 22.4    **Pathogenese – 435**
- 22.5    **Diagnose – 436**
- 22.6    **Antimikrobielle Therapie – 441**
- 22.7    **HAP- und VAP-Präventionsmaßnahmen – 443**
- Literatur – 450**

## Zusammenfassung

Nosokomiale Pneumonien sind mit einer erhöhten Letalität, einer verlängerten Liegedauer und erhöhten Kosten verbunden. Der überwiegende Teil der wissenschaftlichen Literatur zum Thema nosokomiale Pneumonie bezieht sich auf invasiv beatmete Patienten. In der aktuellen S3-Leitlinie „Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten mit nosokomialer Pneumonie“ (Dalhoff et al. 2012), die von mehreren Fachgesellschaften erarbeitet wurde, wird aber darauf hingewiesen, dass die HAP („hospital acquired pneumonia“) aufgrund zunehmender Morbidität bei hospitalisierten Patienten auch bei spontan atmenden bzw. nicht invasiv beatmeten Patienten als ein zunehmendes Problem einzuschätzen ist.

Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über das Erregerspektrum und die Pathogenese und fasst Empfehlungen zur mikrobiologischen Diagnostik und zur Therapie zusammen.

## 22.1 Begriffsdefinition

Eine Pneumonie wird als nosokomial (**HAP** = „**h**ospital **a**cquired **p**neumonia“) definiert, wenn sie im Krankenhaus erworben wurde und die Symptome frühestens 48 h nach Krankenhausaufnahme auftreten. Als weiteres Kriterium gilt, dass sich die Erkrankung zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme nicht bereits in der Inkubationsphase befand.

Als HCAP („**h**ealthcare **a**ssociated **p**neumonia“) bezeichnet man Pneumonien bei Personen, die in regelmäßigem Kontakt zu nicht stationären medizinischen Einrichtungen (z. B. Dialysepraxen) stehen oder in Pflegeheimen untergebracht sind.

Eine häufige Komplikation im intensivmedizinischen Bereich ist das Auftreten einer **ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP)**, die sich 48 h nach Beatmungsbeginn entwickelt, ohne dass vorher Hinweise auf eine respiratorische Infektion bestanden.

## 22.2 Epidemiologische Daten

Sowohl in den USA als auch in Europa steht die nosokomiale Pneumonie an zweiter bzw. dritter Stelle der im Krankenhaus erworbenen Infektionen. In

der vom European Centre for Disease Prevention (ECDC) organisierten ersten europäischen Punktprävalenzstudie zum Vorkommen von nosokomialen Infektionen und zur Antibiotikaaanwendung wurden für Deutschland die im Jahr 2011 erhobenen Zahlen vorgestellt. In den 46 eingeschlossenen repräsentativen Krankenhäusern waren die postoperativen Wundinfektionen mit einem Anteil von 24,7 % am häufigsten, gefolgt von Harnwegsinfektionen mit 22,4 %. Die unteren Atemwegsinfektionen lagen mit einem Anteil von 21,5 % dicht dahinter.

Die epidemiologischen Auswertungen des Krankenhaus-Surveillance-Systems (KISS) lieferten für den Zeitraum von 2011 bis 2015 folgende Daten in Zusammenhang mit Atemwegsinfektionen auf deutschen Intensivstationen:

- Bei invasiv beatmeten Patienten beträgt die Pneumonierate im Mittel 3,65 pro 1000 Beatmungstage (946 teilnehmende Stationen).
- Bei Patienten mit nicht invasiver Beatmung beträgt sie im Mittel 1,26 pro 1000 Beatmungstage (376 Stationen, optionale Surveillance-Komponente).
- Bei 4,1 Millionen Beatmungstagen wurden knapp 15.000 VAP-Fälle beobachtet.

Im Vergleich mit Harnwegsinfektionen und ZVK-assoziiierter Sepsis ist damit die ventilatorassoziierte Pneumonie (VAP) immer noch die häufigste nosokomiale Infektion auf deutschen Intensivstationen. Das Risiko, an einer VAP zu erkranken, ist bei invasiver Beatmung (INV) um das 6- bis 20-fache erhöht (Deja et al. 2011). Eine nicht invasive Beatmung (NIV) dagegen ist mit einer Reduzierung des Risikos verbunden. Bei ca. 40.000 nosokomialen Pneumonien pro Jahr in Deutschland wird der Anteil an Patienten, die nicht beatmet sind (Intensivstationen und andere Stationen) mit ca. 60 % angegeben (Dalhoff et al. 2012).

### ■ CDC-Modifikation der VAP-Surveillance

Bislang hat sich die Surveillance der Komplikationen bei invasiv beatmeten Patienten auf das Auftreten einer ventilatorassoziierten Pneumonie beschränkt. Aufgrund dieser eingeschränkten Betrachtungsweise, die unter anderem als subjektiv, fehleranfällig und arbeitsintensiv kritisiert wurde und darüber hinaus nur einen kleinen Teil von Intensivpatienten

hinsichtlich der Morbidität berücksichtigt hatte, wurde von der CDC in Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachgesellschaften ein neues Surveillance-Modul („ventilator associated events“; VAEs) entwickelt, das der VAP-Problematik besser gerecht werden soll (Klompas et al. 2015). Das CDC Healthcare Safety Network ersetzte dabei die VAP-Definition durch VAE-Definitionen. Durch diese neuen Definitionen sollen die Parameter einer auftretenden respiratorischen Verschlechterung genauer identifiziert werden, nachdem zuvor stabile oder sogar verbesserte Beatmungsverhältnisse vorgelegen haben. Diese Neuerungen sollen unter anderem zu einem verbesserten Benchmarking beitragen, sind aber auch als Teil der „Pay for Performance“-Debatte in den USA zu verstehen.

Es werden 3 Stufen beschrieben:

1. Ventilator-associated condition (VAC)
  - $\geq 2$  Tage stabile oder reduzierte PEEP-Einstellung oder  $\text{FiO}_2$ , mit folgendem PEEP-Anstieg von  $\geq 3 \text{ cmH}_2\text{O}$  oder Anstieg des  $\text{FiO}_2$  um 20 % für  $\geq 2$  Tage
2. Infection-related ventilator-associated complications (IVAC)
  - Temperatur  $<36^\circ\text{C}$  oder  $>38^\circ\text{C}$
  - Leukozyten  $\leq 4000/\mu\text{l}$  oder  $\geq 12.000/\mu\text{l}$  und
  - $\geq 1$  neues Antibiotikum für  $\geq 4$  Tage
  - Innerhalb 2 Tage nach VAC-Onset, ausgeschlossen sind die beiden ersten Beatmungstage
3. Possible oder Probable Pneumonia
  - IVAC plus
  - Sputum/bronchoalveoläre Lavage (BAL) mit  $\geq 25$  Neutrophilen/Feld und/oder
  - Positive Kultur aus dem Respirationstrakt
  - Innerhalb 2 Tage nach VAC-Onset, ausgeschlossen sind die beiden ersten Beatmungstage

Es bleibt abzuwarten, ob sich diese Differenzierung der Surveillance auch im europäischen Raum etabliert und wenn ja, welche Konsequenzen daraus gezogen werden können.

Die Arbeitsgruppe um Klompas (2015) konnte in einer Studie anhand dieser Einteilung nachweisen, dass die Intensivierung der täglichen Aufwachversuche (SATs, „spontaneous awakening trials“) kombiniert mit täglichen Spontanattemptsversuchen

(SBTs, „spontaneous breathing trials“) ohne Sedierung mit einer signifikanten Reduktion von VAE-Raten verbunden war. Dies hat zu einer signifikanten Reduzierung der Beatmungsdauer und des Krankenhausaufenthaltes geführt. Keine Veränderungen ergaben sich jedoch bei dem Risiko für ein VAE pro Ventilortag. Es war außerdem ein Rückgang des Auftretens von IVAC-Ereignissen nachweisbar, auf das Auftreten von Pneumonien hatten die intensivierten Maßnahmen jedoch keinen Einfluss.

➤ **In Deutschland bleiben die KISS-Definitionen zur Erfassung der beatmungsassoziierten nosokomialen Pneumonie unverändert, sodass eine kontinuierliche Longitudinalbewertung der Ergebnisse nach wie vor möglich ist.**

#### ■ Mortalität

Die Literaturangaben zur Letalität der VAP sind uneinheitlich, in einer Metaanalyse (Muscedere 2010) wurden 16 % (Bandbreite 10–47 %) angegeben, nach KRINKO (2013) beträgt sie ca. 13 %. Bei durch *Pseudomonas aeruginosa* oder *Acinetobacter* verursachten Pneumonien liegt die Sterblichkeit noch höher. Es muss aber berücksichtigt werden, dass bei der hohen Mortalität oftmals die vorhandene Grundkrankheit eine entscheidende Rolle spielt und der Patient nicht notwendigerweise an der Pneumonie sondern mit der Pneumonie verstirbt. Die zusätzliche Sterblichkeit einer VAP („attributable mortality“) wird in einer Metanalyse mit ca. 13 % angegeben (Melsen et al. 2013). Aufgrund der schwierigen Diagnosestellung einer VAP muss diese Zahl jedoch zurückhaltend interpretiert werden. Keinen Einfluss auf die Letalität scheint das zeitliche Auftreten der VAP zu haben.

#### ■ Formen

Es wird zwischen einer frühen Form („early-onset“, innerhalb der ersten 96 h nach Krankenhausaufnahme) und einer späten Form („late-onset“ nach 96 h) unterschieden.

#### ■ Beatmungsdauer

Neben der Beatmungsform (invasiv vs. nicht invasiv) ist auch die Beatmungsdauer ein Risikofaktor für das Entstehen einer VAP. In den ersten 5 Beatmungstagen

beträgt die VAP-Inzidenz bei maschineller Beatmung 3 %, sie verringert sich im weiteren Verlauf bis zum 10. Tag auf 2 % pro Beatmungstag, danach nimmt sie auf 1 % ab (KRINKO 2013). Innerhalb der ersten 7–10 Tage ist das Risiko, eine VAP zu entwickeln, am größten, danach nimmt es wieder ab. In diesem Zeitraum entstehen ca. 90 % aller ventilatorassoziierten Pneumonien (Dembinski u. Rossaint 2008).

➤ **Das Risiko, eine nosokomiale Pneumonie zu entwickeln, ist bei invasiv beatmeten Patienten um das ca. 6- bis 20-fache erhöht. Dabei korreliert das Risiko mit der Beatmungsdauer. Eine nicht invasive Beatmung hingegen ist mit einer Risikoreduktion verbunden.**

■ **Weitere Risikofaktoren für das Auftreten einer HAP/VAP**

- Schlechter Allgemeinzustand
- Extreme Altersgruppen (Alter >65 Jahre)
- Langer Krankenhausaufenthalt
- Multimorbidität (hohe ASA-Physical-Status-Kategorie)
- Thorakale und große abdominelle Eingriffe
- Vorbestehende Lungenerkrankungen bzw. schwere respiratorische Insuffizienz mit oder ohne Beatmung
- Neurologische Erkrankungen (Schluckstörungen, Bewusstseinsstörungen)
- Antiinfektive Vorbehandlung
- Intubation und Reintubation
- Nasotracheale Intubation (Sinusitisgefahr).

## 22.3 Erregerspektrum

Es ist zu berücksichtigen, dass die oberen Luftwege von kritisch kranken Patienten rasch von nosokomialen Erregern kolonisiert werden („Erregerwechsel“).

Hauptsächlich werden nosokomiale Pneumonien durch bakterielle Erreger verursacht, am häufigsten sind aerobe und fakultativ anaerobe gramnegative Stäbchenbakterien nachzuweisen (*Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacteriaceae*, *Haemophilus influenzae* etc.). Im grampositiven Bereich sind vor allem *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus pneumoniae* als Infektionsauslöser beschrieben. Typische

Kommensalen der normalen Schleimhautflora, wie z. B. vergrünende Streptokokken, Corynebakterien oder Neisserien spielen hingegen als Infektionsauslöser keine Rolle. Ebenfalls von untergeordneter Bedeutung sind bei immunkompetenten Patienten Pilze und Viren als Verursacher einer nosokomialen Pneumonie.

Der häufige Nachweis von *Candida* spp. unter antibiotischer Therapie, insbesondere bei intubierten Patienten, ist im Gegensatz zu *Aspergillus* spp. (hohe Letalität bei Risikopatienten) keine Indikation für eine antimykotische Therapie.

Zu beobachten ist eine Zunahme von Infektionen durch multiresistente Erreger (MRE). Risikofaktoren für das Auftreten von MRE sind unter anderem:

- Vorangegangene oder laufende Antibiotikatherapie
- Vorangegangener Krankenhausaufenthalt
- Dauer der Hospitalisierung vor Beginn der Pneumonie
- Invasive Beatmung und Beatmungsdauer (>4–6 Tage)
- Patienten aus Pflegeheimen, chronische Dialysepatienten, Stomaträger, offene Hautwunden
- Strukturelle Lungenerkrankungen
- Bekannte Kolonisation mit MRE
- Hohe Antibiotikaresistenz in der Einrichtung
- Hohe Prävalenz in der Einrichtung bzw. im Patienteneinzugsgebiet.

Die S3-Leitlinie (Dalhoff et al. 2012) empfiehlt daher, bei der initialen, kalkulierten antimikrobiellen Therapie der Pneumonie zu unterscheiden, ob es sich um Patienten mit oder ohne Risikofaktoren für multiresistente Erreger handelt. Ähnliche Empfehlungen sind in den Guidelines der American Thoracic Society (2005) zu finden: Patienten, die vor ≤12 Monaten hospitalisiert waren oder mit Antibiotika vorbehandelt wurden, haben ein erhöhtes Risiko für die Kolonisation mit gramnegativen Erregern und sollten daher die gleiche Therapie erhalten, wie sie für Late-onset-Pneumonien empfohlen wird.

■ **Zu erwartende Infektionserreger**

Die S3-Leitlinie teilt die zu erwartenden Infektionserreger von nosokomialen Pneumonien wie folgt ein:

**Patienten ohne Risikofaktoren für MRE:**

- *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp.)

- *Haemophilus influenzae*
- *Staphylococcus aureus* (MSSA)
- *Streptococcus pneumoniae*

#### Patienten mit Risikofaktoren für MRE zusätzlich:

- Methicillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)
- ESBL-bildende *Enterobacteriaceae*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Acinetobacter baumannii*
- *Stenotrophomonas maltophilia*

#### Bakterien und Pilze:

Bakterien und Pilze der oropharyngealen Standortflora ohne therapeutische Relevanz bei nosokomialer Pneumonie:

- *Corynebacterium* spp.
- *Enterococcus* spp.
- *Neisseria* spp.
- $\alpha$ -hämolisierende (vergrünende) Streptokokken
- Koagulasenegative Staphylokokken
- *Candida* spp.

➤ **Mit dem Auftreten von multiresistenten Erregern muss auch schon zu einem frühen Zeitpunkt nach Krankenhausaufnahme gerechnet werden. Um eine adäquate Therapie einzuleiten, sollten die Risikofaktoren für das Vorliegen einer MRE-Kolonisation bereits bei der Aufnahme erhoben und bei der initialen Therapieplanung mit berücksichtigt werden. Der häufige Nachweis von *Candida* spp. in den Atemwegen unter antibiotischer Therapie rechtfertigt für sich alleine keine antimykotische Therapie.**

## 22.4 Pathogenese

Eine nosokomiale Pneumonie entsteht vor allem durch **Mikroaspiration** von pathogenen Keimen aus dem oropharyngealen Raum. Begünstigt wird die Mikroaspiration in erster Linie bei beatmeten Patienten, wobei der Tubus als „Leitschiene“ für erregerehaltiges Material dient. Bei nicht invasiver Beatmung sind dagegen die Atemwege bei ausreichenden Schutzreflexen besser vor Aspiration geschützt.

Wiederholte Mikroaspiration von erregerehaltigem Sekret führt bei intubierten Patienten zunächst zur Ausbildung einer Tracheobronchitis, im weiteren Verlauf resultieren daraus dann eine Bronchiolitis, eine Bronchopneumonie und schließlich eine Pneumonie (Dembinski u. Rossaint 2008).

Eine hundertprozentige Abdichtung der Trachea ist selbst bei optimaler Tubusblockung nicht zu erreichen, dazu trägt auch die Anatomie der Trachea bei. Die Knorpelspangen sind hufeneisenförmig aufgebaut, nach dorsal zum Ösophagus werden die Knorpel bindegewebig und muskulär (Pars membranacea) zu einem Ring geschlossen. Außerdem können beim Blocken des Tubus feine Längsfalten an der Trachealtubusmanschette (Cuff) als sog. „**Cuffstraßen**“ entstehen, sodass Sekret am Cuff vorbei in die tiefen Atemwege gelangen kann. Ursächlich für diese Cuffstraßen ist neben der Anatomie der Trachea auch das Cuffmaterial selbst. Die Größe der Cuffstraßen ist abhängig vom Cuffmaterial: Je dicker das Material, desto größer sind auch die Cuffstraßen.

Cuffs aus PVC und Silikon reagieren auf Druckschwankungen nur langsam. Dies begünstigt insbesondere bei der Inspiration die Vergrößerung der Längsfurchen und fördert dadurch die Mikroaspiration. Hohe Cuffdrücke könnten dieses Problem zwar weitgehend beseitigen, aufgrund der Gefahr der Ausbildung von Schleimhautulcerationen ist diese Maßnahme jedoch nicht tolerierbar. Von industrieller Seite reagiert man mit der Entwicklung von Cuffs mit konischer Form und der Verwendung von speziellen, neuartigen ultradünnen Cuffmaterialien (Vetter et al. 2017).

#### ■ Weitere Pathomechanismen

**Regurgitation von Magensaft** Neben der schnellen Veränderung der physiologischen Keimflora im Oropharynx kann sich im Laufe der Zeit auch eine Besiedelung mit Keimen aus dem Magen einstellen, begünstigend wirkt der Einsatz von Medikamenten, welche zu einer Anhebung des Magensaft-pH-Werts führen („Stressulkusprophylaxe“).

**Biofilmbildung der Tubuswand** Wie bei allen künstlichen „Devices“ kann auch auf der Tubusoberfläche ein Biofilm entstehen, der im Verlauf häufig mit hochresistenten Keimen besiedelt sein kann.

**Abnahme der mukoziliären Clearance** Neben dem weitgehenden Ausfall der körpereigenen Schutzmechanismen wie Schluck- und Hustenreflex sind bei beatmeten Patienten auch die Reinigungsmechanismen der Atemwege stark beeinträchtigt. Insbesondere bei nicht ausreichender Befeuchtung der Atemwege versagt die Transportfunktion des Flimmerepithels der Bronchialschleimhaut nach kurzer Zeit.

**Übertragungswege** Im Hinblick auf die direkte Übertragung über die Hände bzw. durch kontaminiertes Material ist die hygienische Händedesinfektion nach wie vor die wichtigste Präventionsmaßnahme zur Vermeidung nosokomialer Pneumonien. Die Verschleppung von Krankheitserregern kann aus der endogenen Flora des Patienten selbst oder auch von anderen Patienten (Transmission) stattfinden. Auch die Übertragung von Keimen über unbelebte Flächen (z. B. Oberflächen von Überwachungsmonitoren) kann eine Rolle spielen. Die Inhalation von Krankheitserregern kann auch durch kontaminiertes Material erfolgen. Häufige Infektionsquellen sind dabei Schlauch- und Verneblersysteme oder Bronchoskope. Insbesondere bei mangelhafter Aufbereitung der Medizinprodukte oder Nichteinhaltung der Hygienestandards ist diese Gefahr gegeben.

**Ventilatorassoziierte Lungenschädigung** Die Verletzung von Lungengewebe durch maschinelle Beatmung („ventilator-induced lung injury“; VILI) ist ebenfalls als Risikofaktor für die Entstehung einer nosokomialen Pneumonie anzusehen. Bei initial falscher Einstellung des Respirators oder bei vorbestehenden Lungenerkrankungen, die z. B. mit ausgedehnten Belüftungsstörungen einhergehen, können im Rahmen der Beatmung zusätzliche Lungentraumata hervorgerufen werden. Eine maschinelle Beatmung kann zu einer Überdehnung der Alveolen (Barotrauma), zur Schädigung des Alveolarepithels bei Anwendung hoher Tidalvolumina (Volutrauma) oder auch zu einem Atelekttrauma aufgrund eines zyklischen Kollapses instabiler Alveolen führen. Hohe inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen begünstigen die rasche Ausbildung von Resorptionsatelektasen und die Bildung toxischer Sauerstoffradikale. Zumeist entstehen diese Effekte der maschinellen Beatmung jedoch zusätzlich im Rahmen einer Schädigung von anderen Organen, wie sie z. B. beim

Auftreten von Multiorganversagen zu beobachten sind (Dembinski u. Rossaint 2008).

**Luftübertragungen** Sie sind im Rahmen der Entwicklung einer nosokomialen Pneumonie von untergeordneter Bedeutung.

➤ **Als Hauptursache für das Entstehen einer nosokomialen Pneumonie gilt die Mikroaspiration bei Patienten mit eingeschränkten Schutzreflexen. Insbesondere invasiv beatmete Patienten gelten als gefährdet. Der Tubus gilt als Leitschiene für infektiöses Sekret. Gute Händehygiene-Compliance und die konsequente Einhaltung von Hygienestandards sind sehr effektive Maßnahmen, um die Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern.**

## 22.5 Diagnose

Die Diagnose einer nosokomialen Pneumonie ist aufgrund der häufig nicht eindeutigen Klinik auch mit dem Einsatz moderner Diagnoseverfahren weiterhin schwierig. Einen „Goldstandard“ gibt es derzeit nicht. Zumeist handelt es sich zunächst um eine Arbeitsdiagnose, die einer weiteren Überprüfung bedarf. Steht der Verdacht einer HAP/VAP im Raum, darf bis zur Einleitung einer adäquaten Therapie keine Zeit verloren werden, da sich mit jeder Stunde Therapieverzögerung das Outcome des Patienten verschlechtert und mit einer signifikant erhöhten Mortalität verknüpft ist.

Zur klinischen Diagnose einer HAP/VAP wird im Krankenhausinfektions Surveillance System (KISS 2016) eine Kombination radiologischer und klinischer Befunde gefordert.

### Surveillancedefinition der klinischen Pneumonie nach KISS

Mindestens eines der folgenden Zeichen lässt sich wiederholt bei Röntgenuntersuchungen des Thorax nachweisen (bei Patienten ohne pulmonale oder kardiale Grundkrankheit reicht

ein aussagekräftiger Röntgen-Thorax-Befund mit einem der nachfolgenden Zeichen):

- Neues oder progressives und persistierendes Infiltrat
- Verdichtung
- Kavernenbildung
- Pneumatozele bei Kindern <1 Jahr

Zusätzlich mindestens eines der folgenden Zeichen:

- Leukozytose ( $\geq 12.000/\mu\text{l}$ ) oder Leukopenie ( $< 4000/\mu\text{l}$ )
- Fieber  $> 38^\circ\text{C}$  ohne andere Ursache
- Verwirrtheit ohne andere Ursache bei Patienten  $\geq 70$  Jahre

Zusätzlich mindestens 2 der folgenden Zeichen:

- Neues Auftreten von eitrigem Sputum/Trachealsekret oder Veränderung des Sputums/Trachealsekrets (Farbe, Konsistenz, Geruch) oder vermehrte respiratorische Sekretion oder vermehrtes Absaugen
- Neuer oder zunehmender Husten oder Dyspnoe oder Tachypnoe
- Rasselgeräusche oder bronchiales Atemgeräusch
- Verschlechterung des Gasaustausches (z. B. erhöhter Sauerstoffbedarf, neue Beatmungsnotwendigkeit)

In der S3-Leitlinie (Dalhoff et al. 2012) wird auf die Kriterien von **Johanson** hingewiesen:

- Neues oder progredientes Infiltrat im Röntgen-thorax in Kombination mit 2 der folgenden Kriterien:
  - Leukozyten  $> 10.000/\mu\text{l}$  bzw.  $< 4000/\mu\text{l}$
  - Fieber  $\geq 38,3^\circ\text{C}$
  - Purulentes Sekret

Die klinische Diagnose zeigt bei allen Studien lediglich eine Sensitivität und Spezifität von ca. 70 %, somit werden 30 % der HAP-Fälle nicht als solche erkannt. Auch die bildgebenden Verfahren sind nicht eindeutig aussagekräftig, und der Einsatz von

Pneumonie-Scores wie z. B. dem „clinical pulmonary infection score“ (CPIS) verbessert die klinische Diagnosestellung nicht. Bei schwerer Verlaufsform einer HAP ist zu prüfen, ob zusätzlich eine Sepsis vorliegt (Sepsiskriterien beachten).

Gerade vor dem Hintergrund der in den USA geführten „Pay for Performance“-Debatte wird daher intensiv nach leicht zu erfassenden „objektiven“ Kriterien für eine VAP-Surveillance gesucht. Dabei scheinen sich eine Reihe von Parametern als mögliche zukünftige Marker herauszukristallieren (■ Tab. 22.1). Dabei ist eine Verlagerung von radiologischen und klinischen Befunden zu leichter messbaren funktionellen Oxygenierungsparametern zu beobachten, welche allerdings als störanfällig für nicht infektiöse Komplikationen der Beatmungstherapie bzw. Verschlechterungen der Grundkrankheit (z. B. pulmonale Stauung, Atelektasenbildung durch fehlende Sekretmobilisation, ARDS etc.) anzusehen sind. Eine derartig vereinfachte Erfassung böte sicher gewisse Vorteile, die langfristig auch den Verlust der Vergleichbarkeit mit alten Daten aufwiegen.

➤ **Surveillance-Definitionen sollten so selten wie möglich und nur bei deutlichen Vorteilen der Neuerungen geändert werden, um einen langfristigen Longitudinalvergleich zu ermöglichen.**

**Differenzialdiagnose** Ausgeschlossen werden sollten unter anderem das Vorliegen von Atelektasen, eine dekompensierte Herzinsuffizienz (Überwässerung), interstitielle Lungenerkrankungen, eine kryptogen organisierende Pneumonie (COP), das „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS) und eine Lungenembolie.

➤ **Die klinische Diagnose einer HAP ist schwierig. Um eine zeitnahe kalkulierte antimikrobielle Therapie einzuleiten, muss die Arbeitsdiagnose schnell gestellt und regelmäßig überprüft werden.**

### 22.5.1 Mikrobiologische Diagnostik

Die aktuelle AWMF-S3-Leitlinie „Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten

**Tab. 22.1** Vorschlag zur elektronischen Erfassung „objektiver“ Diagnoseparameter für die VAP-Surveillance nach CDC Prevention Epicenters Program. (Adaptiert nach Klompas 2012)

Parameter	Routine	Objektives Kriterium	Elektronisch direkt erfassbar
Infiltrat im Röntgenbild	+	–	–
Körpertemperatur	+	+	+
Leukozytenzahl	+	+	+
Sputumqualität	+	–	–
Sputumquantität	+	–	–
Neutrophile im Sputum	+	+	+
Husten	+	–	–
Luftnot	+	–	–
Atemgeräusche	+	–	–
Verschlechterte Oxygenation (Anstieg $FiO_2$ -Bedarf)	+	+	+
Steigende Beatmungsintensität (höherer PEEP)	+	+	+
Nachweis pathologischer Erreger im Sputum/Trachealsekret/BAL	+	+	+
$PaO_2/FiO_2$ -Ratio	+/-	+	+/- <sup>a</sup>
Procalcitonin	–	+	+

BAL bronchoalveoläre Lavage,  $FiO_2$  inspiratorische Sauerstoffkonzentration,  $PaO_2$  arterieller Sauerstoffpartialdruck, PEEP positiver endexpiratorischer Druck

<sup>a</sup> Eigentlich objektiver und berechenbarer Parameter, aber durch unterschiedliche Messzeitpunkte der Einzelkomponenten nicht immer sicher zu ermitteln

mit nosokomialer Pneumonie“ gibt eine Reihe von Empfehlungen zu den mikrobiologischen Diagnoseverfahren. Diese sind im Folgenden im Wortlaut mit Ergänzungen/Kommentaren wiedergegeben. Erläuterungen zu den Evidenzgraden finden sich in ► [Kap. 9](#) im Abschn. „Aktuelle Empfehlungen“ (► [Tab. 9.1](#)).

■ **Welche Rolle haben Biomarker für die Diagnose der HAP?**

Der generelle Einsatz von Biomarkern zur Diagnose der HAP ist derzeit nicht zu empfehlen, da keine ausreichende Evidenz für eine zusätzliche von anderen Parametern unabhängige Aussagekraft vorliegt. Dagegen soll Procalcitonin bei Verdacht auf pneumogene Sepsis im Rahmen der HAP als sensitiver Marker in der initialen Diagnostik eingesetzt werden. Starke Empfehlung, Evidenz B.

■ **Wann ist die Entnahme von Blutkulturen sinnvoll?**

Blutkulturen sollen bei HAP zur Diagnose der bakteriämischen Pneumonie entnommen werden. Sie tragen darüber hinaus zur Therapiesteuerung und zur Aufdeckung extrapulmonaler Infektionsquellen bei. Starke Empfehlung, Evidenz C.

■ **Wann ist die Entnahme von Urin zum Antigennachweis sinnvoll?**

Die Diagnostik auf Legionellen soll bei Patienten mit HAP insbesondere dann erfolgen, wenn epidemiologische Hinweise auf nosokomiale Akquisition vorliegen. Der Urin-Antigentest stellt in dieser Situation das Verfahren der Wahl dar. Der Antigentest auf Pneumokokken wird wegen fehlender differentialtherapeutischer Relevanz nicht empfohlen. Starke Empfehlung, Evidenz C.

- **Welche mikrobiologischen Untersuchungen sollen aus respiratorischen Materialien durchgeführt werden?**

**!** Der Legionellenantigentest im Urin erfasst derzeit nur Legionellen der Serogruppe 1. Sollten im Wassersystem der Klinik andere Legionellengruppen vorherrschen, ist in jedem Fall eine Kultur notwendig, deren Ergebnis aber einige Zeit in Anspruch nehmen kann.

Bei nosokomialer Pneumonie sollen quantitative Kulturen aus qualitativ hochwertigen unteren Atemwegsmaterialien wie tracheobronchialen Aspirat (TBAS) oder bronchoalveolärer Lavage (BAL) angelegt werden. Die resultierenden Keimzahlen haben orientierenden Wert und sind nicht als unabhängige Prädiktoren des Vorliegens einer Pneumonie zu betrachten, vielmehr im klinischen Kontext zu interpretieren. Starke Empfehlung, Evidenz B.

Darüber hinaus sollte eine Ausstrichdiagnostik zur Validierung der Probe erfolgen. Die Ergebnisse eines Grampräparats haben keinen prädiktiven Wert hinsichtlich der später isolierten Spezies. Dagegen hat ein negatives Grampräparat bei nicht antibiotisch vorbehandelten Patienten einen hohen negativen prädiktiven Wert. Ein Grampräparat sollte daher insbesondere in Fällen angefertigt werden, in denen eine antibiotische Therapie nicht indiziert erscheint oder frühzeitig abgesetzt werden soll. Schwache Empfehlung, Evidenz B.

- **Wann ist eine invasive Diagnostik, wann eine nicht invasive Materialgewinnung vorzuziehen?**

Eine invasive ist einer nicht invasiven Diagnostik bei VAP nicht überlegen, sodass die Entscheidung für oder gegen eine invasive Diagnostik in Abhängigkeit von der lokalen Logistik, differenzialdiagnostischen Erwägungen, aber auch möglichen therapeutischen Aspekten einer endoskopischen Untersuchung getroffen werden soll. Kontraindikationen zur Durchführung einer Bronchoskopie mit BAL sind zu beachten. Starke Empfehlung, Evidenz A.

- **Welche Standards werden bei der Materialgewinnung empfohlen?**

Die nicht invasive Materialgewinnung soll mithilfe steriler Katheter und Auffanggefäße erfolgen. Falls eine Bronchoskopie durchgeführt wird, sollen die im Hintergrundtext aufgeführten, auf dem Konsensus erfahrener Untersucher beruhenden Empfehlungen zur Durchführung der Endoskopie bei Pneumonien beachtet werden. Starke Empfehlung, Evidenz C.

Kommentar der S3-Leitlinie im Wortlaut zu den folgenden, aufgeführten Maßnahmen: Die hier aufgeführten Empfehlungen sind den Ergebnissen einer Konsensuskonferenz entnommen, bei der die Erfahrungen internationaler Experten zusammengetragen wurden, die an der Entwicklung der BAL-Diagnostik bei VAP maßgeblich beteiligt waren (Baselski et al. 1992). Für die meisten dargestellten Maßnahmen liegen keine Daten aus kontrollierten Studien vor.

- **Timing der Untersuchung:** Grundsätzlich vor Einleitung einer kalkulierten antibiotischen Therapie. Eine bronchoskopische Untersuchung sollte zum Zeitpunkt des Verdachts auf eine HAP/VAP möglichst umgehend erfolgen. Für eine diagnostische Maßnahme darf die Einleitung der Therapie insbesondere bei hämodynamisch instabilen Patienten nicht länger als eine Stunde verschoben werden.
- **Vorbestehende Antibiotikatherapie:** Falls eine Umstellung der Antibiotikatherapie geplant ist, sollte die bronchoskopische Diagnostik vor Gabe neuer Antibiotika erfolgen.
- **Techniken der Materialgewinnung:** Die bronchoskopische Erregerdiagnostik umfasst heute in der Regel eine bronchoalveoläre Lavage (BAL). Der „protected specimen brush“ (PSB) ist wenig verbreitet, kostenintensiv und im Prinzip entbehrlich.
- **Probenmenge:** Laut den Qualitätsstandards in der mikrobiologischen infektiologischen Diagnostik (MiQ) sollen bei Sputum, Bronchialsekret und TBAS mehr als 1 ml eingesandt werden, bei Mini-BAL 10–20 ml, bei BAL 30–100 ml. Die Probenmenge ist für die Durchführung mikrobiologischer Analysen im Allgemeinen nicht kritisch, die Probe sollte allerdings repräsentativ gewonnen sein.

- **Bronchoalveoläre Lavage (BAL):** Nach Erreichen der Wedge-Position im Segmentostium werden z. B. 6×20 ml körperwarme NaCl instilliert und sofort reaspiert. Bei einer Rückgewinnung von 40–50 ml sollte die Lavage beendet werden. Im Fall einer schlechten Rückgewinnung können weitere 40 ml appliziert werden. Die erste rückgewonnene Portion aus der BAL wird verworfen. Die übrigen Portionen werden gepoolt und ggf. aliquotiert.
- **Mini-bronchoalveoläre Lavage (Mini-BAL):** Eine Minilavage kann unter Verwendung diverser Katheter wie dem Ballard-Katheter auch nicht bronchoskopisch durchgeführt werden. In diesem Fall werden Lavagevolumina von ca. 30–100 ml gewählt. Die diagnostischen Ergebnisse sind der BAL gleichwertig. Daneben wird auch die bronchoskopische Materialentnahme nach Instillation geringerer Lavagevolumina von 20–40 ml als Mini-BAL bezeichnet. Dieses Vorgehen kann als Alternative bei Kontraindikationen gegen die Standard-BAL empfohlen werden, die Modalitäten der Materialentnahme sind allerdings deutlich schlechter untersucht.
- **Verarbeitung nicht invasiv und invasiv gewonnener Proben:** Die Probenverarbeitung sollte spätestens 4 h nach Entnahme erfolgen. Lässt sich ein längerer Zeitraum bis zur Verarbeitung nicht vermeiden, muss das Material gekühlt (4–8 °C) gelagert und transportiert werden, da sich unter diesen Bedingungen die Aussagekraft der Untersuchungen auch bei 24-stündiger Lagerung insgesamt nicht wesentlich verschlechtert. Andernfalls drohen empfindliche Erreger abzusterben (z. B. Pneumokokken, *H. influenzae*), und es besteht die Gefahr der Überwucherung durch schnell wachsende Mikroorganismen, die durch ihre Vermehrung eine falsch-hohe Keimzahl einer nicht am Geschehen beteiligten Spezies vortäuschen können.

Zum detaillierteren Umgang mit respiratorischem Material zur mikrobiologischen Untersuchung siehe ► [Kap. 8](#). Die Voraussetzungen zur Gewinnung diagnostischer Proben aus dem unteren Respirationstrakt sind in ■ [Tab. 22.2](#) dargestellt.

■ **Tab. 22.2** Methodische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitativ hochwertiger diagnostischer Proben aus dem unteren Respirationstrakt. (Aus Dalhoff et al. 2012 mit freundlicher Genehmigung des Thieme Verlags)

Probe	Voraussetzungen
Tracheobronchialaspirat	Absaugen des Sekrets aus dem Tubus  Tiefes Einführen eines frischen, sterilen Katheters mit angeschlossenem Auffanggefäß, dann erst Absaugung aktivieren  Keine vorherige Instillation von Kochsalz
Bronchoskopie	Gute Sedierung  Keine Anwendung von Lokalanästhetika  Keine Aspiration über den Arbeitskanal des Bronchoskops vor Gewinnung der respiratorischen Sekrete

■ **Wann und wie soll eine mykologische Diagnostik erfolgen?**

Auf eine gezielte Candidadiagnostik aus Atemwegsmaterialien soll bei HAP verzichtet werden, da Hefepilzinfektionen als Ursache nosokomialer Pneumonien bei Patienten ohne definiertes Immundefizit extrem selten sind. Starke Empfehlung, Evidenz B.

Eine Aspergillusdiagnostik soll auch bei Patienten ohne definiertes Immundefizit erwogen werden, wenn Prädispositionen wie eine strukturelle Lungenerkrankung, eine rheumatologische Grunderkrankung oder eine Leberzirrhose vorliegen und/oder hinweisende Infiltrate im CT-Thorax zur Darstellung kommen, die mit einer invasiven Aspergillose assoziiert sein können. Der Nachweis von Galaktomannanantigen aus der BAL ist dem Nachweis im Blut überlegen und stellt bei der diagnostischen Abklärung eine Ergänzung zur histopathologischen und mikrobiologischen Untersuchung an Lungengewebe dar. Wenn Biopsien nicht durchgeführt werden können, tragen eine positive Aspergilluskultur und/oder ein Galaktomannanantigentest aus der BAL zu einer wahrscheinlichen Diagnose bei. Starke Empfehlung, Evidenz B.

## 22.6 Antimikrobielle Therapie

Nach wie vor erhalten viele Patienten initial nach Diagnosestellung eine inadäquate Therapie, die Literaturangaben schwanken hier zwischen 23 und 68 %. Dies hat, genauso wie ein verspäteter Therapiebeginn, eine signifikante Steigerung der Letalität zur Folge. Die Verzögerung einer adäquaten Antibiotikatherapie von  $\geq 24$  h kann bis zu einer Verachtfachung des Mortalitätsrisikos führen. Die kalkulierte initiale Antibiotikatherapie sollte sich an den aktuellen, allgemein empfohlenen Leitlinien zur HAP-/VAP-Therapie orientieren, es muss aber primär die lokale Resistenzsituation der eigenen Einrichtung mit einbezogen werden. In einer Expertenkonferenz zur Diagnose und Therapie der VAP wurden im Mai 2000 in der spanischen Stadt Tarragona die wichtigsten Therapiegrundsätze in der **Tarragona-Strategie** zusammengefasst:

- **„Hit hard“:** frühzeitige, hochdosierte i.v.-Therapie
- **„Get to the point“:** ausreichende Gewebespiegel beachten
- **„Focus, focus, focus“:** Deseskalationsstrategie, sofort nach Erhalt eines aussagekräftigen mikrobiologischen Befunds in Erwägung ziehen
- **„Listen to your hospital“:** lokale Resistenzsituation in der Einrichtung beachten
- **„Look at your patient“:** Dauer der invasiven Beatmung, Comorbidität, vorausgegangen Antibiotikatherapie mit berücksichtigen.

Eine frühzeitige hochdosierte intravenöse Gabe eines Breitspektrumantibiotikums unter Berücksichtigung des ausreichenden Gewebespiegels ist entscheidend für den Therapieerfolg. Nach Erhalt der mikrobiologischen Befunde ist eine frühe Deeskalation anzustreben, um unnötige Resistenzbildungen zu verhindern. Die lokale Resistenzsituation im Haus ist durch eine konsequente Umsetzung von Surveillance-Maßnahmen zu erfassen.

Die AWMF S3-Leitlinie „Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten mit nosokomialer Pneumonie“ (2012) gibt für die antimikrobielle Therapie folgenden Empfehlungen (im Wortlaut, Evidenzgrade vgl. ■ Tab. 9.1):

### ■ Wann soll die antimikrobielle Therapie begonnen werden?

Die antibiotische Therapie soll nach Entnahme von adäquatem Untersuchungsmaterial so früh wie möglich erfolgen. Insbesondere bei Patienten mit septischem Schock ist eine Antibiotikatherapie innerhalb der ersten Stunde anzustreben. Nicht sofort verfügbare diagnostische Maßnahmen sollen die Einleitung der Therapie nicht verzögern. Starke Empfehlung, Evidenz B.

### ■ Welche Optionen der kalkulierten Therapie sind bei Patienten mit nosokomialer Pneumonie ohne erhöhtes Risiko für Infektionen mit multiresistenten Erregern (MRE) zu empfehlen?

Bei Patienten ohne erhöhtes Risiko für MRE gehören Cephalosporine der Gruppe 3a, Aminopenicilline/ $\beta$ -Laktamase-Inhibitor, Ertapenem oder pneumokokkenwirksame Fluorchinolone zu den empfohlenen Therapieoptionen. Die Substanzauswahl soll vor dem Hintergrund des lokalen Erregerspektrums und Resistenzprofils getroffen werden. Starke Empfehlung, Evidenz C.

### ■ Welche Optionen der kalkulierten Therapie sind bei Patienten mit nosokomialer Pneumonie und erhöhtem Risiko für Infektionen mit multiresistenten Erregern (MRE) zu empfehlen?

Bei Patienten mit erhöhtem Risiko für MRE gehören Piperacillin/Tazobactam oder pseudomonaswirksame Carbapeneme bzw. Cephalosporine, initial in Kombination mit einem Aminoglykosid oder einem pseudomonaswirksamen Fluorchinolon zu den empfohlenen Therapieoptionen. Ceftazidim soll nur in Kombination eingesetzt werden. Die Substanzauswahl soll vor dem Hintergrund des lokalen Erregerspektrums und Resistenzprofils getroffen werden. Starke Empfehlung, Evidenz B.

Bei Verdacht auf eine MRSA-Infektion soll eine gegenüber MRSA wirksame Substanz hinzugefügt werden. Starke Empfehlung, Evidenz B.

### ■ Wann soll eine Kombinationstherapie gewählt werden?

Eine initiale Kombinationstherapie soll ausschließlich bei Patienten mit erhöhtem Risiko für das

Vorliegen multiresistenter gramnegativer Erreger sowie bei septischem Schock eingesetzt werden. Nach 3 Tagen soll die Erfordernis der Kombinationstherapie überprüft und bei Nachweis eines empfindlichen Erregers bzw. Stabilisierung des Patienten auf eine Monotherapie deeskaliert werden. Die Substanzauswahl soll vor dem Hintergrund des lokalen Erregerspektrums und Resistenzprofils getroffen werden. Starke Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Wann soll eine vorzeitige Beendigung der Therapie erwogen werden?

Besteht trotz neu aufgetretener Infiltrate klinisch eine niedrige Wahrscheinlichkeit für eine HAP, soll die antibiotische Therapie nach 3 Tagen beendet werden. Ergibt die Diagnostik eine schwere Sepsis/einen septischen Schock mit anderem Fokus, ist die Therapie anzupassen. Starke Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Wann und nach welchen Kriterien soll der Therapieerfolg evaluiert werden?

Eine Reevaluation des Patienten soll 48–72 h nach Beginn der Therapie erfolgen. Hierzu gehört die Beurteilung des klinischen Verlaufs, der Ergebnisse der initialen mikrobiologischen Diagnostik, der Röntgenverlaufsuntersuchung und von Biomarkern. Starke Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Wann und wie soll eine Deeskalation der Initialtherapie erfolgen?

Die Deeskalation soll 48–72 h nach Therapiebeginn anhand der Ergebnisse der Reevaluation erfolgen. Bei klinischer Besserung, aber fehlendem Nachweis eines respiratorischen Pathogens, soll die Deeskalation auf eine Monotherapie mit dem in der Initialkombination enthaltenen  $\beta$ -Laktam-Antibiotikum oder Fluorchinolon erfolgen. Starke Empfehlung, Evidenz B.

