

Anforderungen an die Infektionsprävention bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten

Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut

1. Einleitung und Ziele

1.1. Hintergrund

Angeborene oder erworbene Formen der Immundefizienz sind unabhängige Risikofaktoren für potenziell lebensbedrohliche nosokomiale Infektionen (NI), die durch eine Vielzahl von (zum Teil opportunistisch pathogenen) Erregern verursacht werden können [11]. Unter dem Begriff Immunsuppression wird die iatrogene Unterdrückung bestimmter Komponenten des Immunsystems verstanden. Dabei ist die resultierende Immundefizienz entweder aus medizinischen Gründen erforderlich (z. B. bei bestimmten Autoimmunerkrankungen oder zur Vermeidung einer Abstoßungsreaktion nach Stammzell- oder Organtransplantation) oder eine Nebenwirkung der medizinischen Behandlung (z. B. nach zytostatischer Chemotherapie, Strahlentherapie oder nach Einsatz von Biologika im Rahmen einer antineoplastischen Behandlung). Im Folgenden wird der Begriff Immunsuppression auch für Patienten¹ verwendet, bei denen aufgrund einer angebore-

nen oder erworbenen Grunderkrankung auch ohne medikamentöse Intervention eine Immundefizienz vorliegt [12].

Patienten, auf die sich diese Empfehlung bezieht, können zu den Risikopatienten für einen komplizierten Verlauf der SARS-CoV-2-Infektion gehören. Das Management der Pandemie durch das neue SARS-CoV-2-Coronavirus ist nicht Gegenstand dieser Empfehlung. Hier wird auf entsprechende, fortlaufend aktualisierte Dokumente des Robert Koch-Instituts (www.rki.de/covid-19), der zuständigen medizinischen Fachgesellschaften und auf die vor Ort gültigen Pandemiepläne verwiesen.

1.2. Einteilung von Risikogruppen

Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) hat in der Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten“ von 2010 drei Risikogruppen der Immunsuppression definiert [13]. Aus der entsprechenden Risikogruppe leiten sich Maßnahmen der Infektionsprävention ab. Diese Einteilung wird in der hier vorliegenden aktualisierten Fassung beibehalten (Tab. 1).

Weitere Tabellen zu Risikogruppen, Infektionserregern und Übertragungswegen finden sich im Anhang in den Tab. 3, 4, 5 und 6. Tab. 3 gibt Hinweise zu Infektionen, deren Inzidenz in Abhängigkeit vom Einsatz bestimmter Biologika, die in den letzten Jahren zunehmend eingesetzt werden, erhöht ist. Vor dem Hintergrund der Vielzahl möglicher Befundkonstellationen ist diese Tabelle zwangsläufig unvollständig. So können schwere Immundefekte auch bei numerisch normalen, aber dysfunktionalen Immunzellen vorliegen. Eine wesentliche Patientengruppe mit schwerer Immundefizienz sind Patienten mit bestimmten angeborenen Immundefizienzsyndromen, wie z. B. der septischen Granulomatose, Patienten unter immunsuppressiver Therapie (bestimmte Biologika, lang dauernde systemische hochdosierte Steroidtherapie oder Patienten mit lebenslanger immunsuppressiver Behandlung nach Organtransplantation). Die Akuttherapie von Abstoßungsreaktionen nach Organtransplantation kann in Hinblick auf die resultierende Immunsuppression mit einer GVHD vergleichbar sein [14]. Tab. 4 gibt orientierende Hinweise zum Erregerspektrum invasiver Infektionen bei Immunschwäche.