Bei Nachweis eines respiratorischen Pathogens soll auf eine gezielte Monotherapie mit schmalen Spektrum umgesetzt werden. Eine initiale kalkulierte Therapie gegen MRSA soll beendet werden, falls ein solcher Erreger nicht nachgewiesen wurde. Starke Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Wie lange sollen nosokomiale Pneumonien behandelt werden?

Die Therapiedauer soll im Regelfall 8 Tage betragen. Bei speziellen Ätiologien ist eine längere Behandlung

zu erwägen, um die Rezidivrate zu senken. Starke Empfehlung, Evidenz A.

Biomarker können zur Steuerung der Therapie-dauer eingesetzt werden. Eine relevante Verkürzung der Therapiedauer über empfohlene Zeiten hinaus oder eine Verbesserung gegenüber Standardmethode ist nicht belegt. Keine Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Welches Vorgehen sollte bei einem Therapieversagen gewählt werden?

Bei Therapieversagen sollte eine erneute, wenn möglich invasive Diagnostik zur Klärung der Ätiologie erfolgen. In Abhängigkeit vom differenzialdiagnostischen Spektrum ist darüber hinaus eine erweiterte bildgebende Diagnostik zu erwägen. Schwache Empfehlung, Evidenz B.

#### ■ Sollte eine „ventilatorassoziierte Tracheobronchitis“ (VAT) antimikrobiell therapiert werden?

Bei beatmeten Patienten stellt eine VAT möglicherweise einen Risikofaktor für die Entwicklung einer VAP dar. Eine Antibiotikatherapie kann nicht empfohlen werden, da hierfür keine ausreichende Evidenz besteht. Keine Empfehlung, Evidenz C.

In Ausnahmefällen sollte bei Risikopatienten und/oder Kolonisation mit MRE bei zunehmendem purulentem Atemwegssekret oder rezidivierenden bronchopulmonalen Infektionen eine Antibiotikatherapie erwogen werden. Schwache Empfehlung, Evidenz C.

#### ■ Wann ist eine inhalative antimikrobielle Therapie der VAP (allein/in Kombination mit systemischer Therapie) indiziert?

Eine inhalative Antibiotikatherapie kann derzeit nicht generell empfohlen werden. In ausgewählten Fällen, wie bei Vorliegen multiresistenter Erreger, sollte die Gabe von aerosolisiertem Colistin oder Tobramycin zusätzlich zu einer systemischen Antibiotikatherapie erwogen werden. Schwache Empfehlung, Evidenz C.

#### ■ Wie sieht die adäquate gezielte Therapie aus bei Nachweis von Infektionen mit: MRSA, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Stenotrophomonas maltophilia*, ESBL-bildenden Enterobakterien, carbapenemresistenten Enterobakterien?

Bei der gezielten Therapie der HAP soll die Substanzauswahl nach den folgenden Kriterien erfolgen:

- MRSA-Stämme: Geprüfte Antiinfektiva in der Monotherapie sind Vancomycin, Teicoplanin und Linezolid. Bei schwerer Erkrankung stellt die Kombination von Vancomycin mit Rifampicin eine weitere Option dar.
- *P. aeruginosa*: Cefazidim, Cefepim, Piperacillin, die Carbapeneme Doripenem, Imipenem und Meropenem sowie Ciprofloxacin und Levofloxacin sind wirksame Therapieoptionen. Die Kombination eines pseudomonaswirksamen  $\beta$ -Laktam-Antibiotikums mit einem Aminoglykosid (Gentamicin, Tobramycin, Amikacin) oder einem Fluorchinolon ist im Einzelfall zu erwägen (schwere Infektion). Eine Überlegenheit gegenüber der Monotherapie ist aber nicht sicher belegt. Bei Resistenz gegenüber allen Standardsubstanzen ist eine Therapie mit Colistin indiziert; eine Kombinationstherapie ist hierbei anzustreben, möglichst in Rücksprache mit einem Infektiologen/Mikrobiologen.
- ESBL-Stämme: Carbapeneme sind wirksam. Bei zusätzlicher Resistenz gegen Carbapeneme kommt Colistin zum Einsatz, möglichst in Kombinationstherapie nach Rücksprache mit einem Infektiologen/Mikrobiologen.
- *Stenotrophomonas maltophilia*: Bei In-vitro-Empfindlichkeit ist Co-Trimoxazol indiziert. Bei Resistenz gegenüber Co-Trimoxazol soll eine Sensibilitätsprüfung auf Cefazidim, Moxifloxacin, Levofloxacin, Tigecyclin und Ticarcillin/Clavulansäure erfolgen und auf eine dieser Substanzen zurückgegriffen werden. Zuvor ist die klinische Relevanz des Isolats zu prüfen.
- *Acinetobacter* spp.: Imipenem oder Meropenem sind am häufigsten wirksam. Bei Panresistenz ist Colistin indiziert, möglichst in Kombination mit einer weiteren in vitro wirksamen Substanz. Tigecyclin stellt eine zusätzliche Option für die Salvage-Therapie dar.

Mitterweile sind neue Cephalosporine auf dem Markt, die teilweise mit  $\beta$ -Laktamase-Inhibitoren kombiniert wurden (z. B. Cefazidim-Avibactam oder Ceftozolan-Avibactam). Inwieweit diese Substanzen in zukünftige Empfehlungen zur Therapie einer VAP mit einfließen, bleibt abzuwarten.

Die wissenschaftliche Forschung zur Behandlung der VAP untersucht derzeit den zusätzlichen Einsatz von Antikörpern, die unter anderem die Virulenz von Bakterien beeinflussen sollen. Für *Pseudomonas* spp. sind Impfstoffe in der Entwicklung. Der Kommunikationsprozess zwischen Bakterien (Quorum sensing) ist derzeit in den Fokus im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Therapieoptionen gerückt. Diese Kommunikation ist abhängig von der Zelldichte der Bakterien und erlaubt es ihnen, in Abhängigkeit der Dichte genetische Mechanismen zu aktivieren. Diese sind unter anderem verantwortlich für die Bildung eines Biofilmes, in dem die Bakterien sich vor Antibiotika und Angriffen des Immunsystems schützen können. Quorum sensing beeinflusst außerdem weitere Prozesse in Bakterien, unter anderem die Synthese von Virulenzfaktoren (Ramirez-Estrada et al. 2016).

■ Tab. 22.3 zeigt die kalkulierte antimikrobielle Therapie bei Patienten ohne erhöhtes Risiko für multiresistente Erreger, die Therapie bei Patienten mit erhöhtem Risiko ist in ■ Tab. 22.4 dargestellt.

➤ **Neben einer schnellen gezielten Diagnostik ist das unverzügliche Einleiten einer adäquaten antimikrobiellen Therapie ein essenzieller Baustein für den Therapieerfolg. Verzögerungen bei der Diagnostik sowie initial inadäquate Therapiemaßnahmen führen zu einem signifikanten Anstieg der Letalität.**

## 22.7 HAP- und VAP-Präventionsmaßnahmen

Erfolgreiche Präventionsmaßnahmen können die Inzidenz einer HAP/VAP, die Beatmungsdauer, die Kosten und den Krankenhausaufenthalt senken. Darüber hinaus sind sie mit einem Rückgang der Letalität assoziiert. Nach wie vor problematisch ist in einigen Punkten die Beurteilung der Präventionsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Evidenz.

### ■ Allgemeine Infektionsprävention

- Die Erregerübertragung findet häufig durch das Personal statt, die hygienische Händedesinfektion ist auch heute noch eine der effektivsten

■ **Tab. 22.3** Kalkulierte antimikrobielle Therapie bei nosokomialer Pneumonie, Patienten ohne erhöhtes Risiko für multiresistente Erreger. (Aus Dalhoff et al. 2012 mit freundlicher Genehmigung des Thieme Verlags)

Substanz		Dosierung (pro Tag)
Aminopenicillin/β-Laktamase-Inhibitor	Ampicillin/Sulbactam	3-mal 3 g
	Amoxicillin/Clavulansäure	3-mal 2,2 g
Oder		
Cephalosporin Gruppe 3a	Ceftriaxon	1-mal 2 g
	Cefotaxim	3-mal 2 g
Oder		
Carbapenem	Ertapenem	1-mal 1 g
Oder		
Fluorchinolon	Moxifloxacin	1-mal 400 mg
	Levofloxacin	2-mal 500 mg

Methoden, die Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern.

- Eine kontinuierliche Schulung des Personals und die Überwachung von Hygienemaßnahmen durch eine gut aufgestellte und funktionierende Krankenhaushygiene sind weitere Voraussetzungen zu einer erfolgreichen HAP-Präventionsstrategie.
- **Personalausstattung**
  - In vielen Studien konnte belegt werden, dass Ausbruchssituationen mit Personalmangel korrelieren. Personalmangel korreliert auch mit einer erhöhten Sepsisinzidenz auf Intensivstationen.
- **Surveillance**
  - Krankenhäuser mit einer effektiven Infektionskontrolle zeigen geringere Raten an nosokomialen Pneumonien als solche, die keine Surveillance betreiben.
  - Gastmeier et al. (2006) zeigten in ihrer Studie, dass die Teilnahme am Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) die HAP-/VAP-Rate reduzieren konnte.

■ **Tab. 22.4** Kalkulierte antimikrobielle Therapie bei nosokomialer Pneumonie, Patienten mit erhöhtem Risiko für multiresistente Erreger. (Aus Dalhoff et al. 2012 mit freundlicher Genehmigung des Thieme Verlags)

Substanz	Dosierung (pro Tag)
<b>Pseudomonaswirksames β-Laktam</b>	
Piperacillin/Tazobactam	3- bis 4-mal 4,5 g
Oder	
Cefepim	3-mal 2 g
Ceftazidim	3-mal 2 g
Oder	
Imipenem/Cilastatin	3-mal 1 g
Meropenem	3-mal 1 g
Doripenem	3-mal 0,5–1 g
Plus	
<b>Fluorchinolon</b>	
Ciprofloxacin	3-mal 400 mg
Levofloxacin	2-mal 500 mg
Oder	
<b>Aminoglykosid</b>	
Gentamicin	1-mal 3–7 mg/kg (Talspiegel <1 µg/ml)
Tobramycin	1-mal 3–7 mg/kg (Talspiegel <1 µg/ml)
Amikacin	1-mal 15–20 mg/kg (Talspiegel <4 µg/ml)
Bei MRSA-Verdacht plus	
<b>Glykopeptid oder Oxazolidinon</b>	
Vancomycin	2-mal 15 mg/kg (Talspiegel: 15–20 µg/ml)
Linezolid	2-mal 600 mg

- Die Surveillance-Daten sollten regelmäßig ausgewertet und an die entsprechenden Abteilungen aktiv (im Gespräch mit den Verantwortlichen) kommuniziert werden. Diese Daten sollten die Grundlage für die fortlaufende Überprüfung und ggf. für Korrekturen der Hygiene- und Therapiemaßnahmen sein.

### ■ Vermeidung von Intubation und Beatmung

- Die Vermeidung von Intubation und Reintubation ist eine wirksame Präventionsmaßnahme, insbesondere die Reintubation ist mit einem hohen Pneumonierisiko verbunden.
- Ist eine Beatmungstherapie erforderlich, sollte wenn möglich ein nicht invasives Verfahren bevorzugt werden.
- Die Orotracheale Intubation ist zu bevorzugen, bei nasaler Intubation ist das Risiko von Schleimhautschäden sowie die Entwicklung einer Sinusitis erhöht.
- Die Reduktion der Sedierung und Beatmung, z. B. durch Sedierungs- und Weaning-Protokolle, sollte ein fester Bestandteil der intensivmedizinischen Therapie darstellen. Die tägliche Evaluierung der Extubationsmöglichkeit („**spontaneous breathing trial**“ = SBT) mit Hilfe von protokollierten Analgo-/Sedierungsregimen („**spontaneous awakening trial**“ = SAT) bzw. von pflegekraftgesteuerten Sedierungsprotokollen sind sehr gut belegte Maßnahmen zur Reduzierung der Beatmungszeit. Das HAP-/VAP-Risiko nimmt mit der Dauer der Beatmung zu.
- Protektive Beatmungsstrategien (niedrige Tidalvolumina, PEEP, frühzeitige Implementierung von Spontanatmungsverfahren, nach Möglichkeit nicht invasive Beatmung bevorzugen)
- Sedierung auf „Tubustoleranz“ bzw. tägliche Unterbrechung, wenn möglich
- HME-Filter („heat and moisture exchanger“) zeigen keine Überlegenheit gegenüber anderen Befeuchtungssystemen, sie sollten nach Herstellerangaben gewechselt werden.
- Beatmungsschläuche sollten patientenbezogen gewechselt werden (CDC, SHEA; Coffin 2008), ein sofortiger Wechsel ist bei sichtbarer Kontamination erforderlich. Häufige Diskonnektionen sind ein Risikofaktor für die Übertragung von Krankheitserregern. Je weniger Manipulationen am Beatmungssystem, desto geringer wird die Möglichkeit eines Keimeintrags. Vor jeder Manipulation am System muss eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden.

### ■ Mikroaspirationsprophylaxe

- Regelmäßige Cuffdruckkontrolle (Zielwert  $\sim 20$  cmH<sub>2</sub>O), dazu können auch Geräte zur kontinuierlichen Cuffdruckmessung eingesetzt werden.
- Subglottische Absaugung über spezielle Endotrachealtuben: Sie kann kontinuierlich oder intermittierend erfolgen. Über ein zweites Lumen im Tubus kann das auf dem Cuff aufgelagerte Sekret abgesaugt werden. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist durch Studien und Metaanalysen gut belegt (Muscedere et al. 2011; Damas et al. 2015). Es profitieren vor allem Patienten mit einer Beatmungsdauer über 72 Stunden. Die KRINKO (2013) empfiehlt daher, bei diesen Patienten den Einsatz von subglottischer Sekretabsaugung. Abgewogen werden muss, ob eine Umintubation auf den Spezialtubus aufgrund des erhöhten Pneumonierisikos durch diese Intervention erfolgen sollte, wenn primär mit einem konventionellen Tubus intubiert wurde. Neben hohen Materialkosten müssen im praktischen Umgang aber auch die möglichen Komplikationen bei Anwendung eines solchen Tubus mit berücksichtigt werden. Das zusätzliche Lumen kann sich an der Trachealwand festsaugen (v. a. bei Lagerungsmaßnahmen am Patienten) und zu Schleimhautschäden führen. Bei kontinuierlicher Absaugung kann es zur „Sekretleere“ kommen; dann wird über das zusätzliche Lumen Luft aus dem Mund-Rachen-Raum angesaugt, was zur Austrocknung der Schleimhäute führt. Dies wiederum begünstigt das Entstehen von Schleimhautdefekten und kann sekundär zu Infektionen führen. Bei Verwendung dieser Spezialtuben ist daher eine qualifizierte Schulung des Personals erforderlich.
- Oberkörperhochlagerung kann den gastro-ösophagealen Reflux senken und wurde in der Vergangenheit allgemein empfohlen. Mittlerweile gilt die Rolle der Lagerung zur VAP-Prävention als ungeklärt (KRINKO 2013). Es muss auch beachtet werden, dass eine 45°-Hochlagerung in der Praxis häufig nicht zu erreichen ist, unter anderem, weil es der Zustand des Patienten nicht zulässt

(z. B. Kreislaufinsuffizienz mit notwendiger Katecholamintherapie). Als positiver Nebeneffekt kann eine Oberkörperhochlagerung aber auch zur Verbesserung des Gasaustausches und der Atemarbeit führen.

#### ■ Oropharyngeale Antisepsis und Mundpflege (siehe auch SDD/SOD)

- Die meisten Erreger einer HAP/VAP stammen aus der Mund-Rachen-Flora des Patienten, die sich im Verlauf des Krankenhausaufenthalts schnell verändert. Neben einer gründlichen Zahn- und Mundreinigung wird die Anwendung von antiseptischen Substanzen (z. B. Chlorhexidin, Octenidol) empfohlen. Eine Metaanalyse (Chan 2007) konnte nachweisen, dass beim Einsatz von antiseptischen Substanzen die Inzidenz der VAP um fast die Hälfte gesenkt wird. Der Einsatz von topischen Antibiotikastoffen ist nicht zuletzt wegen einer möglichen Resistenzentwicklung umstritten und erbrachte im Gegensatz zu den antiseptischen Substanzen in dieser Metaanalyse keine Reduktion der HAP-/VAP-Rate bei intubierten Patienten.
- Beide Maßnahmen konnten aber nicht dazu beitragen, dass die Mortalität und die Aufenthaltsdauer auf Intensivstationen reduziert wurden. Ebenfalls konnte die VAP-Dauer nicht gesenkt werden.
- Im Rahmen der Mundpflege sollte frisch abgekochtes Wasser (ausreichende Abkühlung beachten) verwendet werden. Als Alternative ist die Entnahme über einen Sterilfilter (0,2 µm Filtration) möglich. Leitungswasser darf aufgrund potenzieller Kontamination mit Wasserkeimen (Legionellen bzw. Pseudomonaden) nicht eingesetzt werden. Die Mundpflege sollte in einem 8-Stunden-Schichtmodell mindestens 1- bis 2-mal pro Schicht durchgeführt werden.
- **Präoperative Reduktion endogener Risiken**
  - Durchführung der präoperativen Vorbereitungen ambulant,
  - Behandlung vorbestehender chronischer Atemwegserkrankungen

- Gegebenenfalls präoperatives physikalisches Atemtraining bei Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion
- Verzicht auf das Rauchen
- Optimierung des Ernährungszustands
- Wenn möglich Reduktion oder Unterbrechung einer immunsuppressiven Therapie

#### ■ Perioperative Maßnahmen

- Beachtung der Händehygiene (Händedesinfektion vor und nach Intubation, beim Wechsel von Tätigkeiten im reinen/unreinen Bereich, vor und nach Patientenkontakt etc.)
- Vor Extubation sorgfältiges Absaugen von Sekret im Oropharynx

#### ■ Vorgehen beim Absaugen

- Hygienische Händedesinfektion und keimarme Handschuhe (steriler Handschuh an der Katheterführhand)
- Zur Entfernung von Sekret ausschließlich sterile Spüllösungen verwenden
- Bei offener Absaugung sterile Einmalkatheter verwenden
- Verwendung geschlossener Absaugsysteme nach Herstellerangaben
- Absaugsystem nach Gebrauch (mit Leitungswasser) durchspülen
- Ansatzstück des Absaugers in senkrechter Position aufhängen
- Absaugschlauch und Sekretaufangbehälter patientenbezogen verwenden
- Geschlossene Absaugsysteme können alternativ zu offenen Systemen verwendet werden, eine Überlegenheit einer der beiden Systeme konnte in Studien nicht nachgewiesen werden. Ein Vorteil bei Verwendung geschlossener Systeme kann die Verringerung des Übertragungsrisikos für das Personal oder andere Patienten sein.

- **Auch bei der Verwendung geschlossener Absaugsysteme muss nach dem Absaugen eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden (Kontakt mit der patientennahen Umgebung). Sie darf nicht aufgrund eines falschen Sicherheitsgefühls vergessen werden.**

### ■ Postoperative Maßnahmen

- Anleitung der Patienten zum Abhusten und tiefen Atmen
- Intensivierte Atemtherapie unter krankengymnastischer Anleitung bei Risikopatienten
- Adäquate Schmerztherapie
- Frühzeitige Mobilisierung

### ■ Umgang mit Verneblern

- Hygienische Händedesinfektion vor jeder Manipulation
- Befüllung nur mit sterilen Flüssigkeiten unter sterilen Kautelen
- Alle Anteile eines Medikamentenverneblers bei Verwendung an einem Patienten täglich desinfizieren bzw. nach Herstellerangaben aufbereiten, ebenso vor jedem Wechsel zu einem anderen Patienten
- Vorzugsweise thermische Desinfektion

### ■ Selektive Darmdekontamination, selektive orale Dekontamination

Die selektive Darmdekontamination (SDD) ist nach wie vor ein kontrovers diskutiertes Thema. Man versteht darunter die Anwendung von oral bzw. gastral über die Magensonde verabreichten, nicht resorbierbaren antibiotischen Substanzen in Kombination mit intravenös verabreichten Antibiotika. Durch die präventive Anwendung von Antibiotika soll versucht werden, die Kolonisation von pathogenen Mikroorganismen einzuschränken bzw. zu verhindern, da viele Sepsiserkrankungen durch Darmerreger verursacht werden, während nosokomiale

Pneumonien häufig durch descendierende Krankheitserreger aus dem Oropharynx ausgelöst werden. In einer Metaanalyse der Cochrane Collaboration von 1997 konnte eine signifikante Reduktion der Pneumonierate und der Letalität unter SDD (Kombination von topisch und lokal verabreichten Antibiotika) nachgewiesen werden. In einer neueren Metaanalyse von Price et al. (2014) wurde gezeigt, dass sowohl die selektive digestive Dekontamination (SDD) als auch die selektive oropharyngeale Dekontamination (SOD) mit antibiotischen Substanzen die Mortalität bei den Patienten verringern kann. Beide Formen sind dabei der alleinigen Anwendung von Chlorhexidin überlegen, darunter war sogar eine erhöhte Mortalität zu beobachten. Die alleinige Anwendung von Chlorhexidin sollte daher auch unter dem Aspekt der Nebenwirkungen und der Erregerlücken im gramnegativen Bereich kritisch hinterfragt werden.

■ **Tab. 22.5** zeigt die unterschiedlichen Empfehlungen.

Die Frage der selektiven Darmdekontamination bzw. der selektiven oralen Dekontamination (SOD) sollte daher nicht alleine unter dem Blickwinkel der nosokomialen Pneumonieprävention, sondern im gesamtintensivmedizinischen Kontext gesehen werden (► **Kap. 24**).

### ■ Einsatz von Probiotika

Metaanalysen zum Einsatz von Probiotika zeigen eine Reduktion der VAP-Rate und auch einen Trend zur Reduktion der Mortalität auf der Intensivstation (Petrof 2012). Die Studien sind jedoch sehr heterogen

■ **Tab. 22.5** Verschiedene Empfehlungen zur selektiven Darmdekontamination (SDD) und selektiven oralen Dekontamination (SOD)

Leitlinie der Deutschen Sepsisgesellschaft und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (2010)	SDD oder SOD bei Patienten mit voraussichtlich längerer Beatmungsdauer (>48 h) zur Prophylaxe von Infektionen
Leitlinie der CDC/HICPAC (2004)	Keine routinemäßige Anwendung von SDD, SOD mit antiseptischer Substanz empfohlen
Leitlinie der American Thorax Society (2005)	Keine routinemäßige Anwendung von SDD, v. a. nicht bei Patienten, die mit multiresistenten Erregern kolonisiert sein könnten; SOD nicht routinemäßig bis zum Vorliegen von mehr Daten
Empfehlung der KRINKO (2013)	Derzeit keine Empfehlung zum generellen Einsatz von SDD, stattdessen individualmedizinische Abwägung. Beim Einsatz von Colistin Surveillance auf Colistin-resistente Erreger

und hinsichtlich der verwendeten Probiotika und ihrer Dosierungsschemata schwer vergleichbar, sodass die Aussagekraft deutlich eingeschränkt bleibt und derzeit kein spezifisches Probiotikaregime zur VAP-Prävention empfohlen werden kann. Insofern bleibt dem Kliniker nur eine individuelle Entscheidung aufgrund der spezifischen Situation der eigenen Intensivstation und ihrer Patientenklientel.

#### ■ Stressulkusprophylaxe und enterale Ernährung

Ein niedriger gastraler pH-Wert trägt dazu bei, den Magen vor einer Kolonisierung mit Bakterien zu schützen. Keime können vom Magen aus die oberen Luftwege besiedeln. Allerdings kann ein niedriger pH-Wert das Risiko einer Ulkusblutung erhöhen. Bei Intensivpatienten wird deshalb oft eine medikamentöse Ulkusprophylaxe durchgeführt. Neben H<sub>2</sub>-Blockern werden Protonenpumpenhemmer und Sucralfat eingesetzt. Alle diese Maßnahmen begünstigen durch die Anhebung des Magensaft-pH-Werts die Kolonisierung mit Bakterien mit nachfolgend erhöhter Pneumoniegefahr. Daher ist auch dieses Thema immer wieder Gegenstand kontroverser Diskussionen. Eine generelle Empfehlung zur medikamentösen Ulkusprophylaxe kann nicht gegeben werden, die Indikation muss einschließlich der Wahl des Präparats für jeden Patienten individuell gestellt werden (SHEA 2008: „unresolved issue“).

Die KRINKO (2013) empfiehlt den Verzicht auf eine Prophylaxe, wenn die Patienten enteral ernährt werden. Bei parenteraler Ernährung ist die Indikation streng zu stellen, das individuelle Pneumonierisiko ist zu beachten.

Durch eine enterale Ernährung wird der pH-Wert und, damit verbunden, das Pneumonierisiko gesteigert. Magenentleerungsstörungen können zusätzlich zu einer Risikoerhöhung beitragen. Die Anwendung einer postpylorischen Magensonde scheint das Pneumonierisiko zu reduzieren und sollte daher bei manifester Magenentleerungsstörung (z. B. hohes Refluxvolumen) bevorzugt werden. Eine gleichzeitige Anwendung von medikamentöser Ulkusprophylaxe und enteraler Ernährung sollte kritisch betrachtet werden, da bei Kombination beider Maßnahmen in einer Studie eine erhöhte Sterblichkeit beobachtet wurde (Marik et al. 2010).

#### ■ Cuffs aus ultradünnem Material

Diese Cuffs (z. B. Microcuff®) bestehen aus Polyurethan und sollen neben einer verbesserten Abdichtung auch die Ausbildung von „Cuffstraßen“ verringern. Bisher liegen zu diesem Thema noch keine ausreichenden Studienergebnisse vor. Möglicherweise könnte die Kombination von diesem speziellen Cuffdesign mit einer gleichzeitigen subglottischen Absaugung einen erhöhten Benefit für die Patienten bedeuten.

#### ■ Beschichtete Tuben

Die Datenlage ist gering, eine abschließende Beurteilung über die Effektivität antimikrobiell beschichteter Tuben (z. B. mit Silber) ist derzeit nicht möglich, weitergehende klinische Studien sind erforderlich (KRINKO 2013).

#### ■ Mechanische Biofilmentfernung

In tierexperimentellen und kleinen klinischen Studien wurde Erfolge mit der endoluminalen Beseitigung von Biofilmen mit verschiedenen Tubusreinigungsinstrumenten (z. B. Mucus-Shaver) erzielt. Eine abschließende Beurteilung kann jedoch derzeit nicht erfolgen, sodass sich der Einsatz derzeit auf Studien beschränkt.

#### ■ Frühe Tracheotomie (ab dem 3. oder 4. Behandlungstag)

- Es existieren derzeit keine eindeutigen Daten zur infektionspräventiven Wirkung der Frühtracheotomie.
- Potenzielle Vorteile sind möglicherweise bei zu erwartender Langzeitbeatmung, protrahiertem neurologischem Defizit (z. B. nach Schädel-Hirn-Trauma, intrazerebraler Blutung, ischämischem zerebralem Insult) oder bei prolongierter Schluckstörung (z. B. neurodegenerative Erkrankungen, Polyneuropathie) zu erwarten.
- Von Vorteil bei tracheotomierten Patienten sind eine verbesserte Bronchialtoilette und Mundpflege sowie ein erleichtertes Weaning durch Reduktion von Medikamenten zur Analgosedierung.

#### ■ Lagerungsmaßnahmen

Die bisherige Meinung, dass eine Oberkörperhochlagerung ein unabhängiger protektiver Faktor zur VAP-Prävention darstellt, wurde revidiert. Lediglich

im Rahmen des Bestandteils eines VAP-Bündels gilt die Oberkörperhochlagerung noch als evidenzbasiert. Die Lagerung des Patienten muss daher primär unter klinischen Gesichtspunkten erfolgen (KRINKO 2013). Zu Rotations- bzw. Bauchlagerung existieren unterschiedliche Studienergebnisse. Insgesamt sind die Daten nicht mit hoher Evidenz belegt, daher wird momentan keine Empfehlung ausgesprochen.

22.7.1 Implementierung von Präventionsmaßnahmen in Form von „Bündeln“

Bündel sind eine Gruppe von Maßnahmen, die aus einer Reihe von einfachen Interventionsmaßnahmen bestehen. In Verbindung mit Fortbildungseinheiten, die unter anderem das Verständnis und die Kenntnisse von Maßnahmen zu Infektionsprävention verbessern sollen, dienen sie dazu, das Outcome des Patienten zu verbessern (■ Tab. 22.6).

In zahlreichen Publikationen konnte die Effektivität von Bündeln, insbesondere mit aktiver

Implementierung (Schulung, Checklisten, strukturiertes Feedback) als HAP-/VAP-Präventionsmaßnahme belegt werden und sie erwiesen sich auch unter sehr unterschiedlichen Bedingungen der jeweiligen nationalen Gesundheitssysteme als robuste Intervention (Rosenthal 2012). Hawe et al. (2009) konnten zeigen, dass die aktive Implementierung von Bündeln einer passiven Implementierung überlegen ist. Entscheidende Faktoren waren dabei, dass bei der aktiven Form die Einführung und Umsetzung von Bündeln im Verlauf durch begleitende Schulungen, Prozessbeobachtungen und Feedback der Outcome-Ergebnisse an das Personal stattfanden.

In Kombination mit der Surveillance von nosokomialen Pneumonien kann der Effekt von Bündeln gut überprüft werden, wobei allerdings die Ausgangslage berücksichtigt werden muss. Bei einigen Publikationen lag vor Einführung bestimmter Maßnahmen eine deutlich höhere Infektionsrate vor als z. B. beim KISS-Median, sodass natürlich leicht Veränderungen aufgezeigt werden können, deren Spezifität jedoch fraglich sein kann.

■ Tab. 22.6 Zusammenfassung der HAP-/VAP-Präventionsmaßnahmen

Basisbestandteile eines HAP-/VAP-Präventionsbündels	Optionale Maßnahmen unter Berücksichtigung stationspezifischer und patientenspezifischer Faktoren
Allgemeine Infektionsprävention <ul style="list-style-type: none"><li>– Händehygiene</li><li>– Surveillance</li><li>– Personalschulungen</li></ul> Ausreichende Ausstattung mit PersonalNicht invasive Beatmung besser als IntubationOberkörperhochlagerung (30–45°) unter Berücksichtigung der KontraindikationenSubglottische AbsaugungMundpflegeRegelmäßige CuffdruckkontrolleSedierungs- und Weaning-Protokolle und täglicher Aufwachversuch mit Spontanatmungsversuch (SAT/SBT)Schlauchwechsel patientenbezogen, nicht routinemäßigUnnötige Diskonnektionen des Beatmungssystems vermeiden	Cuffs aus ultradünnem MaterialSpezielles CuffdesignAntimikrobiell beschichtete Tuben (z. B. Silber)Geschlossene AbsaugsystemeHME-Filter versus konventioneller FilterAutomatische CuffdruckregulationStressulkusprophylaxe mit Sucralfat und enterale Ernährung über postpylorische SondeSelektive DarmdekontaminationEinsatz von ProbiotikaFrühe TracheotomieBefeuchtungRotations- bzw. Bauchlagerung, kinetische Betten

HME „heat and moisture exchanger“, SAT „spontaneous awakening trial“, SBT „spontaneous breathing trial“

- **Die Einzelkomponenten eines Bündels können sich je nach aktuellem Evidenzgrad verändern und sollten an die lokalen Voraussetzungen und Gegebenheiten angepasst werden (Lewalter 2012).**

## Literatur

- American Thoracic Society (2005) Guidelines for the Management of Adults with Hospital-acquired, Ventilator-associated, and Health-Care-associated Pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 171: 388–416
- Chan EY, Ruest A, Meade MO, Cook DJ (2007) Oral decontamination for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adults: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 334: 889
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (2004) Guidelines for Preventing Health-Care-associated Pneumonia. *MMWR* 53: No. RR-3
- Coffin SE, Klompas M, Classen D et al. (2008) Supplement Article: SHEA/IDSA Practice Recommendation: Strategies to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Acute Care Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29 Suppl 1: S31–40
- Dalhoff K et al. (2012) Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten mit nosokomialer Pneumonie. S-3 Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V., der Deutschen Gesellschaft für Infektiologie e.V., der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie e.V., der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. und der Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e.V. *Pneumologie* 66: 707–765
- Damas P, Fripiat F, Ancion A et al. (2015) Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia and Ventilator-Associated Conditions: A Randomized Controlled Trial With Subglottic Secretion Suctioning. *Crit Care Med* 43(1): 22–30
- Deja M, Trefzer T, Geffers C (2011) Prävention der ventilatorassoziierten Pneumonie-Was ist evidenzbasiert? *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 46: 560–567
- Dembinski R, Rossaint R (2008) Ventilatorassoziierte Pneumonie. *Anästhesist* 57: 825–842
- Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG), Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2010) Prävention, Diagnose, Therapie und Nachsorge der Sepsis. 1. Revision der S-2 k Leitlinien. AWMF Reg.-Nr. 079-001
- Gastmeier P, Geffers C, Brandt C et al. (2006) Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections. *J Hosp Infect* 64(1): 16–22
- Hawe CS, Ellis KS, Cairns CJ, Longmate A. (2009) Reduction of ventilator-associated pneumonia: active versus passive guideline implementation. *Intensive Care Med* 35: 1180–1186
- KISS (2016) Definitionen nosokomialer Infektionen für die Surveillance im Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS-Definitionen), [www.nrz-hygiene.de](http://www.nrz-hygiene.de)
- Klompas M, Magill S, Robicsek A, Strymish JM, Kleinman K et al. for the CDC Prevention Epicenters Program (2012) Objective surveillance definitions for ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 40: 3154–3161
- Klompas M, Anderson D, Trick W et al. (2015) The Preventability of Ventilator-associated Events The CDC Prevention Epicenters Wake Up and Breathe Collaborative. *Am J Respir Crit Care Med* 191(3): 292–301
- KRINKO (2013) Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 56:1578–1590
- Lewalter K, Lemmen S, Scheithauer S (2012) Beatmungsassoziierte Pneumonie – was gibt es Neues? *Krankenhaushygiene up2date* 7: 275–285
- Liberati A, Damico R, Pifferi S, Leonetti C, Torri V, Brazzi L, Tinazzi A (1997) Antibiotic prophylaxis in adult patients treated in Intensive Care Units. *The Cochrane Library* 3: 1–13
- Marik PE, Vasu T, Hirani A, Pachinburavan M (2010) Stress ulcer prophylaxis in the new millennium: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 38: 2222–2228
- Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH et al. (2013) Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies. *Lancet Infect Dis* 13(8): 665–671
- Muscledere JG, Day A, Heyland DK (2010) Mortality, attributable mortality, and clinical events as end points for clinical trials of ventilator-associated pneumonia and hospital-acquired pneumonia. *Clin Infect Dis* 51 Suppl 1: S120–125
- Muscledere J, Rewa O, McKechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK (2011) Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* Vol. 39, No. 8
- Österreichische Gesellschaft für Infektionskrankheiten und Tropenmedizin (Hrsg.) (2009) HAP/VAP: Antiinfektive Therapie. *Österreichische Ärztezeitung Supplementum Oktober*
- Petrof EO, Dhaliwal R, Manzanares W, Johnstone J, Cook D, Heyland DK (2012) Probiotics in the critically ill. A systematic review of the randomized trial evidence. *Crit Care Med* 40: 3290–3302
- Price R, MacLennan G, Glen J; SuDDICU Collaboration (2014) Selective digestive or oropharyngeal decontamination and topical oropharyngeal chlorhexidine for prevention of death in general intensive care: systematic review and network meta-analysis. *BMJ* 348: g2197
- Ramirez-Estrada S, Borgatta B, Rello J (2016) *Pseudomonas aeruginosa* ventilator-associated pneumonia management. *Infect Drug Resist* 9: 7–18
- Rosenthal VD, Rodrigues C, Alvarez-Moreno C, Madani N, Mitrev Z et al. (2012) Effectiveness of a multidimensional

approach for prevention of ventilator-associated pneumonia in adult intensive care units from 14 developing countries of four continents. Findings of the international nosocomial infection control consortium. *Crit Care Med* 40: 3121–3128

Schulz-Stübner S, Kniehl E, Sitzmann F (2010) Die Rolle der Mundpflege bei der Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien. *Krankenhausthygiene up2date* 5 (3): 177–192

Vetter L, Konrad C, Schüpfer G, Rossi M (2017) Ventilatorassoziierte Pneumonie (VAP). *Anästhesist* 66: 122–127

# Infektionsprävention in der Anästhesie

*S. Schulz-Stübner*

- 23.1 Einführung – 454
- 23.2 Der Anästhesiearbeitsplatz – 455
- 23.3 Besondere Erreger im OP-Saal – 457
- 23.4 Regionalanästhesie und Schmerzkatheter – 458
- Literatur – 464

## Zusammenfassung

Dem Anästhesieteam kommt eine wichtige Bedeutung in der Vermeidung postoperativer Wundinfektionen durch Aufrechterhaltung der perioperativen Homöostase und zeitgerechte Gabe der perioperativen Antibiotikaphylaxe zu (► Kap. 13). Aber auch die Grundlagen zur Vermeidung von katheter-assoziierten Infektionen von peripheren Venenverweilkanülen und zentralen Venenkathetern oder beatmungsassoziierten Pneumonien werden nicht selten im Operationssaal gelegt. Hinzu kommt die Vermeidung von Transmission im Sinne von Kolonisationen in einem Bereich mit hohem Patientenfluss und je nach Größe der Einheit häufig wechselndem Personal (Schulz-Stübner 2013, 2016).

Hierbei kann die als besonders aseptisch empfundene Umgebung des Operationssaals nicht selten zu einem Gefühl der falschen Sicherheit führen, wodurch das Anästhesiepersonal in Gefahr gerät, elementare Aspekte der Standardhygiene und insbesondere die Händehygiene zu vernachlässigen. Das folgende Kapitel gibt allgemeine Empfehlungen zur Hygiene am Anästhesiearbeitsplatz sowie speziell bei Regionalanästhesie und der Verwendung von Schmerzkathetern.

## 23.1 Einführung

Im Sinne der Infektionsprävention ist neben dem Einhalten aseptischer Techniken während der Narkose die Aufrechterhaltung der Homöostase des Patienten während der Operation besonders wichtig. Hierzu gehören:

- Normothermie (z. B. 36–37,5 °C), in der Regel aktives Wärmemanagementkonzept erforderlich
- Normoglykämie (z. B. Blutzuckerspiegel zwischen 80–180 mg/dl)
- Normoxie/Normokapnie (z. B. Sauerstoffsättigung >95 %, endtidale CO<sub>2</sub>-Konzentration 35–40 mmHg)

Bei den beiden letztgenannten Parametern ist die individuelle, mitunter durch chronische Grunderkrankungen geprägte Ausgangssituation der Patienten zu beachten, wobei die in der Literatur angegebenen Zielp Parameter in den letzten Jahren Gegenstand

der wissenschaftlichen Diskussion waren (Schulz-Stübner 2016).

Eine Reihe amerikanischer Studien hat sich in den vergangenen Jahren mit der Umgebungskontamination des Anästhesiearbeitsplatzes und dem Keimeintrag in primär sterile Dreivegehähne von intravenösen Zugängen befasst. Dabei wurden Transmissionen von Patient zu Patient und aus der Umgebung beschrieben und auch Zusammenhänge zu postoperativen Infektionsereignissen hergestellt, auch wenn der klinische Stellenwert der Dreivegehähnekontamination bezüglich des daraus resultierenden Infektionsrisikos derzeit nicht abschließend beurteilt werden kann.

Die Autoren folgern, dass Erreger leicht über die Hände des Anästhesisten transportiert werden. Zur Reduktion intraoperativer Transmissionen und Reduktion postoperativer infektiöser Komplikationen seien multimodale Programme hinsichtlich aseptischer Arbeitstechniken, Händehygiene, sachgerechte Reinigung und Desinfektion zwischen den Fällen und ggf. auch zur Gesamtkeimlastreduktion der Patienten erforderlich (Loftus et al. 2015).

Diskutiert wird in diesem Zusammenhang auch die besondere Bedeutung des unsachgemäßen Handschuhgebrauches und der fehlenden Händehygiene nach Ausziehen der Handschuhe mit der Schlussfolgerung, dass prolongiertes Tragen der Handschuhe und Wechsel zwischen unreinen und aseptischen Tätigkeiten ohne Ausziehen der Handschuhe und Händedesinfektion zur Keimverbreitung beigetragen hat.

Allein durch häufige alkoholische Händedesinfektion des Anästhesisten während der Narkose konnte die Kontaminationsrate der Dreivegehähne deutlich gesenkt werden. Die Indikationen entsprechen prinzipiell den Regeln der Standardhygiene.

- ■ **Händedesinfektion während der Narkose idealerweise vor und nach jedem direktem Patientenkontakt und immer vor aseptischen Tätigkeiten.**
- **Handschuhe nur bei Kontaminationsmöglichkeit mit Blut (z. B. Anlage von Venenverweilkanülen) oder Körpersekreten (z. B. Intubation/Extubation) tragen. Nach Beendigung der kontaminationsgefährdeten Tätigkeit sofort ausziehen**

**und anschließend eine Händedesinfektion durchführen.**

- **Desinfektion von Einmalhandschuhen in Notfallsituationen nach genau definierten Bedingungen.**

In besonderen Situationen (z. B. Polytraumaversorgung), bei denen große Kontaminationsgefahr einerseits besteht und andererseits häufige Wechsel zu aseptischen Tätigkeiten (z. B. Medikamentenapplikation) erforderlich sind, könnte auch eine zwischenzeitliche Handschuhdesinfektion sinnvoll sein. In der AWMF-Leitlinie zur Händehygiene (AWMF 2015) heißt es hierzu: „Sofern es der Arbeitsablauf zulässt, sollte der Wechsel von Einmalhandschuhen parallel zu den Indikationen der Händedesinfektion erfolgen, d. h. immer dann, wenn die Indikation für eine Händedesinfektion gegeben ist, aber Handschuhe getragen werden. Im Ausnahmefall können behandschuhte Hände anstelle eines Handschuhwechsels desinfiziert werden, wenn andernfalls der Arbeitsablauf nicht gewährleistet werden kann, z. B. bei aufeinanderfolgenden Blutentnahmen bei mehreren Patienten oder bei Wechsel von reinen und unreinen Tätigkeiten am selben Patienten. Voraussetzung ist die Kompatibilität mit dem Desinfektionsmittel bzw. der Nachweis der Chemikalienbeständigkeit gemäß EN 374. Letzteres ist z. B. bei Nitrilhandschuhen mit der entsprechenden Deklaration gewährleistet. Bei sichtbarer Perforation, bei Kontamination mit Blut, Sekreten oder Exkreten sowie mit unbehüllten Viren sowie nach Benutzung zur Patientenwaschung muss ein Handschuhwechsel erfolgen.“ Zur Frage der Beständigkeit von Einmalhandschuhen wurde bei der 80sten Sitzung des Arbeitskreises Blut beim Robert Koch-Institut am 31.05.2015 folgendes Votum (V 44) verabschiedet (Arbeitskreis But des Bundesministeriums für Gesundheit 2015): „Untersuchungen haben gezeigt, dass abhängig vom verwendeten Material bei einer Tragedauer von bis zu 20 min und einer Desinfektionshäufigkeit bis zu 5-mal kaum mit veränderten Oberflächeneigenschaften und erhöhtem Risiko von Perforationen zu rechnen ist. Nach Prüfung der Vergleichbarkeit der in einer Einrichtung vorliegenden Rahmenbedingungen (Herstellerangaben zu Material, Fabrikat, Desinfektionsmittel) mit der Literatur, können konkrete Vorgaben zur Desinfektion

der Schutzhandschuhe im Hygieneplan festgeschrieben werden, wie z. B. die Desinfektion der Schutzhandschuhe bis zu 5-mal bei einer Tragedauer von maximal 20 min. Bei jeder Änderung von Handschuhfabrikat und Händedesinfektionsmittel ist diese Festlegung jedoch neu zu prüfen.“

Diese Ausnahmeregelung zur Handschuhdesinfektion hat auch Eingang in die Empfehlungen der KRINKO zur Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens (KRINKO 2016) gefunden.

Für die Praxis bedeutet dies bestimmte Anforderungen an die Strukturqualität des Anästhesiearbeitsplatzes und die Prozessqualität der Anästhesie, die häufig in Form von Bündeln vorgeschlagen werden, ohne dass die spezifische Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen in Studien belegt wäre.

Auch darf die besondere Arbeitssituation im OP und die oft aufwendige Lüftungstechnik nicht dazu verführen, eine per definitionem keimfreie Umgebung anzunehmen und daher auf elementare Hygienemaßnahmen wie die Händedesinfektion vor Beginn aseptischer Tätigkeiten oder auf maximale Barrieremaßnahmen bei der Anlage von zentralen Venenkathetern zu verzichten – wie dies nicht selten im Alltag beobachtet werden kann.

## 23.2 Der Anästhesiearbeitsplatz

Typischerweise besteht ein Anästhesiearbeitsplatz aus einem Narkosegerät mit Ablagefläche, häufig auch mit Schubladen für Materialien, und einem Anästhesiewagen mit Ablagefläche und Schubladen für Medikamente und Materialien. Hinzu kommen entweder separate Monitore, die häufig auf dem Narkosegerät oder in einer Ampel befestigt sind, oder in das Narkosegerät integrierte Monitore sowie zunehmend ein Computer mit Bildschirm, Maus und Tastatur für das elektronische Narkoseprotokoll und Zugang zum Patientendatenmanagementsystem (PDMS) der Klinik.

Für das Wärmemanagement kommen Wärmegeräte für Infusionen sowie verschiedenartige Wärmematten und -decken zum Einsatz. Zusatzgeräte je nach OP reichen von multiplen Infusionsspritzenpumpen (z. B. Perfusoren®) und Infusionsautomaten (z. B. Infusomaten®), Geräten zur maschinellen Autotransfusion, zusätzlichen Überwachungsmonitoren

und intraoperativer transösophagealer Echokardiographie (TEE) bis hin zur Herz-Lungen-Maschine sowie den Einheiten für intraaortale Ballonpumpen (IABP) oder extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO).

In unmittelbarer Nähe zum Anästhesiearbeitsplatz, einfacherweise meist am Anästhesiewagen, sollte ein Händedesinfektionsmittelspender, ein Tucheimer mit Flächendesinfektionsmittel, ein sicherer Abwurf für scharfe und spitze Gegenstände und ein allgemeiner Abfallbehälter vorhanden sein. Boxen zur Entnahme von keimarmen Einmalhandschuhen können ebenfalls am Anästhesiewagen oder in unmittelbarer Nähe an der OP-Wand angebracht werden, um die Entnahme zu erleichtern.

Je nach Organisation der Aufbereitung von wiederverwendbaren Anästhesiegeräten wie Laryngoskopen, Beatmungsmasken etc. kann ein patientenbezogener Trockenabwurf verwendet werden. Diese Geräte verbleiben dann im OP bis zum Ende der Narkose und können ggf. während der Ausleitung beim selben Patienten wiederverwendet werden. Anschließend erfolgt der Transport zur Aufbereitung.

Grundsätzlich sollte der Anästhesiearbeitsplatz so organisiert werden, das eine reine und eine unreine Arbeitsfläche definiert wird. Als reine Arbeitsfläche bietet sich in der Regel der Anästhesiewagen an. Die Arbeitsfläche wird vor Beginn der ersten Narkose wischdesinfiziert. Bei jedem Patientenwechsel erfolgt eine Desinfektion aller patientennaher Flächen und Handkontaktflächen, einschließlich der Arbeitsflächen, der Monitoroberflächen und Stellknöpfe, Kabel, Blutdruckmanschetten etc.

#### „Hygieneausrüstung“ des Anästhesiearbeitsplatzes

Hierzu gehören:

- Gekennzeichnete reine und unreine Arbeitsfläche
- Händedesinfektionsmittel (Spender, Pumpflasche)
- Flächendesinfektionsmittel (Tucheimer)
- Abwurf für spitze und scharfe Gegenstände
- Allgemeiner Müllabwurf

**Materialbestückung** Es ist sinnvoll, die Ausrüstung und Materialbestückung möglichst einheitlich zu gestalten und am Anästhesiearbeitsplatz nur den Tagesbedarf (Infusionsbestecke, Stöpsel, Spritzen etc.) an Verbrauchsmaterialien (mit einem Sicherheitsaufschlag für Notfälle) vorzuhalten und zum Abschluss des OP-Tags aufzurüsten. Damit wird das Überlagern von Sterilgütern verhindert und die Kontaminationsgefahr insgesamt reduziert. Je nach OP-Bereich selten verwendete Materialien (z. B. bestimmte zentrale Venenkatheter, Pulmonalkatheter, PICCO-Katheter, PDA-Sets, periphere Nervenkathe- ter, Bronchoskopie u. ä.) können zentral gelagert und nur bei Bedarf in den Saal verbracht werden. Hierfür sind spezielle Interventionswägen hilfreich, die dann mit allen für die Anlage der entsprechenden Katheter erforderlichen Materialien (ggf. auch inklusive Ultraschallgerät, Nervenstimulator und anderer Hilfsmittel) und insbesondere auch der erforderlichen Schutzkleidung (sterile Kittel, sterile Handschuhe) ausgerüstet sind.

➤ **Je nach Ausrichtung der Anästhesieabteilung und Standardisierung der Narkosen kann auch eine Aufteilung von Zusatzwägen in „kleine“ und „große“ Einleitung mit den jeweils erforderlichen Materialien die Arbeitsorganisation und das Einhalten der Hygieneanforderungen deutlich erleichtern.**

Allerdings müssen bei Außenarbeitsplätzen (z. B. Schockraum, Ambulanz, Kreißsaal, interventionelle Radiologie, Herzkatheterlabor) die speziellen Anforderungen des Außenbereichs und die im Gegensatz zum Zentral-OP erschwerte Transportlogistik bei der Bestückung berücksichtigt werden.

! **Besondere Bedingungen und logistische Anforderungen von „Außenarbeitsplätzen“ müssen bei der Bestückung des Anästhesiearbeitsplatzes berücksichtigt werden.**

**Notfallwagen** Besonders wichtig ist ein schnell erreichbarer und regelmäßig überprüfter Notfallwagen mit Defibrillator, Lipidlösung für systemische Lokalanästhetikazwischenfälle, Dantrolen und allen abteilungsspezifischen Notfallmedikamenten sowie ein Funktionswagen für die Beherrschung des

schwierigen Atemwegs. Hierfür stehen für kleinere Anästhesieeinheiten oder ambulante Zentren inzwischen auch preiswerte, aber funktionsgerechte Einwegbronchoskope zur Verfügung, die eine aufwendige Aufbereitungslogistik überflüssig machen.

**Absaugkatheter** Sie müssen in geeigneten Köchern (möglichst geschlossen aber dennoch leicht zu entnehmen) so gelagert werden, dass sie nicht geknickt und beschädigt werden.

**Narkosebeatmung** Der Notfallbeatmungsbeutel ist gut zugänglich, aber vor Staub geschützt (z. B. in einem Beutel) am Beatmungsgerät anzubringen. Auch das Äußere des Beatmungsschlauchs und -beutels des Narkosegeräts ist als Handkontaktfläche anzusehen, und es sind Keimübertragungen durch die Außenoberfläche von Beatmungsschläuchen als Vektor beschrieben (► [Kap. 24](#)). Da bei Verwendung von patientennahen, bakterien-dichten Atemfiltersystemen auch Einsatzzeiten von bis zu 7 Tagen angegeben werden (Kramer 2010), ist zumindest eine Wischdesinfektion der äußeren Oberfläche erforderlich. Ist diese nicht durchführbar, sollte ein Wechsel nach jedem Patienten erfolgen (Schulz-Stübner 2011)

#### Atemfiltersysteme

Als Anforderungen an patientennahe Atemfiltersysteme (AFS) bei der Narkosebeatmung gelten nach den gemeinsamen Empfehlungen der DGAI und DGKH (Kramer 2010):

- Partikelfiltereffektivität >99 % nach ISO 23328-1 (die meisten ASF erreichen deutlich höhere Filtrationsleistungen bis 99,9999 %, wie von der französischen Fachgesellschaft gefordert)
- Flüssigkeitsretention bis 60 mbar (bzw. 20 mbar über dem höchsten Beatmungsdruck)
- Filterwiderstand so gering wie möglich (<6 mbar/l/s)
- Totraum so gering wie möglich (Herstellerezulassung für den Anwendungsbereich beachten – Einsatz in der Neonatologie häufig nicht möglich!)

- Filterwechsel nach jedem Patienten
- Reinraumtechnik nach ISO EN DIN 14644-1 für die Herstellung von AFS ist ausreichend, eine Sterilisation nicht zwingend erforderlich

Auf der reinen Arbeitsfläche werden die zur Narkose benötigten Medikamente unmittelbar vor Gebrauch aufgezogen. Details zum Umgang mit Medikamenten und Parenteralia finden sich in ► [Kap. 18](#).

### 23.3 Besondere Erreger im OP-Saal

Bezüglich des Umgangs mit multiresistenten Erregern lohnt sich noch einmal ein Blick in die TRBA 250: „Erreger mit Antibiotikaresistenzen, so genannte Multiresistente Erreger (MRE), unterscheiden sich bezüglich ihrer Übertragungswege und krankmachenden Wirkungen sowie ihrer Eigenschaften in der Umwelt und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Desinfektionsmitteln nicht von gleichen Erregern ohne diese Resistenz. Für den Arbeitsschutz ist deshalb die strikte Einhaltung der allgemeinen Hygienemaßnahmen ausreichend. Barriere-/Isolierungs-Maßnahmen allein können unzureichende oder nicht strikt eingehaltene allgemeine Hygienemaßnahmen nicht ersetzen (...)“.

Kontaminierte Eingriffe oder Operationen von mit multiresistenten Erregern besiedelten Patienten können im „normalen“ OP-Saal durchgeführt werden. Die Durchführung am Ende des OP-Programmes mag die Logistik erleichtern, ist aber aus infektionspräventiver Sicht bei hygienisch korrektem Arbeiten nicht erforderlich.

Es ist eine Entscheidung der Klinikleitung, wie sie die Zuteilung der einzelnen OP-Säle organisiert. Aus hygienischer Sicht ist eine Unterscheidung in „septische“ und „nicht septische“ OP-Einheiten nicht erforderlich und häufig auch kontraproduktiv – sie wird aber z. B. von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung noch für die Zulassung zum Schwerstverletzungsverfahren gefordert.

➤ **Die Versorgung von Patienten darf nicht durch unnötige, mit falschen**

**Hygienevorstellungen begründete Maßnahmen verzögert oder gar gefährdet werden, in dem Patienten am Ende des Programmes immer wieder verschoben werden. Unabdingbar ist, dass die Reinigung, Desinfektion und Aufbereitung von OP-Abteilung, OP-Saal, Instrumentarium und Anästhesiearbeitsplatz gemäß den einschlägigen Empfehlungen nach jedem(!) Eingriff und nach jeder Kontamination so durchgeführt werden, dass für nachfolgende Patienten und das Personal keine (Infektions-)Gefahren bestehen!!**

Erregerspezifische Zusatzmaßnahmen werden im Hygieneplan festgelegt:

- Kontaktchutzmaßnahmen (langärmlicher Kittel und Handschuhe) bei Patientenkontakt: z. B. bei Methicillin-resistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vancomycin-resistenten Enterokokken (VRE), multiresistenten gramnegativen Erreger (MRGN) in Abhängigkeit vom Streupotenzial des Patienten, *Clostridium difficile* mit Durchfall etc.
- Schutz vor Tröpfchenübertragung (langärmlicher Kittel, Handschuhe und Atemschutz (FFP 1): z. B. bei Meningokokkeninfektionen bis 24 Stunden nach Beginn einer wirksamen Antibiotikatherapie, Influenza, Norovirusinfektion mit schwallartigem Erbrechen etc.
- Schutz vor durch die Luft übertragbaren Erkrankungen (Atemschutz FFP 2): z. B. bei offener Lungentuberkulose, Windpocken und Masern

Bei Patienten mit aktiver clostridienassoziierter Diarrhö (die z. B. wegen eines toxischen Megakolons operiert werden müssen) ist zusätzlich zur alkoholischen Händedesinfektion das Waschen der Hände nach Patientenkontakt erforderlich, da der Alkohol nicht sporozid wirkt, und das verwendete Flächen-desinfektionsmittel sollte auf ein sporozides Präparat umgestellt werden. Bei durch die Luft übertragbaren Erkrankungen wird als zusätzliche Vorsichtsmaßnahme in der Regel außer dem Atemfilter auch der Beatmungsschlauch immer mit gewechselt – auch wenn bei funktionierendem Atemfilter kein Übertragungsrisiko bestehen dürfte.

## 23.4 Regionalanästhesie und Schmerzkatheter

Die Durchführung von Regionalanästhesieverfahren beschränkt sich nicht nur auf die Operationsabteilung. So werden Periduralkatheter häufig im Kreißsaal und peridurale oder periphere Schmerzkatheter in der Notfallambulanz, auf der Intensivstation oder in der Schmerzklinik angelegt.

Die Angaben zur Inzidenz von infektiösen Komplikationen schwanken in der Literatur erheblich (Schulz-Stübner et al. 2008). Für epidurale Abszesse nach neuraxialem Block reichen die Angaben von 1,1/100.000 (Aromaa et al. 1997) über 1/40.000 (Moen et al. 2004; Cook et al. 2009) bis zu 1/1913 (Wang et al. 1999).

Ähnlich sieht die Situation bei peripheren Schmerzkathetern aus, wobei insgesamt unterschiedliche Definitionen die Vergleichbarkeit der Studien zusätzlich erschweren. Eine Surveillance nach standardisierten Definitionen, z. B. im Rahmen des Netzwerks Regionalanästhesie des wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanästhesie der DGAI und des BDA ist daher zu empfehlen.

### ■ Katheterassoziierte epidurale Infektionen

Katheterassoziierte epidurale Infektion (EI) können wie folgt definiert werden (nach Schulz-Stübner u. Kelley 2007; Schulz-Stübner u. Czaplik 2013):

#### Risikofaktoren:

- Hautinfektion
- Weichteilinfektion im Rückenbereich
- Osteomyelitis
- Systemische Infektion
- Multiple Punktionsversuche
- Immundefizienz

#### Diagnostische Kriterien:

- Nachweis einer epiduralen Raumforderung durch bildgebende Verfahren (bevorzugt MRT)
- Rasche Entwicklung neurologischer Ausfallsymptome
- Symptome nach Epiduralpunktion innerhalb von 30 Tagen (bei implantiertem Pumpensystem bis zu 1 Jahr)
- Fieber (>38 °C)
- Lokalisierter Rückenschmerz
- Lokale Muskelverspannung

- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder CRP-Erhöhung ( $>20\text{ mg/l}$ )
- Lokale Schwellung
- Ausfluss/Eiter im Bereich der Punktionsstelle
- Positive mikrobiologische Kultur
- Lokale Rötung

■ ■ **EI 1: oberflächliche Weichteilinfektion entlang des Epidural-/Spinalkatheter oder im Bereich der Punktionsstelle**

Beide A-Kriterien und 1 B-Kriterium sind erforderlich.

**A. Essenzielle Kriterien:**

- Schwellung
- Lokale Verhärtung oder Druckempfindlichkeit

**B. Zusatzkriterien:**

- Fieber ( $>38\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Ausfluss/Eiter im Bereich der Punktionsstelle
- Positive mikrobiologische Kultur
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder CRP-Erhöhung ( $>20\text{ mg/l}$ )
- Lokale Rötung

■ ■ **EI 2: Epiduralabszess**

**A. Essentielles Kriterium:**

- Nachweis einer abszessverdächtigen, epiduralen Raumforderung durch bildgebende Verfahren (bevorzugt MRT) innerhalb von 30 Tagen nach Punktion (bei implantierten Pumpensystem bis zu 1 Jahr)

**B. Zusatzkriterien:**

- Fieber ( $>38\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Ausfluss/Eiter im Bereich der Punktionsstelle
- Positive mikrobiologische Kultur
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder CRP-Erhöhung ( $>20\text{ mg/l}$ )
- Lokale Rötung
- Schwellung
- Lokale Verhärtung oder Druckempfindlichkeit
- Rückenschmerz
- Neurologische Ausfallsymptomatik\*

■ ■ **\* EI 2N: Epiduralabszess mit neurologischen Ausfallsymptomen**

EI 2 mit neurologischen Ausfallsymptomen wird als EI 2N klassifiziert.

■ ■ **EI 3: epidurale Infektion mit Sepsis**

**A. Essentielle Kriterien:**

- Kriterien für EI 1 oder 2 müssen erfüllt sein.

**B. Zusatzkriterien:**

- Positive Blutkultur mit demselben Erreger wie in der Katheterkultur oder der Kultur der Punktionsstelle
- Fieber ( $>38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oder Hypothermie ( $<36\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder Leukopenie ( $<4000/\mu\text{l}$ )
- Blutdruck systolisch  $<90\text{ mmHg}$
- Tachykardie ( $>90\text{ SpM}$ )
- Respiratorische Insuffizienz (AF  $>20$ ,  $\text{paCO}_2 <32\text{ mmHg}$ ,  $\text{paO}_2 <70\text{ mmHg}$  bei Spontanatmung oder  $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 <175$  bei Beatmung)

■ ■ **EI 3N: epidurale Infektion mit Sepsis und neurologischen Ausfällen**

EI 3 mit neurologischen Ausfällen wird als EI 3N klassifiziert.

■ **Andere Infektionen (OI = „other infections“)**

■ ■ **OI 1: mit peripherem Nervenblock assoziierte oberflächliche Weichteilinfektion**

Beide A-Kriterien und 1 B-Kriterium sind erforderlich.

**A. Essenzielle Kriterien:**

- Schwellung entlang des Katheters oder an der Punktionsstelle
- Lokale Verhärtung oder Druckempfindlichkeit entlang des Katheters oder an der Punktionsstelle

**B. Zusatzkriterien:**

- Fieber ( $>38\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Ausfluss/Eiter im Bereich der Punktionsstelle
- Positive mikrobiologische Kultur
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder CRP-Erhöhung ( $>20\text{ mg/l}$ )
- Lokale Rötung

■ ■ **OI 2: mit peripherem Nervenblock assoziierter Abszess oder tiefer Weichteilinfekt**

Das A-Kriterium und 3 B-Kriterien sind erforderlich.

**A. Essenzielle Kriterien:**

- Nachweis einer abszessverdächtigen Raumforderung durch bildgebende Verfahren oder chirurgische Exploration innerhalb von 30 Tagen nach Punktion oder Katheterentfernung

#### B. Zusatzkriterien:

- Fieber ( $>38^{\circ}\text{C}$ )
- Ausfluss/Eiter im Bereich der Punktionsstelle
- Positive mikrobiologische Kultur nach chirurgischer Drainage/Punktion
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder CRP-Erhöhung ( $>20\text{ mg/l}$ )
- Lokale Rötung
- Lokale Verhärtung oder Druckempfindlichkeit
- Lokaler Schmerz
- Neurologische Ausfallsymptomatik\*

#### ■ ■ \*OI 2N: mit peripherem Nervenblock assoziierter Abszess oder tiefer Weichteilinfekt mit neurologischer Ausfallsymptomatik

OI 2 mit neurologischer Ausfallsymptomatik wird als OI 2N klassifiziert.

#### ■ ■ OI 3: mit peripherem Nervenblock assoziierte Infektion mit Sepsis

##### A. Essenzielle Kriterien:

- Kriterien für OI 1 oder 2 müssen erfüllt sein

##### B. Zusatzkriterien:

- Positive Blutkultur mit demselben Erreger wie in der Katheterkultur oder Kultur der Punktionsstelle
- Fieber ( $>38^{\circ}\text{C}$ ) oder Hypothermie ( $<36^{\circ}\text{C}$ )
- Leukozytose ( $>12.000/\mu\text{l}$ ) oder Leukopenie ( $<4000/\mu\text{l}$ )
- Blutdruck systolisch  $<90\text{ mmHg}$
- Tachykardie ( $>90\text{ SpM}$ )
- Respiratorische Insuffizienz ( $\text{AF} >20$ ,  $\text{paCO}_2 <32\text{ mmHg}$ ,  $\text{paO}_2 <70\text{ mmHg}$  bei Spontanatmung oder  $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 <175$  bei Beatmung)

#### ■ ■ OI 3N: mit peripherem Nervenblock assoziierte Infektion mit Sepsis und neurologischer Ausfallsymptomatik

OI 3 mit neurologischer Ausfallsymptomatik wird als OI 3N klassifiziert.

## 23.4.1 Prävention

Auch wenn die Inzidenz infektiöser Komplikationen der Regionalanästhesie zunächst gering erscheint, sollten angesichts der Schwere und möglicherweise katastrophalen Auswirkungen für den einzelnen Patienten (z. B. Querschnittslähmung bei neuraxialen Verfahren) alle sinnvollen Präventionsmaßnahmen unternommen werden. Dazu gehören in erster Linie:

- Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen (v. a. Händedesinfektion) bei Katheteranlage oder Blockdurchführung und im Umgang mit Schmerzkathetern
- Verwendung von Alkohol plus Chlorhexidin oder Alkohol plus Octenidin zur Hautdesinfektion
- Maximale Barrieremaßnahmen bei der Katheteranlage
- Unmittelbares Aufziehen und patientenbezogenes Verwenden von Injektionslösungen und Schmerzinfusionen – dabei keine Mehrdosisbehälter verwenden

## 23.4.2 Hautdesinfektion für Regionalanästhesie und Schmerzkatheteranlage

Viele Punktionsstellen für regionalanästhesiologische Verfahren oder Schmerzkatheteranlage liegen in Regionen talgdrüsenhaltiger Haut.

Die Art des Sprühens oder Wischens ist Tradition und nicht evidenzbasiert (KRINKO 2011). Entscheidend sind die vollständige Benetzung der Haut und das Feuchthalten während der Einwirkzeit. Eine mechanische Komponente durch Auftragen oder Verreiben, z. B. mit einem Tupfer, erscheint dabei theoretisch hilfreich. Bei manchen modernen Hautdesinfektionsmitteln mit speziellen Applikatoren wird vom Hersteller eine Einreibetechnik vorgegeben.

Die amerikanischen Empfehlungen haben Chlorhexidin/Alkohol bereits 2005 aufgenommen, obwohl es sich um „off-label use“ handelte, da die Substanz zur Desinfektion bei Lumbalpunktionen nicht zugelassen ist. Eine Anwendungsbeobachtung der Mayo-Clinic zwischen 2006 und 2010 mit mehr als 11.000 Patienten und 12.465 Spinalanästhesien

■ **Tab. 23.1** Zusammenfassung der Empfehlung zur Hygiene bei Regionalanästhesien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA)

Kriterium	Empfehlung
Hygieneplan	Die allgemeinen Hygienemaßnahmen orientieren sich an dem für jede Institution vorgeschriebenen Hygieneplan.
Räumlichkeit	Regionalanästhesien werden in Räumen durchgeführt, die zur Behandlung von Patienten geeignet sind.  Es gibt keine Evidenz für besondere räumliche Anforderungen zur Anlage von Regionalanästhesien, wie z. B. das Vorhandensein einer bestimmten Lüftungstechnik, von Schleusen o. Ä. Von daher können neben dem OP auch Patientenzimmer, Kreißsaal, Intensivstation etc. als geeignet angesehen werden.
Personenzahl	Die Anzahl der Personen in diesem Behandlungsraum ist für den Zeitraum der Punktion/Katheteranlage auf das Notwendige zu beschränken. Es soll möglichst wenig gesprochen werden.
Schmuck, Uhren, Ringe etc.	Schmuck, Uhren, Freundschaftsbänder und jegliche Ringe an Händen und Unterarmen sind vor der Punktion abzulegen, um eine ordnungsgemäße Händedesinfektion zu ermöglichen.
Rasur	Ist aus technischen Gründen eine Haarentfernung erforderlich, sollte diese mittels „Clipper“ erfolgen.
Entfetten und Säubern der Haut	Entfetten und Säubern der Haut: Das Entfetten der Haut wird nicht empfohlen, eine Säuberung nur bei sichtbarer Verunreinigung.
Händedesinfektion	Die hygienische Händedesinfektion mit einem geeigneten Händedesinfektionsmittel ist als die wichtigste Einzelmaßnahme obligatorisch. Die Einwirkzeit beträgt bei alkoholischen Präparaten in der Regel 30 s.
Hautdesinfektion	Die Desinfektion erfolgt im Idealfall mit einem alkoholischen Desinfektionsmittel in Kombination mit einer Wirksubstanz mit Remanenz, z. B. Chlorhexidin oder Octenidin. Die Einwirkzeit beträgt für geeignete, derartige Präparate 2 min bei talgdrüsenreicher Haut. Danach sollte man die Haut trocknen lassen und nicht durch einen Desinfektionsmittelsee punktieren.
Mundschutz, Haube, Kittel	Mund-Nasen-Schutz, Haube, Kittel, sterile Handschuhe: Das Tragen von Haube und frischem Mund-Nasen-Schutz wird für alle an der Punktion beteiligten Personen grundsätzlich empfohlen. Die punktierende Person muss sterile Handschuhe tragen. Ein steriler Kittel muss bei Anlage von kontinuierlichen Kathetervorfahren getragen werden.
Abdeckfolien	Empfohlen werden großflächige selbstklebende Lochtücher und großzügige sterile Arbeitsflächen, um ein großzügig bemessenes steriles Feld um die Punktionsstelle zu schaffen.
Medikamente und Material	Es werden nur frische Medikamentenlösungen aus unmittelbar zuvor erstmalig geöffneten Behältnissen verwendet, keine „Multi-dose“-Behälter.  Die maximale Laufzeit von Infusionslösungen zur kontinuierlichen Schmerztherapie beträgt in der Regel in Analogie zu kristallinen Lösungen bei venösen Zugängen 96 h. Mischinfusionen sollten unter aseptischen Bedingungen in der Apotheke hergestellt werden, die dann eine Laufzeit auch unter Berücksichtigung der physikalischen Stabilität der Lösung angibt.  Es werden nur Einmalartikel zur Punktion und Katheteranlage eingesetzt.
Verband	Der sterile Verband wird in aseptischer Applikationstechnik angelegt. Ein Verbandswechsel sollte nur erfolgen, wenn erforderlich, also wenn der Verband lose, feucht oder schmutzig ist.  Bei jedem Verbandswechsel ist die Punktionsstelle mit einem remanent wirkenden Desinfektionsmittel zu desinfizieren.

■ Tab. 23.1 Fortsetzung

Kriterium	Empfehlung
Fixierung	Katheter und Konnektionsstellen müssen sicher fixiert werden. Für eine Annahrt von Kathetern gibt es keine infektionspräventive Evidenz.
Kontrolle	Die Einstichstelle des Katheters soll täglich klinisch (visuell, palpatorisch) überprüft werden. Durch die Verwendung von Transparenzverbänden wird die visuelle Inspektion der Einstichstelle ermöglicht. Die Verwendung von semitransparenten oder undurchsichtigen Verbänden ist daher unvorteilhaft. Die Mindestforderung ist die tägliche Palpation und – wenn möglich – visuelle Überprüfung der Einstichstelle sowie die Befunddokumentation. Bei Missempfindungen muss die Insertionsstelle auch visuell beurteilt werden, ggf. muss ein Verband dazu gelöst werden, wenn es sich nicht um einen durchsichtigen Verband handelt. Der Einsatz einer Checkliste kann sinnvoll sein.
Indikationsstellung	Die Indikation zur Fortsetzung der Therapie muss täglich neu überprüft werden.
Bakterienfilter	Der infektionspräventive Wert von Bakterienfiltern ist fraglich. Ein Wechsel erfolgt nach Herstellerangaben, z. B. nach 72–96 h.
Untertunneln	Durch das Untertunneln werden die Katheter besser fixiert, was Infektionen vorbeugen kann. Es liegen Daten vor, die darauf hinweisen, dass die Untertunnelung von epiduralen Kathetern die bakterielle Kolonisation zu reduzieren vermag. Eine subkutane Untertunnelung soll durch Verlängerung der Katheterstrecke im Gewebe und konsekutive Verbesserung der „Barrierefunktion“ die Rate an Dislokationen und Infektionen reduzieren. Eine klare Reduktion relevanter Infektionen allein durch eine zusätzliche Tunnelung von Regionalanästhesiekathetern konnte bisher nicht eindeutig bewiesen werden. Manche Autoren empfehlen eine Tunnelung bei geplanter Liegedauer >3 Tage und/oder höherem Infektionsrisiko.
Kathetermaterial	Es gibt zurzeit keine Studien, die Vorteile eines speziellen Kathetermaterials oder Beschichtungen aus infektionpräventiver Sicht belegen (die meisten Katheter bestehen aus Polyamid).
Salben	Die Verwendung von antibiotika- oder desinfektionsmittelhaltigen Salben wird nicht empfohlen.
Diskonnektion	<p>Diskonnektionen und Manipulationen an Regionalanästhesiekathetern sind auf das erforderliche Minimum zu beschränken. Im Fall einer geplanten Diskonnektion des Systems, z. B. für Nachinjektionen oder Systemwechsel, wird eine Sprühdeseinfektion der Konnektionsstelle mit einem alkoholischen Hautdesinfektionsmittel mit 30 s Einwirkzeit empfohlen.</p> <p>Bei versehentlicher Diskonnektion, z. B. während der Mobilisation des Patienten, ist eine Desinfektion, gefolgt von einer großzügigen, sterilen Resektion des proximalen Katheteranteils und Rekonnektion mit einem frischen Konnektor eine pragmatische Lösung. Es wird empfohlen, diese Maßnahmen nur bei Diskonnektionen &lt;4 h (als pragmatische Zeitangabe) durchzuführen, da andernfalls von einem steigenden Infektionsrisiko auszugehen ist. Katheter mit längerer oder unklarer Diskonnektionszeit sollten kurzfristig entfernt werden. Diese genannten Maßnahmen sind nicht durch Studien abgesichert.</p>
Infektzeichen	<p>Vorgehen bei Infektzeichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Im Falle generalisierter Infektzeichen ist ein Regionalanalgiesiekatheter grundsätzlich wie Fremdmaterial in Analogie zum zentralen Venenkatheter zu betrachten und muss ggf. entfernt bzw. gewechselt werden.</li> <li>– Bei lokalen Infektionszeichen wie Rötung, Schwellung oder Druckschmerz ist der Regionalanästhesiekatheter zügig zu entfernen.</li> <li>– Bei schwerwiegendem Befund ist eine kalkulierte Antibiotikatherapie in Erwägung zu ziehen.</li> </ul> <p>d) Treten unter oder nach rückenmarknahen Regionalanästhesieverfahren neurologische Defizite oder meningeale Zeichen auf, so sind unverzüglich eine geeignete Diagnostik (Liquorentnahme, MRT) und ggf. eine spezifische Therapie zu veranlassen.</p>

Tab. 23.1 Fortsetzung

Kriterium	Empfehlung
Haube und Mundschutz für alle	Das Tragen von Haube und frischem Mund-Nasen-Schutz scheint auch für die Patienten grundsätzlich empfehlenswert. Dies gilt insbesondere, wenn Regionalanästhesien nahe an der Kopfregion durchgeführt werden. Allerdings ist in diesen Fällen durch die Abdeckfolien diese Körperregion des Patienten in der Regel bedeckt, sodass dann zusätzlicher Schutz durch Haube oder Mund-Nasen-Schutz entbehrlich scheint.
Filter	„Aufziehfilter“ (Partikelfilter) dienen insbesondere der Reduktion von Partikeln aus Glasbrechampullen. In In-vitro-Studien konnte eine teilweise Reduktion der Bakterienlast von Flüssigkeiten aus oberflächlich kontaminierten Glasbrechampullen gezeigt werden. Die Autoren empfehlen zumindest für intrathekale Verfahren die Verwendung von Partikelfiltern für Substanzen aus Glasbrechampullen. Für Kunststoffampullen gibt es keine hinreichenden Daten, die eine konsequente Verwendung von Aufziehfiltern nahelegen. Bei ausreichenden allgemeinen Hygienemaßnahmen sind die genannten Filterkanülen von geringem infektionspräventivem Zusatznutzen.
Ultraschallgestützte Punktion	Der Schallkopf muss mit einer sterilen Hülle versehen werden. Bei Katheterverfahren muss diese Schutzhülle ausreichend lang sein. Auch bei Verwendung steriler Überzüge ist der Schallkopf nach jeder Patientenanwendung zu desinfizieren.  Es dürfen nur steriles Ultraschallgel oder andere sterile Flüssigkeiten zur Verbesserung der Schallqualität benutzt werden. Regionalanästhesienadeln können bei der Punktion Substanzen auf der Hautoberfläche mit in die Tiefe verschleppen. Während der Punktion gilt es daher, eine Nadelführung durch Ansammlungen von Desinfektiva (Seen) zu vermeiden, da diese Substanzen als neurotoxisch einzuordnen sind. Von Punktionen durch Ultraschallgel sollte abgesehen werden, da es tierexperimentell Hinweise gibt, dass die Verschleppung von Ultraschallgel in den Liquorraum eine relevante neuronale Inflamationsreaktion auszulösen vermag. Bei peripheren Nervenblockaden sind die experimentellen Daten widersprüchlich.

erbrachte jedoch keinen Anhalt für neurologische Komplikationen durch die neue Substanz (Sviggum et al. 2012). In Deutschland ist auch die Kombination Alkohol/Octenidin erhältlich.

**Neurotoxizität** Neurotoxische Wirkungen können bei direktem Kontakt mit Nervengewebe durch alle Antiseptika entstehen. Um Neurotoxizität beim direkten Kontakt von Aseptika mit Nervengewebe sicher zu verhindern, ist das vollständige Abtrocknen *conditio sine qua non* (Doan et al. 2012), denn dann ist der Substanzeintrag durch die Punktion kaum nachweisbar und nicht mehr klinisch relevant.

➤ **Hautdesinfektion erfolgt mit Alkohol plus Chlorhexidin oder Alkohol plus Octenidin für 2 min bei talgdrüsenhaltiger Haut (1 min bei**

**normaler Haut). Die Haut abtrocknen lassen bis sie vollständig trocken ist. Auf keinen Fall durch einen Desinfektionsmittelsee oder noch feuchte Haut punktieren!**

**Ultraschall** Der Einsatz von Ultraschall sowie ultraschallgesteuerten Punktionen und Katheteranlagen kann die Menge an Lokalanästhetika oft deutlich reduzieren und die technische Durchführung des Eingriffs erleichtern. Auch wenn der Beweis für eine Reduktion neurologischer Komplikationen im Vergleich zur Nervenstimulatortechnik noch aussteht, hat der Ultraschall im Alltag der Regionalanästhesie seinen Siegeszug angetreten. Aus hygienischer Sicht ist es wichtig, dass Ultraschallkopf und -kabel mit einer ausreichend langen, sterilen Hülle versehen werden, um ein aseptisches Arbeiten bei

**Tab. 23.2** Eingriffsspezifische Hygieneanforderungen in der Anästhesie (bei ultraschallgesteuerten Punktionen auf ausreichend große sterile Hülle für Ultraschallkopf und Kabel achten). (Modifiziert nach Schulz-Stübner 2016)

Maßnahme	VWK	Periphere Arterien* Single-Shot peripherer Nervenblock	Zentrale Arterien* ZVK, PAK	Punktions- tracheotomie	Epiduralkathe- ter, peripherer Nervenkatheter zur Analgesie Spinalanästhesie	Bronchoskopie
Hautdesinfektion <sup>#</sup> (z. B. mit Octeni- din/Alkohol oder Chlorhexidin/ Alkohol)	+	+	+	+	+	Bronchosko- pieadapter wischdesinfizieren
Sterile Handschuhe	–	+	+	+	+	+
Steriler Kittel	–	–	+	+	+	(+)
Sterile Abdeckung	–	Kleines Lochtuch***	Großes Feld***	Großes Feld, einschließlich Instrumen- tenablage	Großes Lochtuch	Ggf. Lochtuch
Haarhaube**	–	(+)	+	+	+	–
Mund-Nasen- Schutz**	–	(+)	+	+	+	Gesichtsschutz und Brille

PAK Pulmonalarterienkatheter, VWK Venenverweilkanüle, ZVK Zentraler Venenkatheter  
<sup>#</sup> Nach Herstellerangaben, Einwirkzeiten beachten  
\* Bei „zentralen“ Arterien wie A. femoralis oder axillaris und langstreckigem Katheter wie ZVK  
\*\* Wenn nicht ohnehin im OP-Bereich getragen  
\*\*\* Mindestens den potenziellen Radius der Bewegungen des Seldinger-Drahtes abdeckend und zur Ablage erforderlicher Materialien  
+ empfohlen, (+) erwägenswert, – nicht erforderlich

ultraschallgestützten Punktionen sicherzustellen. Als Kontaktmedium wird steriles Kontaktgel aus dem Einzelbehältnis oder eine sterile Flüssigkeit verwendet. Für den direkten Hautkontakt kann auch Hautdesinfektionsmittel verwendet werden, da der Ultraschallkopf selbst durch die sterile Plastikhülle geschützt ist und so keine Gefahr der Materialunverträglichkeit besteht.

- Bei ultraschallgestützten Punktionen und Katheteranlagen sollten ausreichend lange sterile Schutzhüllen für Schallkopf und Kabel und sterile Kontaktmedien oder Hautdesinfektionsmittel verwendet werden.

Eine Zusammenfassung der 2015 aktualisierten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin zur Hygiene bei der Regionalanästhesie (Kerwat et al. 2015) gibt **Tab. 23.1**, eine Übersicht über die eingriffsspezifischen Hygieneanforderungen für bestimmte häufig durch die Anästhesie durchgeführte Prozeduren gibt **Tab. 23.2**.

Literatur

American Society of Anesthesiologists Task Force on infectious complications associated with neuraxial techniques (2010) Practice advisory for the prevention, diagnosis, and management of infectious complications associated

- with neuraxial techniques: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on infectious complications associated with neuraxial techniques. *Anesthesiology* 112: 530–545
- Arbeitskreis But des Bundesministeriums für Gesundheit (2015) Hygienebedingungen bei Spendeprozessen und deren mikrobiologische Überwachung. *Bundesgesundheitsbl* 58: 1346–1348
- Aromaa U, Lahdensuu M, Cozanitis DA (1997) Severe complications associated with epidural and spinal anaesthesias in Finland 1987–1993. A study based on patient insurance claims. *Acta Anaesthesiol Scand* 41: 445–452
- AWMF (2016) <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-027.html>
- Cook TM, Counsell D, Wildsmith JAW (2009) Major complications of central neuraxial block: Report on the Third National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Br J Anaesth* 102:179–190
- Doan L, Piskoun B, Rosenberg AD, Block TJJ, Philips MS, Xu F (2012) In vitro antiseptic effects on viability of neuronal and Schwann cells. *Reg Anesth Pain Med* 37: 131–8
- Hebl JR, Niesen AD (2011) Infectious complications of regional anesthesia. *Current opinion in Anesthesiol* 24: 573–8
- Kerwat K, Schulz-Stübner S, Steinfeldt T, Kessler P, Volk T, Gastmeier P, Geffers C, Ermert T, Boschin MG, Wiesmann T, Wulf H (2015) Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie. *Anästh Intensivmed* 56: 34–40
- Kramer A (2010) Infektionsprävention bei der Narkosebeatmung durch Einsatz von Atemfiltern (Gemeinsame Empfehlung der DGAI und DGKH). *Anästh Intensivmed* 51: S831–8
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2011) Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen. Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt* 54: 1135–1144
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsbl* 2016; 59: 1189–1220
- Loftus RW, Koff MD, Birnbach DJ (2015) The dynamics and implications of bacterial transmission events arising from the anesthesia work area. *Anesth Analg* 120: 853–60
- Moen V, Dahlgren N, Irestedt L (2004) Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990–1999. *Anesthesiol* 101: 950–959
- Schulz-Stübner S (2011) Umgang mit Beatmungsschläuchen an Anästhesiebeatmungsgeräten im OP und an Transportbeatmungsgeräten auf der Intensivstation. *Anästh Intensivmed* 52: 720–2
- Schulz-Stübner S (2013) Infektionsprävention durch das Anästhesieteam. *Anaesthesist* 62: 61–76
- Schulz-Stübner S (2016) Hygiene in der Anästhesie. *Krankenhaushygiene up2date* 11: 19–36
- Schulz-Stübner S, Czaplik M (2013) Qualitätsmanagement in der Regionalanästhesie am Beispiel des Regionalanästhesie Surveillance Systems (RASS). *Der Schmerz* 27; 56–66
- Schulz-Stübner S, Kelley J (2007) Regional Anesthesia Surveillance System: First experiences with a quality assessment tool for regional anesthesia. *Acta Anesthesiol Scand* 51: 305–15
- Schulz-Stübner S, Pottinger JM, Coffin SA, Herwaldt LA (2008) Nosocomial infections and infection control in regional anesthesia. *Acta Anesthesiol Scand* 52: 1144–57
- Svigum HP, Jacob AK, Arendt KW, Mauermaier ML, Horlocker TT, Hebl JR (2012) Neurologic complications after chlorhexidine antisepsis for spinal anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 37: 139–44
- Wang LP, Hauerberg J, Schmidt JF (1999) Incidence of spinal epidural abscess after epidural analgesia: a national 1-year survey. *Anesthesiology* 91:1928–1936

# Infektionsprävention in der Intensivmedizin

*S. Schulz-Stübner*

- 24.1 Einführung – 468
- 24.2 Erwachsenenintensivmedizin – 472
- 24.3 Pädiatrische Intensivmedizin – 474
- 24.4 Neonatologische Intensivmedizin – 476
- Literatur – 486

## Zusammenfassung

Besonders in der Intensivmedizin kommt der konsequenten Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen und der Händedesinfektion eine überragende Bedeutung zu, um die Übertragung von Erregern zu verhindern und nosokomiale Infektionen bei primär aseptischen Tätigkeiten zu minimieren.

Die allgemeinen, erregerspezifischen sowie die eingriffsspezifischen Maßnahmen werden im Folgenden beschrieben. Um ihre Umsetzung zu ermöglichen, sind im Bereich der Intensivmedizin vor allem arbeitsorganisatorische Aspekte entscheidend, aber auch die baulichen Strukturen sollten die Trennung in reine und unreine Arbeitsschritte, die sichere Lagerung von Sterilgütern und Medizinprodukten sowie den sicheren Umgang mit Medikamenten ermöglichen. Auch spezielle Aspekte der Station, wie z. B. der Einsatz von Therapietieren oder häufiges Rooming-in, müssen bei Bauvorhaben berücksichtigt werden. Einzelzimmer sollten, wann immer möglich, auch unter dem Aspekt der Wahrung der Intimsphäre von Patienten und Angehörigen bevorzugt werden (Thompson et al. 2012), sie erleichtern gleichzeitig das hygienisch korrekte Arbeiten.

## 24.1 Einführung

### ■ Pflegerischer Personalschlüssel

Die Anforderungen an den pflegerischen Personalschlüssel werden in den Leitlinien unter hygienischen Aspekten stets als „ausreichend“ beschrieben, d. h. wenig konkret, und letztlich sind es auch die Aspekte der intensivmedizinischen Versorgung, die einen ausreichenden Personalschlüssel und damit auch die Möglichkeit zu hygienisch einwandfreiem Arbeiten definieren.

Die European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) definiert in ihren Empfehlungen zur Strukturqualität für eine Erwachsenenintensivstation (Valentin et al. 2011) folgende Personalschlüssel:

- 1:1 für die Versorgung von Schwerstkranken mit Mehrfachorganunterstützung (Kategorie 1)
- 1:2 bei der Versorgung von Schwerkranken mit einer Organunterstützung (Kategorie 2)

- 1:3 bei der Versorgung von Überwachungs-patienten (Kategorie 3)

Für die beiden letzteren Kategorien ist aber stets auch die Compliance des Patienten zu berücksichtigen, die z. B. bei deliranten oder dementen Patienten derart herabgesetzt sein kann, dass auch bei Kategorie 2 und 3 ein Personalschlüssel von 1:1 erforderlich wäre. Außerdem muss die Qualifikation des Personals und nicht nur die Zahl der Köpfe berücksichtigt werden.

### ■ Reinigungspersonal

Eine in der Personalbetrachtung häufig zu kurz kommende Gruppe ist das Reinigungspersonal, obwohl ihm gerade auf der Intensivstation eine besonders wichtige Rolle zukommt. Ständig wechselndes Reinigungspersonal, evtl. mit sprachlichen Verständigungsproblemen und fehlender Schulung, stellt ein hygienisches Risiko dar.

Für die Intensivstation sollte fest zugeordnetes Reinigungspersonal zur Verfügung stehen, welches hinsichtlich der besonderen Anforderungen in diesem Bereich regelmäßig (mindestens jährlich) geschult wird. Je nach Schulungsstand und Organisationsabsprachen zwischen Reinigungs- und Pflegedienst kann dem Reinigungspersonal auch durchaus die laufende Desinfektion patientennahe Flächen und medizinischer Geräte einmal pro Schicht übertragen werden.

Zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Reinigung können stichprobenweise Fluoreszenzmarkierungen an kritischen Oberflächen durch das Hygienefachpersonal angebracht und nach der Reinigung abgelesen werden. Dieses Instrument eignet sich hervorragend zur Visualisierung von Problemzonen und zu Schulungszwecken.

Am Eingang der Intensivstation muss ein Händedesinfektionsmittelspender für Personal und Besucher zur Verfügung stehen.

### ■ Besucher

Für grundsätzlich eingeschränkte Besuchsregelungen gibt es aus hygienischer Sicht keine Begründung. Auch der Besuch durch Kinder ist prinzipiell möglich.

Alle Besucher sollten gezielt nach bestehenden Infektionskrankheiten bzw. speziellen Symptomen

von Infektionskrankheiten (z. B. Husten, Schnupfen, Heiserkeit, Durchfall, Übelkeit und Erbrechen, Hautausschläge) befragt und durch entsprechende Aushänge darauf hingewiesen werden, bei Vorliegen derartiger Symptome das Pflegepersonal zu kontaktieren. Besteht bei einem Besucher der Verdacht auf eine Infektionskrankheit, sollte vom Besuch eines kritisch Kranken Abstand genommen bzw. je nach Erkrankung/Symptom gezielte Schutzmaßnahmen (z. B. Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes) ergriffen werden.

Alle Besucher müssen beim Erstkontakt in die richtige Händedesinfektion eingewiesen und über ggf. erforderliche spezielle Schutzmaßnahmen informiert werden.

Eine **Einbeziehung von Angehörigen in pflegerische Maßnahmen** ist aus hygienischer Sicht nach entsprechender Einweisung durch die Pflegekräfte problemlos möglich und nicht selten therapeutisch oder für die weitere häusliche Versorgung wichtig und sinnvoll (z. B. Körperkontakt mit einer vertrauten Person bei hirngeschädigten Patienten, Erlernen der richtigen Tracheostomapflege und des Absaugens oder des Umgangs mit einer Ernährungssonde bei zu erwartender längerer Pflegebedürftigkeit etc.).

➤ **Das routinemäßige Tragen von Schutzkleidung durch Besucher einer Intensivstation ist unsinnig. Schutzkleidung wird hingegen auch von Besuchern gezielt bei Kontaminationsgefahr im Umgang mit dem Patienten in Analogie zum Pflegepersonal angelegt. Hierfür ist eine entsprechende Einweisung erforderlich.**

#### ■ Bereichskleidung

Das auf Intensivstationen beschäftigte Personal trägt Bereichskleidung. Diese sollte als Poolkleidung zur Verfügung gestellt werden, sodass immer ausreichend Ersatzbekleidung zum Wechsel bei Kontamination zur Verfügung steht. Zentrale Umkleiden mit langen Wegen zur Station sind hierfür eher ungeeignet und stationsnahe Umkleiden zu bevorzugen. Die Farbe der Bereichskleidung spielt keine Rolle, und das Personal kann die Station auch in Bereichskleidung verlassen. Konsiliarärzte, Physiotherapeuten etc. müssen sich nicht speziell umkleiden.

Arztmäntel sollten am Eingang aufgehängt werden. Beim direkten Umgang mit Patienten wird die jeweils für die Tätigkeit erforderliche, spezielle Schutzkleidung angelegt. Schutzkleidung muss dementsprechend einfach und nah zum Patientenzimmer verfügbar sein.

➤ **Pro Bettplatz muss mindestens ein Händedesinfektionsmittelspender zur Verfügung stehen, ergänzend können Kitteltaschenflaschen bei Bedarf eingesetzt werden. Bewährt haben sich auch direkt am Fußende des Bettes angebrachte Pumpflaschen.**

#### ■ Ärztliche Visiten

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die **Disziplin bei den ärztlichen Visiten**. Da je nach Größe und Art der Intensivstation mehrere Visiten durch verschiedene Disziplinen erfolgen, muss besonders darauf geachtet werden, dass die Standardhygiene bei jedem Patienten strikt eingehalten wird. Hierzu gehören vor allem die Händedesinfektion vor und nach Patientenkontakt und das Anlegen der erforderlichen Schutzkleidung (z. B. bei Untersuchungen, Verbandwechsel etc.).

➤ **Stethoskope werden auf der Intensivstation idealerweise patientenbezogen eingesetzt und nach Gebrauch immer wischdesinfiziert.**

#### ■ Verlegungen

Unter infektionspräventiven Aspekten sollte die häufige Hin- und Herverlegung von Patienten zwischen Intensivstationen oder Intensivstationen und IMC-Stationen („Patiententourismus“) vermieden werden. Leider sind solche Verlegungen gerade in großen Kliniken nicht selten (z. B. zwischen operativen und internistischen Einheiten aufgrund von Kapazitätsengpässen, geplanten großen Eingriffen oder Notfällen), sie sind aber lediglich ein Indikator für schlechte Organisation. Die Transporte stellen per se ein gewisses Risiko für den Patienten dar. Gerade beim Vorliegen von Besiedlungen mit multiresistenten Erregern wird die Last weiter verteilt, und es entsteht ein nicht unerheblicher Reinigungs- und Desinfektionsaufwand nach jeder Verlegung.

### ➤ Häufiges Hin- und Herverlegen von Patienten zwischen Intensivstationen oder IMC-Stationen sollte vermieden werden.

#### ■ Materialien

Um die funktionellen Abläufe zu vereinfachen, sollten Materialien für spezielle Eingriffe (z. B. Bronchoskopie, Punktionstracheotomie, ZVK-Anlage etc.) auf **Funktionswagen** bereitgehalten werden. Wichtig ist die regelmäßige Kontrolle und standardisierte Aufrüstung der Funktionswagen mithilfe einer Checkliste. Die Zuständigkeit hierfür muss im Qualitätsmanagement der Station festgelegt werden.

Für die Materialversorgung haben sich sog. **Modulversorgungssysteme** bewährt, die durch eine zentrale Logistik nach stationsspezifischen Vorgaben bestückt werden. Sie helfen, das Prinzip des „first in, first out“ optimal umzusetzen und Über- und Fehllagerung zu vermeiden.

#### ■ Präventionsbündel

Präventionsbündel, die die strukturierte Anwendung einer Reihe von evidenzbasierten Maßnahmen sicherstellen sollen, wurden für zahlreiche Aspekte der intensivmedizinischen Versorgung beschrieben. Am wichtigsten sind die „bundles“ zur

- Prävention der beatmungsassoziierten Pneumonie (► Kap. 22)
- Prävention ZVK-assoziiierter Infektionen (► Kap. 21)
- Prävention katheterassoziierter Harnwegsinfektionen (► Kap. 21.4)

Aber auch in folgenden Bereichen sind strukturierte Vorgehensweisen für die Qualität der medizinischen Versorgung und die Infektionsprävention wichtig:

- Definition von Therapiezielen („advanced care planning“)
- Dekubitusprävention
- Hautpflege
- Frühenterale Ernährung
- Sturzprävention
- Delirprävention

Ihnen allen gemeinsam ist die Festlegung der Ziele und Maßnahmen sowie ggf. von messbaren Qualitätsindikatoren der Ergebnisqualität, wobei sich zur Steuerung der Prozessqualität **Checklisten** in Form von **Memocards** bewährt haben.

#### Tipp

Präventionsbündel gemäß dem Plan-Do-Check-Act-Zyklus haben sich in der Praxis bewährt. Wichtig ist die Einheitlichkeit von ärztlichen und pflegerischen Standardarbeitsanweisungen (SOP) und ihre Abstimmung mit bzw. Integration in den Hygieneplan zur Vermeidung von Doppeldokumenten oder sich widersprechenden Anweisungen.

#### ■ Umgang mit Blutprodukten

In der Intensivmedizin werden häufig Blutprodukte verabreicht. Gemäß den Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten des Arbeitskreises Blut der Bundesärztekammer von 2010 ist dabei folgendes zu beachten:

##### ■ ■ Retransfusion von intra- und/oder postoperativ gewonnenem Wund-/ Drainageblut

- Maschinelle Autotransfusion: intra- und/oder postoperativ gesammeltes Wundblut wird als gewaschene Erythrozytensuspension innerhalb von 6 h retransfundiert.
- Die Transfusion von intra- oder postoperativ gesammeltem Wund- oder Drainageblut ohne vorherige Aufbereitung (Waschen) kann aufgrund der Gefahr einer Gerinnungsaktivierung, Zytokin- und evtl. Endotoxineinschwemmung sowie Einschwemmung anderer biologisch aktiver Substanzen nicht empfohlen werden.

##### ■ ■ Transport und Lagerung

- Beim Transport von Blutprodukten vom Hersteller zur Einrichtung der Krankenversorgung unter der Verantwortung des Herstellers muss sichergestellt sein, dass die für die jeweiligen Blutprodukte vorgegebenen Temperaturen aufrechterhalten bleiben (■ Tab. 24.1). Dies gilt auch beim Transport unter Verantwortung der Einrichtung der Krankenversorgung und ist im jeweiligen Qualitätssicherungssystem schriftlich festzulegen.

■ **Tab. 24.1** Lagerungs- und Transportbedingungen

Kategorie	Lagerung	Transport
Erythrozyten	+4 ± 2 °C	+1 bis +10 °C
Thrombozyten	+22 ± 2 °C unter ständiger Agitation	Raumtemperatur
Gefrorenes Frischplasma	Unter –30 °C (Abweichungen von +3 °C sind zulässig)	Tiefgefroren
Gefrorenes Frischplasma, aufgetaut	Zur sofortigen Transfusion	Raumtemperatur
Lyophilisiertes Plasma	+2 bis +25 °C	Raumtemperatur
Lyophilisiertes Plasma, rekonstituiert	Zur sofortigen Transfusion	Raumtemperatur

- Die Lagerung von Blutprodukten muss in entsprechend geeigneten Kühl- bzw. Lagereinrichtungen erfolgen (z. B. Blutpräparatekühlraum, Blutpräparatelagerschrank, Tiefkühlschrank und -lagertruhe, Thrombozyteninkubator mit Thrombozytenagitator), die mit geeigneten Mess-, Registrierungs- und Alarmeinrichtungen für die Temperatur- und Funktionsüberwachung ausgerüstet sein müssen.
- Eine gemeinsame Lagerung von Blutprodukten mit anderen Arzneimitteln, Lebensmitteln oder sonstigen Materialien ist nicht zulässig.
- Die Lagerungstemperaturen müssen dokumentiert werden.

#### ■ ■ Technik der Bluttransfusion

- Die Transfusion aller Blutkomponenten erfolgt über ein (gemäß Medizinproduktegesetz) normiertes Transfusionsgerät mit Standardfilter (in der Regel Porengröße 170–230 µm), möglichst über einen eigenen venösen Zugang. Über ein Transfusionsgerät, das maximal 6 h gebraucht werden darf, können mehrere Blutkomponenten verabreicht werden.
- Eröffnete („angestochene“) Blutkomponenten sind innerhalb von 6 h zu transfundieren. Die Entnahme von Blutproben aus verschlossenen Blutbeuteln zu Untersuchungszwecken ist nicht erlaubt.
- Blutprodukten dürfen vom Anwender keine Medikamente bzw. Infusionslösungen

beigefügt werden. Das Anwärmen von Blutkomponenten (max. +42 °C) beschränkt sich auf spezielle Indikationen (Massivtransfusionen, Transfusionen bei Neugeborenen, Transfusionen bei Patienten mit Kälteantikörpern).

- Die Funktionsfähigkeit der Geräte muss regelmäßig überprüft und dokumentiert werden. Behelfsmäßige Maßnahmen zum Auftauen und Anwärmen von Blutkomponenten (z. B. Wasserbad) sind nicht statthaft.
- Alle verwendeten Instrumente, Apparate und Vorrichtungen müssen den Vorschriften des MPG entsprechen.

#### ■ ■ Aufgaben des transfundierenden Arztes

- Der transfundierende Arzt muss sich über die Aufklärung und Einwilligung des Patienten vor Einleitung der Transfusion versichern. Bei nicht einwilligungsfähigen Intensivpatienten ist in Notfallsituation vom mutmaßlichen Willen auszugehen.
- Eine generelle Testung des Empfängers auf Infektionsmarker (Hepatitis B, Hepatitis C und HIV) vor der Transfusion oder eine Asservierung von entsprechenden Untersuchungsproben ist nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft und Technik nicht erforderlich.
- Nach Beendigung der Transfusion wird das Behältnis mit dem Restblut und dem Transfusionsbesteck steril abgeklemmt oder verschlossen und 24 h bei +1 bis +10 °C aufbewahrt.

## 24.2 Erwachsenenintensivmedizin

### 24.2.1 Körperpflege/ Chlorhexidinwaschung

Welche Pflegemittel für die Körperpflege des Intensivpatienten eingesetzt werden, richtet sich nach dem Hautzustand und ggf. den speziellen Therapieindikationen (z. B. basale Stimulation). Aus hygienischer Sicht dürfen Pflegeprodukte nur patientenbezogen eingesetzt werden, und es ist darauf zu achten, dass sie vor Kontamination geschützt gelagert werden. Da es sich bei vielen im Krankenhaus eingesetzten Pflegeprodukten nicht um Arzneimittel oder Medizinprodukte handelt, sind die Anforderungen an die mikrobiologische Reinheit geringer. So wurden eine Reihe von Ausbrüchen auf kontaminierte Pflegeprodukte (z. B. Lotion, getränkte Pflegetücher und -waschlappen etc.) zurückgeführt. Aber auch für topisch angewendete Antiseptika wurden primäre Kontaminationen im Rahmen des Herstellungsprozesses beschrieben (Chang u. Furlong 2012). Diese mögliche Quelle muss beim Auftreten atypischer Besiedlungen oder ungewöhnlicher Häufung, z. B. von Nachweisen von *Burkholderia* spp., *Ralstonia pickettii*, atypischen Mycobakterien oder *Bacillus cereus*, im Rahmen von Surveillance-Kulturen bedacht werden.

Eine Reihe von Studien beschreibt den routinemäßigen Einsatz antiseptischer Ganzkörperwaschungen zur Gesamtkeimlastreduktion und Prävention nosokomialer Infektionen. In einem systematischen Review von Studien mit dem Wirkstoff Chlorhexidin kommen Derde und Mitarbeiter (2012) jedoch zu dem Schluss, dass die Effektivität der Maßnahme zur Reduktion von multiresistenten gramnegativen Erregern angesichts der heterogenen Studienpopulationen und zahlreicher Begleitfaktoren nicht als eindeutig gesichert angesehen werden kann.

Unter praktischen Aspekten ergeben sich daher folgende risikoadaptierte Indikationen für antiseptische Ganzkörperwaschungen beim Intensivpatienten unter Berücksichtigung des Hautstatus, wobei die Substanzauswahl (Chlorhexidin, Octenidin oder Polyhexanid) sekundär erscheint:

- MRSA-Dekolonisation

- Hautbesiedlung mit VRE
- Erhöhte Rate von katheterassoziierten Blutstrominfektionen trotz adäquater Basismaßnahmen (► Kap. 21)
- Patienten mit multiplen Zugängen (z. B. bei extrakorporalen Verfahren wie ECMO, intra-aortaler Ballonpumpe, Nierenersatzverfahren über Leistenzugänge etc.)
- Patienten mit multiplen Drainagen, enterokutanen Fisteln, künstlichem Darmausgang oder perkutaner Harnabteilung
- Vor planbaren chirurgischen Eingriffen mit hohem Infektionsrisiko durch kutane Flora

### 24.2.2 CIRCO und selektive Darmdekontamination

Die selektive Darmdekontamination (SDD) wird in den deutschsprachigen Sepsisleitlinien als Präventionsmaßnahme bei Beatmungspatienten mit mehr als 48-stündiger Beatmungsdauer mit dem höchsten Evidenzgrad empfohlen, während die jüngste Leitlinie der Surviving Sepsis Campaign lediglich eine Grad-2B-Empfehlung zum Ausprobieren je nach lokalen Verhältnissen ausspricht (Dellinger et al. 2013).

Im Jahr 2012 beschrieb Silvestri in einem Review die Ergebnisse von 65 klinischen Studien und 11 Metaanalysen zu diesem Thema. Die meisten Arbeiten stammen aus den Niederlanden und aus Italien, wo die SDD als Therapiestandard für beatmete Patienten durchgeführt wird, während sie in Deutschland eher selten und in den USA so gut wie gar nicht angewandt wird. Als Mechanismus für den beschriebenen Mortalitätsbenefit postuliert Silvestri die Verhinderung von bakterieller Überwucherung der normalen Darmflora durch (fakultativ) pathologische Erreger (v. a. gramnegative Erreger wie *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Serratia marcescens*, *Acinetobacter baumannii* und *Pseudomonas aeruginosa*) und die Senkung der Rate nosokomialer Infektionen (v. a. beatmungsassoziierter Pneumonien und katheterassoziierter Septikämien). Für das beobachtete Phänomen führen die Autoren den etwas sperrigen (in seiner Abkürzung aber griffigen) Begriff „Critical illness related carriage in overgrowth concentrations“ (CIRCO) ein.

Resistenzinduktion, insbesondere gegen das als Reserveantibiotikum für multiresistente gramnegative Erreger verwendete Colistin, wurde in den meisten beschriebenen Studien mit kontinuierlicher mikrobiologischer Surveillance nicht beobachtet, allerdings beschreiben Oostdijk und Mitarbeiter (2010) Resistenzentwicklung unter SDD, was die unkritische breite Anwendung infrage stellt.

Andere Ansätze zur Verhinderung eines CIRCO fokussieren auf die Gabe von Probiotika, um das ökologische Gleichgewicht der Darmbakterien zu erhalten, und frühenterale Ernährungsregime scheinen ebenfalls dazu beizutragen. In ihrer großen Multi-center-Studie im Jahr 2009 verglichen De Smet und Mitarbeiter ein SDD-Regime (Verabreichung der topischen Antibiotika oral und über Magensonde für die Dauer des Aufenthalts plus intravenöse Gabe von Cefotaxim über 4 Tage) mit einem rein oralen Dekontaminationsregime mit den gleichen topischen Antibiotika und einer Gruppe ohne Intervention. Es zeigte sich eine statistisch signifikante Verringerung der 28-Tage-Mortalität (Kontrollgruppe 27,5 %, SDD 26,9 % und SOD 26,6 %), wobei SDD und SOD gleichwertig waren.

➤ **Insbesondere die systemische Komponente in Form eines Cephalosporins der 3. Generation ist daher als unnötig und hinsichtlich der Resistenzentwicklung sogar wahrscheinlich als kontraproduktiv anzusehen.**

Betrachtet man nun die wissenschaftliche Evidenz, so fällt naturgemäß die Übertragung der Ergebnisse von spezifischen Patientenpopulationen auf die breite Mischung von Patienten im klinischen Alltag schwer. Zudem stellt sich die Frage, ob eine Beatmungsdauer von mehr als 48 h der richtige Indikationsparameter ist, denn es ist ja nicht die Beatmungstherapie an sich, sondern die kritische Erkrankung, die zum CIRCO zu führen scheint. Durch den Einsatz nicht invasiver Beatmungsverfahren und konsequente Umsetzung der VAP-Präventionsbündel kann die Inzidenz beatmungsassoziierter Pneumonien auch ohne SDD deutlich gesenkt werden.

Andererseits fällt auf, dass gerade Langzeitintensivpatienten nach einem Median von 9 Tagen nosokomiale Infektionen mit den oben genannten

gramnegativen Erregern aufweisen und in der Allgemeinbevölkerung durchaus inzwischen eine Kolonisationsrate von ca. 10 % ESBL *E. coli* vorliegt, ohne dass diese notwendigerweise mit einer nosokomialen Infektion assoziiert ist. Razazo und Mitarbeiter (2012) kamen bei internistischen Intensivpatienten zu folgenden Ergebnissen: 82 Patienten (15 %) waren bei Aufnahme mit ESBL-Bildnern kolonisiert. Unter den ESBL-*Enterobacteriaceae* dominierte ESBL *E. coli* mit 62 % (51 Patienten), gefolgt von *Klebsiella pneumoniae* mit 18 % (15 Patienten). Bei nur 9 Patienten (3 %) verursachten die nachgewiesenen ESBL-Bildner bereits bei Aufnahme eine Infektion.

Als Risikofaktoren für eine Kolonisation mit ESBL-Bildnern wurden die Verlegung von einer anderen Intensivstation (OR 2,56; 95 % Konfidenzintervall 1,26–5,22), die Hospitalisierung im Ausland (OR 5,28; 95 % Konfidenzintervall 1,56–17,8) und ein chirurgischer Eingriff im letzten Jahr (OR 2,28; 95 % Konfidenzintervall 1,34–3,86) identifiziert. In der Gruppe der 394 Patienten, die direkt von zu Hause aufgenommen wurden, waren immer noch 12 % ESBL-kolonisiert und ESBL *E. coli* war mit 84 % mit Abstand der häufigste Erreger. Als Risikofaktoren für die Kolonisation konnten vorhergehende Harnwegsinfekte (OR 6,03; 95 % Konfidenzintervall 1,44–25,1), ein vorausgehender Krankenhausaufenthalt innerhalb des letzten Jahres (OR 2,83; 95 % Konfidenzintervall 1,46–5,45) und eine Therapie mit Cephalosporinen der 3. Generation (OR 3,58; 95 % Konfidenzintervall 1,18–10,8) ermittelt werden. Eine vorherige Chinolontherapie (OR 2,59; 95 % Konfidenzintervall 0,9–7,45) verfehlte hingegen das Signifikanzniveau. Während des Intensivaufenthalts wurden insgesamt 212 Patienten ohne ESBL-Nachweis weiter gescreent, und bei 13 % trat im Median nach 9 Behandlungstagen eine Kolonisation auf. Allerdings handelte es sich in 46 % der Fälle um *Enterobacter cloacae*, in 36 % um *Klebsiella pneumoniae* und nur in 7 % um *E. coli*.

#### ■ Risikoadaptierte CIRCO-Behandlung

Sinnvoll erscheinen daher ein risikoadaptiertes Vorgehen und eine CIRCO-Diagnostik in folgender Form:

- **Eingangsscreening** mit Nasopharyngeal- und Rektalabstrich für Patienten mit einem wahrscheinlichen Intensivaufenthalt von

mehr als 72 h zusätzlich zum MRE-Screening von Risikopatienten (► Kap. 16, Abschn. „MRE-Screening in der Praxis“)

- **Fortlaufendes mikrobiologisches Monitoring** (Abstrichkontrollen 1- bis 2-mal/Woche je nach Organisation der Intensivabteilung) bei Langzeitintensivpatienten
- Grundsätzlich sollte zur **CIRCO-Prävention** eine **frühenterale Ernährung** (Beginn möglichst innerhalb von 48 h nach Aufnahme) angestrebt werden.
- Die zusätzliche Gabe von **Probiotika** kann erwogen werden, wobei beim Einsatz von *Saccharomyces boulardii* iatrogene Infektionen beschrieben wurden, während *Lactobacillus* spp. ohne Nebenwirkungen eine Reduktion der Gesamtrate nosokomialer Infektionen erreichen (Morrow et al. 2012; Petrof et al. 2012).

Wird nun eine Veränderung der Darmflora im Sinne eines CIRCO beobachtet oder handelt es sich um Hochrisikopatienten für eine frühe Infektion mit gramnegativen Erregern, so wird eine modifizierte SDD (auch unabhängig von der Beatmung) durchgeführt. Systemische Antibiotika werden nur für spezifische Indikationen verabreicht. Die Einteilung der Risikopatienten ist nicht in prospektiven Studien untersucht, sondern erfolgt subjektiv aus der Ableitung der vorliegenden Arbeiten und theoretischer Umsetzung der CIRCO-These. Gegebenenfalls sind klinikspezifische Modifikationen je nach Ausrichtung und Patientenkontext der Einrichtung, individueller Surveillance-Daten zu nosokomialen Infektionen und dem Auftreten insbesondere von Infektionen mit gramnegativen Erregern erforderlich.

Die modifizierte SDD beginnt in der Regel 72 h nach Aufnahme, bei Hochrisikopatienten (s. unten) sofort, und wird alle 7 Tage kritisch evaluiert und ggf. beendet.

Da die Antibiotikapasten nicht kommerziell erhältlich sind, muss die Herstellung über die Krankenhausapotheke erfolgen. Ist dies nicht möglich, kann auch auf Station eine Lösung aus Infusionslösungen hergestellt und verabreicht werden. Bei den Pasten ist darauf zu achten, dass die Magensonde nach Applikation gut gespült wird, um Verstopfungen zu vermeiden.

#### Modifiziertes SDD-Regime in Verbindung mit antiseptischer Mundpflege

- 80 mg Tobramycin plus
- 100 mg Polymyxin E/Colistin plus
- 500 mg Amphotericin B
- Gegebenenfalls plus 500 mg Vancomycin bei intestinaler MRSA-Besiedlung für 5 Tage während der Eradikation

Als Paste/Lösung über Magensonde oder oral alle (6–) 8 h anwenden.

Zu den **Hochrisikopatienten** für CIRCO und/oder eine Frühinfektion während ihres Intensivaufenthalts gehören:

- Schwerstverbrannte
- Schwer Immunsupprimierte der Risikogruppen 2 und 3
- Patienten mit Komplikationen (v. a. Anastomoseninsuffizienz) nach großem abdominalchirurgischem Eingriff (Ösophagus-, Magen-, Darmresektionen, Pankreaschirurgie)
- Patienten mit Ileus oder Darmischämie
- Patienten mit ECMO, intraaortaler Ballonpumpe oder Nierenersatzverfahren über einen Leistenzugang
- Neurologisch/neurochirurgische Patienten mit „Minimal-Handling“ im Rahmen der Hirndruckbehandlung (v. a. bei therapeutischer Hypothermie oder Barbituratsedierung)

## 24.3 Pädiatrische Intensivmedizin

Pädiatrische Intensivstationen weisen die Besonderheit auf, dass hier sehr kleine Patienten (teilweise schwierige Abgrenzung zur Neonatologie) bis hin zu Patienten, die zwar altermäßig noch in den Bereich der Pädiatrie fallen, von Gewicht und Körpergröße aber Erwachsenen entsprechen, behandelt werden. Dies stellt die Stationen vor logistische Anforderungen bei der Materialbereitstellung (inklusive Betten verschiedener Größen, Verbrauchsmaterialien, Medikamente etc.) und ist bei der Lagerkonzeption zu berücksichtigen. Ein striktes Lagermanagement (am besten als Modulversorgung) ist erforderlich,

um das Überschreiten von Lagerfristen für seltener gebrauchte Materialien zu vermeiden.

- **Pädiatrische Intensivstationen brauchen in der Regel mehr Lagerkapazität als von der Bettenzahl vergleichbare Erwachsenen-einheiten oder neonatologische Einheiten, da verschiedenste Größen aller Materialien vorgehalten werden müssen.**

Da bei pädiatrischen Dosierungen handelsübliche Medikamentengebinde oftmals nicht aufgebraucht werden, ist die Versuchung, Restbestände für mehrere Patienten zu verwenden und zu lagern, besonders groß. Hiervor muss dringend gewarnt werden. Auch die Regeln zum Umgang mit Parenteralia (► [Kap. 18](#)) müssen strikt eingehalten werden. Gerade hier kann es aber wirtschaftlich sein, entsprechende Fertigspritzen zentral von der Krankenhaus-apotheke herstellen zu lassen.

#### ■ Inlinefilter

Für die Verwendung von Inlinefiltern bei Infusionen gibt es zwar auch in der pädiatrischen Intensivmedizin keine infektionspräventive Indikation hinsichtlich der Reduktion von katheterassoziierten Blutstrominfektionen (► [Abschn. 24.4](#)), aber es wird eine Reduktion der „systemic inflammatory response syndrome“ (SIRS) und eine damit einhergehende Verkürzung des Intensivaufenthalts beschrieben (Jack et al. 2012). Dies wird in erster Linie auf eine Reduktion der Partikelbelastung zurückgeführt, deren Bedeutung umgekehrt proportional zur Größe des Kindes ist, d. h. je kleiner das Kind, desto größer die Bedrohung durch intravenös verabreichte Partikel in der Infusionslösung.

Die Entscheidung zur Verwendung von Inlinefiltern liegt daher bei den pädiatrischen Intensivmedizinern und wird nicht selten alters- oder größenadaptiert vorgenommen, z. B. bis zum Alter von 12 Jahren oder einem Gewicht von 30 kg.

#### ■ Infektionsaufnahme- und Isolierungsmöglichkeiten

Auf der pädiatrischen Intensivstation besteht im Vergleich zur Erwachsenenintensivmedizin und zur Neonatologie eine deutlich höhere Wahrscheinlichkeit, schon bei Aufnahme mit akuten Infektionserkrankungen mit hoher Kontagiosität (z. B.

Masern, „respiratory syncytial virus“ [RSV], Rotaviren, Meningokokken, Pertussis etc.) konfrontiert zu werden. Daher sollte die Aufnahmelogistik entsprechend organisiert sein, um derartige Patienten primär zu isolieren und von den übrigen Patienten- und Besucherströmen zu trennen. Dies kann durch einen separaten Schockraum oder die direkte Aufnahme in geeignete Isolierzimmer erfolgen.

Zur besonderen Problematik des Umgangs mit Patienten mit Mukoviszidose in Klinik und Ambulanz und zur Isolierung/Segregation von Betroffenen mit und ohne bekannte Pseudomonas- oder MRE-Besiedlung hat die KRINKO eine spezielle Stellungnahme mit umfangreichen Erläuterungen herausgegeben (KRINKO 2012).

#### ■ Rotaviren

Besondere Probleme entstehen immer wieder durch Gastroenteritisausbrüche durch Rotaviren. Dabei handelt es sich um unbehüllte RNA-Viren aus der Familie der Reoviren, die in 7 Serogruppen (A bis G) mit diversen Serotypen unterteilt werden. Für den Menschen sind vor allem die Serogruppe A (selten B oder C) relevant. Als Schnelltests stehen Antigentests (Latexagglutinationstests und immunchromatographische Tests) zum Direktnachweis aus dem Stuhl zur Verfügung. Auch EIA-Antigentests aus dem Stuhl können Ergebnisse innerhalb eines Tages liefern. Elektronenmikroskopie und Virusanzüchtung bleiben speziellen Anforderungen vorbehalten. Zur Klärung epidemiologischer Fragestellungen können molekularbiologische Verfahren (Real-Time-PCR) hilfreich sein. Zwei Impfstoffe gegen Rotaviren (Rotarix® der Fa. GlaxoSmithKline; RotaTeq® der Fa. Merck) sind zugelassen.

**Übertragungswege** Die Übertragung erfolgt größtenteils fäkal-oral und als Kontaktinfektion. Die wichtigsten Übertragungswege sind die Aufnahme kontaminierter Nahrungsmittel und Trinkwasser und die orale Aufnahme über die Hand nach Kontakt mit kontaminierten Flächen in der Umgebung. Wegen der Umgebungsstabilität müssen daher z. B. bei der Flächendesinfektion des Patientenumfelds die Personalschutzvorgaben (Handschuhe, ggf. Schutzkleidung, sorgfältige Händehygiene) unbedingt beachtet werden. Es sollte eine laufende Desinfektion aller patientennahen Flächen einmal pro Schicht durchgeführt werden.

**Kontaktisolierung** Die Ausscheidung des Virus dauert bei primären Infektionen 8–14 Tage, bei inapparenten Reinfektionen nur einige Tage, bei Frühgeborenen bis zu 30 Tage und bei abwehrgeschwächten Patienten bis zu mehreren Monaten. Wegen der geringen Infektionsdosis sollte auf der Intensivstation die Kontaktisolierung für die Dauer des Aufenthalts beibehalten werden.

#### ■ Rooming in

Gerade für kleine Kinder ist die Begleitung durch die Eltern während einer kritischen Krankheit besonders wichtig. Hierfür haben die meisten Kliniken die Möglichkeit des „Rooming in“ geschaffen. Dies setzt auf der Intensivstation voraus, dass die Räume groß genug sind, um geeignete Schlafstätten für ein begleitendes Elternteil im Patientenzimmer bereitzustellen. Einzelzimmer bieten auch zur Wahrung der Privatsphäre deutliche Vorteile.

Dass Eltern auf zerschlissenen alten Sofas, auf dem Boden liegenden Matratzen oder Liegesesseln neben ihren schwerkranken Kindern schlafen, ist für Kliniken in Deutschland ein menschliches und hygienisches Armutszeugnis, das allerdings immer noch im Alltag angetroffen wird.

Die Anzahl und Größe von Sanitärräumen muss ebenfalls die gemeinschaftliche Unterbringung von Eltern und Kindern berücksichtigen. In einem Elternaufenthaltsraum sollte eine Teeküche zur Verfügung stehen. Die Eltern sollten dort in den Umgang mit Lebensmitteln eingewiesen werden und sind für sich selbst verantwortlich. Elternbezogene Fächer für Getränkeflaschen und andere Utensilien haben sich bewährt. Kühlpflichtige Lebensmittel sollten nicht mitgebracht werden, und es muss klar geregelt sein, dass alle nicht entfernten Lebensmittel und Gegenstände nach Verlegung des Kindes entsorgt werden. Alle offen im Raum herumstehenden, angebrochenen Lebensmittel werden spätestens im Rahmen der täglichen Reinigung entsorgt.

#### Tipp

Die Verhaltensregeln sollten auf einem Informationsblatt und auf Aushängen im Elternzimmer in mehreren Sprachen und durch Piktogramme deutlich gemacht werden.

## 24.4 Neonatologische Intensivmedizin

Ab Januar 2017 fordert der Gemeinsame Bundesausschuss für die Versorgung schwerstkranker Frühgeborener einen pflegerischen Stellenschlüssel von 1:1.

Für die neonatologische Intensivpflegestation (NIPS) hat die KRINKO Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g (KRINKO 2007), ergänzt im Jahre 2011/12 (KRINKO 2012), herausgegeben. Die wesentlichen Aspekte sind im Folgenden zusammengefasst.

### 24.4.1 Allgemeine Präventionsmaßnahmen

#### ■ NEO-KISS

- Generell ist die Pflicht zur Durchführung einer Infektionssurveillance in § 23 IfSG verankert.
- Für alle neonatologischen Intensivbehandlungseinheiten wird die prospektive Surveillance nosokomialer Infektionen nach den Methoden des NEO-KISS-Moduls des Nationalen Referenzzentrums für die Surveillance nosokomialer Infektionen empfohlen.

#### ■ Entwicklungsorientierte Pflege und Kängurupflege

- Vor jedem Kontakt zum Kind werden die Hände sorgfältig desinfiziert.
- Ob eine antiseptische Behandlung der Haut vor der Kängurupflege notwendig ist, ist nicht untersucht. Es ist nicht davon auszugehen, dass die koagulasenegative Staphylokokken der Eltern das Kind gefährden. Daher wird die antiseptische Behandlung der Haut der Eltern nicht empfohlen.
- Wenn ein Elternteil einen Infekt der Luftwege hat, sollte es keine Kängurupflege durchführen.
- Vermieden werden sollte die Kängurupflege auch bei Ekzemen oder superinfizierten Verletzungen der Haut im Brustbereich und bei Herpes labialis des Elternteils.
- Die Polster der Liegestühle zur Kängurupflege müssen eine desinfizierende Reinigung mit

einem VAH-gelisteten Flächendesinfektionsmittel zulassen.

- Die Liegestühle sollten – wenn möglich – patientenbezogen eingesetzt werden. Die Handkontaktflächen der Liegestühle müssen nach jedem Gebrauch mit einem gelisteten Flächendesinfektionsmittel desinfizierend gereinigt werden.

#### ■ Bauliche Gestaltung der NIPS

Der Abstand zwischen Inkubatoren/Betten von schwerstkranken Frühgeborenen sollte aus infektionspräventiven Gründen mindestens 2 m betragen. Folgende Räume sollten vorhanden sein:

- Raum oder eindeutig abgeschirmter Raumanteil zur Reanimation mit entsprechender Einrichtung; dieser Raum kann ggf. auch als Interventionsraum genutzt werden (Sonographie, Röntgen, Anlage von zentralen Venenkathetern)
- Vom Behandlungsbereich eindeutig abgegrenzter Laborplatz mit Kühl- und Gefrierschrank für potenziell infektiöse Probematerialien (Blut, Urin, Stuhl, Liquor) zur Blutgasanalyse, Blutzucker-, Elektrolyt-, Hämoglobin- und Laktatbestimmung sowie zur Urinanalyse
- Arbeitsraum zur aseptischen Zubereitung von Medikamenten auf Station und Medikamentenkühlschrank für zu kühlende Medikamente

- **Gerade auf der NIPS empfiehlt es sich zu prüfen, welche Medikamente in den erforderlichen Verdünnungen zentral von der Apotheke hergestellt werden können. Das Bereitstellen einer Laminar-Airflow-Werkbank auf Station wird nicht mehr empfohlen (KRINKO-BfArM-RKI 2016), stattdessen wird besonderer Wert auf die Prozessorganisation gelegt: Komplexe patientenindividuelle Mischinfusionen zur planbaren parenteralen Ernährung für Patienten der NICU, PICU oder Kinderonkologie sollen bevorzugt in einem Reinraum in der Apotheke von pharmazeutischem Personal hergestellt werden. Gleiches gilt für intrathekal, intraventrikulär oder intravitreal zu applizierende**

**Arzneimittel, insbesondere Zytostatika (letztere auch aus Gründen des Personenschutzes). Werden komplexe Lösungen dennoch auf der Station rekonstituiert oder zubereitet, so müssen zum Schutz der Patienten folgende Punkte definiert und kontrolliert werden:**

- Arbeitsplatz, an dem die Rekonstitution oder Zubereitung stattfindet
- Personal (Ausbildung, praktische Schulung, Supervision)
- Genauer Arbeitsablauf
- Fertige Infusionen (Stichproben, z. B. Sichtprüfung, Kennzeichnung)

- Geeigneter Raum zur hygienisch einwandfreien Zubereitung von Säuglingsnahrung („Milchküche“) mit eigenem Kühlschrank für Formulanahrung und Gefrierschrank für Muttermilch (dieser Raum kann auch außerhalb der NIPS liegen)
- Arbeitsraum zur hygienischen Aufbereitung von Inkubatoren und Beatmungsgeräten und Lagerkapazitäten zur systematischen Trennung zwischen unreinen (kontaminierten) und reinen (desinfizierten, für die Patientenversorgung abgenommenen) Gerätschaften, für saubere Inkubatoren, Transportinkubatoren, Beatmungsgeräte und Sterilgut (aufbereitete Inkubatoren und Beatmungsgeräte sollten nicht auf dem Stationsflur zwischengelagert werden)
- Zentraler Pflegestützpunkt mit Dokumentationsplätzen, deren Tastaturen oder Touchscreens desinfizierend gereinigt werden können
- Besprechungszimmer (Behandlungsteam, Elterngespräche)
- Stillzimmer, auch zum Abpumpen der Muttermilch mit desinfizierbaren Handkontaktflächen und Sitzbezügen
- Personalaufenthaltsraum, Personalumkleideraum, ggf. Elternzimmer mit Sanitäreinheit, Garderobe mit Schließfächern für Eltern
- Entsorgungsraum, Arbeitsraum zur technischen Wartung von medizinisch-technischen Geräten (dieser Raum kann ggf. auch außerhalb der NIPS gelegen sein; nach der Wartung muss eine Desinfektion der Geräte nach Hygieneplan erfolgen), Raum für Putzutensilien

- Getrenntes WC für Personal und Besucher
- Alle Räume, in denen Patienten behandelt werden, sollen mit einem Handwaschplatz (mit Spendern für Händedesinfektion und Händewaschlotion sowie Einmalhandtüchern) ausgestattet sein, damit die Hände bei grober Verschmutzung vor der hygienischen Händedesinfektion gewaschen werden können.

### ■ Mikrobiologische Wasserqualität

- Die mikrobiologische Qualität des Wassers in NIPS muss den Empfehlungen des Umweltbundesamts nach Anhörung der Trinkwasserkommission entsprechen.
- Sofern die Einhaltung dieser Empfehlungen nicht kontinuierlich gewährleistet werden kann, darf zur Pflege von Haut und Schleimhaut während der intensivmedizinischen Behandlung von Frühgeborenen nur steriles oder sterilisiertes Wasser verwendet werden. Hierzu werden, solange kein anderes geeignetes Verfahren bereitsteht, endständige Wasserfiltersysteme empfohlen.
- Wenn Tee in der Pflege immunsupprimierter Patienten eingesetzt wird, muss die mikrobiologisch einwandfreie Qualität des fertigen Tees gewährleistet sein. Dies wird durch Kochen der Teeblätter (anstelle des einfachen Aufbrühens) und durch die Portionierung in sterilen Flaschen mit Deckel sichergestellt.

### ■ Raumlufttechnik

- Da Inkubatoren und Beatmungsgeräte in erheblichem Maße Wärme abgeben, soll ein Intensivbehandlungszimmer für Frühgeborene voll bzw. physiologisch klimatisiert sein (max. 26 °C Raumtemperatur, mind. 45 % Luftfeuchte). Im Sommer sollte nicht durch das Öffnen der Fenster abgekühlt werden müssen.
- Die Luftauslässe (gefilterte Abluft) der Inkubatoren sollen mit HEPA-Filtern ausgestattet sein, damit sie nicht zum Ausgangspunkt einer aerogenen nosokomialen Transmission werden können.

### ■ Baumaßnahmen

- Frühgeborene können invasive Aspergillosen der Haut erleiden. Solche insgesamt sehr seltenen Ereignisse sind meist mit Abriss-,

Renovierungs- oder Erdarbeiten in der Umgebung der Station oder mit einer nicht sanierten Aspergillusquelle auf der Station verbunden, die einen massiven Eintrag von Aspergillussporen verursachen.

- Die vorausschauende Information des Hygienefachpersonals durch die Bauleitung ist zur Prävention von nosokomialen Aspergillosen entscheidend (► Kap. 5).

### ■ Händehygiene

- Einweisung neuer Mitarbeiter, der Angehörigen und Besucher in die Bedeutung und Praxis der Händehygiene
- Mindestens einmal jährlich stattfindende Schulungen des gesamten Teams zur Händedesinfektion und Supervisionen zur Compliance durch das Hygienefachpersonal

### ■ Patientenbezogene Stethoskope

- Da über kontaminierte Stethoskope sowohl bakterielle als auch virale Krankheitserreger übertragen werden können, sollte jedem Frühgeborenen ein „eigenes Stethoskop“ am Behandlungsplatz zugeordnet werden – zusätzlich zur Händedesinfektion und zur Desinfektion mit einem Alkoholtuch nach Gebrauch.

### ■ Schutzkittel

- Schutzkittel sollen ausschließlich patientenbezogen zur Eindämmung bestimmter übertragbarer Infektionserreger und generell bei der Pflege des Frühgeborenen außerhalb des Inkubators getragen werden.
- Es ist nicht erforderlich, dass Personal oder Besucher beim Betreten der Station zusätzlich zur Händedesinfektion einen Schutzkittel anlegen.

➤ **Schutzkittel sollten unmittelbar nach Gebrauch entsorgt (Einmalkittel) oder der Aufbereitung (Mehrwegkittel) zugeführt werden.**

### ■ Aufbereitung von Inkubatoren mit geschlossenem Sterilwassersystem

- Vor jeder Neubelegung ist eine vollständige Reinigung und Desinfektion des Inkubators

erforderlich, um Infektionsketten zu vermeiden.

- Mittel der Wahl zur Wischdesinfektion bei der Aufbereitung von Inkubatoren sind Sauerstoffabspalter. Eine Formaldehyddesinfektion verbietet sich aus toxikologischen Gründen.
- Bis zur Verwendung wird der Inkubator mindestens 1 h bei laufendem Motor belüftet (Angaben der Hersteller beachten).
- Nach der Aufbereitung muss der Inkubator in einem „reinen“ und abgetrennten Bereich (nicht auf dem Stationsflur) vor Kontamination geschützt werden.
- Die patientenseitige Desinfektion eines belegten Inkubators ist nicht möglich, da eine Schädigung des Frühgeborenen durch Exposition gegenüber marktüblichen Flächen-desinfektionsmitteln nicht auszuschließen ist.
- Die Reinigung der Innenseite des belegten Inkubators kann mit Wasser von Trinkwasserqualität erfolgen (s. oben), wobei für jeden Inkubator (patientenbezogen) ein frisches, keimarmes Tuch verwendet werden muss.
- Alle außen gelegenen Handkontaktflächen am Inkubator (inkl. Steuerungstastaturen) müssen arbeitstäglich (besser einmal pro Schicht) wischdesinfiziert werden.
- Die Frage, in welchen Abständen ein Patient einen frisch aufbereiteten Inkubator bekommen muss, wurde bisher nicht untersucht und ist daher unbeantwortet.
- Während in speziellen Situationen, z. B. im Verlauf einer Sanierungsbehandlung bei MRSA-Besiedlung, ein täglicher Wechsel im Rahmen der Grundpflege erforderlich ist, spricht bei stabilen Kindern, die zumindest einmal täglich mit frischer Wäsche versorgt werden, nichts gegen einen wöchentlichen Inkubatorwechsel.