¹ Grundsätzlich sind in diesem Dokument bei allen Berufs- bzw. Gruppenbezeichnungen immer alle Geschlechter gemeint.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Ziele
 - 1.1. Hintergrund
 - 1.2. Einteilung von Risikogruppen
 - 1.3. Präventionsziele dieser Empfehlung
 - 1.4. Zielgruppen dieser Empfehlung
 - 1.5. Was ist neu in dieser Empfehlung?
2. Empfehlungen
 - 2.1. Prävention
 - 2.1.1. Schulung aller Mitarbeiter
 - 2.1.2. Schulung der Patienten und ihrer Angehörigen
 - 2.1.3. Anforderungen an die Besucherregelung
 - 2.1.4. Immunprophylaxe
 - 2.1.5. Basishygienemaßnahmen
 - 2.1.5.1. Händehygiene
 - 2.1.5.2. Patientenbezogene Schutzkleidung, Bereichskleidung
 - 2.1.6. Antiseptische Ganzkörperwaschungen
 - 2.1.7. Reinigung und Desinfektion
 - 2.1.8. Anteil und Ausstattung von Zimmern zur Isolierung
 - 2.1.9. Protektive Isolierung
 - 2.1.10. Isolierung bei Besiedlung oder Infektion mit übertragbaren Erregern
 - 2.1.11. Prävention von Infektionen, die durch kontaminierte Lebensmittel übertragen werden
 - 2.1.12. Baulich-funktionelle Maßnahmen zur Gewährleistung des protektiven Umfeldes
 - 2.1.13. Anforderungen an die Raumluft
 - 2.1.14. Anforderungen an die Wasserversorgung und Ausstattung von Sanitär-bereichen
 - 2.1.14.1. Hygienische Aspekte zur Konstruktion und Nutzung von Waschbecken, Duschen und Toiletten in medizinischen Bereichen
 - 2.1.14.2. Versorgung mit Trinkwasser (bzw. Mineralwasser aus original verschlossenen Flaschen)
 - 2.1.15. Anforderungen an die Hygiene bei Umbaumaßnahmen und Abrissarbeiten
 - 2.1.16. Prävention der nosokomialen Harnwegsinfektion
 - 2.1.17. Prävention der postoperativen Wundinfektion
 - 2.1.18. Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen
 - 2.1.19. Prävention von Infektionen der Mundhöhle
 - 2.1.20. Prävention nosokomialer Infektionen des Gastrointestinaltraktes
 - 2.1.21. Prävention von Zoonosen
 - 2.2. Surveillance
 - 2.3. Mikrobiologisches Screening von immunsupprimierten Patienten
 - 2.4. Antimicrobial Stewardship bei immunsupprimierten Patienten

Literatur
Anhang

Bei den hier definierten Risikogruppen der Immunsuppression handelt es sich um ein orientierendes (zum Teil pragmatisch festgelegtes) und dynamisches Konzept, das in erster Linie zur Anpassung der erforderlichen Hygienemaßnahmen eingeführt wurde. Dieses von der KRINKO vorgeschlagene Konzept darf nicht mit anderen klinischen Risikoscores oder Erkrankungsstadien verwechselt werden.

Die spezifische Situation individueller Patienten und das damit korrespondierende Risiko für Infektionen können sich im Laufe der Behandlung ändern. Je nach klinischer Behandlungssituation kann sich die Risikogruppe eines individuellen

Patienten ändern (z. B. Induktionstherapie vs. Konsolidierungstherapie, nicht in Remission befindliches Rezidiv einer Leukämie, Vorbereitung und Durchführung einer Stammzelltransplantation nach vorausgegangener konventioneller Therapie). Dies bedeutet, dass in der ärztlichen Risikoanalyse ggf. die jeweilige Risikogruppe angepasst werden muss.

„Nach ärztlicher Risikoanalyse“ beschreibt die kritische Abwägung der aktuellen Situation der Patienten (aus der Perspektive der Infektionsgefährdung und -prävention) durch die behandelnden Ärzte. Dabei wird vorausgesetzt, dass ein enger Kontakt zum Krankenhaushygieniker, den Hygienebeauftragten der Klinik

bzw. zum Hygienefachpersonal vor Ort vorhanden ist, so dass komplexere Fragen jederzeit gemeinsam diskutiert werden können (siehe hierzu auch die Empfehlung der KRINKO zu personellen und organisatorischen Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen [15]).

Da es aus Erfahrung möglich ist, die wahrscheinliche Dauer der Granulozytopenie bei bestimmten Grunderkrankungen und therapeutischen Interventionen anzugeben, können die meisten Patienten von den behandelnden Ärzten vorausschauend der jeweiligen Risikogruppe zugewiesen werden. Bei Patienten mit soliden Tumoren ergeben sich zusätzliche Risiken durch die meist im Verlauf erforderliche Tumorchirurgie [16–20].