#### ■ Mikrobiologisches Monitoring

Das patienten- und umgebungsbezogene mikrobiologische Monitoring wurde 2012 neu formuliert:

- Bei intensivmedizinisch behandelten Frühgeborenen ist ein klinisch-mikrobiologisches Screening (in Bezug auf die Kolonisation) auf solche multiresistenten Infektionserreger indiziert, die meist den Nasopharynx (Rachenabstrich) und den Gastrointestinaltrakt

(Analabstrich) besiedeln, um ggf. frühzeitig eine kalkulierte Infektionstherapie einleiten zu können.

- Über die optimale Frequenz solcher Untersuchungen kann keine wissenschaftlich gesicherte Aussage getroffen werden. Empfohlen wird von der KRINKO eine Untersuchung in wöchentlichem Abstand bis zum Ende der Intensivüberwachung. Bei Frühgeborenen mit durch extreme Unreife bei Geburt oder durch Komplikationen bedingtem verlängertem Krankenhausaufenthalt, multiplen Infektionen und somit einer erheblichen Exposition gegenüber Breitspektrumantibiotika sollte das wöchentliche mikrobiologische Screening ggf. erweitert werden (z. B. Wundabstrich oder beim intubierten Patienten Trachealsekret).

#### Tipp

Die Resistenzstatistik der eigenen Abteilung sollte sich vorwiegend auf Erreger von Infektionen beziehen, jedoch auch die Kolonisation der Patienten mit multiresistenten Erregern darstellen (z. B. Anzahl der Erstnachweise pro Monat bezogen auf 1000 Patiententage).

- Die Bewertung der von der Mikrobiologie zurückgemeldeten Resultate muss durch die behandelnden Ärztinnen und Ärzte erfolgen (§ 23 Abs. 4 IfSG).
- Wenn bei Patienten multiresistente Isolate gefunden werden, soll in Absprache mit dem Hygienefachpersonal über eine gezielte Umgebungsuntersuchung, eine Erregertypisierung und über ein Screening von Mitpatienten und Kontaktpersonen entschieden werden.

#### ■ Mikrobiologisches Monitoring von Muttermilch

- Auf ein routinemäßiges bakteriologisches Monitoring von Muttermilch kann verzichtet werden.
- Empfohlen wird eine bakteriologische Untersuchung der Muttermilch bei Kindern mit gastrointestinalen Infektionen oder mit nekrotisierender Enterokolitis (NEC).

- Die entzündliche Veränderung der Mamma bei stillenden Frauen (Mastitis puerperalis) ist nur selten eine bakterielle Infektion, dann jedoch oft durch *S. aureus* verursacht. Die Muttermilch sollte in diesem Fall für die Dauer der antibakteriellen Mastitisbehandlung abgepumpt und verworfen werden.
- Möglicherweise kann ein bakteriologisches Monitoring der Muttermilch und der für die Muttermilchgewinnung bereitgestellten Ausrüstung (Milchpumpen, -flaschen etc.) im Rahmen gezielter Ausbruchsuntersuchungen von Nutzen sein.
- **Besuchsregelung**
  - Die in Form eines Merkblatts im Team vereinbarte Besucherregelung sollte erläutern, dass von bestimmten Erkrankungen, die sich zum Zeitpunkt des Besuches möglicherweise noch in Inkubation befinden (Windpocken, Masern, Pertussis, aber auch RSV, Influenza) besondere Gefahren für das Frühgeborene ausgehen und aufzeigen, wie wichtig die vollständige Immunisierung der Geschwister nach STIKO-Empfehlung für das Frühgeborene ist (Herdenimmunität).
  - Personen mit Zeichen einer akuten Infektion (Fieber, Diarrhö, Atemwegsinfektion mit Husten und Fließschnupfen, unklares Exanthem, Konjunktivitis) müssen von einem Besuch der NIPS ausgeschlossen werden.
  - Auf die besondere Bedeutung und die korrekte Durchführung der Händedesinfektion ist hinzuweisen (auch: Ablegen von Uhren und Schmuck an Fingern, Händen und Unterarmen).
- **Konsequenzen personeller Unterbesetzung**
  - Es ist wissenschaftlich gesichert, dass eine nicht angemessene Ausstattung der NIPS mit qualifiziertem und vor Ort eingearbeitetem Personal das Risiko nosokomialer Infektionen erhöht.
  - Die Empfehlung der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (zur Personalausstattung) ist diesbezüglich wegweisend.

## 24.4.2 Haut-, Schleimhaut-, Nabelpflege und Antiseptik bei Frühgeborenen

### ■ Körperpflege

- In der besonders vulnerablen Phase (erste Lebenswoche) nach der Geburt sollte bei extrem unreifen Frühgeborenen (<26. SSW) aufgrund der erhöhten Permeabilität und Verletzlichkeit der Haut nur so viel wie unbedingt nötig manipuliert werden (z. B. Antisepsis vor invasiven Prozeduren, Körperwaschung).

### ■ Hautdesinfektion

- Chlorhexidin wird aufgrund von Wirkungslücken, ungünstiger Beeinflussung der Wundheilung, potenzieller Mutagenität und der klinisch relevanten Gefahr von Überempfindlichkeitsreaktionen nicht zur Hautdesinfektion empfohlen.
- Octenidinhydrochlorid (0,1 %) in Kombination mit 2 % Phenoxyethanol (Octenisept®) ist ein farbloses, nicht mutagenes Haut- und Schleimhautantiseptikum mit breiterem Wirkungsspektrum als Chlorhexidin und guter lokaler Verträglichkeit. Es gibt inzwischen eine Reihe klinischer Anwendungsbeobachtungen, unter anderem auch in der Kinderurologie und bei extrem unreifen Frühgeborenen. Die Sicherheit des Präparats in der Anwendung bei extrem unreifen Frühgeborenen kann jedoch nicht allein aus dem Nachweis des Abbauprodukts Phenoxyessigsäure im Urin geschlossen werden.

#### Tipp

Der Hersteller von Octenisept® bietet Klinikapotheken Octenidin als Grundsubstanz zur eigenen Herstellung einer gebrauchsfertigen Lösung (Zielkonzentration 0,1 %) nach einer Arzneirezeptur an. Allerdings verwenden die meisten Neonatologien das Originalpräparat Octenisept® ohne Probleme.

### ■ Schleimhautantiseptik

- Zur Schleimhautantiseptik bei Frühgeborenen <1500 g Körpergewicht ist Octenidin

0,1 % ohne Phenoxyethanol Mittel der Wahl.

- Eine evidenzbasierte Empfehlung zur Mundhöhlenantiseptik bei apparativer Beatmung ist nicht möglich.

#### ■ Antiseptische Hautwaschung

- Spezielle Indikationen zur antiseptischen Hautwaschung können bei Frühgeborenen bestehen, die mit MRSA besiedelt sind oder unter der Geburt/Sezio äußerlich durch das Blut der Mutter mit Hepatitis B oder C oder HIV kontaminiert wurden. In diesen Situationen erscheint eine antiseptische Waschung mit einer polyhexanidhaltigen, streng nach Herstellerangaben verdünnten Waschlösung als praktikabelste und nebenwirkungsärmste Alternative. Für Polyhexanid liegen aktuelle Gutachten zur Einstufung in die Kategorie „begrenzt viruzid“ vor.
- Wegen der langen Einwirkzeit des Antiseptikums muss das Frühgeborene (Überwachung am Monitor) durch Einwickeln in ein vorgewärmtes Tuch und ggf. unter einer Wärmelampe vor Auskühlung geschützt werden.

### 24.4.3 Prävention der beatmungsassoziierten Pneumonie

Risikofaktoren für eine beatmungsassoziierte Pneumonie (VAP) bei Frühgeborenen sind:

- Niedriges Geburtsgewicht mit höherer Rate an mechanischer Beatmung
- Liegedauer auf der Intensivstation und Beatmungsdauer
- Zuvor durchgemachte bakterielle Blutstrominfektionen
- Niedriger Säuregehalt des Magensekrets, noch unreife gastrointestinale Motorik und Sondenernährung (häufige Refluxes mit Mikroaspirationen)
- Exposition gegenüber viralen Infektionserregern auch während der Beatmung. Dies gilt insbesondere für RSV und für das Influenzavirus.

#### ■ Arbeitsorganisation bei der Beatmungspflege

- Immer wenn eine Tubusdiskonnektion vom Beatmungssystem erforderlich wird, müssen keimarme Einmalhandschuhe getragen werden.
- Bei Diskonnektion sind das Ansatzstück des Beatmungssystems und das des Tubus vor externer Kontamination zu schützen.
- Das endotracheale Absaugen muss immer mit sterilen Materialien erfolgen (beim offenen Absaugen müssen auch sterile Handschuhe angelegt werden, Spülflüssigkeit und Katheter müssen stets steril sein).
- Die Anzahl von Aktionen pro Kind und vor allem die Zahl der Diskonnektionen und der Absaugvorgänge sind auf die medizinisch minimal notwendige Zahl zu begrenzen.

#### ■ Aseptische Intubation

- Die Hände sollten vor jedem Patientenkontakt desinfiziert sein.
- Zur Intubation verwendete Materialien, die mit den Schleimhäuten des Kindes in Kontakt kommen (Laryngoskopspatel und Magill-Zange), müssen desinfiziert sein und kontaminationssicher gelagert werden.
- Bei der Intubation im Rahmen der Erstversorgung sollten sterile Handschuhe getragen werden (für diese Empfehlung liegen jedoch keine kontrollierten Studien vor).
- Ein chirurgischer Mund-Nasen-Schutz soll in dieser Situation die Übertragung respiratorischer Erreger auf den Patienten verhindern.
- Alle Textilien, die mit dem Neugeborenen in Berührung kommen, sollten zumindest keimarm sein (frisch gewaschene, nicht offen gelagerte Krankenhauswäsche, keimarme patientenbezogene Mittel).
- Zwischen mehreren Erstversorgungen sollte nach den Vorgaben des Hygienepplans eine Wischdesinfektion aller Arbeitsflächen/Handkontaktflächen im Erstversorgungsbereich (Reanimationseinheit) stattfinden. Das Gleiche gilt für den Transportinkubator.

#### ■ Filter, Schläuche, Inhalation

- Die derzeit verfügbaren Beatmungsfiler zur passiven Befeuchtung des Systems sind

für Frühgeborene nicht geeignet, da sie für die Patienten nicht validiert sind und durch Totraumerrhöhung zu einer kritischen  $\text{CO}_2$ -Retention führen könnten.

- Beatmungsschläuche müssen bei der Aufbereitung thermisch desinfizierend aufbereitet oder sterilisiert werden und anschließend kontaminationssicher (verpackt) gelagert werden.
- Funktionstüchtige Beatmungsschläuche sollten am selben Patienten nicht häufiger als alle 7 Tage gewechselt werden (Analogieschluss aus Studien mit älteren Patienten und theoretische Überlegungen).
- Bei der Inhalationstherapie beatmeter Patienten dürfen nur sterile Materialien und Lösungen in das Beatmungssystem eingebracht werden (Regelungen des AMG).

#### ■ Offene versus geschlossene Absaugung

- Wenn durch entsprechende Maßnahmen Flüssigkeits- und Sekretrückstände im geschlossenen Absaugsystem vermieden werden, ist das System als Bestandteil des Beatmungssystems zu betrachten und kann 7 Tage am Patienten verbleiben. Studien zu dieser Frage bei Frühgeborenen fehlen jedoch.
- Eine Empfehlung zum infektionspräventiven Einsatz und zum Wechselintervall geschlossener Absaugsysteme bei Frühgeborenen kann nicht ausgesprochen werden.
- Wenn der Patient endotracheal mit multiresistenten Krankheitserregern besiedelt ist, wird eine geschlossene Absaugung zur Verringerung der Umgebungskontamination empfohlen.

#### ■ Mund- und Schleimhautpflege

- Mit Antibiotika behandelte, sehr unreife Frühgeborene sollten eine lokale Prophylaxe mit Nystatin oder Amphotericin B erhalten (Cave: hohe Osmolarität von AmphoMoral®).

#### ■ Antibiotikaprophylaxe und Immunglobuline

- Eine prophylaktische antibakterielle Chemotherapie oder eine prophylaktische Substitution von Immunglobulinen zur Prävention der

VAP bei beatmeten Frühgeborenen wird nicht empfohlen.

### 24.4.4 Prophylaxe von gefäßkatheterassoziierten Infektionen

- Der Katheterhub eines zentralen Katheters muss vor Kontamination geschützt werden.
- Unnötige Diskonnektionen des Infusionssystems vom Katheterhub sollten durch vorausschauende Planung unbedingt vermieden werden.
- Die Diskonnektion (nach Desinfektion) darf nur mit sterilen Handschuhen erfolgen.
- Blut oder Reste der parenteralen Ernährungs-lösung (totale parenterale Ernährung = TPN) am Hub müssen mit einer sterilen, mit Händedesinfektionsmittel getränkten Kompresse entfernt werden.
- Vor und am Ende jeder Diskonnektion muss eine Desinfektion des Katheterhubs erfolgen.
- Beim Einsatz eines geeigneten desinfizierbaren, nadelfreien Konnektionsventils am Katheterhub sollte der entsprechende Pflegestandard in Absprache mit dem Hygienefachpersonal an die besonderen Gegebenheiten im Umgang mit diesem Device angepasst werden.
- Die Empfehlung, einen Systemwechsel nicht früher als alle 72 h vorzunehmen, kann auf Frühgeborene nur aus Analogieschlüssen und pathogenetischen Erwägungen (mehr Diskonnektionen erhöhen das Infektionsrisiko) übertragen werden. Daher empfiehlt der Autor hier einen Systemwechsel alle 96 h analog den Druckmesssystemen (s. unten) und der Erwachsenenintensivmedizin.
- Systeme, über die parenterale Ernährung mit Lipiden appliziert wird, müssen spätestens alle 24 h gewechselt werden.
- Nach Verabreichung von Blutprodukten ist ein Systemwechsel innerhalb von 6 h erforderlich.
- Der Einsatz von 0,2 µm Inlinemikrofiltern mit dem Ziel der Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen kann bei Frühgeborenen nicht empfohlen werden, da evidenzbasierte Analysen fehlen. Gegebenenfalls ergibt sich die

Forderung nach Filtern aus pharmazeutischen Überlegungen (z. B. zur Abscheidung von Partikeln).

➤ **Der Einsatz von Inlinefiltern zur Partikel- und Luftabscheidung erscheint zur generellen SIRS-Prävention, nicht aber zur Vermeidung von Bakteriämien in der pädiatrischen und neonatologischen Intensivmedizin sinnvoll.**

■ **Zentrale Venenkatheter (ZVK)**

- Regelmäßig (zumindest jährlich) stattfindende Personalschulungen nach den Vorgaben eines schriftlich fixierten Standards zur Anlage und Pflege (peripher angelegter) zentraler Venenkatheter werden empfohlen. Dieser Standard sollte auch die Grundlage zur Einarbeitung neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sein.
- Eine Präferenz in Bezug auf das Kathetermaterial (Silikon oder Polyurethan) ist nicht ersichtlich.
- Eine infektionspräventive Empfehlung zur Wahl der Insertionsstelle von PICC („peripherally inserted central venous catheter“) kann nicht gegeben werden.
- Erforderlich bei der Anlage sind:
  - Hygienische Händedesinfektion vor der Anlage
  - Hautantiseptik (s. oben) unter Beachtung der Einwirkzeit
  - Sterile Einmalhandschuhe, steriler Schutzkittel, chirurgischer Mund-Nasen-Schutz und Kopfhaube
  - Großflächige Abdeckung der Punktionsstelle mit sterilem Lochtuch (maximale Barrieremaßnahmen)
  - Insertion unter aseptischen Bedingungen
- Transparente Folienverbände müssen nicht routinemäßig, jedoch in jedem Fall bei Verschmutzung, Ablösung oder Infektionsverdacht gewechselt werden.
- Gazeverbände sind bei Frühgeborenen täglich zu wechseln.
- Reinigung der Eintrittsstelle erfolgt mit sterilem Aqua dest., lokale Antisepsis mit Octenidin 0,1 %.

- Es sollen keine antibakteriellen Cremes oder Salben auf die Insertionsstelle eines Venenkatheters aufgebracht werden.
- Die Indikation zum Gebrauch eines PICC muss täglich geprüft werden; er muss so früh wie möglich entfernt werden.
- Eine Empfehlung zur prophylaktischen Gabe von Vancomycin ist aufgrund methodischer Mängel der bislang publizierten Studien und der ungeklärten Frage der Selektion vancomycinresistenter Bakterien nicht möglich.
- Eine Empfehlung zum Einsatz von Heparin zur Infektionsprävention bei PICC ist nicht möglich.

■ **Systemwechsel**

- Der Wechsel komplexer Infusionssysteme sollte, wenn möglich, von 2 Pflegenden unter aseptischen Bedingungen vorgenommen werden.
- Die am Katheterhub arbeitende Pflegekraft soll sterile Handschuhe, einen Mund-Nasen-Schutz und einen sauberen, patientenbezogenen Kittel tragen.

■ **Periphere Arterienkatheter**

- Zur Anlage wird empfohlen:
  - Hygienische Händedesinfektion
  - Anlegen von Handschuhen zum Personalschutz vor hämatogenen Erregern
  - Hautdesinfektion unter Beachtung der Einwirkzeit
  - Insertion unter aseptischen Bedingungen
  - Palpieren der Einstichstelle nur mit sterilen Handschuhen
- Periphere Arterienkatheter können in situ belassen werden, solange eine klinische Indikation besteht bzw. keine Komplikation aufgetreten.
- Ein routinemäßiger Wechsel peripherer arterieller Katheter ist nicht notwendig.
- Die Indikation muss täglich neu geprüft werden.
- Katheter sind bei sichtbarer Entzündung an der Eintrittsstelle sofort zu entfernen.
- Glukosehaltige Spüllösungen dürfen nicht verwendet werden.

- Eine Empfehlung zur Verwendung von Heparin kann aus infektiologischen Gründen nicht gegeben werden.

#### ■ Verband und Verbandwechsel

- Eine punktionsnahe Applikation von unsterilen Pflasterstreifen ist zu vermeiden.
- Es können sowohl transparente als auch Gazeverbände verwendet werden.
- Die Verbände müssen täglich inspiziert werden.
- Transparentverbände müssen nicht routinemäßig, sondern nur bei Bedarf (Verschmutzung, Ablösung, Durchfeuchtung, Infektionsverdacht) gewechselt werden.
- Gazeverbände müssen täglich gewechselt werden.
- Es ist eine hygienische Händedesinfektion vor und nach Verbandwechsel erforderlich.
- Der Verbandwechsel erfolgt mittels No-touch-Technik oder mit sterilen Handschuhen.
- Die Insertionsstelle wird mit steriler 0,9 %iger NaCl-Lösung und sterilem Stieltupfer gereinigt.

#### ■ Auswahl und Pflege des Druckmesssystems

- Es sollen Einmalartikel als Druckmesssysteme verwendet werden.
- Es sollen geschlossene Druckmesssysteme eingesetzt werden.
- Die Handhabung der nicht konnektierten Druckmesssysteme muss im Bereich der Verbindungsstücke unter aseptischen Kautelen erfolgen.
- Druckmesssysteme müssen alle 96 h gewechselt werden.

#### ■ Tipp

Es erscheint sinnvoll, das Wechselintervall von Infusionssystemen mit kristallinen Lösungen, Druckmesssystemen bei zentralen Zugängen und arteriellen Kathetern auf 96 h zu vereinheitlichen.

#### ■ Nabelkatheter

- Es können handelsübliche Nabelvenen-/Nabelarterienkatheter (NVK/NAK) aus Silikon oder Polyurethan verwendet werden.
- Eine Empfehlung für die hohe oder tiefe Position beim NAK kann nicht ausgesprochen werden.
- Katheter können im Kreißsaal, im OP oder auf der Station gelegt werden.
- Empfehlungen zur Anlage:
  - Hygienische Händedesinfektion vor der Anlage
  - Haut- und Nabelstumpfdesinfektion mit Octenidin 0,1 % unter Beachtung der Einwirkzeit
  - Anlage von sterilen Einmalhandschuhen, sterilen Schutzkitteln, Mund-Nasen-Schutz und Haube
  - Großflächige Abdeckung der Punktionsstelle mit sterilem Lochtuch (maximale Barrieremaßnahmen)
  - Durchtrennung der Nabelschnur und Präparation der Nabelgefäße mit sterilem Instrumentarium
  - Insertion unter aseptischen Bedingungen
- Eine Aussage zur Notwendigkeit eines Pflasterverbands bei liegendem Nabelkatheter ist nicht möglich. Empfohlen wird eine lokale Antiseptik mit Octenidin 0,1 % und keine Routineapplikation von antibakteriellen Substanzen an der Nabelöffnung bei liegenden Nabelgefäßkathetern.
- Die Gabe systemischer Antibiotika zur Prophylaxe nabelkatheterassoziierter Infektionen wird nicht empfohlen.
- Ein routinemäßiger Wechsel bzw. eine routinemäßige Entfernung von Nabelkathetern nach einem bestimmten Zeitpunkt wird nicht empfohlen.
- Nabelkatheter müssen bei Zeichen einer Omphalitis (eitrige Sekretion, Rötung der Periumbilikalregion) sofort entfernt werden.
- Intermittierende Spülungen können, falls notwendig, mit steriler 0,9 %iger NaCl-Lösung erfolgen.
- Eine Empfehlung zum Einsatz von Heparin als kontinuierliche Infusion zum Erhalt und zur Infektionsprävention bei NAK kann nicht gegeben werden.

### 24.4.5 Prophylaxe der nekrotisierenden Enterokolitis

---

- Die konsequente Einhaltung der Händehygiene (alkoholische Händedesinfektion, ergänzt um den gezielten Gebrauch von Einmalhandschuhen) ist die wichtigste Maßnahme der Infektionsprävention.
- Die prospektive Surveillance nosokomialer Infektionen soll die nekrotisierende Enterokolitis (NEC) einbeziehen, um NEC-Cluster frühzeitig erkennen und objektivieren zu können.
- Bei clusterartigem Auftreten (2 oder mehr Fälle in zeitlichem und räumlichem Zusammenhang) ist wie bei einem Ausbruchmanagement vorzugehen (Kohortierung und Kontaktisolierung aller Kinder mit Symptomen der Erkrankung; intensive Diagnostik und ggf. Umgebungsuntersuchung zur Erregerisolierung und -typisierung, ggf. molekularbiologische Klonalitätsanalysen).
- Von der oralen Verabreichung von Antibiotika zur NEC-Prävention soll wegen des erhöhten Risikos unerwünschter Wirkungen und der Selektion resistenter Erreger abgesehen werden, solange nicht ein Ausbruch durch einen bakteriellen Erreger mit gastrointestinalem Reservoir und geeignetem Antibiogramm vorliegt.
- Ein empirischer Stufenplan soll den Einsatz von Reserveantibiotika (Glykopeptide, Carba-peneme) in Bezug auf Indikationen und Dauer der Behandlung eingrenzen.
- In der NIPS sollte ein Erfassungssystem für das Resistenzprofil aller im Zusammenhang mit Infektionen isolierten Erreger verfügbar sein. Die Dateneingabe sollte aus Gründen der Effizienz in der diagnostischen Mikrobiologie erfolgen und aus Gründen der Qualitätssicherung von Fachärzten für Mikrobiologie validiert werden.
- Das mikrobiologische Befunderfassungssystem sollte dem Behandlungsteam (und dem Hygienefachpersonal) die aktuellen Statistiken über die nach § 23 Abs. 1 IfSG zu erfassenden Krankheitserreger bereitstellen.
- Die abteilungsspezifische Resistenzstatistik und das aktuelle Behandlungsschema der empirischen Antibiotikatherapie soll gemeinsam in regelmäßigen (mindestens jährlichen) Abständen von Neonatologen, Mikrobiologen und Krankenhaushygienikern analysiert und interpretiert werden. Die Antibiotikaleitlinien müssen dabei ggf. den aktuellen Entwicklungen der Resistenzstatistik angepasst werden.
- Die Ergebnisse dieser Fachkonferenz zum Thema Antibiotikagebrauch und Resistenzstatistik sollen dem gesamten Behandlungsteam mitgeteilt und für die Mitarbeiterschulung genutzt werden.

### 24.4.6 Verminderung der Selektion resistenter Erreger

---

- Das Behandlungsteam neonatologischer Intensivpflegestationen soll die Möglichkeit einer konsiliarischen Beratung durch einen Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin mit der Zusatzbezeichnung Infektiologie oder einen Mikrobiologen mit entsprechender Expertise haben. Eine solche Beratung kann ggf. durch telefonische Rücksprache oder E-Mail-Kontakt erfolgen, eine Zusammenarbeit direkt vor Ort ist wünschenswert.
- Für den Bereich der NIPS müssen in Abstimmung mit dem zuständigen Institut für Mikrobiologie Antibiotikaleitlinien schriftlich fixiert werden.

### 24.4.7 Multiresistente und epidemisch auftretende bakterielle Erreger

---

- Mitunter ist eine zusätzliche Sanierung der gastrointestinalen Besiedlung durch gezielte Antibiotikagaben erforderlich, um die Frühgeborenen dauerhaft zu dekolonisieren.
- Die Familie des Frühgeborenen muss in das Umgebungsscreening und ggf. auch in die Sanierung einbezogen werden.
- Perinatal MRSA-besiedelte Mütter dürfen nach einer detaillierten Aufklärung über das Transmissionsrisiko auch während der Sanierungsbehandlung zu ihrem Kind, wenn die erforderlichen Hygienemaßnahmen

(Mund-Nasen-Schutz, Kittel, Hände- und Unterarmdesinfektion) strikt eingehalten und zusätzlich überwacht werden.

- Muttermilch kommt als Infektionsquelle oder Vektor der nosokomialen Übertragung infrage und soll daher mit untersucht werden.
- Die Muttermilch wird ggf. abgepumpt und nach Entnahme von mikrobiologischen Proben eingefroren, bis gesichert ist, dass sie keine MRSA enthält.
- Die topische Anwendung von Mupirocin soll auch in der NIPS strikt auf die Indikation MRSA-Sanierung beschränkt sein.
- Die vaginale Besiedlung der Mutter mit MRSA ist per se keine Indikation für eine Sectio-entbindung, da ein positiver Einfluss dieser Maßnahme auf die Besiedlung des Kindes bislang nicht bewiesen wurde und da das Kind nach der Geburt behandelt („saniert“) werden kann. Zudem ergibt sich das Risiko einer postoperativen Wundinfektion durch MRSA.
- Screening-Programme für vancomycinresistente Enterokokken (VRE) haben sich in der Kontrolle eines VRE-Ausbruchs als effektiv erwiesen. Sie sollten bevorzugt zur Ausbruchsbekämpfung verwendet werden.
- Bei Infektion oder Kolonisation mit multi-resistenten Mikroorganismen oder Infektion mit aerogen übertragbaren Erkrankungen soll der Patient unabhängig davon, ob er in einem Inkubator versorgt wird, in einem Einzelzimmer untergebracht werden. Eine Kohorten-isolierung ist in der Regel möglich.
- Für die Prävention von MRE-Übertragungen wird empfohlen, das Personal wenn möglich dem besiedelten/infizierten Patienten zuzuordnen.
- Die Anzahl der Personen, die Zugang zum Isolierzimmer haben, soll auf das notwendige Minimum reduziert werden.
- In Isolierzimmern sollten einmal pro Schicht alle Handkontaktflächen und (in diesem Hochrisikobereich) zumindest einmal täglich auch der Fußboden gereinigt und desinfiziert werden.
- Bei der Pflege von Frühgeborenen im Inkubator ist die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination der Bereichskleidung geringer; dennoch

wird – solange gegenteilige Studienergebnisse fehlen – bei Patienten, die mit multiresistenten Erregern besiedelt sind, die Verwendung eines patientenbezogenen Schutzkittels empfohlen.

- Um bei Verlegung die Zieleinrichtung in die Lage zu versetzen, die notwendigen Präventionsmaßnahmen einleiten zu können, sollte diese vorab darüber informiert werden, wenn der Patient mit multiresistenten Mikroorganismen besiedelt ist bzw. ob ein Screening durchgeführt wurde.
- Es gibt gute Argumente dafür, Patienten, die aus anderen Intensivabteilungen ohne eine solche Information verlegt werden, primär zu isolieren und auf eine Besiedlung mit multi-resistenten Erregern zu untersuchen (Rachen, Anus oder Stuhl, Wunden, ggf. Trachealsekret, Urinstatus, Ileostoma usw.).

## Literatur

- Chang CY, Furlong LA (2012) Microbial stowaways in topical antiseptic products. *N Engl J Med* 367: 2170–3
- De Smet AMGA, Kluytmans JW, Cooper BS, Mascini EM, Benus RFJ et al. (2009) Decontamination of the digestive tract and oropharynx in ICU patients. *N Engl J Med* 360: 20–31
- Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H (2013) Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock 2012. *Crit Care Med* 41: 480–637
- Derde LPFG, Dautzenberg MJD, Bonten MJM (2012) Chlorhexidine body washing to control antimicrobial-resistant bacteria in intensive care units: a systematic review. *Intensive Care Med* 38: 931–9
- Jack T, Boehne M, Brent BE, Hoy L, Köditz H, Wessel A, Sasse M (2012) In-line filtration reduces severe complications and length of stay on pediatric intensive care unit: a prospective, randomized, controlled trial. *Intensive Care Med* 38: 1008–16
- KRINKO (2007) Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g. *Bundesgesundheitsbl* 50: 1265–1303
- KRINKO (2012) Ergänzende Empfehlung (2011) zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g. *Bundesgesundheitsbl* 02: 13–15
- KRINKO-BfArM-RKI-Arbeitsgruppe (2016) Zu spezifischen Fragen bezüglich Rekonstitution, Zubereitung und Applikation von Arzneimitteln und Infusionslösungen sowie zur Hautantiseptik. *Epidemiologisches Bulletin* DOI 10.17886/EpiBull-2016-033

- Morrow LE, Gogineni V, Malesker MA (2012) Probiotics, prebiotic, and synbiotic use in critically ill patients. *Curr Opin Crit Care* 18: 186–91
- Oostdijk E, de Smet AM, Blok HE, Thieme Groen ES, van Asselt GJ et al. (2010) Ecological effects of selective decontamination on resistant gram-negative bacterial colonisation. *Am J Respir Crit Care* 181: 452–7
- Petrof EO, Dhaliwal R, Manzanares W, Johnstone J, Cook D, Heyland DK (2012) Probiotics in the critically ill: A systematic review of the randomized trial evidence. *Crit Care Med* 40: 3290–3302
- Razazo K, Derde LP, Verachten M, Legrand P, Lesprit P, Brun-Buisson C (2012) Clinical Impact and risk factors for colonization with extended-spectrum betalactamase-producing bacteria in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 38: 1769–1778
- Silvestri L, De la Cal M, Van Saene HKF (2012) Selective decontamination of the digestive tract: the mechanism of action is control of gut overgrowth. *Intensive Care Med* 38: 1738–50
- Thompson DR, Hamilton DK, Cadenhead CD, Swoboda SM, Schwindel SM et al. (2012) Guidelines for intensive care unit design. *Crit Care Med* 40: 1586–1600
- Valentin A, Ferdinande P, ESICM working group on quality improvement (2011) Recommendations on basic requirements for intensive care units: structural and organizational aspects. *Intensive Care Med* 37: 1575–1587

# Infektionsprävention bei immunsupprimierten Patienten

*H. Gartmann*

- 25.1 Einführung – 490
- 25.2 Präventionsmaßnahmen – 491
- 25.3 Surveillance – 496
- 25.4 Mikrobiologisches Screening/Monitoring – 496
- Literatur – 497

## Zusammenfassung

Infektionen gehen für immunsupprimierte Patienten mit einem besonderen Risiko einher, das auch einen erheblichen Einfluss auf die Morbidität und Mortalität in dieser Patientengruppe hat. Die Gründe hierfür liegen sowohl in dem zugrunde liegenden Leiden als auch in den therapeutischen Maßnahmen, die in der modernen Hämatologie/Onkologie zur Anwendung kommen. Allerdings herrschte in der Vergangenheit häufig Unklarheit bezüglich der Definitionen des Schweregrads der Immunsuppression sowie der darauf abgestimmten Hygienemaßnahmen. Die Einteilung in Risikogruppen durch die KRINKO stellt hier einen erheblichen Fortschritt dar.

Im Folgenden werden die wichtigsten Präventionsmaßnahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Risikogruppe vermittelt. Neben der Betonung der Standardhygienemaßnahmen, die auch bei immunsupprimierten Patienten die Grundlage der Infektionsprävention darstellen, liegen besondere Schwerpunkte auf den baulichen und raumlufttechnischen Voraussetzungen sowie dem Umgang mit Nahrungsmitteln und Wasser.

## 25.1 Einführung

Immunsupprimierte Patienten haben ein im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung deutlich erhöhtes Risiko, eine Infektion zu erleiden. Verantwortlich hierfür kann sowohl die Grunderkrankung selbst als auch deren medizinische Behandlung sein:

- Chemotherapieinduzierte Schädigungen:
  - Granulozytopenie
  - Humorale und zelluläre Immundysfunktion
  - Therapieinduzierte Schleimhauttoxizität
- Krankheitsbedingte Veränderungen:
  - Tumorobstruktion
  - Tumorulzeration
  - ZNS-Dysfunktion, z. B. Aspirationsneigung
- Venöse Zugangssysteme und andere Devices.

Aufgrund moderner Therapieverfahren, insbesondere in der Hämatologie-Onkologie, nimmt die Zahl im Krankenhaus versorgter schwer oder sehr schwer immunsupprimierter Patienten ständig zu. Zur

Infektionsprävention sind daher spezielle Hygienemaßnahmen erforderlich. Die KRINKO am Robert Koch-Institut hat 2010 wesentliche Empfehlungen hierzu herausgegeben.

### ■ Erregerspektrum

Grundsätzlich kommen bei immunsupprimierten Patienten sowohl endogene als auch exogene Erregerreservoir infrage, wobei auch bei dieser Patientenklientel die körpereigene Flora eine übergeordnete Rolle spielt. Häufiger als bei anderen Patienten kommen durch koagulasenegative Staphylokokken hervorgerufene gefäßkatheterassoziierte Infektionen vor. Insbesondere findet sich folgendes Erregerspektrum (modifiziert nach KRINKO 2010):

#### Granulozytopenie:

- Koagulasenegative Staphylokokken (CoNS, z. B. *S. epidermidis*)
- *Staphylococcus aureus*
- $\alpha$ -hämolyisierende (vergrünende) Streptokokken (z. B. *S. mitis*)
- *Enterococcus faecium*
- *Enterobacteriaceae* (*E. coli*, *Enterobacter* spp., *Klebsiella oxytoca*, *K. pneumoniae*, *Proteus* spp., *Serratia marcescens*)
- Nonfermenter (*Achromobacter xylosoxidans*, *Acinetobacter baumannii*, *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Ralstonia pickettii*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Aspergillus*- und *Candida*-Spezies, Zygomyzeten)

#### T-Zell-Defekt:

- Viren (Zytomegalievirus, Herpes-simplex-Virus, Varizella-Zoster-Virus, humanes Herpesvirus 6 [HHV-6], respiratorisches Syncytialvirus, humanes Metapneumovirus [HMPV], Adenoviren, Polyomaviren)
- Pilze (*Aspergillus*- und *Candida*-Spezies, Zygomyzeten sowie *Cryptococcus* spp., *Pneumocystis jiroveci*)
- Mykobakterien (vor allem *M. tuberculosis*, aber auch nicht tuberkulöse Mykobakterien wie *M. avium intracellulare*, *M. fortuitum*, *M. marinum*, *M. septicum*)
- *Listeria monocytogenes* und Nocardien
- Parasiten (z. B. *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*, *C. hominis*)

**Antikörpermangel:**

- Bekapselte Bakterien wie Pneumokokken, *Haemophilus influenzae*
- Pilze (*Candida* spp.)
- Viren (Zytomegalievirus, Herpes-simplex-Virus, Norovirus, Rotavirus, Adenovirus)

**Splenektomie/funktionelle Asplenie:**

- *Streptococcus pneumoniae*
- *Haemophilus influenzae*
- *Neisseria meningitidis*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella enteritidis*, *S. typhimurium*

**■ Risikogruppen**

In der Vergangenheit wurden bei der Diskussion infektionspräventiver Maßnahmen bei immunsupprimierten Patienten häufig unterschiedliche Definitionen des Schweregrads der Immunsuppression zugrunde gelegt. Aus diesem Grund war eine Einteilung in verschiedene Risikogruppen notwendig. Hierbei hat sich als wichtigster Parameter das Ausmaß und die Dauer der Granulozytopenie etabliert:

- Weniger als 500 Granulozyten pro Mikroliter bedeuten ein signifikant erhöhtes Risiko, an einer Infektion zu erkranken.
- Eine Granulozytopeniephase von bis zu 5 Tagen **ohne** andere potenzierende Faktoren ist mit einem gering erhöhten Risiko behaftet.
- Dauert die Phase 6–10 Tage, sind die Patienten als gefährdet einzustufen.
- Patienten mit einer Granulozytopeniephase über 10 Tage sind Hochrisikopatienten (Risiko einer bakteriellen Infektion ca. 70 %, außerdem signifikant erhöhtes Risiko einer invasiven Pilzinfektion).

Nach dem Schweregrad erfolgt die Einteilung der Immunsuppression in 3 Risikogruppen (mod. nach KRINKO 2010):

**Risikogruppe 1 (mittelschwere Immunsuppression/-defizienz)**

- Granulozytopenie  $<0,5 \times 10^9/l$  ( $<500/\mu l$ ) bis zu 10 Tage (analog Leukopenie  $<1 \times 10^9/l$ ;  $<1000/\mu l$ )
- Mangel an CD4-positiven T-Helfer-Zellen  $<250/\mu l$  (Cave: altersentsprechende Normwerte bei Kindern)

- Autologe Stammzelltransplantation bis 3 Monate nach intensiver Therapiephase
- Patienten, die mehr als 1 Merkmal der unter Risikogruppe 1 aufgeführten Immunsuppression/-defizienz aufweisen, werden Risikogruppe 2 zugeordnet.

**Risikogruppe 2 (schwere Immunsuppression/-defizienz)**

- Granulozytopenie  $<0,5 \times 10^9/l$  ( $<500/\mu l$ ) über mehr als 10 Tage (analog Leukopenie  $<1 \times 10^9/l$ ;  $<1000/\mu l$ )
- Schwere aplastische Anämie oder Makrophagenaktivierungssyndrom während einer intensiven immunsuppressiven Therapie
- Allogene Knochenmark- oder Stammzelltransplantation bis 6 Monate nach Abschluss der intensiven Therapiephase (wichtig: Ausmaß der „graft versus host disease“ [GVHD] und der anhaltenden iatrogenen Immunsuppression)
- Akute stationäre Behandlungsphase bei autologer Stammzelltransplantation oder nach Transplantation solider Organe (bis zur Entlassung)

**Risikogruppe 3 (sehr schwere Immunsuppression/-defizienz)**

- Allogene Knochenmarkstransplantation/periphere Blutstammzelltransplantation in intensiver Therapiephase (bis zum Engraftment = Regeneration der Granulopoese)
- Schwere GVHD Grad III oder IV unter intensiver Immunsuppression
- Die Entscheidung über die Zuordnung zu Gruppe 3 bei Patienten nach allogener Stammzelltransplantation wird letztlich in Zusammenschau aller Befunde von den behandelnden Onkologen getroffen.

**25.2 Präventionsmaßnahmen**

Die Präventionsmaßnahmen werden abgestuft nach dem Schweregrad der Immunsuppression durchgeführt. Wichtig ist eine ausreichende Ausstattung mit Hygienefachpersonal. Gemäß KRINKO gehören Stationen, die hochgradig immunsupprimierte Patienten

behandeln, zur Risikokategorie A, was einem Verhältnis von einer Hygienefachkraft pro 100 Betten entspricht. Daraus ergibt sich eine direkte Tätigkeit für die Station von mehreren Stunden pro Woche.

### ■ Standardhygienemaßnahmen

Auch bei der Behandlung immunsupprimierter Patienten ist die konsequente Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen (► Kap. 15), und hier insbesondere der **Händehygiene**, von besonderer Bedeutung. Das gesamte Personal muss diesbezüglich mindestens einmal jährlich geschult werden, die zeitnahe Einweisung neuer Mitarbeiter muss gewährleistet sein. Eine Voraussetzung hierfür stellt die Installation patientennaher Händedesinfektionsmittelpender in ausreichender Anzahl dar.

### ➤ Die konsequente Umsetzung der hygienischen Händedesinfektion gemäß KRINKO-Empfehlung zählt zu den wichtigsten Maßnahmen für die Prävention nosokomialer Infektionen bei immunsupprimierten Patienten.

Auf Stationen mit Patienten der Risikogruppen 2 und 3 wird für das unmittelbar in die Behandlung und Pflege involvierte Personal das Tragen von **Bereichskleidung** empfohlen, die vom Arbeitgeber sachgerecht aufbereitet werden muss. Hierbei handelt es sich allerdings um eine Empfehlung der Kategorie II mit schwacher Evidenz, und das Tragen von Bereichskleidung darf nicht dazu verführen, die tätigkeitsbezogenen Schutzmaßnahmen (s. unten) zu vernachlässigen.

Das Tragen von **Schutzkleidung** (langärmelige Kittel, Schürzen) erfolgt ausschließlich strikt patienten- und tätigkeitsbezogen. Beim bloßen Betreten der Station oder des Patientenzimmers müssen hingegen weder vom Personal noch von Besuchern Schutzkittel angelegt werden. Eine Ausnahme stellen protektiv isolierte Patienten (sog. Umkehrisolierung) der Risikogruppe 3 dar, für deren Versorgung der generelle Einsatz patientenbezogener keimarmer Schutzkittel empfohlen wird.

Ebenso ist das routinemäßige Anlegen eines **Atemschutzes** (wiederum mit Ausnahme protektiv isolierter Patienten der Risikogruppe 3) nicht erforderlich. Auch hier steht der gezielte Einsatz

zur Vermeidung von Tröpfcheninfektionen im Vordergrund. Ob Patienten der Risikogruppen 2 und 3 außerhalb des Patientenzimmers bzw. der Station vom Tragen eines höherwertigen Atemschutzes (**FFP-2-Maske**) profitieren, ist ungeklärt, dies wird aber in einigen Zentren praktiziert.

#### Tipp

Mit Ausnahme der Risikogruppe 3 wird Schutzkleidung (Mund-Nasen-Schutz, Schutzkittel, Handschuhe) ausschließlich tätigkeitsbezogen getragen.

Mitarbeiter mit einer potenziell infektiösen Akuterkrankung (z. B. Fieber, Atemwegsinfektion, Diarrhö, unklares Exanthem etc.) oder mit bekannter MRSA-Besiedelung dürfen nicht in die Pflege von Patienten mit Immunschwäche einbezogen werden.

### ■ Besucher

Gerade für immunsupprimierte Patienten auf hämatonkologischen Stationen ist der Kontakt zu Angehörigen und ihrem sonstigen sozialen Umfeld aus psychosozialen Gründen von besonderer Bedeutung. Aus hygienischer Sicht ist es daher nicht zu rechtfertigen, klinisch gesunden Besuchern, das gilt auch für Kinder, den Besuch zu untersagen. Lediglich bei Patienten der Risikogruppe 3 sollte der Besuch auf die engsten Bezugspersonen begrenzt werden. Liegen jedoch Zeichen einer akuten Infektion (z. B. Fieber, Diarrhö, Atemwegsinfektion mit Husten) beim Besucher vor, darf kein Kontakt mit dem Patienten stattfinden.

Wichtig ist eine korrekt durchgeführte **Händedesinfektion** vor jedem Kontakt mit dem Patienten sowie nach jedem Husten oder Niesen. Eine entsprechende Einweisung soll bereits vor dem ersten Patientenkontakt erfolgen. Diese Erläuterungen werden den Besuchern, ebenso wie Informationen zu Risiken durch Infektionskrankheiten und zur Notwendigkeit eines vollständigen Impfschutzes, sinnvollerweise in einem speziellen Merkblatt zur Verfügung gestellt.