Bei allogenen transplantierten Patienten ist insbesondere auch der Schweregrad der „Graft-versus-Host Erkrankung“ (GVHD) entscheidend für die Intensität der immunsuppressiven Behandlung und die Zuordnung zur jeweiligen Risikogruppe. Patienten mit schwerer GVHD der Haut oder des Gastrointestinaltraktes haben ein besonders hohes Risiko für schwere exogene und endogene Infektionen.

1.3. Präventionsziele dieser Empfehlung

Das allgemeine **Präventionsziel dieser aktualisierten Empfehlung** ist es, die Inzidenz von NI bei immunsupprimierten Patienten nach Möglichkeit auf das Niveau nicht vermeidbarer Ereignisse zu reduzieren [21]. Auf diesem Wege sollen die Patientensicherheit erhöht, die Lebensqualität der Patienten verbessert [22] und die mit NI assoziierte Morbidität und Mortalität reduziert werden [11, 23, 24]. Außerdem soll durch geeignete Maßnahmen der Selektion und der Übertragung von Erregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen sowie NI durch *Clostridioides (C.) difficile* (CDI) oder durch virale Infektionserreger entgegengewirkt werden.

1.4. Zielgruppen dieser Empfehlung

Die Zielgruppen der Empfehlung sind alle Berufsgruppen, die an der medizinischen Versorgung immunsupprimierter Patienten

Tab. 1 Risikogruppen (siehe Hinweise im Text, dynamisches Konzept)

Risikogruppe 1 (mittelschwere Immunsuppression/-defizienz)

- Granulozytopenie $<0,5 \times 10^9/L$; ($<500/\mu L$) voraussichtlich bis zu 10 Tage (analog Leukopenie $<1 \times 10^9/L$; $<1000/\mu L$), autologe Stammzelltransplantation bis drei Monate nach Tag 0 (Tag der Stammzellrückgabe),
- Mangel an CD4-positiven T-Helfer Zellen $<200/\mu L$ (cave: altersentsprechende Normwerte bei Kindern),
- autologe Stammzelltransplantation bis drei Monate nach intensiver Therapiephase.

Patienten, die mehr als ein Merkmal der unter Risikogruppe 1 aufgeführten Immunsuppression/-defizienz aufweisen, werden der 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 Makrophagen-Aktivierungssyndrom während einer intensiven immunsuppressiven Therapie,
- allogene Knochenmark- oder Stammzelltransplantation bis 6 Monate nach Abschluss der intensiven Therapiephase (wichtig: Ausmaß der 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 KMT/PBSCT 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 Hämato-Onkologen getroffen.

Tab. 2 Kategorien in der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (2010) [33]

Kategorie IA	Diese Empfehlung basiert auf gut konzipierten systematischen Reviews oder einzelnen hochwertigen randomisierten kontrollierten Studien.
Kategorie IB	Diese Empfehlung basiert auf klinischen oder hochwertigen epidemiologischen Studien und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen.
Kategorie II	Diese Empfehlung basiert auf hinweisenden Studien/Untersuchungen und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen.
Kategorie III	Maßnahmen, über deren Wirksamkeit nur unzureichende oder widersprüchliche Hinweise vorliegen, deshalb ist eine Empfehlung nicht möglich.
Kategorie IV	Anforderungen, Maßnahmen und Verfahrensweisen, die durch allgemein geltende Rechtsvorschriften zu beachten sind.

ten direkt oder indirekt beteiligt sind, v. a. Ärzte und die zuständigen medizinischen Fachgesellschaften, Pflegepersonal, Hygienefachpersonal, Physiotherapeuten, technisches Personal, der öffentliche Gesundheitsdienst, Angestellte der Krankenhausverwaltung, Ärzte des medizinischen Dienstes der Krankenkassen sowie Medizinstudierende und Auszubildende (z. B. in der Gesundheits- und Krankenpflege). Diese Empfehlung soll zudem orientierende Rahmenbedingungen für eine am Ziel der Infektionsprävention ausgerichtete Bauplanung von Stationen und Spezialambulanzen bereitstellen, in denen Patienten mit hochgradiger Immunsuppression behandelt werden.