Mit Ausnahme der Risikogruppe 3 gibt es auch für Besucher keine Notwendigkeit für das Anlegen eines Schutzkittels. Bei nicht fieberhaften Infektionen

der oberen Atemwege („Erkältung“) oder Herpes labialis sollte jedoch ein Mund-Nasen-Schutz getragen werden.

### ■ Impfschutz

Aufgrund des besonderen Gefährdungspotenzials ist es in Bereichen mit immunsupprimierten Patienten besonders wichtig, auf eine ausreichende Immunisierung des Personals, aber auch der Angehörigen gemäß den aktuellen STIKO-Empfehlungen zu achten. Für die Patienten selbst existieren spezielle Empfehlungen der STIKO mit Hinweisen zu Impfungen für Patienten mit Immundefizienz.

### ■ Unterbringung der Patienten

Grundsätzlich sollten Stationen, auf denen Patienten mit Immunschwäche behandelt werden, in einem Gebäudeteil liegen, in dem kein Durchgangsverkehr stattfindet. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, dass sich in unmittelbarer Nähe keine Quellen befinden, die in bedeutendem Maß Pilzsporen emittieren, wie z. B. Kompostieranlagen. Aus demselben Grund muss auf Topfpflanzen, insbesondere in den Patientenzimmern, verzichtet werden. Auch Polstermöbel, Teppichböden und Stoffgardinen sind als Einrichtungsgegenstände nicht geeignet.

Da zumindest bei Patienten der Risikogruppen 2 und 3 gehäuft die Indikation zur Unterbringung in einem Einzelzimmer besteht, ist es notwendig, auf solchen Stationen einen erhöhten Anteil (40–50 %) an Einzelzimmern vorzuhalten. Die restlichen Zimmer können als Zweibettzimmer ausgelegt sein.

Die Notwendigkeit einer Einzelzimmerunterbringung im Sinne einer **protektiven Isolierung** oder **Umkehrisolierung** ergibt sich aus dem Schweregrad der Immunsuppression:

- Patienten der Risikogruppen 1 und 2 können bei strikter Beachtung der Standardhygienemaßnahmen in einem Zweibettzimmer versorgt werden.
- Patienten der Risikogruppe 3 benötigen in jedem Fall ein Einzelzimmer.
- Sämtliche Patientenzimmer müssen über eigene Nasszellen verfügen.

Umgekehrt kann auch bei immunsupprimierten Patienten eine Isolierung aufgrund einer Besiedelung oder Infektion mit einem krankenhaushygienisch

relevanten Erreger (z. B. MRSA, VRE, MRGN) notwendig werden. Diesbezüglich gelten grundsätzlich die im Hygieneplan der Klinik hierfür festgelegten Kriterien. Auch eine Kohortenisolierung bei gleichem Erreger ist in den Risikogruppen 1 und 2 möglich, sie unterliegt jedoch einer Individualentscheidung durch den behandelnden Onkologen.

### ■ Raumluftechnik

Patienten mit lang anhaltender hochgradiger Immunsuppression sind in besonderem Maß durch invasive Schimmelpilzinfektionen (v. a. mit *Aspergillus fumigatus*) gefährdet. Aus diesem Grund wird die Ausstattung zumindest der Patientenzimmer, in denen Patienten der Risikogruppen 2 und 3 behandelt werden, mit dreistufig filternden RLT-Anlagen mit Filtern der Filterstufe H13 (HEPA-Filter) in der letzten Filterstufe empfohlen. Diese Anlagen müssen regelmäßig gewartet und kontrolliert werden. Idealerweise sollte die gesamte Station mit HEPA-gefilterter Luft versorgt werden, da sich die Patienten auf diese Weise auch außerhalb ihres Zimmers bewegen können. Ist dies nicht der Fall, sollten die Patientenzimmer über eine Schleuse mit Überdruckbelüftung verfügen.

In bestehenden Einrichtungen, die noch über keine diesen Anforderungen entsprechende Raumluftechnik verfügen, können in einzelnen Räumen auch dezentrale Geräte zur HEPA-Filtration zum Einsatz kommen. Dies kann insbesondere im Rahmen von Bauarbeiten, die mit einer erhöhten Stauffreisetzung einhergehen, von Bedeutung sein.

**! Auf keinen Fall dürfen Geräte verwendet werden, die potenziell kontaminierte Aerosole freisetzen, wie etwa Raumlufbefeuchter.**

Ob sich Patienten beim Verlassen des HEPA-gefilterten Bereichs mit einer FFP-2- oder FFP-3-Maske (mit Ausatemventil) schützen sollten, ist ungeklärt.

### ■ Umgang mit Wasser

In Leitungswasser ist stets mit dem Vorkommen von Feuchtkeimen (z. B. Legionellen, Pseudomonaden) zu rechnen, die bei hochgradig immunsupprimierten Patienten zu schweren Infektionen führen können. Der Kontakt zu unbehandeltem Leitungswasser stellt für solche Patienten daher ein hohes Risiko dar.

Die mikrobiologische Qualität des Trinkwassers muss zumindest den Anforderungen der Trinkwasserverordnung und den Empfehlungen des Umweltbundesamts entsprechen. Um dies zu gewährleisten, ist es wichtig, Stationen mit entsprechend gefährdeten Patienten in die routinemäßigen Wasserkontrollen mit einzuschließen und hierfür Entnahmestellen festzulegen. Wichtiger noch ist es jedoch, den Kontakt gefährdeter Patienten mit unbehandeltem Leitungswasser weitestgehend einzuschränken.

#### Körperhygiene:

- Bei Patienten der Risikogruppen 2 und 3 Duschköpfe mit 0,2 µm Sterilfiltern ausstatten, keine Duschvorhänge verwenden (Schimmelpilze bzw. biofilmbildende Bakterien).
- Waschwasser (Leitungswasser) ebenfalls sterilfiltrieren.
- Spülung von Wunden mit steriler Lösung oder 0,2 µm gefiltertem Wasser.

#### Mundpflege:

- Auf regelmäßige und sorgfältige Mundpflege achten
- Nur sterile Flüssigkeiten verwenden (sterilisiertes, frisch abgekochtes Wasser oder steriles Aqua dest.)
- Wechsel des abgekochten oder sterilfiltrierten Wassers mindestens einmal pro Schicht
- Tee ist bei Patienten der Risikogruppen 2 und 3 nicht zur Mundpflege geeignet.
- Frische, weiche Zahnbürste verwenden (Wechsel nach jeder Benutzung)

#### ■ ■ Getränke

- Ebenso wie Leitungswasser ist auch Mineralwasser aus Flaschen nicht steril. Gemäß Mineral- und Tafelwasserverordnung findet zwar eine Chargenkontrolle durch den Hersteller statt; aufgrund teilweise langer Lagerzeiten und ungünstiger Lagerbedingungen können die Keimzahlen zum Zeitpunkt des Verbrauchs jedoch wesentlich höher liegen.
- Auch Softdrinks können mit Pilzsporen belastet sein.
- Die Chargenkontrollprotokolle der Hersteller sollten vorliegen und zusätzlich stichprobenartige Überprüfungen durch das Hygienefachpersonal erfolgen, die auch Legionellen,

*Pseudomonas aeruginosa* und Schimmelpilze beinhalten. Geöffnete Flaschen müssen spätestens nach einem Tag verworfen werden.

- Auch Wasser aus an das Leitungsnetz angeschlossenen Trinkbrunnenanlagen muss regelmäßig gemäß Trinkwasserverordnung und Empfehlung des Umweltbundesamts überprüft werden.
- Tee und Kaffee sind immer mit frisch (sprudelnd) aufgekochtem Wasser zuzubereiten. Auf den Stationen installierte Kaffeeautomaten erfüllen diese Anforderung häufig nicht. An Patienten der Risikogruppe 3 sollten Kaffee und Tee nicht ausgegeben werden.
- Zur Zubereitung von oralen Medikamenten- oder Inhalationslösungen dürfen nur sterile Flüssigkeiten bzw. sterilfiltriertes Wasser verwendet werden.

#### ■ Ernährung

Wenngleich man heute davon abgekommen ist, schwer immunsupprimierte Patienten, beispielsweise in der granulozytopenischen Phase nach Stammzelltransplantation, ausschließlich mit sterilen Nahrungsmitteln zu versorgen, ist es nach wie vor von großer Bedeutung, auf die Bereitstellung hygienisch sicherer Lebensmittel, insbesondere in Bezug auf Risikolebensmittel wie Fleisch, Fisch und Eier, zu achten. So sollten grundsätzlich keine Speisen mit rohen Eiern, rohem Fleisch, frische Salate, nicht schälbares Obst oder Rohmilchprodukte verabreicht werden (■ Tab. 25.1).

Nach wie vor unklar ist die Datenlage zur Sicherheit von probiotischen Lebensmitteln in Bezug auf die Entstehung invasiver Infektionen. Solche Lebensmittel sollten daher nicht an immunsupprimierte Patienten ausgegeben werden.

Vorzugsweise sollten nur frisch in der Klinik unter HACCP-Bedingungen (► Kap. 7, Abschn. „HACCP-Konzept und rechtliche Anforderungen“) zubereitete Nahrungsmittel serviert werden. Der Transport auf Station und die Ausgabe an den Patienten muss unmittelbar nach der Herstellung bzw. Regeneration (bei „Cook-and-chill-Verfahren“) unter Beachtung der vorgegebenen Mindesttemperaturen (65 °C) erfolgen. Ist eine unmittelbare Ausgabe im Einzelfall nicht möglich, so muss die Zwischenlagerung gekühlt erfolgen. Dies gilt insbesondere für Patienten der Risikogruppen 2 und 3. Reste sollten grundsätzlich nicht

■ **Tab. 25.1** Hinweise zur Vermeidung nahrungsmittelassoziierter Infektionen. (Adaptiert nach KRINKO 2010)

Mögliche Infektionsquellen	Nicht empfohlen	Empfohlen
Fleisch (inkl. Geflügel), Fisch	Roh oder nicht ausreichend erhitzt	Ausreichend erhitzt (Fleisch im Kern weiß oder braun gebraten, Saft klar, Kerntemperatur über 70 °C)
Eier und Eiprodukte	Roh oder nicht ausreichend erhitzt	Pasteurisierte Eiprodukte, ausreichend gekocht (mind. 8 min)
Milchprodukte wie Quark, Käse	Produkte aus nicht pasteurisierter Milch (Rohmilchprodukte)	Pasteurisierte oder ultrahocherhitzte Produkte
Salat	Salatbar, frei zugänglich	Sorgfältig gewaschener und frisch zubereiteter Salat. Nicht während der akuten Phase nach Stammzelltransplantation
Wasser/Eis	Leitungswasser ungefiltert oder nicht ausreichend erhitzt	Mikrobiologisch kontrolliertes Mineralwasser in Flaschen (mit oder ohne Kohlensäure), Wasser nach Filtration (0,2 µm), ausreichend gekochter Tee (1 min sprudelnd kochen)
Getrocknete Gewürze, Pfeffer		Gekocht/gebraten, Zutaten vor dem Kochen würzen
Früchte und Gemüse		Gewaschen und geschält
Nüsse		Nur erhitzte, vakuumverpackte, geschälte Nüsse, schnell aufbrauchen
Müsli	Großpackung für alle Patienten	Kleine patientenbezogene Gebinde, max. 1 Woche nutzen. In Risikogruppe 2 und 3 autoklavierte Einzelportionen

aufbewahrt werden. Werden im Bereich der Station auch private Lebensmittel von Patienten oder Angehörigen aufbewahrt oder zubereitet, so sollte hierfür ein detaillierter Hygienestandard erarbeitet werden.

#### ■ Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen

Auch in Bereichen, in denen immunsupprimierte Patienten versorgt werden, gelten die grundlegenden Prinzipien der Reinigung und Desinfektion im Krankenhaus (► [Kap. 6](#)). Sämtliche Maßnahmen und verwendeten Präparate müssen in einem abteilungs-spezifischen Reinigungs- und Desinfektionsplan hinterlegt sein. Insbesondere die Reinigungsintervalle sollten in Abstimmung mit dem Hygienefachpersonal dem Risikoprofil der Patienten angepasst werden. Ebenso ist es von besonderer Wichtigkeit, dass hygienisch speziell für diesen Bereich geschultes Reinigungspersonal zur Verfügung steht und auch die zeitliche Kapazität den erhöhten Anforderungen angemessen ist. Als Anhaltspunkt kann gelten:

- Routinemäßige 2-mal tägliche (auch am Wochenende) Unterhaltsreinigung der Patientenzimmer inklusive Sanitäräume sowie bei Bedarf
- Ebenfalls 2-mal tägliche laufende Wischdesinfektion der patientennahen Oberflächen. Eine routinemäßige Desinfektion des Fußbodens ist nicht erforderlich.
- Die routinemäßige desinfizierende Reinigung von Bettdecke und Kopfkissen bei jedem Patientenwechsel wird für Bereiche, in denen immunsupprimierte Patienten versorgt werden, empfohlen. Matratzen müssen mit einem flüssigkeitsdichten Bezug ausgestattet sein und sind nach jedem Patientenwechsel zu desinfizieren.
- Der Wechsel der Bettwäsche und Patientenwäsche (z. B. Nachthemd, Handtücher, Waschlappen) kann routinemäßig alle 2–3 Tage sowie bei Bedarf erfolgen.

### ■ Baumaßnahmen

Ein besonderes Risiko stellen Bau- oder Abrisstätigkeiten in der Nähe einer hämatoonkologischen Station dar. Aufgrund der Staubentwicklung können insbesondere Pilzsporen in hoher Konzentration freigesetzt werden. Es ist daher extrem wichtig, dass die Hygieneabteilung bereits in der Planungsphase in das Projekt einbezogen wird, sodass entsprechende Staubschutzmaßnahmen festgelegt werden können. Diese beinhalten z. B.:

- Festlegung von Ver- und Entsorgungswegen
- Errichten von Staubschutzwänden
- Festlegung von erhöhten Reinigungsintervallen, z. B. für das feuchte Aufwischen bei erhöhtem Staubaufkommen
- Evtl. das Auslegen von feuchten Fußmatten, das Absaugen von Staub bei bestimmten Tätigkeiten etc.

Hierbei hat der Schutz der Patienten Vorrang vor ökonomischen Überlegungen. Ist eine komplette Abschottung der Station bezüglich der Staubexposition nicht möglich, so muss auch eine vorübergehende Unterbringung der Patienten in anderen Räumlichkeiten oder sogar eine Schließung der Station erwogen werden.

Den ausführenden Firmen müssen die getroffenen Maßnahmen genau erläutert und deren Einhaltung vertraglich fixiert werden. In jedem Fall sollte eine gründliche Abnahme der Staubschutzmaßnahmen durch die Hygienefachkraft oder den Krankenhaushygieniker vor Beginn der Bauarbeiten erfolgen. Hierbei kann durchaus auch der Einsatz eines Partikelzählers zur Überprüfung der Dichtigkeit der Staubschutzwände sinnvoll sein.

## 25.3 Surveillance

Zur Evaluation der implementierten Hygienemaßnahmen ist die Durchführung einer standardisierten prospektiven Erfassung nosokomialer Infektionen gerade im Bereich der Hämatoonkologie von großer Bedeutung. Hierzu besteht auch eine gesetzliche Verpflichtung gemäß Infektionsschutzgesetz. Wenngleich die Surveillance nosokomialer Infektionen bei dieser Patienten Klientel unter erschwerten Bedingungen stattfindet, beispielsweise aufgrund

häufiger unklarer Fieberepisoden, verfälschter Infektionsparameter unter Chemotherapie etc., kann die Auswertung von Infektionsraten wertvolle Hinweise auf Defizite im Hygienemanagement liefern.

Um einen einrichtungsübergreifenden Vergleich zu ermöglichen, bietet sich die Erfassung mithilfe eines prospektiven multizentrischen Surveillance-Moduls an, welches speziell auf diese Patientenpopulation zugeschnitten ist. Das Modul ONKO-KISS des Nationalen Referenzzentrums für Surveillance verfügt über einen großen Referenzdatenpool. Erfasst werden Pneumonie und Sepsis während der Neutropeniephase. Wenngleich natürlich auch nosokomiale Infektionen außerhalb dieser Phase auftreten, wird hiermit der Zeitraum des höchsten Infektionsrisikos abgedeckt.

### Tipp

Zur Evaluation der implementierten Hygienestandards empfiehlt sich die Teilnahme an einem prospektiven multizentrischen Surveillance-Programm, wie z. B. ONKO-KISS

Die Erfassung sollte durch ausgebildetes Hygienefachpersonal erfolgen, welches auch in die Bewertung eingebunden sein sollte (unter Hinzuziehung des Krankenhaushygienikers). Wichtig ist die regelmäßige Rückmeldung an das gesamte Behandlungsteam, um die Ergebnisse in eine ständige Verbesserung des Hygienemanagements einfließen zu lassen.

Auch bei nicht granulozytopenischen Patienten spielen bestimmte Erreger für die Entstehung nosokomialer Infektionen eine besondere Rolle. Hierzu zählen beispielsweise Legionellen, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus* spp., MRSA, VRE und MRGN. Unabhängig von der gesetzlichen Aufzeichnungspflicht für multiresistente Erreger gemäß IfSG ist es sinnvoll, diese Keime systematisch zu erfassen.

## 25.4 Mikrobiologisches Screening/Monitoring

Ein routinemäßiges mikrobiologisches Screening aller immunsupprimierter Patienten auf das Vorhandensein multiresistenter Erreger wird nicht

empfohlen, da ein Benefit, auch in Bezug auf die empirische Antibiotikatherapie, bisher nicht belegt werden konnte.

Beim Vorliegen bestimmter, für onkologische Patienten typischer Risikofaktoren wie langer Dauer der Granulozytopenie (also v. a. bei Patienten der Risikogruppe 3) oder ausgedehnter Mukositis, aber auch davon unabhängiger Gefährdungspotenziale (z. B. häufige Antibiotikatherapien, liegende Gefäßkatheter), besteht jedoch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine Besiedelung mit „Problemkeimen“ wie MRSA, VRE oder MRGN. Hieraus kann sich durchaus die Notwendigkeit zur Etablierung eines Eingangsscreenings und eines fortlaufenden mikrobiologischen Monitorings ergeben. Art und Umfang sollten durch ein multidisziplinäres Team aus Onkologie, Infektiologie und Krankenhaushygiene festgelegt werden.

## Literatur

---

- KRINKO (2010) Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Bundesgesundheitsbl 53: 357–388
- Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen. Modul ONKO-KISS. <http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/onko-kiss/>
- Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut (STIKO) (2005) Hinweise zu Impfungen bei Patienten mit Immundefizienz. Epidemiol Bull 39: 1–2

# Infektionsprävention in der Hämodialyse

*K. Lewalter, S. Lemmen*

- 26.1     **Normativer Rahmen – 500**
- 26.2     **Hämodialyse – 500**
- 26.3     **Blutassozierte Virusinfektionen – 503**
- 26.4     **Peritonealdialyse – 505**
- Literatur – 506**

### Zusammenfassung

Nach Angaben des statistischen Bundesamts waren im Jahr 2006 allein in Deutschland etwa 66.000 Patienten auf eine Dialysebehandlung angewiesen, davon ca. 63.000 auf eine Hämodialyse ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)). Im Rahmen des demographischen Wandels handelt es sich bei diesen Patienten oft um ältere und multimorbide Personen, die meist über viele Jahre auf eine chronische Dialysebehandlung angewiesen sind. An Verfahren stehen die Hämodialyse und die Peritonealdialyse zur Verfügung. Bei der Hämodialyse werden das Blut des Patienten und eine Dialyseflüssigkeit gleichzeitig an einer semipermeablen Membran (Dialysator) entlanggeführt. Durch ein Konzentrationsgefälle diffundieren die harnpflichtigen Substanzen aus dem Blut in das Dialysat. Das Blut kann den Patienten entweder über einen zentralvenösen Katheter oder über einen arteriovenösen Shunt entnommen werden. Bei der Peritonealdialyse wird den Patienten ein getunnelter, in der Peritonealhöhle endender Katheter implantiert, über den ein Dialysat in die Bauchhöhle eingefüllt wird und dort für mehrere Stunden verbleibt. In diesem Kapitel sollen Ursachen und Präventionsmöglichkeiten für Infektionen sowohl bei der Hämodialyse als auch bei der Peritonealdialyse vorgestellt werden.

## 26.1 Normativer Rahmen

Die Betreiber von Dialyseeinrichtungen sind durch das Infektionsschutzgesetz zur Erstellung eines Hygieneplanes verpflichtet, weiterhin ist eine Betreuung durch einen Krankenhaushygieniker und Hygienefachkräfte gefordert (KRINKO 2009). Zusätzlich sind in den jeweiligen Landeshygieneverordnungen die Benennung eines hygienebeauftragten Arztes sowie eines Hygienebeauftragten in der Pflege vorgeschrieben.

## 26.2 Hämodialyse

### ■ Räumliche Voraussetzungen

Die medizinisch genutzten Räume in der Dialyse sind Arbeitsbereiche der Schutzstufe 2 nach der TRBA 250. Wände und Fußböden sollten glatt,

dicht, abwaschbar und desinfizierbar sein. Die eingesetzten Dialysemaschinen müssen dem Stand der Technik entsprechen, nach dem Medizinproduktegesetz (MPG) zugelassen sein sowie nach den Vorgaben der Hersteller gewartet und betrieben werden (Dialysestandard 2016).

### ■ Wasser in der Dialyse

Für eine Dialysebehandlung werden bis zu mehrere hundert Liter Wasser benötigt, an das besondere Anforderungen gestellt werden, die die Vorgaben der Trinkwasserverordnung übersteigen.

Die Dialyse benötigt voll entsalztes Wasser, Synonyme sind VE-Wasser, demineralisiertes Wasser oder auch Permeat. Dieses Wasser wird heute im medizinischen Bereich in der Regel über eine Umkehrosmoseanlage erzeugt. Wasser wird dabei mit hohem Druck durch eine semipermeable, d. h. nur für Wassermoleküle durchlässige Membran gepresst (von Rheinbaben u. Werner 2013).

Die technische Wartung dieser Anlagen wird in der Regel einmal jährlich durch den Hersteller durchgeführt. Mikrobiologische Kontrollen des Permeats sollten alle 6 Monate erfolgen, bei auffälligen Befunden ggf. auch häufiger (■ Tab. 26.1). Nach Eingriffen in die dialysewasserführenden Systeme (z. B. nach Reparaturen) oder bei Patientenreaktionen mit Verdacht auf eine mikrobiologische Ursache sollten ebenfalls Kontrollen durchgeführt werden (Werner u. von Rheinbaben 2013).

Als Dialyseflüssigkeit wird das Permeat mit dem Zusatz entsprechender Konzentrate zur Hämodialyse bezeichnet. Diese Konzentrate bieten Mikroorganismen durch einen hohen Gehalt an Salzen und Glukose

■ Tab. 26.1 Mikrobiologische Grenzwerte

Medium	Gesamtkoloniezahl [KBE/ml]	Endotoxinkonzentration [IE/ml]
Reinwasser (Permeat)	$\leq 10^2$ , kein Nachweis von <i>Pseudomonas aeruginosa</i> und coliformen Bakterien in 100 ml Wasser	<0,25
Dialyseflüssigkeit	$\leq 10^2$	<0,25

schlechte Wachstumsbedingungen. Die daraus hergestellte Dialyseflüssigkeit ist jedoch ein gutes Nährmedium für bakterielle Erreger. Bei der Verwendung von Bakterien- und Endotoxinfiltern am Dialysegerät ist keine spezielle Untersuchung der Dialyseflüssigkeit erforderlich. Falls keine Filter verwendet werden, sollten jedoch mikrobiologische Kontrollen analog zu denen des Permeats durchgeführt werden.

#### ■ Tanks und Leitungen

Die Verwendung von Tankanlagen bei der Vorhaltung von aufbereitetem Wasser oder Dialysat begünstigt eine bakterielle Kontamination. Wenn möglich sollten keine offenen Systeme oder Rezirkulationssysteme verwendet werden, die bereits verwendetes Dialysat mit frischem Dialysat vermengen. Weiterhin sollten keine Toträume oder Flüssigkeitsspiegel im Leitungssystem vorhanden sein, da durch Desinfektionsmaßnahmen der Raum über dem Flüssigkeitsspiegel nicht erreicht werden kann. Die Leitungsquerschnitte sollten klein gehalten werden, um eine hohe Strömungsgeschwindigkeit zu gewährleisten und so die Ablagerung von Mikroorganismen oder eine Biofilmbildung an den Innenflächen der Rohre zu verhindern. Die Leitungsführung sollte als Ringleitung ausgeführt und eine Desinfizierbarkeit gewährleistet sein (Dialysestandard 2016).

#### ■ Schlauchsystem der Dialysemaschine

Vor der Dialyse werden die Dialysemaschinen mit dem Dialysator und dem entsprechenden Schlauchsystem aufgerüstet und diese mit steriler Kochsalzlösung gefüllt. Um hier Kontaminationen zu vermeiden, ist das Arbeiten unter aseptischen Bedingungen und die Durchführung einer hygienischen Händedesinfektion absolut notwendig.

Die Hersteller liefern die Dialysatoren und zugehörigen Schlauchsysteme zur einmaligen Verwendung aus. Eine Aufbereitung dieser Medizinprodukte zur Verwendung am selben Patienten ist technisch möglich, es handelt sich dann aber um die Aufbereitung von Medizinprodukten der Risikokategorie „kritisch C“ gemäß den Empfehlungen der KRINKO. Durch eine Wiederaufbereitung übernimmt dann der Betreiber die Verantwortung für alle Schäden, die durch die Wiederaufbereitung entstehen, ebenso liegt beim Auftreten unerwünschter Nebenwirkungen die Beweislast beim Betreiber. Aber auch bei der

Verwendung von neuem Einwegmaterial liegt die Verantwortung beim Anwender. Der Patient muss über den Einsatz eines aufbereiteten Dialysators aufgeklärt werden. Die Deutsche Gesellschaft für Nephrologie e.V. empfiehlt die Wiederverwendung von Dialysatoren und Schlauchsystemen nicht (Dialysestandard 2016).

#### ■ Allgemeine Infektionsprophylaxe

Eine chronische und dialysepflichtige Niereninsuffizienz geht mit einer verminderten Abwehrlage und einem erhöhten Infektionsrisiko einher. Betroffene Patienten halten sich regelmäßig in medizinischen Einrichtungen auf und sind dem dortigen Keimspektrum ausgesetzt. Der Einhaltung von Standardhygienemaßnahmen kommt daher insbesondere bei der Dialyse eine hohe Bedeutung zu. Vor allem die hygienische Händedesinfektion kann die Transmission von Infektionserregern wirksam unterbinden.

#### ➤ Standardhygienemaßnahmen in der Dialyse umfassen (Bailey et al. 2001):

- Hygienische Händedesinfektion nach den 5 Indikationen der Aktion Saubere Hände:
  - Unmittelbar vor Patientenkontakt
  - Unmittelbar vor aseptischen Tätigkeiten
  - Unmittelbar nach Kontakt mit potenziell infektiösen Materialien
  - Unmittelbar nach Patientenkontakt
  - Nach Kontakt mit der direkten Patientenumgebung
- Unsterile Einmalhandschuhe
- Wechsel der Handschuhe und Händedesinfektion vor jedem neuen Patienten
- Reinigung und Desinfektion aller Geräte und patientennahen Oberflächen nach jeder Behandlung

#### ■ Infektionen von Gefäßzugängen

Eine Hämodialyse kann temporär über einen nicht getunnelten, zentralvenösen Katheter (z. B. Shaldon-Katheter), einen getunnelten permanenten Katheter (z. B. Demers-Katheter) oder über einen arteriovenösen Shunt erfolgen. Die bevorzugte Lokalisation für einen Dialyseshunt ist die Verbindung der A. radialis und der V. cephalica am Unterarm (Cimino-Shunt). Alternativ können diese Dialyseshunts auch aus

Kunststoffmaterialien bestehen und als Gefäßinterponat implantiert werden.

- **Insbesondere Patienten mit einem zentralen, ungetunnelten Dialysekatheter haben ein bis zu 3-fach erhöhtes Infektionsrisiko im Vergleich zu Patienten, die über einen Shunt dialysiert werden.**

Aus diesem Grund sollte, wenn möglich, auf die dauerhafte Anlage eines zentralvenösen Katheters verzichtet und eine Shuntanlage bevorzugt werden (Boyce 2012).

### ■ Shuntpunktion

Zur Dialyse muss der Shunt punktiert werden, wobei die Gefahr einer Kontamination durch Mikroorganismen der Haut des Patienten oder des medizinischen Personals besteht. Folgende infektionspräventive Maßnahmen sind daher unbedingt erforderlich:

- Eine Reinigung des Shuntarms mit Wasser und Seife ist nur bei sichtbarer Verschmutzung erforderlich.
- Großflächige Desinfektion der Punktionsstelle mit einem Desinfektionsmittel mit Remanenzwirkung (z. B. Octenidin/Alkohol oder Chlorhexidin/Alkohol) mit einer Einwirkzeit von mindestens 1 min.
- Durchführung einer hygienischen Händedesinfektion.
- Anlegen von nicht sterilen Einmalhandschuhen vor der Punktion.
- Fixierung der Kanüle und Abdeckung mit einem sterilen Pflaster.

Nach den Empfehlungen der KRINKO für die Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen sind für die Punktion von autologen Shunts keine zusätzlichen Maßnahmen wie Mund-Nasen-Schutz, Kopfhaut oder steriles Loch Tuch erforderlich (KRINKO 2011). Auch bei der Punktion von Kunststoffshunts ist die sorgfältige Vorbereitung der Punktionsstelle die entscheidende infektionspräventive Maßnahme.

Bei der Entfernung der Kanüle sollte der Stichkanal mit einem Tupfer komprimiert werden, um das Verbleiben von Blut im Stichkanal oder die Bildung von Hämatomen zu vermeiden, die eine Infektion begünstigen können (Dialysestandard 2016).

### ■ Anlage eines zentralvenösen Dialysekatheters

Für die Anlage eines zentralvenösen Dialysekatheters gelten folgende Empfehlungen (Dialysestandard 2016):

- Vor der Anlage ist eine hygienische Händedesinfektion obligat.
- Der durchführende Arzt legt einen sterilen Schutzkittel, sterile Handschuhe sowie eine Haarhaube und einen Mund-Nasen-Schutz an.
- Großflächige sterile Abdeckung des Punktionsgebietes.
- Durchführung einer Hautdesinfektion mit Remanenzwirkung (z. B. Octenidin/Alkohol oder Chlorhexidin/Alkohol) mit einer Einwirkzeit von mindestens 1 min
- Die Austrittsstelle sollte mit sterilen Gazeverbänden abgedeckt werden, die täglich gewechselt werden sollten. Bei der Verwendung von Transparentverbänden kann das Wechselintervall auf bis zu 7 Tage verlängert werden.
- Eine systemische Antibiotikaprophylaxe bei der Anlage ist nicht indiziert.
- Die prophylaktische Applikation von antiseptischen Salben auf die Austrittsstelle wird nicht empfohlen.

### ■ Anschluss an die Dialysemaschine

Bei der Konnektion sollte die durchführende Pflegekraft einen Mund-Nasen-Schutz tragen, der Patient sollte das Gesicht abwenden und nicht sprechen. Die Anschlussstellen des Katheters sind zu desinfizieren, nach einer hygienischen Händedesinfektion sollten unsterile Einmalhandschuhe getragen sowie eine Non-Touch-Technik angewendet werden (Dialysestandard 2016).

### ■ Katheterlocklösungen

Zwischen zwei Dialysebehandlungen wird das Lumen des Katheters mit einer sog. Locklösung aufgefüllt, um eine Keimbildung innerhalb des Katheters zu vermeiden. Zahlreiche Studien belegen mittlerweile die Wirksamkeit von antibakteriellen Locklösungen, wie z. B. Citrat oder Taurolidin. Liu et al. (2015) konnten in einem systematischen Review von 4 Studien mit insgesamt 604 Patienten eine signifikante Reduktion von Blutstrominfektionen durch Anwendung von Citrat-haltigen Locklösungen versus Heparin zeigen. Die Deutsche Gesellschaft

für Nephrologie empfiehlt aktuell die Verwendung von 4 %iger Citrat-Lösung (Dialysestandard 2016).

Alternativ ist die Anwendung von Taurolidin möglich, einem Aminosäurederivat mit einem breiten Spektrum antimikrobieller Wirkung. In einer randomisierten und prospektiven Studie zeigten sich bei 58 Patienten mit insgesamt 76 Kathetern mit dem Endpunkt Blutstrominfektion signifikant weniger Infektionen in der Taurolidin-Gruppe (keine Infektionen) als in der Heparin-Vergleichsgruppe (4 Infektionen) (Betjes u. Agteren 2004).

■ **Eradikationsbehandlung bei nasaler *Staphylococcus-aureus*-Besiedlung**

➤ *Staphylococcus aureus* gehört zu den häufigsten Erregern von Infektionen bei Dialysepatienten. Das Risiko von Blutstrominfektionen mit diesem Erreger ist bei nasaler Besiedlung deutlich erhöht.

Eine nasale Besiedlung mit *S. aureus* liegt in Europa bei 28–55 % der Dialysepatienten vor (Krishna u. Allon 2015). Durch eine topische Anwendung von Mupirocin-Salbe in der Nase konnte in einem Review von 5 Studien mit insgesamt 2374 eingeschlossenen

Patienten das Risiko von Blutstrominfektionen signifikant um 82 % gesenkt werden ( $p < 0,0001$ ), auch lokale Infektionen an der Einstichstelle von zentralvenösen Dialysekathetern reduzierten sich durch diese Maßnahme signifikant um 87 % (Grothe et al. 2014). Patienten unter einer chronischen Dialysetherapie sollten regelmäßig, z. B. alle 6 Monate, auf eine nasale Besiedlung mit *S. aureus* untersucht werden, um bei einem Nachweis eine entsprechende Eradikationsbehandlung einleiten zu können. Kritisch zu diskutieren ist das Risiko von Resistenzentwicklungen unter routinemäßiger Anwendung von Mupirocin (Patel et al. 2009).

## 26.3 Blutassoziierte Virusinfektionen

➤ Blut stellt die wichtigste Übertragungsquelle für Hepatitis-B- (HBV) und -D-Viren, Hepatitis-C-Viren (HCV) und das humane Immundefizienzvirus (HIV) dar.

Alle Dialysepatienten sollten daher regelmäßig auf diese Erreger untersucht werden (■ Tab. 26.2). Ein Screening auf Hepatitis A ist dagegen nicht erforderlich.

■ **Tab. 26.2** Empfehlungen zum Routinescreening auf virale Erkrankungen laut Hygieneleitlinie der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie e.V. (2006)

	Eingangsuntersuchung	Erkrankungsverdacht	Jährliche Kontrolle
<b>HBV</b>			
HBsAg	+	+	+
Anti-HBs	+	+	+
Anti-HBc-IgM	–	+	–
Anti-HBc-IgM + Anti-HBc-IgG	+	+	+
HBV-DNA	–	+	–
<b>HCV</b>			
Anti-HCV	+	+	+
HCV-RNA	+	+	–
<b>HIV</b>			
Anti-HIV	+	+	–

HBV Hepatitis-B-Virus, HBsAg HBV surface antigen, HCV Hepatitis-C-Virus, HIV humanes Immundefizienzvirus

### ■ Hepatitis-B-Virus

Das Hepatitis-B-Virus (HBV) ist ein DNA-Virus und wird in der Dialyse überwiegend direkt durch Nadelstichverletzungen und durch Kontakt von Blut oder Blutprodukten mit Haut- oder Schleimhautläsionen übertragen. Alle HBsAg-positiven Personen sind als infektiös zu betrachten. Der zusätzliche Nachweis von HBeAg spricht für eine aktive Virusreplikation. HBV ist in der Umwelt stabil und kann mehrere Tage in der unbelebten Umgebung persistieren, ob damit jedoch die Umgebung tatsächlich als sekundäre Quelle für eine suffiziente HBV-Transmission angesehen werden kann, wird nach wie vor kontrovers diskutiert.

Bei Patienten, die in Hochrisikogebieten waren (z. B. Osteuropa, Asien, Afrika oder Südamerika), sollte nach Rückkehr zusätzlich ein HBsAg-Test und eine HCV-RNA-Bestimmung durchgeführt werden (Hygieneleitlinie 2006).

### ■ Hepatitis-D-Virus

Das Hepatitis-D-Virus ist ein inkomplettes RNA-Virus, das sich nur in Anwesenheit von HBV replizieren oder eine Infektion verursachen kann. Eine Infektion kann entweder simultan oder im Anschluss an eine HBV-Infektion als Superinfektion erfolgen.

### ■ Hepatitis-C-Virus

Das Hepatitis-C-Virus (HCV) ist ebenfalls ein RNA-Virus, das in der Regel in niedrigeren Konzentrationen im Blut als HBV vorkommt, auch die Stabilität außerhalb des Organismus ist deutlich geringer. Analog zu Hepatitis B findet eine Übertragung v. a. durch Blut- oder Blutprodukte statt, allerdings ist das Risiko der Transmission bei einer Nadelstichverletzung deutlich geringer. Man unterscheidet 6 verschiedene Genotypen. Die weltweite Prävalenz für HCV-Infektionen liegt bei 3 % mit geschätzt 170 Mio infizierten Personen. In Europa und Amerika liegt die Prävalenz bei 2,5 %, während sie in Gebieten des mittleren Ostens bis zu 13 % betragen kann (Marinaki et al. 2015). Wenn ein Patient nach akuter Infektion 4-mal im Abstand von 3 Monaten bei normalen Leberenzymen HCV-RNA-negativ ist, so ist von einer Ausheilung der Infektion auszugehen. Eine Ausheilung ist ebenfalls anzunehmen, wenn 24 Wochen nach einer antiviralen Therapie keine HCV-RNA mehr nachzuweisen ist (Hygieneleitlinie 2006).

### ■ Humanes Immundefizienzvirus

Das HI-Virus (HIV) ist ein Retrovirus aus der Gruppe der Lentiviren. Man unterscheidet HIV-1 und HIV-2, diese können noch in weitere Subgruppen eingeteilt werden. Die Stabilität der HI-Viren außerhalb des menschlichen Körpers ist ebenfalls deutlich geringer als bei HBV.

### ■ Standardhygienemaßnahmen

➤ **Die strikte Beachtung von Standardhygienemaßnahmen, v. a. die hygienische Händedesinfektion, stellt sowohl für Patienten als auch für das Personal einen Schutz vor der Übertragung aller blutassoziiierter Viren dar.**

Das Tragen von Einmalhandschuhen und ggf. Schutzkitteln stellt einen Schutz vor Haut- oder Schleimhautkontakt mit Blut dar und verhindert eine Kontamination der Arbeitskleidung. Gegenstände der Patientenversorgung, wie z. B. Scheren, Klemmen oder Blutdruckmanschetten, müssen zwischen verschiedenen Patienten sorgfältig desinfiziert werden. Mit Blut kontaminierte Flächen müssen ebenfalls sofort desinfiziert werden. Eine regelmäßige Desinfektion aller Flächen in der Patientenumgebung sowie der Oberflächen des Dialysegerätes sollte nach Abschluss jeder Dialyse zwischen 2 Patienten erfolgen. Durch eine konsequente Einhaltung dieser Standardhygienemaßnahmen konnte in 14 belgischen Dialysezentren die Neuinfektionsrate mit HCV von 1,4 % auf null gesenkt werden, eingeschlossen waren 963 Patienten. Eine getrennte Versorgung von Patienten mit einer Infektion mit HBV, HCV oder HIV in separaten Räumlichkeiten ist daher nicht erforderlich (Jadoul et al. 1998).

### ■ Aufbereitung des Gerätes

Dialysemaschinen sind so konstruiert, dass der blutführende Teil immer aus Einwegmaterialien besteht. Ausschließlich die Dialyseflüssigkeit wird durch das Innere der Maschine geleitet. Die Porengröße einer intakten Dialysemembran beträgt 7 nm, die Größe der zuvor genannten Viren ist mit 42 nm (HBV), 55 nm (HCV) und 105 nm (HIV) deutlich größer (Girndt 2008). Das Innere der Geräte wird zudem regelmäßig und ausnahmslos automatisch, z. B. mit Peressigsäure oder Natriumhypochlorit, sicher viruswirksam desinfiziert.

### ■ Erregerspezifische Geräte, Personal und Räumlichkeiten

In der ergänzenden Hygieneleitlinie zum Dialysestandard von 2006 wird als zusätzliche Vorsichtsmaßnahme die Behandlung von Patienten mit HBV-, HCV- oder HIV-Infektion an eigenen Dialysegeräten, die exklusiv einer Infektionsentität, jedoch nicht zwingend einem Patienten zugeordnet sind, empfohlen. Dieses Konzept wurde früher als „gelbe“ (infektiöse) im Gegensatz zur „weißen“ (nicht infektiösen) Dialyse bezeichnet. Diese traditionelle Unterscheidung sollte ersatzlos verlassen werden.

- **Jedem Patienten, ungeachtet ob infektiös oder nicht infektiös, muss immer ein automatisch adäquat wiederaufbereitetes Dialysegerät zur Verfügung stehen, sodass es nicht zu einer Erregerübertragung kommen kann. Diesen Standard müssen die heutigen Dialysegeräte ausnahmslos garantieren können.**

Möchte man jedoch an der traditionellen Trennung festhalten, gilt es zu bedenken, dass es eine diagnostische Lücke zwischen einer Infektion und der Nachweismöglichkeit viraler Erreger geben kann. Von daher können auch Patienten an der nicht infektiösen Dialyse potenziell infektiös sein. Auch können Patienten simultan mit mehreren verschiedenen Infektionserregern infiziert sein. Weiterhin sind mittlerweile verschiedene Subtypen einzelner Erreger (z. B. HCV, HIV) molekularbiologisch identifiziert worden. Das medizinische Personal oder die unbelebte Fläche stellt bei adäquater Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen keinen Vektor für die Übertragung von blutassoziierten Viruserkrankungen dar.

Das Vorhalten eigener Geräte, separater Räumlichkeiten und zugeordnetem Personals für jeden Erreger oder gar Kombinationen mehrerer Erreger ist organisatorisch überhaupt nicht möglich und aus einer modernen infektionspräventiven Sicht auch nicht sinnvoll.

### ■ Schutzimpfungen

Trotz der Möglichkeit einer gut verträglichen Schutzimpfung gegen Hepatitis B, sind nicht alle Dialysepatienten und auch nicht das gesamte medizinische Personal geimpft. Die Impfantwort kann bei

niereninsuffizienten Patienten nicht immer ausreichend sein, dennoch sollte ein möglichst hoher Impfschutz angestrebt werden. Die Impfung gegen Hepatitis B sollte mit doppelter Dosierung des Impfstoffes durchgeführt werden (Edey et al. 2010). Eine serologische Testung nach Durchführung der Impfung ist immer notwendig, da nur etwa 70 % der Patienten protektive Antikörper entwickeln. Patienten mit einem Anti-HBs-Titer von >100 IE/ml sollten jährlich, solche mit Titern zwischen 10 und 100 IE/ml halbjährlich kontrolliert werden. Eine Nachimpfung sollte bei Unterschreiten eines Titers von 10 IE/ml erfolgen (Hygieneleitlinie 2006).

- **Auch der Impfschutz gegen andere Erkrankungen, wie z. B. die saisonale Influenza, sollte bei Dialysepatienten regelmäßig überprüft und aufgefrischt werden. Eine Schutzimpfung gegen HCV und HIV ist zurzeit nicht möglich.**

## 26.4 Peritonealdialyse

Die Peritonealdialyse wird heute in der Regel als kontinuierliche ambulante Peritonealdialyse (CAPD) durch die Patienten selber durchgeführt. Eine Dialyseflüssigkeit wird über einen getunnelten, in der Peritonealhöhle einliegenden Katheter in die Bauchhöhle gefüllt, das Peritoneum des Patienten dient dabei als Dialysemembran.

- **Von entscheidender infektionspräventiver Bedeutung ist die intensive Schulung der Patienten im aseptischen Umgang mit dem Peritonealkatheter und der Dialyselösung.**

Bei Manipulationen am Katheter ist auf eine strikt aseptische Handhabung zu achten. Neben der Desinfektion der Arbeitsfläche muss eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden. Das Anschlussstück des Peritonealkatheters wird mit alkoholischem Hautdesinfektionsmittel eingesprüht (Einwirkzeit 30 s). Anschließend wird das Überleitungssystem in Non-Touch-Technik an den Katheter angeschlossen. Peritonealdialyselösungen werden meist fertig vorbereitet in Weichplastikbehältern mit 2–5 l Inhalt von der Industrie steril und pyrogenfrei

angeboten. Vor der Verwendung sind die Gebinde auf Unversehrtheit zu prüfen, trübe Lösungen sollten nicht verwendet werden. Die Patienten müssen angewiesen werden, sich bei einer Trübung des Dialysats oder bei neu aufgetretenen abdominellen Schmerzen als Zeichen eines Infektes sofort in ärztliche Behandlung zu begeben (Dialysestandard 2016).