1.5. Was ist neu an dieser Empfehlung?

Diese Empfehlung ersetzt die Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten“ von 2010. Sie

wurde im Interesse einer unkomplizierten Anwendbarkeit im Rahmen der Überarbeitung umstrukturiert. Anstelle einer propädeutischen Einleitung, die sich im Detail mit den verschiedenen Ursachen und Manifestationen der Immundefizienz (oder Immunsuppression) auseinandersetzt, wird auf entsprechende Fachliteratur verwiesen [11, 25–31]. Die KRINKO geht davon aus, dass bei denjenigen, die mit der medizinischen Behandlung immunsupprimierter Patienten verantwortlich beauftragt sind, gemäß ihrer Ausbildung das entsprechende Grundwissen vorhanden ist. Vor den Empfehlungen finden sich mitunter konkrete Hinweise zum Hintergrund, die jedoch aus Gründen der besseren Lesbarkeit bewusst kurzgehalten sind.

Im Mittelpunkt dieser Überarbeitung und Aktualisierung stehen die konkreten Empfehlungen zur Vermeidung von NI in Gesundheitseinrichtungen, die Patienten mit Immunsuppression behandeln [29]. Das in der Empfehlung von 2010 enthalte-

ne Kapitel 5 mit orientierenden Hinweisen zur Infektionsprävention während ambulanter Behandlungsphasen soll zur intensiveren Verbreitung und Nutzung in die bereits seit 2010 existierende Informationsbroschüre der Deutschen Leukämiehilfe und in Internet-basierte Ressourcen übertragen werden [32].

In dieser Empfehlung werden die Evidenzkategorien der KRINKO von 2010 [33] angewandt (Tab. 2). Da es zu einigen Empfehlungen keine wissenschaftliche Evidenz aus kontrollierten Studien gibt, findet sich nicht hinter jeder Empfehlung eine Kategorie.

Naturgemäß ergibt sich an vielen Stellen ein direkter Bezug zu anderen Empfehlungen der KRINKO in der jeweils aktuell gültigen Version, auf die im Literaturverzeichnis hingewiesen wird. Die primäre Aufgabe dieser Empfehlung ist die Ergänzung bereits bestehender KRINKO-Empfehlungen um spezielle Aspekte in Hinblick auf die medizinische Behandlung der hier im Mittelpunkt ste-

Infobox Begriffserklärung (im Rahmen des vorliegenden Dokuments)

Allogene Stammzelltransplantation: Das Transplantat besteht aus Blutstammzellen von einem anderen Menschen. Es wird entweder von einem Familienmitglied oder von einer fremden Person gewonnen.

Autologe Stammzelltransplantation: Das Transplantat besteht aus körpereigenen Blutstammzellen desselben Patienten. Diese werden aus dem peripheren Blut oder aus dem Knochenmark gesammelt, aufgearbeitet, dann eingefroren und dem Patienten zu einem späteren Zeitpunkt über eine Transfusion zurückgegeben.

Bakteriämie: Vorkommen lebensfähiger Bakterien im Blut; Nachweis eines bakteriellen Infektionserregers in der lege artis entnommenen Blutkultur.

Basishygienemaßnahmen: Maßnahmen, die im Kontakt zu allen Patienten (oder auch von den Patienten selbst) durchgeführt werden, um eine Übertragung von Infektionserregern auf Patienten und Personal zu verhindern und das Risiko einer nosokomialen Weiterverbreitung von Krankheitserregern zu reduzieren. Hierzu gehören vor allem die hygienische Händedesinfektion (HD) und der situationsbedingte Einsatz von speziellen Barrieremaßnahmen:

- Einmalhandschuhe bei der Möglichkeit der Kontamination der Hände mit Blut, Atemwegssekreten oder anderen Ausscheidungen des Patienten,
- Schutzkleidung (Patienten-bezogene Schürzen oder Kittel) bei besonders kontaminationsträchtigen Arbeiten (z. B. Pflege eines Patienten mit Diarrhoe oder Erbrechen),
- das Tragen einer Atemschutzmaske (z. B. FFP2 oder FFP3) bei Kontakt zu Patienten mit Infektionen, die durch Aerosole übertragen werden,
- einem medizinischen Mund-Nasen-Schutz (MNS) bei engem Kontakt zu einem Patienten mit einer Infektion, die durch Tröpfchen übertragen wird.