Die wesentlichen Infektionsrisiken bei der CAPD sind:

- Infektionen an der Austrittsstelle des Peritonealkatheters (sog. Exit-Site-Infektion)
- Entzündungen im Verlauf des getunnelten Katheters
- Peritonitis

Die häufigsten Erreger von Infektionen bei der CAPD sind *S. aureus* und koagulasenegative Staphylokokken, aber auch gramnegative Keime sowie *Candida spp.* (Akoh 2012).

Die Anlage eines Peritonealkatheters sollte anhand der anatomischen Voraussetzungen des Patienten geplant werden: Die Austrittsstelle für den Patienten muss gut sichtbar sein, ein Austritt des Katheters in Hautfalten oder auf Höhe des Gürtels sollte vermieden werden. Die Implantation eines Peritonealkatheters erfolgt unter aseptischen Bedingungen im Operationssaal, das Risiko von Austritts- und Tunnelinfektionen kann durch einen abwärts gerichteten Katheteraustritt vermindert werden. Die einmalige Gabe einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe bei der Implantation wird empfohlen (Dialysestandard 2016).

## Literatur

- Akoh JA (2012) Peritoneal dialysis associated infections: an update on diagnosis and management. *World J Nephrol* 1: 106–122
- Bailey LB, Balter P, Berns J et al. (2001) Recommendations for preventing transmission of infections among chronic hemodialysis patients. *MMWR Recomm Rep* 50: 1–43
- Betjes MGH, Agteren M (2004) Prevention of dialysis catheter-related sepsis with a citrate-taurolidine lock solution. *Nephrol Dial Transplant* 19: 1546–1551
- Boyce JM (2012) Prevention of central line-associated bloodstream infections in hemodialysis patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 33: 936–944
- Dialysestandard der deutschen Gesellschaft für Nephrologie, Stand 23.03.2016. <http://www.dgfn.eu/aerzte/dialyse-standard.html>
- Edey M, Barraclough K, Johnson DW (2010) Review article: hepatitis B and dialysis. *Nephrology* 15: 137–145
- Girndt M (2008) Hygiene in Hämodialyseeinrichtungen. *Krankenhaushygiene* up2date; DOI [10.1055/s-2008-1077760](https://doi.org/10.1055/s-2008-1077760)
- Grothe C, Taminato M, Belasco A et al. (2014) Screening and treatment for staphylococcus aureus in patients undergoing hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrology* 15: 202–211
- Hygieneleitlinie als Ergänzung zum Dialysestandard (2006) [http://www.dgfn.eu/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/Hygiene-Leitlinien\\_01.pdf](http://www.dgfn.eu/fileadmin/_migrated/content_uploads/Hygiene-Leitlinien_01.pdf)
- Jadoul M, Cornu C, van Ypersele de Strihou C et al. (1998) Universal precautions prevent hepatitis C virus transmission: a 54 month follow-up of the Belgian multicenter study. *Kidney International* 53: 1022–1025
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2009) Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. *Bundesgesundheitsbl* 52: 951–962
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (2011) Anforderungen an die Hygiene bei Punktionen und Injektionen. *Bundesgesundheitsbl* 54: 1135–1144
- Krishna VN, Allon M (2015) What is the significance of Staphylococcus aureus colonization in hemodialysis patients? *Nephron* 129: 75–78
- Liu J, Wang C, Zhao H et al. (2015) Anticoagulant therapies versus heparin for the prevention of hemodialysis catheter-related complications: systematic review and meta-analysis of prospective randomized controlled trials. *Int J Clin Exp Med* 8: 11985–11995
- Marinaki S, Boletis JN, Sakellariou S et al. (2015) Hepatitis C in hemodialysis patients. *World J Hepatol* 27: 548–558
- Patel JB, Gorwitz RJ, Jernigan JA (2009) Mupirocin resistance. *Clinical Infectious Diseases* 49: 935–941
- Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (TRBA 250) (2014) <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-250.html>
- Von Rheinbaben F, Werner S (2013) Umkehrhämofiltration. *Wasser- und Abwasser* 17: 152–158
- Werner S, von Rheinbaben F (2013) Empfohlene und notwendige hygienische Prüfungen in Dialyseeinrichtungen. *Dialyse aktuell* 17: 138–140

# Physiotherapie, Balneologie und Ergotherapie

*W. Schleipen*

- 27.1 Einführung – 508
- 27.2 Physiotherapie bei infektiösen Patienten – 509
- 27.3 Hydrotherapie – 509
- 27.4 Desinfektions- und Sterilisationsmaßnahmen von Hilfsmitteln – 511
- Literatur – 511

## Zusammenfassung

Die verschiedenen Verfahren der Physiotherapie dienen der Wiederherstellung der Patientengesundheit (z. B. bei neurologischen Erkrankungen und Erkrankungen des Bewegungsapparats) und der Prophylaxe (z. B. zur Pneumonieprophylaxe bei immobilen Patienten). Des Weiteren können mit der physiotherapeutischen Behandlung auch spezifische Komplikationen während des Krankenhausaufenthalts minimiert bzw. vermieden werden (z. B. Wundliegen und Muskelabbau).

Invasive Maßnahmen werden im Rahmen der Physiotherapie nicht durchgeführt, eine adäquate Desinfektion oder Reinigung der Flächen und Geräte ist im Allgemeinen problemlos durchführbar, daher ist eine Infektionsgefährdung für die Patienten bei der Physiotherapie als eher gering einzustufen. Dennoch müssen wie in allen Bereichen der Pflege und Therapie auch durch zunehmende Behandlung immunosupprimierter Patienten die Standardhygienemaßnahmen unbedingt eingehalten werden. Eine Übertragung von Krankheitserregern über Oberflächen, Schwimm- und Badebeckenwasser, Inhalationsgeräte, Apparate, Instrumente und durch das Personal selbst ist möglich. Das folgende Kapitel stellt die notwendigen Hygienemaßnahmen in diesen Bereichen vor.

## 27.1 Einführung

Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung bei der Übertragung von Keimen kommt den Mitarbeitern der physiotherapeutischen Abteilung im Krankenhaus oder in der Rehabilitationseinrichtung bzw. den Mitarbeitern einer Praxis zu. Insbesondere beim engen Patientenkontakt müssen die Standardhygienemaßnahmen unbedingt eingehalten werden.

- Um die Standardhygienemaßnahmen auch einhalten zu können, müssen neben den organisatorischen auch die baulichen Voraussetzungen gegeben sein.
- Jeder Behandlungsraum muss über ein Waschbecken mit Spendern für Flüssigseife, Händedesinfektionsmittel und Einmalhandtüchern verfügen.
- Werden die Therapien in Einzelkabinen durchgeführt, so muss in jeder Kabine ein Spender

mit Händedesinfektionsmittel montiert sein, sodass eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden kann.

- Grundsätzlich sollten zuerst infektionsgefährdete (immunsupprimierte) Patienten behandelt werden, anschließend Patienten ohne Infektionen und zum Schluss infizierte Patienten.
- Generell wird eine hygienische Händedesinfektion zwischen zwei Patienten durchgeführt.
- Bei offenen Wunden im Anwendungsbereich müssen Einmalhandschuhe getragen werden.
- Patienten, die zu den verschiedenen Therapien in die Abteilung kommen, sollten vor Benutzung der Geräte bzw. der Therapiehilfen immer eine hygienische Händedesinfektion durchführen.
- Behandlungsliegen, Therapiegeräte und Kontaktflächen sollten nach jedem Patienten wischdesinfiziert werden. In der Praxis bewährt hat sich der Einsatz von Tuchspendereinern.

**Händehygiene** Wie in anderen Bereichen der Klinik ist auch im Bereich der Physiotherapie neben dem Händewaschen die hygienische Händedesinfektion die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung einer Erregerübertragung. Die hygienische Händedesinfektion muss immer vor und nach einer Behandlung durchgeführt werden. Ob die Hände gewaschen oder desinfiziert werden sollten, kann nicht pauschal beantwortet werden. Da in der Regel bei der Physiotherapie der physische Kontakt mit der intakten Haut des Patienten stattfindet, ist beides möglich. Sind die Hände nicht verschmutzt, so ist die hygienische Händedesinfektion zu bevorzugen, vor allem da mit dieser Maßnahme eine höhere Keimreduktion erreicht wird. Lediglich z. B. nach einer atemstimulierenden Einreibung oder der Verwendung von Ölen und anderen Pflegeprodukten sollten die Hände gewaschen werden.

**Handschuhe** Nur wenn eine Kontamination mit Sekreten oder Exkreten nicht ausgeschlossen werden kann, sollten Handschuhe getragen werden. Die Handschuhe müssen immer sofort nach der Behandlung ausgezogen und verworfen werden. Nach dem Ausziehen der Handschuhe muss immer eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden da

die Handschuhe Mikroperforationen haben können oder die Hände beim Ausziehen der Handschuhe kontaminiert werden können.

**Schutzkittel** Ein langärmeliger Schutzkittel muss immer bei der Therapie von Patienten auf der Intensivstation getragen werden. Das Tragen eines Schutzkittels kann aber auch bei der Therapie von Patienten auf Normalstation notwendig sein, wenn während der Therapie ein großflächiger Kontakt mit dem Patienten oder seiner Bettwäsche notwendig ist. Dies betrifft z. B. die Mobilisierung nach kinästhetischen Gesichtspunkten, da hier die Therapeuten die Bewegungsfunktionen des Patienten unter engem körperlichem Patientenkontakt unterstützen. Der Schutzkittel wird immer erst unmittelbar vor der Therapie angezogen. Wiederaufbereitbare Kittel werden anschließend abgeworfen, Einmalkittel werden entsorgt.

**Atemschutz** Bei expektorationsfördernden Maßnahmen sollte aus Personalschutzgründen immer ein Atemschutz der Klasse FFP 1 (chirurgische Maske) getragen werden. Ebenso bei der Therapie von immunsupprimierten Patienten der RKI-Kategorie 2 und 3 (Patientenschutz), auch wenn es hierzu keine wissenschaftlichen Belege gibt.

## 27.2 Physiotherapie bei infektiösen Patienten

Bei der Therapie infektiöser Patienten müssen die Therapeuten immer vor Beginn der Therapie über die speziellen Hygienemaßnahmen informiert werden. In der Praxis bewährt hat sich die Einführung von Merkblättern, in denen grundlegende Informationen über die jeweiligen Erreger und die zugehörigen Hygienemaßnahmen aufgeführt sind.

Die Behandlung infektiöser Patienten sollte optimalerweise im Patientenzimmer durchgeführt werden. Die zur Therapie notwendigen Utensilien sollten im Patientenzimmer aufbewahrt werden. Ist dies nicht möglich, müssen die Materialien vor einem Einsatz beim nächsten Patienten desinfizierend aufbereitet werden.

Ist aus medizinischen Gründen eine Therapie im Patientenzimmer nicht möglich, so kann sie in der

Physiotherapieabteilung oder auch im Freien durchgeführt werden. Hierzu müssen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, um eine Verbreitung der Infektionserreger zu verhindern:

- Grundsätzlich sollte der Therapeut versuchen, die Therapie dieser Patienten am Ende seines Tagesprogramms durchzuführen, um die danach notwendigen Desinfektionsmaßnahmen besser organisieren zu können.
- Es dürfen nur kooperative und gut zu führende Patienten außerhalb des Patientenzimmers therapiert werden.
- Der Patient sollte vor Verlassen des Patientenzimmers eine hygienische Händedesinfektion durchführen.
- Wundverbände müssen immer trocken sein, d. h. ein evtl. notwendiger Verbandswechsel muss vor der Therapie durchgeführt werden.
- Bei einer Ganzkörperbesiedlung, die sowohl bei MRSA als auch bei anderen multi-resistenten Erregern möglich ist, sollte der Patient, wenn möglich, frische Kleidung oder einen frischen Schutzkittel anlegen. Auch der Therapeut soll (ebenso wie im Patientenzimmer) einen frischen Schutzkittel tragen.
- Bei nasaler Besiedlung, z. B. mit MRSA, aber auch bei noch unklarem Trägerstatus sollte der Patient einen chirurgischen Mundschutz tragen.
- Nach der Behandlung infektiöser Patienten werden Schutzkittel verworfen und alle Ober- und Kontaktflächen wischdesinfiziert. Dies gilt ebenso für alle eingesetzten Therapiegeräte.
- Bei den eingesetzten Desinfektionsmitteln ist auf die Materialverträglichkeit mit den verschiedenen Kunststoffoberflächen von Geräten, Matten etc. zu achten.
- Nach dem Trocknen der Oberflächen können Geräte weiter benutzt werden.

## 27.3 Hydrotherapie

Ein Problembereich der Physiotherapie kann die Hydrotherapie sein. Wasser spielt in der Physiotherapie eine nicht unerhebliche Rolle. Im Wasser können sich jedoch pathogene Keime vermehren und bei nicht eingehaltenen Hygienemaßnahmen weiter verbreitet werden.

- Jede Person die ohne Vorreinigung (Duschen) ins Bewegungsbad steigt, gibt innerhalb von 3 min ca.  $10^8$ – $10^9$  Keime der physiologischen Hautflora in die Umgebung ab.
- Die am häufigsten aus dem Badewasser isolierten Erreger sind *Pseudomonas aeruginosa*, Enterokokken, *S. aureus* und *E. coli*.
- Zu den am häufigsten im Schwimmbad übertragenen Infektionen gehören die Otitis externa und die Konjunktivitis durch *Chlamydia trachomatis*.
- Fußmykosen werden entgegen der noch immer weit verbreiteten Meinung nicht über das Schwimmbad übertragen.

#### Tipp

Historische Fußsprühanlagen und zentrale Desinfektionsmittelanlagen sollten möglichst komplett zurückgebaut oder sicher verschlossen werden.

Auch wenn insgesamt das Übertragungsrisiko eher gering ist, müssen folgende Regeln eingehalten werden:

- Alle Patienten müssen eine Duschanweisung (z. B. Aushang oder Merkblatt) vor Betreten des Beckens erhalten.
- Toilettenbesuch vor dem Baden
- Duschen vor und nach dem Baden
- Duschen und Umkleidekabinen müssen nach Geschlechtern getrennt sein.
- Schwimmbadbereich nicht mit Straßenschuhen betreten
- Patienten mit Wund- oder Hautinfektionen und Fußmykosen dürfen Gemeinschaftsbäder nicht benutzen.
- Gründliches Abtrocknen nach dem Baden, hier insbesondere Füße und Zehenzwischenräume gründlich trocknen
- Badebekleidung nach jedem Bad waschen
- Patienten mit einem Anus praeter können mit wasserfestem Versorgungssystem baden.

#### ■ Überwachung der Wasserqualität

Wasser in Gemeinschaftsbädern muss entsprechend der DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badewasserbecken“ aufbereitet werden. Zu den erforderlichen Untersuchungen zählen:

- 3-mal täglich freies Chlor bestimmen und aufzeichnen
- 3-mal täglich gebundenes Chlor bestimmen und aufzeichnen
- Täglich pH-Wert bestimmen und aufzeichnen
- Täglich Beckenbelastung (= Anzahl der Besucher) aufzeichnen
- Täglich Redoxspannung messen und aufzeichnen
- Monatliche chemische und bakteriologische Kontrolluntersuchungen des Badewassers

Je nach Anlagentechnik werden einige der erforderlichen Messungen auch kontinuierlich oder in automatischen Intervallen durchgeführt und elektronisch aufgezeichnet. Dann müssen die Werte durch das Personal ausgelesen und bewertet werden, und es sollte eine Alarmfunktion bei Abweichungen installiert sein.

#### ■ Reinigung und Desinfektion des Badebeckens

- Tägliche Reinigung von sedimentierenden Verunreinigungen des Beckenbodens mit dem Unterwasserstaubsauger
- Tägliche Reinigung der Fußböden
- Fensterreinigung nach hauswirtschaftlichen Grundsätzen
- Mindestens 1-mal jährlich vollständige Leerung des Beckens mit anschließender Wischdesinfektion der Beckenwände
- Im Badewasser verwendete Hilfsgeräte (Bälle, Schwimmhilfen etc.) werden nach Gebrauch getrocknet und trocken gelagert. Eine Desinfektion ist aufgrund der Wasserchlorung nicht erforderlich.

➤ **Schwimmhilfen, Bälle und ähnliche Utensilien sollten sicher und trocken gelagert werden. Beim Auftreten von Stockflecken werden sie sofort entsorgt.**

## 27.4 Desinfektions- und Sterilisationsmaßnahmen von Hilfsmitteln

Alle Geräte und Hilfsmittel, die in der Physiotherapie eingesetzt werden, müssen leicht zu reinigen und desinfizierbar bzw. sterilisierbar sein.

- Elektroden des Reizstromgeräts nach jedem Patienten wechseln
- Bäder/Wannen und Körperkontaktflächen nach jedem Patienten wischdesinfizieren
- Roste, Fußböden usw. täglich reinigen
- Turngeräte nach Gebrauch desinfizierend reinigen
- Massagebänke/Kopfstützen pro Patient mit frischer Papierauflage oder Baumwolllaken bedecken und täglich am Arbeitsende desinfizierend reinigen. Bei Verwendung ohne Auflage nach Gebrauch wischdesinfizieren
- Patientenhebersitze nach jedem Patienten desinfizieren
- Druckpumpen der Unterwassermassage müssen am Arbeitsende entleert und mit Desinfektionsmittel durchgespült werden. Bei Patienten mit bekannter Besiedlung mit MRE sollten Unterwassermassagen nicht durchgeführt werden.
- Massageöle, Kontaktgels und Cremes verschlossen aufbewahren und nur Tuben, Einzelpackungen oder Behälter mit Dosierpumpe verwenden. Alternativ können entsprechende Präparate patientenbezogen während des Klinikaufenthalts eingesetzt und Reste dem Patienten bei Entlassung mitgeben werden.
- Fango nur mit Kunststoffolie am Patienten benutzen
- Nicht erhitzbare Moorpäckungen immer nur für den gleichen Patienten verwenden
- Elemente zur Kältetherapie mit Schutzhülle verwenden und nach Gebrauch wischdesinfizieren, da die Schutzhüllen nicht keimdicht sind, sondern lediglich einen Kontaminationschutz darstellen.
- Nur sterile Inhalationslösungen benutzen (Herstellerangaben beachten)
- Inhalationsgeräte nach Herstellerangaben aufbereiten bzw. Einmalinhaliergeräte verwenden

### Tipp

Die Indikation zur Inhalation mit Sole oder physiologischer Kochsalzlösung ist kritisch zu stellen. Zur Inhalationsbehandlung dürfen nur sterile Lösungen und ordnungsgemäß aufbereitete Inhalationsgeräte oder Einmalinhalationsgeräte verwendet werden.

### Literatur

- Daschner F, Dettenkofer M, Frank U, Scherrer M (2006) Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz, 3. Aufl. Heidelberg: Springer
- DIN 1919643 (2012) Aufbereitung von Schwimm- und Badewasserbecken
- Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250 (2014) Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. Bundesarbeitsblatt

# Rettungsdienst, Intra- und Interhospitaltransporte

*S. Schulz-Stübner*

- 28.1 Einführung – 514
- 28.2 Intrahospitaltransport – 514
- 28.3 Interhospitaltransport – 517
- 28.4 Primärrettungsdienst – 517
- Literatur – 519

**Zusammenfassung**

Intensivpatienten benötigen in zunehmendem Maße spezielle diagnostische oder therapeutische Maßnahmen, die einen Transport innerhalb des Krankenhauses (Intrahospitaltransport) oder eine Verlegung in eine andere Einrichtung erforderlich machen (Interhospitaltransport). Löw und Jaschinski (2009) beschreiben in ihrem Übersichtsartikel die primär intensivmedizinischen Probleme und Maßnahmen beim Transport kritisch Kranker. Im Folgenden sollen die primär krankenhaushygienisch relevanten Aspekte und Maßnahmen der Infektionsprävention bei derartigen Transporten beleuchtet werden.

**28.1 Einführung**

Zwischenfälle beim Intensivtransport können verschiedene Ursachen haben. Sie können auf Fehleinschätzungen, unzureichende Qualifikation des Personals oder Materialversagen zurückgeführt werden oder transportbedingt sein (■ Tab. 28.1).

**28.2 Intrahospitaltransport**

Die Umsetzung von Standardhygienemaßnahmen und der Einsatz persönlicher Schutzausrüstung bei Kontaminationsgefahr im Patientenzimmer sind auf der Intensivstation strukturell in der Regel einfach

möglich. Die Transportsituation hingegen stellt das Personal vor eine logistische Herausforderung, insbesondere wenn längere Wegstrecken durch Verbindungsgänge oder über Freiflächen zwischen Gebäuteilen oder Aufzugfahrten zu bewältigen sind:

- Welche Mittel (z. B. Händedesinfektionsmittel, Schutzkittel, Einmalhandschuhe) stehen während des Transports oder in der Zielabteilung zur Verfügung?
- Welche Kontaminationsgefahren sind während des Transports zu erwarten bzw. möglich (z. B. Erbrechen, Stuhlabgang, Blutung)?
- Was soll mitgenommen werden?
- Welche spezifischen Risiken ergeben sich während des Transports (z. B. Diskonnektion, Dislokation von Endotrachealtuben, zentralen und arteriellen Kathetern, Urinkathetern oder anderer Zugänge, Sonden und Drainagen)?

Diese Punkte können im Rahmen einer Checkliste gemeinsam mit den allgemeinen intensivmedizinischen Aspekten (Notfallmedikamente, Ausrüstungsbedarf, Personalbedarf) abgearbeitet werden. Der Materialumfang sollte ähnlich wie bei den Notfallmedikamenten im Vorfeld festgelegt und in die vorhandenen Transportkoffer oder Rucksäcke integriert werden. Besonders hilfreich sind:

- Kitteltaschenflaschen mit Händedesinfektionsmittel
- Kleine Packung mit Flächendesinfektionsmitteltüchern, um Umgebungskontaminationen,

■ **Tab. 28.1** Kategorien und Hauptursachen für Zwischenfälle beim Intensivtransport. (Aus Schulz-Stübner 2012, mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlags)

Fehleinschätzung hinsichtlich Beatmung und Kreislauf (Missgeschicke und Zwischenfälle)	Unzureichende Qualifikation und Materialversagen	Transportstress
Unzureichende Beatmung Akzidentelle Extubation Akzidentelle Entfernung von Zugängen und Unterbrechung der Medikamentenzufuhr Dislokation von Thoraxdrainagen Kardiale Dekompensation Okkulte Blutverluste Latente Hypovolämie	Mangelnde Erfahrung des Personals Defektes Beatmungsgerät oder fehlende Handbeatmungsmöglichkeit Defekte Spritzenpumpen Defekte extrakorporale Unterstützungssysteme (z. B. extrakorporale Membranoxygenation, intraaortale Ballonpumpe, „ventricular assist device“) Fehlende Absaugmöglichkeit	Unzureichende Sedierung Agitation Herzrhythmusstörungen Hirndruckanstieg

z. B. durch Blutspritzer oder Erbrochenes während des Transports sofort beseitigen zu können

- Ausreichende Zahl steriler Stöpsel für Dreiwegehähne bzw. von Alkoholtupfern bei Verwendung nadelfreier Zuspritzsysteme
- Einmalhandschuhe
- Nierenschalen oder Brechbeutel (bei nicht intubierten Patienten)
- Leistungsstarker Absauger mit geeigneten Absaugkathetern

**Schutzkleidung** Da beim Umlagern der Patienten immer ein enger Kontakt besteht, kann überlegt werden, zum Transport grundsätzlich einen Schutzkittel bzw. eine Schürze über der Bereichskleidung zu tragen. Atemschutz Schutzbrille und Haarhaube sind während des Transports jedoch (auch bei vielen MRE) in den seltensten Fällen erforderlich, sofern die Risikoanalyse keine Spritzgefahr ergibt.

- **Der Einsatz persönlicher Schutzausrüstung beim Transport richtet sich nach dem Kontaminationsrisiko und dem Streupotenzial, unabhängig von bekannten oder unbekannten Kolonisationen.**

**Sauerstoffmaske** Werden sauerstoffpflichtige, spontan atmende, stark hustende Patienten transportiert, sollte zum Transport eine Sauerstoffmaske statt einer Nasensonde verwendet werden; dies gilt besonders für Patienten, die z. B. eine nasopharyngeale MRSA-Kolonisation oder eine potenziell beim Husten oder Niesen übertragbare Erkrankung aufweisen. Auch in der Primärrettung sollte bei stark hustenden Patienten bevorzugt eine Sauerstoffmaske statt einer Nasenbrille eingesetzt werden, um die Umgebungskontamination zu reduzieren.

**Notfalltransporte** Gerade bei Notfalltransporten (z. B. notfallmäßiger Transport in den OP bei starker Blutung, Notfalltransport ins CT bei akuter Hirndruckkrise etc.) ist ein gut vorbereitetes, standardisiertes System für den Transport besonders hilfreich. Voraussetzung ist die ständige Verfügbarkeit aller Materialien (Notfallmedikamente, Intubationsbesteck, Beatmungsbeutel etc.) in geeigneten, möglichst vor Staub und Kontamination geschützten

Transportbehältern (z. B. Koffer, Rucksäcke, Rollwagen, die ans Bettgestell angehängt werden können und auch noch in die Aufzüge passen).

In größeren Einrichtungen müssen mehrere Transportsets zur Verfügung stehen, um Paralleltransporte oder unmittelbare Folgetransporte abdecken zu können.

Um den Aufwand so gering wie möglich zu halten und die Transportsicherheit zu erhöhen, ist es auf der anderen Seite sinnvoll, nicht benötigte Materialien nicht mit auf den Transport zu nehmen. Eine Reduktion der Zahl von Infusionsspritzenpumpen (z. B. Perfusoren\*) und Infusionssystemen auf das während des Transports erforderliche Minimum reduziert das Dislokationsrisiko und damit auch das Kontaminations- und Infektionsrisiko.

**Patientenakten** Sie sind nicht selten kontaminiert oder werden es durch unsachgemäßen Transport in Patientenbetten. Es sollten geeignete Transportbehälter, die ans Bett angehängt werden können, verwendet werden. Mit der Zielabteilung sollte abgesprochen werden, ob und welche Akten benötigt werden.

- **Nur so viel Equipment wie nötig und so wenig wie möglich mitnehmen. Ein Backup hilft, im Bedarfsfall einen schnellen Transport des benötigten Materials zu organisieren!**

**Händedesinfektionen** Während der Vorbereitung und der Durchführung des Transports sowie bei Maßnahmen in der Zielabteilung kommt es zu zahlreichen Handkontakten und Manipulationen, d. h. die Zahl der notwendigen Händedesinfektionen durch das Personal steigt exponentiell an. Durch gute Arbeitsorganisation kann diese Zahl gesenkt und die Compliance erhöht werden. Durch konsequente Händehygiene können auch Übertragungsketten von (unvermeidbaren) Umgebungskontaminationen auf sensible Bereiche (z. B. Wunden, Gefäßkatheter etc.) oder von einem Patienten zum anderen unterbrochen werden.

So fanden sich im Rahmen eines protrahierten Ausbruches mit imipenemresistenten *Acinetobacter baumannii* auf einer Intensivstation positive Befunde bei 29 von 70 Umgebungsuntersuchungen (dabei 9 von Kopfteilen des Bettes, 2 von Fußstützen, 8 von

der äußeren Oberfläche des Endotrachealtubus, 4 von Dreiwegehähnen und 6 von Tischen), außerdem bei 12 von 42 Abklatschuntersuchungen der Hände des Personals (Markogiannakis et al. 2008).

**Rollboards** Auch die zum Umlagern verwendeten Rollboards können keimbelastet sein. Zur Vermeidung derartiger Kontaminationen ist die strikte Einhaltung der Standardhygiene besonders wichtig. Rollboards müssen nach Gebrauch wischdesinfiziert werden. Gleiches gilt für wiederverwendbare Tragetücher, die als Umlagerungshilfe eingesetzt werden.

➤ **Gerade beim Transport von Intensivpatienten kommt der konsequenten Händedesinfektion eine entscheidende Bedeutung für die Unterbrechung potenzieller Übertragungsketten zu!**

**Aufbereitung nach Gebrauch** Nach Gebrauch müssen das gesamte Equipment kontrolliert, Verbrauchsmaterialien aufgefüllt und patientennahe Oberflächen und Handkontaktflächen (z. B. Transportmonitore, Transportbeatmungsgerät etc.) desinfiziert werden. Bei seltenem Gebrauch ist eine regelmäßige Routinekontrolle (z. B. einmal wöchentlich) erforderlich. Die technischen Funktionsprüfungen müssen nach Herstellerangaben erfolgen, dabei muss gewährleistet sein, dass keine Kontamination zurückbleibt (z. B. bei Transportbeatmungsgeräten).

### 28.2.1 Risikoanalyse

Dass Patiententransporte tatsächlich ein infektiologisches Risiko für Intensivpatienten darstellen können, beschreiben Noor und Hussain in ihrer Fall-Kontroll-Studie (2005). Es zeigte sich, dass Transporte einen unabhängigen Risikofaktor für eine beatmungsassoziierte Pneumonie darstellen (Odd-Ratio von 6,0, 95 % Konfidenzintervall 2,92–12,37), und zwar noch vor der Notwendigkeit einer Reintubation (OR 4,23 %, 95% Konfidenzintervall 2,53–9,85) oder einer beobachteten Aspiration (OR 3,07, 95 % Konfidenzintervall 1,35–7,01). Ob die in Pakistan gewonnenen Daten allerdings unmittelbar auf die Bedingungen in Westeuropa übertragen werden können,

muss fraglich bleiben, da keine Angaben über das Transportmanagement gemacht wurden.

Allerdings fanden Bercault und Mitarbeiter (2005) ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Transporten und beatmungsassoziierten Pneumonien, wenn auch mit einer niedrigeren OR von 3,1 (95 % Konfidenzintervall 1,4–6,7), ohne Einfluss auf die Mortalität der exponierten Patienten (35 %) im Vergleich zu den nicht exponierten Patienten (26 %;  $p > 0,1$ ). Die Autoren geben zu bedenken, dass die Transportindikation selbst ein Zeichen für eine schwerere Erkrankung sein kann und gerade CT-Untersuchungen häufig zur Abklärung einer Pneumonie durchgeführt werden und damit ein Selektionsbias entsteht. Dies trifft auch auf neurochirurgische Patienten zu, die normalerweise einer kranialen Computertomographie zugeführt werden.

➤ **Transporte von Intensivpatienten stellen einen unabhängigen Risikofaktor für die Entstehung einer beatmungsassoziierten Pneumonie dar. Aus infektionspräventiver Sicht sollte ein Transport nur erfolgen, wenn der diagnostische oder therapeutische Nutzen ein mögliches Risiko eindeutig überwiegt.**

Neben den direkten infektionsgefährdenden Einwirkungen eines Transports wie Leitungs- oder Tubusdiskonnektion spielen möglicherweise auch physiologische Veränderungen während des Transports durch:

- Bewegung
- Beschleunigung
- Veränderungen der Körperposition eine Rolle.

Die damit verbundenen hämodynamischen Reaktionen, evtl. Schmerzreaktionen oder psychische Stressoren durch das Verlassen der „gewohnten“ Umgebung, durch Geräusche, optische Eindrücke und Angstreaktionen könnten zu einer transportinduzierten Infektanfälligkeit beitragen. Immerhin werden schlechte Synchronisation mit dem Transportbeatmungsgerät und Agitation je nach Studie in 5–26 % aller Transporte beatmeter Patienten beobachtet, obwohl dies bei neueren Modellen heute nicht mehr so häufig der Fall sein sollte.

Eine ausreichende medikamentöse Analgesie und ggf. Sedierung bzw. therapeutische Kommunikation des medizinischen Personals zur Schaffung einer sicheren Transportatmosphäre dürfte also auch infektionspräventiv wirken.

### 28.3 Interhospitaltransport

Die beschriebenen infektionspräventiven Grundsätze des Intrahospitaltransports gelten insbesondere hinsichtlich der Transportvorbereitung und -logistik auch bei Verlegungen in andere Kliniken. Hinzu kommen jedoch die Besonderheiten des Transportmittels (boden- oder luftgebunden) und die fehlende Erreichbarkeit zusätzlicher Ressourcen „en route“. Insofern wird der Umfang des erforderlichen (Backup-)Materials in aller Regel insbesondere bei längeren Transportwegen deutlich größer sein.

Prinzipiell stehen für den Intensivtransport inzwischen nahezu überall spezielle Intensivtransportwagen (ITW) oder Intensivtransporthubschrauber zur Verfügung, die durch entsprechend geschultes Personal besetzt werden und über die erforderliche Ausstattung verfügen. Allerdings sind hierfür je nach Region gewisse Vorlaufzeiten erforderlich oder das zuständige Intensivtransportrettungsmittel ist bereits im Einsatz gebunden, sodass bei extrem dringlichen Verlegungen in lebensbedrohlichen Situationen auch Primärrettungsmittel mit ihrer normalen Ausstattung zum Einsatz kommen und Geräte von der verlegenden Klinik geliehen und zurückgebracht werden müssen.

#### ■ Lufttransport

Erfolgt der Transport von Patienten in besonderen Kompartimenten einer Linienmaschine („patient transport compartment“, PTC), muss z. B. bei bekannter Kolonisation mit multiresistenten Erregern eine Abstimmung mit dem flugmedizinischen Dienst der jeweiligen Fluggesellschaft erfolgen. Zudem sind die internationalen Transportbestimmungen der IATA (International Air Transport Association), des Luftfahrtbundesamts und der Joint Aviation Authorities über die gewerbsmäßige Beförderung von Personen und Sachen in Flugzeugen (JAR OPS 1) zu beachten.

Im Zweifelsfall wird man sich wegen der oft technisch aufwendigen Desinfektionsmaßnahmen in Flugzeugen oder Hubschraubern bei Erkrankungen mit hohem Transmissionsrisiko und Streupotenzial und luftübertragbaren (aerogen übertragbaren) Erkrankungen für einen bodengebundenen Transport entscheiden. Ob gerade für Luftrettungsmittel durch den Einsatz von neuartigen Wasserstoffperoxidverneblern in Zukunft ein technikverträgliches und anwendungsfreundliches Zusatzverfahren zur Verfügung steht, müssen entsprechende Studien zeigen. Derzeit sind die Verfahren luftfahrttechnisch noch nicht zugelassen. Allerdings wäre auch dieses Desinfektionsverfahren mit einem nicht unerheblichen Zeitaufwand vergesellschaftet, und es ersetzt nicht die suffiziente Reinigung und Wischdesinfektion, die für den Routineeinsatz völlig ausreichend ist.

Hinzu kommt die Problematik, dass in manchen Lufttransportfahrzeugen die Pilotenkanzel nicht von der Beförderungszelle abgetrennt und die Flugtauglichkeit der Piloten durch das evtl. erforderliche Tragen von Schutzmasken beeinträchtigt werden kann.

➤ **Bei hohem Transmissionsrisiko, hohem Streupotenzial und luftübertragbaren Erkrankungen sollte man für den Interhospitaltransport wenn möglich ein bodengebundenes Transportmittel vorziehen.**

### 28.4 Primärrettungsdienst

Während innerhalb der Klinik und bei Verlegungen Informationen über Infektionskrankheiten und Kolonisationsstatus in der Regel vorhanden sind, ist dies im Primärrettungsdienst selten der Fall. Selbst in Alten- und Pflegeheimen sind diese Informationen zwar häufig vorhanden, aber in der Notfallsituation nicht immer greifbar.

Daher kommt den Standardhygienemaßnahmen, dem gefährdungsbezogenen Tragen persönlicher Schutzausrüstung und vor allem der Händehygiene im Rettungsdienst die alles überragende Bedeutung zu. Die (mikrobiologischen) Umgebungsbedingungen des Einsatzes sind nicht beherrschbar und können vom verunfallten Landwirt im Kuhstall

über den Schlaganfall in der Wohnung bis zum Herzinfarkt eines Mitarbeiters in einer Reinraumwerkstatt für Computerteile reichen.

- **Trotz (gefühltem) Zeitdruck können invasive Maßnahmen auch unter Notfallbedingungen meist hygienisch korrekt durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für eine suffiziente Hautdesinfektion beim Anlegen von venösen Zugängen und beim Umgang mit intravenös zu verabreichenden Medikamenten.**

Entscheidend für das hygienisch einwandfreie Arbeiten ist das Vorhalten der erforderlichen Materialien (z. B. Alkoholtupfer oder Sprühdessinfektionsmittel, Tupfer, Venenverweilkanüle, Blutabnahmezubehör, Pflaster) für den jeweiligen Eingriff in geeigneter Form (z. B. kleine Sets).

**Kitteltaschenflaschen** Vom Rettungsdienstpersonal mitgeführte Kitteltaschenflaschen (idealerweise in Form visköser Alkohole, um ein akzidentelles Auslaufen unwahrscheinlicher zu machen) erlauben jederzeit eine Händedesinfektion.

**Schutzausrüstung/Schutzkleidung** Keimarme Handschuhe werden häufig schon auf der Anfahrt prophylaktisch angezogen. Nach Abschluss einer kontaminationsgefährdeten Tätigkeit und vor Durchführung anderer Maßnahmen müssen sie wieder ausgezogen und eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden. Weitere persönliche Schutzausrüstung (Einmalkittel, Atemschutz – hier aus logistischen Gründen am besten einheitlich FFP 2) wird am besten ebenfalls in vorgepackten Sets mitgeführt und situationsbezogen eingesetzt. Für die Einsatzindikation gelten die gleichen Regeln wie in der Klinik.

**Flächendesinfektion** Die patientennahen Oberflächen und Handkontaktflächen im Einsatzfahrzeug werden nach Beendigung des Einsatzes mit geeigneten Flächendesinfektionsmitteltüchern wischdesinfiziert. Hierfür stehen inzwischen geeignete Sauerstoffabspalter mit geringer Geruchsbelastung und Standzeiten von bis zu 28 Tagen in Tuchspendensystemen zur Verfügung, die aufgrund ihres breiten

bakteriziden, viruziden und sporoziden Wirkspektrums zu bevorzugen sind. Auf die Kompatibilität mit den im Fahrzeug und als Monitoroberflächen verwendeten Kunststoffen ist zu achten.

**Reinigung des Fußbodens** Der Fußboden wird bei sichtbarer Kontamination in die Reinigung und ggf. Desinfektion mit einbezogen. Da hier aufgrund der besonders engen Verhältnisse und vieler Personen immer mit einer Kontamination gerechnet werden muss, dürfen Materialien, die auf den Boden gefallen sind auf keinen Fall weiterverwendet werden oder müssen vor Weiterverwendung wischdesinfiziert werden (z. B. Blutdruckmanschette etc.).

**Patienten mit multiresistenten Erregern** Auch nach sog. „Infektionstransporten“ von Patienten mit multiresistenten Erregern (MRE) ist die ordnungsgemäße Wischdesinfektion ausreichend, und das Einsatzfahrzeug kann nach Abtrocknen des Desinfektionsmittels gefahrlos wieder eingesetzt werden. Eine Außerbetriebnahme für mehrere Stunden ist nicht erforderlich. Da der Kolonisationsstatus der Patienten in der Notfallrettung meist nicht bekannt ist, muss die Fahrzeugaufbereitung nach jedem Einsatz gleich effektiv sein!

- **Rettungsfahrzeuge sind nach Abtrocknen des Desinfektionsmittels bei ordnungsgemäßer Wischdesinfektion wieder einsatzbereit. Als Flächendesinfektionsmittel sind Sauerstoffabspalter Mittel der Wahl.**

**Einsatzkleidung** Die Einsatzkleidung ist als Dienstkleidung, die einen mechanischen Schutz in der Einsatzsituation gewährleisten soll (Unfallverhütung), anzusehen und insofern von der hygienischen Schutzkleidung (s. oben) zu unterscheiden. Sie muss optisch sauber sein und wird vom Arbeitgeber mit einem desinfizierenden Waschverfahren (RKI 2007/2012) aufbereitet. Grundsätzlich kann die Logistik durch den Einsatz von Poolkleidung erleichtert werden. Kommt es während des Einsatzes zu einer Kontamination (z. B. mit Blut oder Erbrochenem), sollte diese möglichst rasch mit einem Desinfektionsmittelgetränkten Tuch beseitigt werden. Da die eingesetzte Funktionskleidung in der Regel flüssigkeitsabwesend ist, ist dies in der Regel recht

gut möglich. Bei nächster Gelegenheit ist dann ein Wechsel der Kleidung angezeigt.

Bei freiwilligen Angehörigen von Hilfsorganisationen und Feuerwehren im Sanitätsdienst oder in gelegentlichem Einsatz im Rettungsdienst oder in der Notfallhilfe („first responder“) ist in der Regel die Reinigung der (privaten) Einsatzkleidung in der häuslichen Waschmaschine bei einer Temperatur über 60 °C aus hygienischer Sicht ausreichend.

**Sterilmaterialien/Medizinprodukte** Die Anzahl der im Rettungsdienst verwendeten Sterilmaterialien ist überschaubar und ihre staub- und lichtgeschützte Lagerung in Schubladen und Notfalkoffern oder -rucksäcken problemlos möglich. Durch den hohen Umsatz kommen Überlagerungen selten vor, dennoch sollte ein System zur regelmäßigen Kontrolle der Verfallsdaten, z. B. durch eine Checkliste, umgesetzt werden. Für wiederaufbereitbare Medizinprodukte gelten die gleichen Anforderungen an die Aufbereitung (► [Kap. 6](#)) wie in der Klinik. Sie sollten trocken abgeworfen und der Aufbereitung in einer ZSVA zugeführt werden.

Wiederverwendbare Staubänder werden nach Gebrauch mit einem Desinfektionsmitteltuch abgewischt und in regelmäßigen Abständen gemeinsam mit der Einsatzkleidung gewaschen.

#### Tipp

Im Rettungsdienst kann in der Regel nahezu vollständig mit Einmalprodukten (inkl. Laryngoskopspatel, Beatmungsbeutel und -schläuche, chirurgische Notfallbestecke etc.) gearbeitet werden, sodass die Aufbereitungsproblematik entfällt.