Zu den Basishygienemaßnahmen gehören z. B. auch die desinfizierende Reinigung kontaminierter Oberflächen und Gegenstände und die sachgemäße Aufbereitung von Medizinprodukten. Weitere Hinweise finden sich in der KRINKO-Empfehlung „Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten“ [2].

Blutstrominfektion: Nachweis eines Infektionserregers in der lege artis abgenommenen Blutkultur bei einem Patienten mit Infektionszeichen wie Fieber und ggf. weiteren klinischen und laborchemischen Manifestationen eines systemischen Inflammationssyndroms. Diese Bezeichnung ist unabhängig vom klinischen Schweregrad des Krankheitsbildes.

Fakultativ-pathogene Erreger: Erreger, die zur Auslösung von Infektionskrankheiten spezifische Voraussetzungen benötigen, wie Eröffnen des Zugangs zu normalerweise sterilen Körperbereichen z. B. durch Kathetersysteme bzw. Fremdkörper, und die auch bei fehlender Immunsuppression Infektionskrankheiten auslösen können.

Graft-versus-Host Disease (Transplantat-gegen-Wirt-Reaktion): Zellen des spezifischen Immunsystems des Spenders erkennen körpereigene Antigene des Empfängers als fremd und verursachen eine Immunreaktion, durch die der Empfängerorganismus Schaden nimmt. Hauptmanifestationsorte sind die Haut, die Schleimhaut und die Leber (bei chronischer GVHD auch die Lunge) des Empfängers. Die Kontrolle der GVHD, die nach WHO in vier Schweregrade eingeteilt wird, erfordert ggf. eine Intensivierung der medikamentösen Immunsuppression.

Schwere Graft-versus-Host Disease (Transplantat-gegen-Wirt-Reaktion): Bei einer schweren GVHD muss die Immunsuppression intensiviert werden, wodurch das Risiko schwerwiegender Infektionen deutlich erhöht wird [3]. Als schwere GVHD wird eine GVHD angesehen, wenn ein klinisches Kriterium der Schweregrade 3 oder 4 nach der internationalen Konsensusdefinition erfüllt ist [4].

Granulozytopenie (Engl. neutropenia; „Neutropenie“): Anzahl der neutrophilen Granulozyten im peripheren Blutbild $<0,5 \times 10^9/L$ oder Anzahl der Leukozyten $<1 \times 10^9/L$ bei fallender Tendenz, ohne dass ein Differentialblutbild verfügbar ist. Schwere (protrahierte) Granulozytopenie: Granulozytopenie, die länger als 10 Tage anhält.

Hochgradige Immunsuppression: Hochgradige Immunsuppression entsprechend oder analog zu den Risikogruppen 2 und 3 (siehe [Tab. 1](#)).

Induktionstherapie: Bei einer akuten Leukämie verdrängen bösartige Zellen die gesunden Zellen des Knochenmarks. Deshalb kommt es beispielsweise zu Infektionen und Blutungsneigung. In dieser Situation ist das vorrangige Therapieziel die kranken Zellen zu zerstören, damit sich die verdrängten gesunden Zellen erholen können. Dazu wird eine intensive Chemotherapie eingesetzt. In der Regel sind hierzu mehrere Zyklen notwendig. Die zur Erreichung einer Remission verabreichte Chemotherapie wird Induktionstherapie genannt, während Chemotherapien in der Remission in der Regel als Konsolidierungstherapie bezeichnet werden. Des Weiteren ist bei Patienten mit solider Organtransplantation zum Zeitpunkt der Transplantation eine intensiviert Immunsuppression (z. B. mit Antithymozytenglobulin oder Basiliximab) erforderlich. Diese Behandlung wird auch als Induktionstherapie bezeichnet und hat in Hinblick auf das Ausmaß der Immunsuppression der jeweiligen Patienten erhebliche Bedeutung.

Isolierzimmer: Als Einzelzimmer nutzbares Zimmer mit eigenem Sanitärbereich (Dusche und Toilette), HDM-Spendern und einem ausreichend groß dimensionierten Eingangsbereich, in dem Kittel, Handschuhe und MNS angelegt und vor Verlassen des Zimmers entsorgt werden können [2].

Neutropenie-Diät: Explizite Vermeidung jeglicher Nahrungsmittel, die über eine Kontamination mit und Übertragung von fakultativ pathogenen oder opportunistischen Mikroorganismen Infektionen bei immunsupprimierten Patienten auslösen können [5–7].

Obligat-pathogene Erreger: Erreger, die bei fehlender spezifischer Immunität auch bei gesunden Personen Infektionskrankheiten auslösen.

Opportunistisch-pathogene Erreger: Erreger, die nahezu ausschließlich bei Einschränkung des Immunsystems Infektionskrankheiten auslösen.

Sepsis: Lebensbedrohliche Organ dysfunktion aufgrund einer inadäquaten Wirtsantwort auf Infektionen [1, 8–10].

henden Patientenpopulation. Trotzdem werden an einigen Stellen besonders wichtige Maßnahmen hervorgehoben, die sich auch in anderen KRINKO-Empfehlungen wiederfinden.

2. Empfehlungen

2.1. Prävention

2.1.1. Schulung aller Mitarbeiter

Die Kommission empfiehlt:

- für alle Mitarbeitenden des Behandlungsteams regelmäßig Schulungen zur Prävention und Kontrolle von nosokomialen Infektionen **bei Patienten mit Immunsuppression** durch-

zuführen (ohne Kat.). Dabei geht es um die Vermittlung von Wissen und von konkreten praktischen Fähigkeiten gemäß der vor Ort vereinbarten Standards.

- kritische Tätigkeiten, wie z. B. die Erhaltungspflege von Gefäßkathetern und anderen Devices dürfen nur von Personal selbständig ausgeführt werden, das ausreichend geschult ist [34] (Kat. IV).

- Schulungen anhand von Beispielen aus dem klinischen Alltag in kleinen Gruppen mit praktischen Übungen zu kombinieren und dabei das Hygienefachpersonal einzubeziehen (ohne Kat.).

2.1.2. Schulung der Patienten und ihrer Angehörigen

Viele Patienten und deren enge Begleitpersonen wollen durch allgemeine Information, gezielte Beratung und praktische Anleitung aktiv in die Infektionsprävention einbezogen werden [35–38]. Hochgradig immunsupprimierte Patienten werden häufig stationär aufgenommen, ggf. auch über längere Zeit stationär behandelt oder stellen sich im Rahmen ihrer Behandlung häufig in Spezialambulanzen oder Tageskliniken vor. Hier ergibt sich eine Kontinuität der Interaktion mit dem medizinischen Personal, die immer wieder auch dazu genutzt werden kann, grundlegende Strategien der Basishygiene zu vermitteln und nachdrücklich einzufordern. Ohne eine kontinuierlich-aktive Anleitung wird die HD von Patienten und Besuchern zu selten durchgeführt; mit ihr und durch die Bereitstellung von Händedesinfektionsmittel-Spendern (HDM-Spender) (z. B. auch im Eingangsbereich des Krankenhauses, der Station oder Spezialambulanz) kann z. B. die Händedesinfektionsrate von Patienten und Besuchern erhöht werden [39–42]. Aufgrund des intensiven Kontakts zu den Patienten und deren engen Begleitpersonen kommt dem Pflegefachpersonal erfahrungsgemäß bei der Information und Anleitung von Patienten und Angehörigen in Hinblick auf Maßnahmen der Basishygiene eine herausragende Bedeutung zu. Patienten, die vom medizinischen Personal grundsätzlich dazu aufgefordert werden, sind eher dazu bereit, das Personal auf Lücken in der Prävention hinzuweisen (z. B. HD des Personals oder Desinfektion eines Dreiwegehahns am zentralen Gefäßkatheter vor der Manipulation) [41, 43, 44]. Bei der Einbeziehung und praktischen Anleitung der Patienten sind Hindernisse vorauszusehen und zu überwinden, die auf Sprachbarrieren oder ein mangelndes Gesundheitswissen zurückgehen. Wenn möglich sollte eine professionelle Übersetzung gewährleistet sein. Stringente und nachvollzieh-