- Noor A, Hussain SF (2005) Risk Factors associated with development of ventilator associated pneumonia. *J Coll Physicians Surg Pak* 15: 92–5
- Bercault N, Wolf M, Runge I, Fleury JC, Boulain T (2005) Intra-hospital transport of critically ill ventilated patients: a risk factor for ventilator-associated pneumonia—a matched cohort study. *Crit Care Med* 33: 2471–8
- RKI (2007/2012) Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren. Bundesgesundheitsbl 2007; 50: 1335–1356 und Nachtrag Bundesgesundheitsblatt 2012; 55: 588–594
- Schulz-Stübner S (2012) Intensivtransporte – eine krankenhaushygienische Herausforderung. *Krankenhaushygiene* up2date 1: 9–15

## Literatur

- Löw M, Jaschinski U (2008) Innerklinischer Transport des kritisch kranken Patientenn. *Anaesthesist* 58: 95–108
- Markogiannakis A, Fildis G, Tsiplakou S, Ikonomidis A, Koutsoukou A, Pournaras S, Manolis EN, Baltopoulos G, Tsakris A (2008) Cross-transmission of multidrug-resistant *acinetobacter baumannii* clonal strains causing episodes of sepsis in a trauma intensive care unit. *Inf Control Hosp Epidemiol* 29: 41

# Serviceteil

Stichwortverzeichnis – 522

# Stichwortverzeichnis

5-Flucytosin 218

## A

A0-Wert 124  
 Abfallplan 44  
 Abfallrecht 44  
 Abfallsammelbehälter 90  
 Abklatsch 189  
 Abklatschuntersuchung 152  
 Absaugung  
 – Neonatologie 482  
 – subglottische 445  
 – Vorgehen 446  
 Abschwemmen 190  
 Abstrichkontrolle 474  
 Abszess 167, 318  
 – epiduraler 458  
 – spinaler 166  
 Abwasserverordnung 44  
 Acinetobacter  
 – Pneumonie 443  
 – Resistenz 188, 307  
 Acinetobacter baumannii 176, 305  
 – Antibiotikaresistenz 302  
 – Therapie 215  
 Actinomyces 178  
 actual body weight 403  
 Adenovirus 349  
 Adipositas 400  
 adjusted dosing weight 403  
 Aeromonas 172  
 Agar-Roll-Methode 173  
 AIDS 172  
 Aktion Saubere Hände 57, 266  
 Albaranhebel 193  
 Alginat 394  
 Allethrin 357  
 Ambler-Schema 305  
 AMBU-KISS 260  
 Amikacin 206  
 – Pneumonie 444  
 Aminoglykoside 216, 404  
 Aminopenicillin 404  
 Amöben 171  
 Amoxicillin 202, 205  
 – Milzbrand 355  
 – Pneumonie 444  
 Amphotericin 218

Ampicillin 203, 205  
 – antibiotic lock 421  
 – Pneumonie 444  
 Anämie 400  
 Anästhesiearbeitsplatz 456  
 Anastomoseninsuffizienz 247  
 Angehörigeninformation 224  
 Anidulafungin 218  
 Anordnung 236  
 Anscheinsbeweis 28  
 Anspülen 424  
 antibiotic lock 420–421  
 Antibiotika-Resistenz-  
 Surveillance-System (ARS) 259  
 Antibiotika-Stewardship 222, 236  
 Antibiotikakommission 223  
 Antibiotikaprophylaxe,  
 perioperative 226, 402  
 Antibiotikaverbrauch 18, 207  
 Antibiotikaverbrauchsichte 208  
 Antibiotikaverbrauchssurveillance  
 222  
 Antigennachweis 182  
 Antiinfektivaletlinie 222  
 Antikörper 181  
 Antikörpermangel 491  
 Appendizitis 171  
 Applikationsform 237  
 Arbeitsdiagnose 236  
 Arbeitsfläche 90  
 – Operationsabteilung 92  
 – Therapieküche 154  
 Arbeitsraum  
 – reiner 109  
 – unreiner 93  
 Arbeitsschutzgesetz 38  
 ART 17, 28  
 Arterienkatheter 483  
 Arthritis 164, 171, 181  
 Arzneimittelsicherheit 222  
 Arztmeldepflicht 2  
 Arztpraxis 22  
 Aspergillose 440  
 Aspergillus 166  
 Aspergillussporen 284  
 Asplenie 348, 491  
 Astrovirus 150, 163  
 Aszites 167, 204  
 Atemfiltersystem 457  
 Atemwegserkrankung 291  
 Aufbereitung, maschinelle 133  
 Aufbereitungsbecken 137

Aufbewahrungsfrist 47–48, 144  
 Augenschutz 288  
 Augensekret 350  
 Augentropfen 350  
 Auraminfärbung 170  
 Ausbruch 62  
 – Meldepflicht 2  
 Ausbruchserkennung 65  
 Ausbruchsmangement 65  
 Ausbruchsteam 62, 67  
 Aushang 140  
 Autoklavierung 129  
 Azithromycin 202  
 – Pertussis 270

## B

Bacillus 173  
 – Resistenz 188  
 Bacillus anthracis 354  
 Bacteroides 176  
 – Resistenz 188  
 Badewasser 192  
 bakteriostatisch 213  
 Bakteriurie, asymptomatische 222  
 bakterizid 213  
 Barmah-Forest-Krankheit 368  
 Barrierefreiheit 82  
 Bartonellose 165  
 Basishygiene Siehe  
 Standardhygienemaßnahmen  
 Baumaßnahmen 80  
 – Hämatologie/Onkologie 496  
 – Neonatologie 478  
 Bautätigkeit 117  
 Beatmung 257  
 – invasive (INV) 432  
 Beatmungsbeutel 515  
 Beatmungsdauer 433  
 Beatmungsfilter 481  
 Beatmungsgerät 514  
 – Neonatologie 477  
 Beatmungspflege 481  
 Beatmungsschlauch 457  
 Behandlungsliege 508  
 Berufsordnung 223  
 Besen 123  
 Besucher 492  
 Besuchsregelung 468  
 – Neonatologie 480  
 Beta-Laktam-Antibiotika 214

Betriebsanweisung 43  
 Betriebsarzt 33  
 Beweislast 28  
 Beweissicherung 47  
 Biofilm 246  
 Biofilmentfernung 448  
 Biomarker 438, 442  
 Biostoffverordnung 32, 45  
 Blasenpunktion 162, 171  
 Blasenspülung 426  
 Blutkultur 172  
 – arterielle 164  
 – bei Pneumonie 438  
 – Blutstrominfektion 421  
 – Sepsis 200  
 Blutkulturflasche 164  
 Blutprodukt 400, 419, 470  
 – Transport/Lagerung 470  
 Blutstrominfektion 173  
 Boiler 83  
 Bordetella pertussis 170  
 Borrelien 167  
 Borreliose 166  
 Botulismus 168  
 Bowie und Dick 143  
 Brechbeutel 515  
 bronchoalveoläre Lavage (BAL) 439  
 Bronchoskop 436  
 Bronchoskopie 439  
 Brucellose 163, 166  
 Bündel 414, 449, 470  
 Burkholderia cepacia 310  
 Bürste 123

## C

C-reaktive Protein (CRP) 184  
 CA-MRSA 315, 323  
 Campylobacter 163, 172  
 – Resistenz 188  
 Campylobacter jejuni 149  
 Candida 165–166  
 – im Urin 219  
 – Pneumonie 434  
 – Resistenz 188  
 Candida albicans 206  
 CAP 168, 183, 201  
 Carbapenemase 305  
 Carbapeneme 216  
 Caspofungin 218  
 CAUTI 426  
 CDAD 327  
 CDAD-KISS 260  
 Cefazolin  
 – antibiotic lock 421  
 – Ventrikeldrainage 424  
 Cefepim 444  
 Cefotaxim 203, 301  
 Cefpodoximproxetil 205  
 Ceftazidim 201  
 – antibiotic lock 421  
 – MRGN 301  
 – Pneumonie 444  
 Ceftriaxon 203  
 – Meningokokken 348  
 – Pneumonie 444  
 Cefuroxim 203  
 Cephalosporine 214  
 – Clostridium-difficile-Infektion 329  
 – Dosierung 216  
 – Eigenschaften 214  
 – perioperative  
 Antibiotikaphylaxe 404  
 – VRE 324  
 change management 54  
 Chargenkontrollsystem 143  
 Chikungunya-Fieber 368  
 Chinolone  
 – Clostridium-difficile-Infektion 329  
 – Dosierung 217  
 Chlamydia trachomatis 163, 510  
 Chlorhexidin 376, 401, 417  
 – Regionalanästhesie 460  
 Cholangitis 164, 224  
 Choriomeningitis, lymphozytäre 365  
 Cilastatin 444  
 Ciprofloxacin  
 – antibiotic lock 421  
 – Meningokokken 272, 348  
 – Milzbrand 355  
 – MRGN 301  
 – Pneumonie 444  
 – RT 204  
 CJK 352  
 Clarithromycin 202, 270  
 Clavulansäure 205, 444  
 Clearance, mukoziliäre 436  
 Clindamycin  
 – Clostridium-difficile-Infektion 329  
 – perioperative  
 Antibiotikaphylaxe 404  
 clinical pulmonary infection score  
 (CPI) 437  
 Clostridium 176  
 Clostridium difficile 163, 172, 327  
 – CDAD 260  
 – Infektion 249  
 – Resistenz 188  
 – Toxine 329  
 Clostridium perfringens 149, 163, 172  
 Colistin 214–215  
 Colorado-Zeckenfieber 365  
 Compliance 54, 56

– Beobachtung 265  
 – Berechnung 265  
 – Händedesinfektion 263  
 COPD 168  
 – Exacerbation 227  
 Corynebacterium 173, 188  
 Cotrimoxazol 204, 310  
 – bei multiresistenten Erregern 215  
 – perioperative  
 Antibiotikaphylaxe 404  
 – Ventrikeldrainage 424  
 Coxsackie-Virus 166, 350  
 CRB-65-Index 239  
 CRB-65-Score 202  
 Ctenocephalides canis 358  
 Ctenocephalides felis 358  
 Cuffstraße 435, 448  
 CVVHD 233  
 Cytomegalie-Virus 166

## D

Dampfsterilisation 129  
 Daptomycin 215, 321  
 Darmdekontamination 447, 472, 474  
 Darmflora 213, 472  
 Darmmilzbrand 354  
 Débridement 391  
 Deeskalation 441  
 Defined Daily Dose (DDD) 207  
 Dekolonisation 401  
 Dekolonisierung 325  
 Dekontaminationsdusche 359  
 Dengue-Fieber 366, 368  
 Dermatitis exfoliativa 314  
 Desinfektion 124  
 Desinfektionsmittel 127  
 – chemisches 125  
 Desinfektionsmitteltuchspender 129  
 Desinfektionsmittelzumischanlage  
 126  
 Desinfektionsplan 43  
 Desinfektionsverfahren 125  
 Dialyseflüssigkeit 192  
 Dialysekatheter 420  
 Diarrhö 163  
 Dichtigkeitstest 138  
 Dienstkleidung 518  
 differential time to positivity (DTP)  
 166, 174, 421  
 DIMDI 208  
 DIN 1946-4 190  
 DIN EN 13795 406  
 DIN EN 15224 44  
 DIN EN 19458 192  
 DIN EN ISO 15883 194

DIN EN ISO 17665 194  
 DIN ISO 9001 44  
 Diphtherie 272  
 Dokumentationspflicht 21  
 Dokumentenlenkung 44  
 Doripenem 206, 444  
 Dosis 236  
 Doxycyclin 202, 215, 355  
 Drainagesystem 408  
 Dreiweghahn 416  
 Druckluft 133  
 Duke-Kriterien 237  
 Durchdringungsvermögen 135  
 Durchfall 171  
 Durchfallerkrankung 291

## E

Ebola-Fieber 367, 369  
 Echokardiographie 237  
 Effluxpumpen 187  
 EHEC 148–149, 172  
 – Diagnostik 181  
 Einbettzimmer 88  
 Einfachresistenz 344  
 Eingangsscreening 327, 473  
 Eingriffsraum 91  
 – Eingriffe 108  
 Einleitungsraum 93  
 Einmalhandschuhe 290  
 Einmalkatheterisierung 170  
 Einstundenwert 126  
 Einwegbronchoskop 457  
 Einzelzimmerisolierung 344  
 Einzelzimmerunterbringung 291,  
 294, 310  
 – Immunsupprimierte 493  
 – Meningokokken 349  
 – MRSA 320  
 – VRE 326  
 Empyem 169, 318  
 – subdurales 166  
 endemischen Grundrate 63  
 Endocarditis lenta 163  
 Endokarditis 163, 226, 237, 318  
 Endokarditisprophylaxe 232  
 Endoskop 193  
 Endoskopaufbereitung 140  
 Endoskopie 133, 138  
 Endotoxin, Dialysatkontamination 193  
 Enterobacter 309  
 Enterobacteriaceae 170  
 – Pneumonie 434  
 – Präventionsmaßnahmen 311  
 – Resistenz 306  
 Enterobakterien  
 – Resistenz 188  
 – Wundinfektion 176  
 Enterococcus 414  
 Enterococcus faecalis 324  
 Enterococcus faecium 194  
 Enterokokken 170  
 – Hydrotherapie 510  
 – Kontaktschutzmaßnahmen 292  
 – Resistenz 188, 306  
 – Wundinfektion 176  
 Enterokokkenlücke 213  
 Enterokolitis, nekrotisierende  
 (NEC) 479, 485  
 Enterovirus 166, 170  
 Enthemer 190  
 Entlüftungsvolumen 89  
 Entsorgungsraum 109  
 Enzephalitis 166  
 – japanische 364  
 Enzephalopathie  
 – bovine spongiforme (BSE) 352  
 – transmissible spongiforme  
 (TSE) 352  
 EPEC 172  
 Epidemiekurve 71  
 Epidemiologie  
 – analytische 76  
 – deskriptive 69  
 Epiduralabszess 459  
 Epstein-Barr-Virus 166  
 Ergebnisqualität 140  
 Ernährung  
 – bei Immunsupprimierten 494  
 – enterale 448  
 – frühenterale 474  
 Erregerdichte 164  
 Erregertypisierung 74  
 Ertafenem 444  
 Erythema nodosum 171, 182  
 ESBL 187, 443  
 – Intensivpatienten 473  
 Escherichia coli 163, 308, 473  
 – Antibiotikaresistenz 302  
 – Harnwegsinfektion 203  
 – Hydrotherapie 510  
 – Präventionsmaßnahmen 311  
 Essigwasser 357  
 Ethylenoxidsterilisation 129  
 Evidenzgrad 199  
 Exotoxinbildung 354  
 Extended-Spectrum- $\beta$ -Laktamasen  
 Siehe ESBL  
 Extubationsmöglichkeit 445

## F

Face-to-Face-Kontakt 293  
 Fachkunde 142  
 fäkale Mikrobiotatherapie (FMT) 249  
 Fall-Kontroll-Studie 76  
 Falldefinition 66  
 Fallsuche 75  
 – aktive 62  
 Faszitis, nekrotisierende 167  
 Feedback 55, 57, 263  
 Feinfilter 111  
 Feuchtheime 493  
 FFP-2-Maske 492  
 Fibrose, zystische 179  
 Fieber 163  
 – hämorrhagisches 366  
 – karelisches 368  
 – virales hämorrhagisches 369  
 FIFO-Prinzip 138, 144  
 Filterstufe 111  
 Filzlaus 357  
 Fingernägel 286  
 Fistel 167, 176  
 Flächen 122  
 – Probennahme 190  
 Flächen, patientennahe 128  
 Fliesen, Operationssaal 94  
 Fluconazol 218  
 Fluorchinolone 324, 404  
 Flüssigmedium 189  
 Folienverband 395  
 – Neonatologie 483  
 Folsäureantagonist 187  
 Formaldehydsterilisation 129  
 Fosfomycin 201, 204, 215  
 Freigabeprotokoll 135, 143  
 Fremdkörperinfektion 318  
 FSME 166, 272  
 Fungämie 164  
 Funktionswagen 470  
 Furunkel 318  
 Fußboden 124  
 Fußbodenbelag  
 – Eingriffsraum 92  
 – Operationssaal 94  
 Fußmykose 510  
 Fusobacterium 176

## G

Galaktomannanantigen 440  
 Ganzkörperwaschung 472  
 Gastroenteritisausbrüche 475  
 Gefährdungsanalyse 39, 42, 45, 84  
 Gefährdungsbeurteilung 33  
 Gefahrenanalyse 149  
 Gefahrstoffverordnung 45  
 Gelbfieber 366  
 Gelenksinfektion 244  
 – periprotetische 236, 245

Gemeinschaftsbad 510  
 Gemeinschaftseinrichtung 343, 348  
 Gemeinschaftsverpflegung 150  
 Gentamicin 206, 234  
 – antibiotic lock 421  
 – Pneumonie 444  
 Gesamtkeimlastreduktion 472  
 Geschirr 153  
 Gesundheitsamt 18, 64  
 – Tuberkulose 343  
 Getränke 494  
 Gewebeinfektiosität 352  
 Giardia lamblia 171  
 Giemsa-Färbung 170  
 Grabmilben 356  
 Grampräparat 439  
 Granulozytopenie 490  
 Gripeschutzimpfung 337, 341  
 Guillain-Barré-Syndrom 182  
 GVHD 491

## H

Haare 286  
 Haarhaube 407  
 HACCP-Konzept 148, 156, 494  
 Haemophilus influenzae 165–166, 178  
 – Pneumonie 434  
 – Resistenz 188  
 Hämatologie-Onkologie 490  
 Hämodiafiltration 193  
 Hämodialyse 500  
 HAND-KISS 260  
 Händedesinfektion  
 – chirurgische 405  
 – Desinfektionsmittelverbrauch 263  
 – Indikation 286  
 – MRGN 312  
 – MRSA 322  
 – Norovirus 335  
 – Vorgehen 286  
 Händedesinfektionsmittelspender 88  
 Händedesinfektionsmittelverbrauch 263  
 – Berechnung 264  
 Händewaschung 286, 329, 405  
 – Physiotherapie 508  
 Handschuhe 287  
 – korrektes Ausziehen 288  
 – Physiotherapie 508  
 – Primärrettungsdienst 518  
 Harnwegsinfekt 161, 170, 203, 226, 401  
 Harnwegskatheter 425  
 Hauseinspeisung 83  
 Hausliste 223  
 Hautdesinfektion 406  
 – Frühgeborene 480  
 – vor Injektion/Punktion 376  
 – vor Katheteranlage 416  
 – vor Regionalanästhesie 460  
 Hauterkrankung 176  
 Hautinfektion 164, 177  
 Hautmilzbrand 354  
 Hautpflege 286  
 Hawthorne-Effekt 253, 265  
 healthcare associated pneumonia (HCAP) 432  
 Heißluftsterilisation 129  
 Heizung 83  
 – Operationssaal 95  
 Hendra-Fieber 364  
 HEPA 111  
 – Filter 493  
 Hepatitis 180, 276  
 Hepatitis A 150, 270  
 Hepatitis B 271  
 – Postexpositionsprophylaxe 277  
 – Schutzmaßnahmen 290  
 Hepatitis C  
 – Postexpositionsprophylaxe 279  
 – Schutzmaßnahmen 290  
 Hepatitis E 150  
 Herpes simplex 166  
 Herstellerangabe 140  
 Hirnabszess 166  
 HIV 167, 180, 276  
 – Postexpositionsprophylaxe 280  
 – Schutzmaßnahmen 290  
 HME-Filter 445  
 Hohlkehlliste 94  
 Holzoberflächen 91  
 Homöostase 403  
 hospital acquired pneumonia (HAP) 432  
 Hundefloh 358  
 Husten 294  
 Hybrid-OP 91  
 Hydrofaser 394  
 Hydrogel 394  
 Hydrokapillarverband 394  
 Hydrokolloid 394  
 Hydrozephalus 422  
 Hygieneberichterstattung 43  
 Hygienecompliance 56  
 Hygienefachkraft 21  
 Hygienefachpersonal 30, 57  
 – Surveillance 254  
 Hygieneingenieur 22  
 Hygienekommission 21, 42  
 Hygienemanagement 29  
 Hygieneorganisation 17  
 Hygieneplan 19  
 Hygieneschulung 43  
 Hygieneteam 29  
 Hygieneverordnung 21–22

## I

IHO-Liste 126  
 Imipenem 301, 444  
 Immundefizienz 493  
 Immunglobuline 280  
 Immunsupprimierte 110, 490  
 Impfkalendar 269–270  
 Impfschutz 493  
 Impfverpflichtung 268  
 Indikatorenveillance 259  
 Indikatorhandschuh 407  
 Infektion  
 – Device-assoziierte 262  
 – geburtshilfliche 226  
 – gefäßkatheterassoziierte 414, 482  
 – gynäkologische 226  
 – katheterassoziierte epidurale 458  
 – latente tuberkulöse (LTBI) 341  
 – nahrungsmittelassoziierte 495  
 – nosokomiale 19, 63, 252, 286, 301  
 Infektionsaufnahmeaum 475  
 Infektionsdosis, Norovirus 333  
 Infektionsepidemiologie 256  
 Infektionsschutzgesetz (IfSG) 45  
 – Impfung 268  
 Infektionstransport 518  
 Influenza 170, 271  
 Influenzavirus, aviärer 336  
 Infusionslaufzeit 382  
 Infusionssystem 419  
 Inhalation 481, 511  
 Injektion, Medikamente 386  
 Inkubator 477  
 – Aufbereitung 478  
 Inlinefilter 419, 475  
 Insektenschutzgitter 86  
 Intensivtransport 514, 517  
 Interessenkonflikt 223  
 Interferon 280  
 Intubation 454, 481  
 Inzidenzberechnung 256  
 Inzidenzrate 256–257  
 – Device-assoziierte 257–258  
 Inzidenzuntersuchung 254  
 Iodophore 392  
 Isolator 174  
 Isolierstation 81  
 Isolierzimmer, Vorraum 109  
 Ist- und Sollanalyse 42  
 Itraconazol 218  
 ITS-KISS 259  
 Ivermectin 357

# K

Kältetherapie 511  
 Kängurupflege 476  
 Karbunkel 318  
 Katheterhub 482  
 Katheterinfektion 174  
 Kathetersepsis 414  
 Kathetervisite 418  
 Katzenfloh 358  
 Keimlastreduktion 401  
 Keimzahl  
 – Bestimmung 170  
 – Flächen 190  
 – Urin 162  
 Keuchhusten Siehe Pertussis  
 Kinderspielzeug 87  
 Kinyoun-Färbung 170  
 KISS Siehe Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System  
 Kitteltaschenflasche 514, 518  
 Klebsiella 311  
 Klebsiella pneumoniae 308  
 – Antibiotikaresistenz 302  
 – Harnwegsinfektion 203  
 Kleiderlaus 357  
 Kleinklimageräte 116  
 Klimaanlage 111–112  
 Knochenmarktransplantation 491  
 Kochgruppe 154–155  
 Kohortenisolierung 332  
 – Immunsupprimierte 493  
 – Influenza 339  
 Kohortenstudie 76  
 Kohortierung 310  
 Kolitis, pseudomembranöse 226, 330  
 Kolonisation 206  
 – ESBL-Bildner 473  
 Kombinationstherapie 442  
 Kondenswasser 135  
 Kondomurinal 426  
 Kontaktgel 464  
 Kontaktisolierung 291  
 – Indikationen 292  
 – Meningokokkenkrankung 348  
 – Scabies 357  
 Kontaktperson  
 – hämorrhagisches Fieber 371–372  
 – Meningokokken 348  
 – Risikodifferenzierung 371  
 Kontaktschutzmaßnahmen 292, 359  
 Kontaktzeit, kumulative 342  
 Kontaminationsklasse 398–399  
 Kontrastmittelinjektor 383  
 Kopflaus 357  
 Körperpflege 472  
 – Frühgeborene 480

Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) 258–259  
 Krankenhausbauverordnung 82  
 Krankenhauseinsatzleitung 338  
 Krankenhaushygieniker 21, 82  
 Krankenhauswäsche 194  
 Krätze 356–357  
 Kreislaufwirtschaftsgesetz 45  
 Krim-Kongo-Fieber 366, 369  
 KRINKO 17, 28  
 Kryptokokken 166  
 Kryptosporidien 172  
 Küchenpersonal 151  
 Kühlkette 155  
 Kühlschrank 155  
 Kühlschrantemperatur 153, 155  
 Kunstklappenendokarditis 238  
 Kurzinfusion 382

# L

La-Crosse-Enzephalitis 364  
 LA-MRSA 316–317  
 Labormeldepflicht 3  
 Laborplatz 477  
 Lagerhaltung 144  
 Lagerraum 87, 95  
 Lagerschrank, aktiver 139  
 laminar airflow (LAF) 95, 112  
 Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 44  
 Landeshygieneverordnung 42  
 Langzeitintensivpatient 473  
 Lassa-Fieber 367, 369  
 Lebensmittelinfektion 148  
 Lebensmittelintoxikation 148, 314  
 Legionella pneumophila 178, 183  
 Legionellen 191, 438  
 – Prävention 84  
 Legionellose 179  
 Leitungen 83  
 Leitungsplan 83  
 Leitungswasser 494  
 Leptospiren 166  
 Leptospirose 165–166  
 Levofloxacin 202–203  
 – Pneumonie 444  
 Lichtlupe 138  
 line listing 69  
 Linezolid 201  
 – bei multiresistenten Erregern 215  
 – perioperative Antibiotikaphrophylaxe 321  
 – Pneumonie 444  
 Lipidlösung 382  
 Lipopolysaccharid-bindende Protein (LBP) 186

Liquor 166, 174  
 Listerien 166  
 Listeriose 166  
 Lobärpneumonie 239  
 Luftaufbereitung 110  
 Luftfeuchtigkeit 89, 112  
 Luftfilter 190  
 Luftkeimzahl 112  
 – Messung 191  
 Lufttransportfahrzeug 517  
 Lüftung 89  
 Lüftungsanlage 111  
 Lumbaldrainage 424  
 Lungenembolie 437  
 Lungenmilzbrand 354  
 Lungenschädigung 436

# M

Madentherapie 392  
 MALDI-TOF 165, 180  
 Mangelerährung 400  
 Marburg-Fieber 367, 369  
 Masern 167, 271  
 – Übertragungsweg 284, 295  
 Maßnahmenwert  
 – Legionellen 191  
 – technischer 47, 84  
 Mastitis puerperalis 480  
 Mastoiditis 318  
 Mayo-Fieber 368  
 Medikamentenkühlschrank 385, 477  
 Medizinprodukt 130  
 – Risikobewertung 141  
 Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) 131  
 Medizinproduktebuch 52  
 Medizinproduktegesetz 131  
 Mehrdosisbehälter 383, 386  
 Mehrfachentnahmekanüle 386  
 Mehrfachorganunterstützung 468  
 Meldepflicht 350  
 – Creutzfeldt-Jacob-Krankheit 353  
 – Influenza 336  
 – Keratoconjunctivitis 350  
 – Meningokokkenmeningitis 348  
 – Milzbrand 355  
 – Norovirus 333  
 – Tuberkulose 343  
 – VRE 330  
 Meldewesen 2  
 Membranfilter 189  
 Memocard 428  
 Meningitis 164, 166, 318  
 – bakterielle 226  
 Meningokokken 272, 346  
 – Übertragungsweg 284

Meningokokkenimpfung 346  
 Meningokokkenmeningitis 166  
 Menschenfloh 358  
 Menschenlaus 357  
 Meropenem  
 – bei multiresistenten Erregern 215  
 – MRGN 301  
 – Pneumonie 444  
 Methicillinresistenz 315  
 Methylenblaufärbung 166  
 Metronidazol 208, 330, 404  
 Micafungin 218  
 Mikroaspiration 435  
 Mikrosporidien 172  
 Milchflasche 156  
 Milchküche 152, 156, 477  
 Milchpulver 156  
 Milzbrandkarbunkel 354  
 Mini-BAL 440  
 Mischinfusion 382  
 MMRV 271  
 Mobiliar 90  
 Monitoring, mikrobiologisches 474, 479  
 – Immunsupprimierte 496  
 Moorpäckung 511  
 Mopp 123  
 Moraxella catarrhalis 178, 188  
 Motivationspsychologie 54  
 Moxifloxacin 202, 444  
 MRE  
 – Pneumonie 434, 441  
 – Streupotenzial 292  
 – Surveillance 252  
 – Übertragungsweg 284  
 MRGN 215  
 MRSA 165, 173  
 – Diagnostik 181  
 – erworbene Resistenz 186  
 – Kontaktschutzmaßnahmen 292  
 – perinatale Besiedlung 485  
 – Pneumonie 441, 443  
 – Resistenz 306  
 – Schwangerschaft 319  
 – Sepsis 201  
 – Therapie 215  
 – Übertragungsweg 284  
 MRSA-KISS 260  
 MSSA 165  
 Mukoviszidose 310  
 Multiplex-PCR 165  
 multiresistente gramnegative Erreger  
 Siehe MRGN  
 Multiresistenz 344  
 Mumps 271  
 Mumpsmeningitis 166  
 Mund-Nasen-Schutz 287–288  
 – im OP 407

Mundpflege 446, 494  
 Mupirocin 486  
 – Nasensalbe 319  
 Murray-Valley-Enzephalitis 364  
 Muttermilch 156  
 – als Infektionsquelle 486  
 – mikrobiologisches Monitoring 479  
 Mycobacterium tuberculosis 163, 170, 178, 341  
 Mycoplasma 163  
 Mykobakterien 172

## N

Nabelarterienkatheter 484  
 Nabelvenenkatheter 484  
 Nadelstichverletzung 165, 182  
 Narkosegerät 455  
 Nass-Trocken-Phase 390  
 Nativurin 162  
 NEC-Cluster 485  
 Neisseria gonorrhoeae 163  
 – Resistenz 188  
 Neisseria meningitidis 165–166, 172, 272, 346  
 – Meldepflicht 348  
 – Resistenz 188  
 NEO-KISS 260, 476  
 Nervenblock 459  
 Neurotoxizität 463  
 Neutropenie 179  
 Niesen 294  
 Nipah-Fieber 364  
 NIPS 476  
 Nitrofurantoin 204  
 Nokardiose 179  
 Norovirus 148, 150, 163, 333  
 – Übertragungsweg 284  
 Norwalk-like-Viren Siehe Norovirus  
 Notfallbeatmungsbeutel 457  
 Notfallmedikament 386  
 Notfallplan 370–371  
 Notfalltransport 515  
 Notfallwagen 456  
 Nutztierhaltung 317  
 Nystatin 218

## O

Oberfläche 82, 124  
 Objektträgerkultur 162  
 Ockelbo-Krankheit 368  
 Octenidin 376  
 – Neonatologie 480  
 – Regionalanästhesie 460  
 Octenidinhydrochlorit 392

ONKO-KISS 260, 496  
 OP-KISS 260  
 Operationshandschuhe 407  
 Operationspersonal 91  
 Operationsraum 91  
 – Eingriffe 108  
 Operationstechnik 398  
 Ophthalmochirurgie 406  
 Optikspülflasche 139  
 Organigramm 140  
 Orpouche-Fieber 364  
 Ortsbesichtigung 74  
 Osteomyelitis 164, 318, 393  
 Otitis 318  
 O'nyong-nyong-Fieber 368

## P

Pandemiefall 337  
 Pandemiestab 337  
 Pandemiewarnstufen 339  
 Pankreatitis 226  
 Parotitis 318  
 Partikelzahl 191  
 – Messung 112  
 patient transport compartment (PTC) 517  
 Patientenakte 515  
 Patientenaufklärung 224  
 Patientensicherheit 222  
 Patientenumkleideraum 92, 96  
 PDCA-Zyklus 42  
 Pediculus humanus 357  
 Penicilline 214  
 – Dosierung 215  
 – Eigenschaften 213  
 Peptostreptococcus 176  
 Peressigsäure 355  
 Periduralkatheter 458  
 Peritonealdialyse 500  
 Peritonitis 167, 204, 226  
 Permethrin 357, 359  
 Personalschleuse 95  
 Personalschlüssel 468  
 Personalscreening 75  
 Personalumkleideraum 95  
 Pertussis 269  
 Pferdeenzephalitis 365  
 Pflegeeinrichtung 22  
 Pflegeschlüssel 81  
 Phlegmone 167  
 Phthirus pubis 357  
 PICCO-Katheter 416  
 Piperacillin 203, 206  
 – MRGN 301  
 – Pneumonie 444  
 Plasmasterilisation 129

Pleura 167  
 Pleuraempyem 169, 224, 393  
 Pneumocystis jirovecii 170, 179–180  
 – Resistenz 188  
 Pneumonie 164, 183, 224, 318  
 – Definition 436  
 – Frühgeborene 481  
 – kryptogen organisierende (COP) 437  
 – nosokomiale 168, 432  
 – ventilatorassoziierte (VAP) 432  
 Pocken 295  
 Pogosta-Krankheit 368  
 Point-of-Care-Test (POCT) 182  
 Polikose 358  
 Poliomyelitis 166, 272, 364  
 Polyarthritis, epidemische 368  
 Polyhexanid 392  
 Poolkleidung 518  
 Posaconazol 218  
 Postexpositionsprophylaxe,  
 hämorrhagisches Fieber 371  
 Postversand 161  
 Powassan-Enzephalitis 364  
 Prävalenzuntersuchungen 254  
 Präventionsbündel 470  
 Präventionsziel 253  
 Prevotella 176  
 Primärrettung 515  
 Primärrettungsdienst 517  
 Prionen 352  
 Proben  
 – Lagerung 161  
 – Postversand 161  
 Probenkontamination 64  
 Probiotika 325, 447, 473–474  
 Procalcitonin (PCT) 184, 186, 438  
 Propionibacterium 173  
 Propionibacterium acnes 423  
 Propofol 382, 419  
 Proteus mirabilis 203, 303  
 Protozoen 163  
 Prozessbeschreibung 40  
 Prozessparameter 143  
 Prozessqualität 139  
 Pseudoausbruch 64  
 Pseudomonas aeruginosa 170, 178,  
 187, 193, 309  
 – Antibiotikaresistenz 303  
 – Hydrotherapie 510  
 – Pneumonie 434, 443  
 – Präventionsmaßnahmen 311  
 – Resistenz 188, 307  
 – Sepsis 200  
 – Therapie 215  
 – Wundinfektion 176  
 Psychohygiene 54

Pulex irritans 358  
 Punktionshilfe 379  
 Punktionsort 415  
 Punktprävalenzvisite 222  
 Punktquellenausbruch 71  
 Pustel 167  
 Pustula maligna 354  
 Putzmittel 97  
 Putzraum 109  
 Pyelonephritis 164, 204  
 Pyodermie 318  
 Pyomyositis 318  
 Pyrethrum 357

## Q

Q-Fieber 165–166  
 QM-Beauftragter 44  
 QM-Handbuch 140  
 Qualitätsbericht 43  
 Qualitätsmanagement 40, 44  
 Qualitätsmanagement Siehe auch QM  
 Qualitätsmanagementsystem 140  
 Qualitätssicherung 34  
 – gesetzliche 408  
 Quarantäne 369  
 Querschnittslähmung 460

## R

Rammschutz 87  
 RAMS 152, 194  
 Rattenfloh 358  
 Rauchen 400  
 Raumklasse 114  
 Raumklima 110  
 Raumluft 190  
 Raumlufttechnik 478, 493  
 raumlufttechnische Anlage Siehe  
 RLT-Anlage  
 RDG-E 139  
 Referenzdaten 261  
 Regelwerk, technisches 80  
 Reiber-Schema 167  
 Reinigung 122  
 – staubbindende 124  
 Reinigungs- und Desinfektionsgerät  
 (RDG) 137, 156, 194  
 – für Endoskope (RDG-E) 193  
 Reinigungsmittel 123  
 Reinigungspersonal 468  
 Reinigungstuch 123  
 Reinigungswagen 127  
 Reintubation 434, 445  
 Reizstromgerät 511

Rektalabstrich 163  
 Remanenz 406  
 Resistenz 186, 259  
 Resistenzentwicklung 17  
 Resistenzstatistik 200, 209, 485  
 respiratorisches Synzytialvirus  
 (RSV) 170  
 Restproteinbestimmung 134  
 Ribavirin 280  
 Rifampicin 201  
 – bei multiresistenten Erregern 215  
 – Meningokokken 272, 348  
 – Verbrauchsüberwachung 208  
 Rifttal-Fieber 366  
 Risikoanalyse 19, 29  
 Risikobewertung 276  
 Risikogruppen 359  
 – Immunsuppression 491  
 RKI-Liste 126  
 RLT-Anlage 110–111, 136, 190  
 – Tuberkulose 344  
 Rollboard 516  
 Rooming in 476  
 Rotavirus 150, 163, 475  
 Röteln 167, 271  
 Routinedesinfektion 128  
 Routinescreening 503  
 Roxithromycin 270  
 Rückstellprobe 151, 156  
 Rückverfolgbarkeit 44

## S

Saccharomyces boulardii 331  
 Salmonellen 148–149, 163, 171–172  
 – Resistenz 188  
 Sanitärbereich 128  
 Sanitärraum 88  
 Sapovirus 150  
 Sarcoptes scabiei 356  
 SARI 260  
 SARS-Coronavirus 170  
 Sauberkeit, optische 122  
 Sauerstoffmaske 515  
 Scabies 356–357  
 Schleimhautantiseptik 480  
 Schleimhautdesinfektion 406  
 Schleuse 136  
 Schlussdesinfektion 128  
 Schmuck 285  
 Schnittverletzung 277, 353  
 Schock, septischer 199, 225, 441  
 Schulung 21  
 – Lebensmittelhygiene 150  
 Schüttelfrost 164  
 Schutzausrüstung, persönliche 287

Schutzimpfung 33  
 Schutzkittel 288  
 – MRSA 322  
 – Neonatologie 478  
 Schutzkleidung 286, 469  
 – Immunsupprimierte 492  
 Schwamm 123  
 Schwämmchentest 193  
 Schwebstofffilter 111, 190  
 Schwimmbad 510  
 Schwimmbeckenwasser 192  
 Schwimmhilfe 510  
 Sekretauffangbehälter 446  
 selektive Darmdekontamination (SDD)  
 Siehe Darmdekontamination  
 Sepsis 163, 245  
 – bei epiduraler Infektion 459  
 – bei Pneumonie 437  
 – katheterassoziierte 165  
 – Leitlinie 199–201  
 – MRSA 318  
 – Probengewinnung 161  
 Septikämie 421  
 Serum 167  
 Shigellen 163, 171–172  
 – Resistenz 188  
 Shuntanlage 502  
 Shuntinfektion 166  
 Sicherheitsabwurfbehältern 385  
 Sinusitis 318  
 Sondennahrung 153  
 Sonderisolierstation 369  
 Sonderpatiententransport 370  
 Speak-up-Kampagne 56  
 Spondylodiszitis 242  
 spot map 71  
 Spritzenpumpe 514  
 Spülmaschine 152, 154, 194  
 Spülplan 84  
 Sputum 178  
 SSPE 167  
 St.-Louis-Enzephalitis 364  
 Stammzelltransplantation 491  
 Standardarbeitsanweisung (SOP) 140, 470  
 Standardhygienemaßnahmen 359  
 Standortwahl 82  
 staphylococcal scalded skin syndrome (SSSS) 314  
 Staphylococcus aureus 149, 176, 313  
 – Gefäßkatheter 414  
 – Hydrotherapie 510  
 – Kontaktschutzmaßnahmen 292  
 – Pneumonie 434  
 – Resistenz 188, 306  
 Staphylococcus epidermidis 173, 206  
 Staphylococcus saprophyticus 203

staphylogene toxische epidermale Nekrolyse (TEN) 314  
 Staphylokokken 170  
 – Gefäßkatheter 414  
 – koagulasenegative 188  
 – Wundinfektion 176  
 Stations-KISS 259  
 Staubbrutsche 118  
 Staubsauger 117  
 Staubschutzmaßnahmen 117  
 Stenotrophomonas maltophilia 310  
 – Pneumonie 443  
 – Resistenz 188  
 Sterilbereich 138  
 Sterilgut 135, 144  
 Sterilgutassistent 142  
 Sterilgutlagerhaltung 144  
 Sterilgutversorgungsabteilung 92  
 Sterilisation, Milchflasche 157  
 Sterilisationsverfahren 129  
 Sterilisator 194  
 Stethoskop 289, 478  
 Stichverletzung 353  
 STIKO 268  
 – Gripeschutzimpfung 337  
 – Meningokokkenimpfung 346  
 Stillzimmer 477  
 Stomaversorgung 427  
 Stratifizierung 258  
 Streptococcus agalactiae 165  
 Streptococcus pneumoniae 165–166, 183  
 – Pneumonie 434  
 – Resistenz 188  
 Streptococcus pyogenes  
 – Wundinfektion 176  
 Streptokokken 188  
 Stressulkusprophylaxe 448  
 Streptopotenzial 291  
 – MRSA 319  
 – VRE 326  
 Strukturqualität 408  
 Stuhlprobe 163  
 Stuhltransplantation 331  
 Sulbactam 205  
 – bei multiresistenten Erregern 215  
 – Pneumonie 444  
 Superinfektion 336  
 Surveillance 18, 496  
 – nosokomiale Pneumonien 444  
 – Regionalanästhesie 458  
 Syphilis 166  
 systemic inflammatory response syndrome (SIRS) 186, 475  
 Systemkontamination 383  
 Systemwechsel 483

## T

T-Zell-Defekt 490  
 Tankanlage 501  
 Tarragona-Strategie 206, 441  
 Tazobactam 206, 444  
 Tetanus 168, 272  
 Therapiedauer 213, 237  
 – Sepsis 200  
 Therapieevaluation 237  
 Therapiegerät 508  
 Therapieküche 154  
 Tiermedizin 354  
 Tigecyclin 215  
 Tobramycin 444  
 Tollwut 365  
 Toluidinblaufärbung 170  
 Topfpflanzen 87, 493  
 toxic shock syndrome (TSS) 314  
 toxic shock syndrome toxin (TSST) 313  
 tracheobronchiales Aspirat (TBAS) 439  
 Tracheobronchitis 435  
 – ventilatorassoziierte (VAT) 442  
 Tracheotomie 448  
 Tragetuch 516  
 Transfusion 471  
 Transfusionshandbuch 408  
 Transfusionssystem 419  
 Transparentverband 395, 417, 424  
 Transportset 515  
 TRBA 250 33, 39, 268, 276  
 Treponema pallidum 167  
 Trimethoprim 204  
 Trinkwasser 191  
 Trinkwasserlabor 46  
 Trinkwasserqualität 133  
 Trinkwasseruntersuchung 152  
 Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 191  
 Trometamol 204  
 Tröpfcheninfektion 293  
 – Definition 294  
 Tröpfchenkern 284  
 Tröpfchenschutzmaßnahmen 359  
 Tropfpipetten 350  
 Tropheryma whipplei 166  
 Tuberkulinhautreaktion 341  
 Tuberkulose 166, 179, 295, 341  
 – Inzidenz 343  
 – Kontaktperson 342  
 – Risikofaktoren 343  
 – Übertragungsweg 295  
 Tuchspendereimer 127, 385  
 turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV) 112  
 Typhus 163

## U

- Übertragungsweg 284
  - aerogener 295
- Überwachungspatient 468
- Ultraschall
  - bei Punktion 376, 415
  - Regionalanästhesie 463
- Ultraschallbad 133
- Ultraschallbecken 137
- Umgebungsuntersuchung 74
- Umkehrisolierung 492–493
- Unabhängigkeit 223
- Unfallbericht 277
- Ungeziefer 144
- Unterhaltsreinigung 122, 495
- Untersuchungsliege 90
- Unterwassermassage 511
- Ureaplasma urealyticum 163
- Urin
  - Legionellen-Antigen 183
  - Pneumokokkenantigen 183
- Urinprobe 427
- Urostomie 427
- Usutus-Fieber 364
- UV-Strahlen 144

## V

- VAH-Liste 126
- Vakuumtest 143
- Vakuumtherapie 395
- Valtice-Fieber 366
- Vancomycin 234
  - antibiotic lock 421
  - bei multiresistenten Erregern 215
  - MRSA-Darmbesiedlung 320
  - perioperative
    - Antibiotikaprophylaxe 321, 404
  - Pneumonie 444
  - Verbrauchsüberwachung 208
- vancomycinresistente Enterokokken
  - Siehe VRE
- VAP-Surveillance 437–438
- Varizella-zoster-Virus 166
- Varizellen 271
- vCJK 352
- VE-Wasser 134, 137
- Venenkatheter 415, 483
- Venenverweilkanüle 415, 418, 454
- Ventrikulkatheter 422
- Ventrikulitis 166
- Verbandwechsel 391, 408, 417
  - Neonatologie 484
  - Standardhygiene 396
  - Vorgehen 396

- Verbesserungsprozess, kontinuierlicher (KVP) 42
- Verbrennung 393
- Verbrühungsschutz 84
- Verfahren, validiertes 134
- Verlegung 469
- Vernebler 447
- Verneblersystem 436
- Verpackung 134
- Versorgungsraum 109
- Vesikel 167
- Vierquadrantenperitonitis 247
- Virulenz 315
- Visite, ärztliche 469
- Vorbildfunktion 55–56
- Voriconazol 218
- VRE
  - Kontaktschutzmaßnahmen 292
  - Therapie 215
  - Umweltpersistenz 324
- VRE-Infektion 325

## W

- Wandbelag 94
- Wärmelast 136
- Wärmemanagement 455
- Warmwasserversorgung 84
- Wartung 139
- Waschbecken 90
- Wäscheabwurf 289
- Wäschewagen 289
- Waschmaschine 194
- Wasserbad 156
- Wasserhaushaltsgesetz 44
- Wasserkeime 46
- Wasserleitung 83
- Wasserstoffperoxidvernebler 517
- Waterhouse-Friderichsen-Syndrom 346
- Weichteilinfektion 164, 177, 226, 393, 459
- West-Nil-Fieber 364
- Windpocken 284, 295
- Wundabstrich 167, 175
- Wundbehandlung 390
  - feuchte 392
- Wundinfektion 176, 258, 318, 398
  - postoperative 226
- Wundinfektionsrate 258
- Wundrandschutz 395
- Wundreinigung 390
  - autolytische 391
  - enzymatische 391
  - mechanische 391
- Wundspülung 391
- Wurmeier 171

## X

- Xenopsylla cheopis 358

## Y

- Yersinia enterocolitica 172
- Yersinien 163, 171

## Z

- Zahnabszess 401
- Zahnarztpraxis 22
- Ziehl-Neelsen-Färbung 170
- Zirkulationsleitung 83
- ZSVA 135
- Zubehör, endoskopisches 139
- Zuluftbefeuchtung 112
- Zuluftdecke 113
- Zuspritzkonnektor 417
- Zystitis 203
- Zytokine 186