bare Erklärungen und Verhaltensregeln sollten mit einfachen Worten kommuniziert werden. Den Patienten, bei denen im Verlauf der Therapie eine Granulozytopenie zu erwarten ist oder eine solche bereits besteht, ist zu erläutern, was eine Granulozytopenie ist und warum sie das Risiko von Infektionen erhöht. Die Patienten müssen wissen, wie Fieber definiert ist, wie die Temperatur gemessen werden soll und was genau sie tun sollen, wenn Fieber auftritt. Konkrete Informationen und Verhaltensregeln (zu allen Aspekten dieses Abschnitts) sind Voraussetzung für ein angemessenes Verhalten in ambulanten Therapiephasen [45–47]. Widersprüchliche Kernaussagen unterschiedlicher Mitglieder des Behandlungsteams sind zu vermeiden; ggf. bestehende Meinungsunterschiede im Team sollten nicht beim Patienten „abgelegt werden“, möglichst „mit einer Stimme sprechen“ [29, 48, 49].

Die Kommission empfiehlt:

- Patienten (sowie auch Angehörige, Besucher und Begleitpersonen) im Rahmen ihrer jeweiligen Möglichkeiten als Partner in die Infektionsprävention und -kontrolle aktiv einzubeziehen (ohne Kat.). Dies erfordert planvolle und nachhaltige Bemühungen des gesamten Behandlungsteams [26, 49].
- schon beim ersten Kontakt nach Diagnosestellung auf die besondere Bedeutung der Hände bei der Übertragung von Krankheitserregern hinzuweisen [50–52] (Kat. IB).
- die wichtigsten Indikationen sowie die korrekte Durchführung der Händedesinfektion (zu Hause des Händewaschens) zu erläutern und zu demonstrieren [53–56] (siehe KRINKO-Empfehlung „Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ [53, 54] (ohne Kat.)).
- im weiteren Verlauf der Behandlung komplexere Themen der Infektionsprävention gezielt anzusprechen, wie z. B. Strategien zur Vermeidung Lebensmittel-assoziiertes Infektionen [57–59], ggf. die Prävention von Infektionen, die im Kontakt zu Haus- und Nutztieren übertragen werden können (Anamnese!) [60–62], oder auch welche Impfungen bei Angehörigen

oder engen Kontaktpersonen zu empfehlen sind [63] (Kat. II).

- insofern sie zur Anwendung kommen: zu erläutern, *warum* bestimmte über die Basishygiene hinausgehende Maßnahmen (z. B. Tragen von MNS, Kontaktisolierung, protektive Isolierung) erforderlich sind und aus welchen Einzelkomponenten sie sich zusammensetzen (siehe Abschn. 2.1.9 bzw. 2.1.13) (ohne Kat.). Dies vermeidet erfahrungsgemäß Konflikte und verbessert die Adhärenz.

Wenn Patienten oder deren betreuende Angehörige in Maßnahmen der Behandlungspflege einbezogen werden, **empfiehlt die Kommission:**

- sie nach einem für alle in der Abteilung geltenden Standard einzuarbeiten, wie dies auch mit neuen Mitarbeitern des Behandlungsteams geschieht (ohne Kat.).
- diese Einarbeitung sorgfältig zu dokumentieren (ohne Kat.).

Dies kann zum Beispiel die Erhaltungspflege von (dauerhaft implantierten) zentralen Venenkathetern in ambulanten Therapiephasen betreffen [64–68]. Ziel von Schulungsmaßnahmen des Patienten (bzw. seiner Angehörigen) sollte sein, dass kritische Maßnahmen der Erhaltungspflege an Gefäßkathetern (zum Beispiel der Verbandswechsel oder das Spülen des Katheters) eigenverantwortlich durchgeführt werden können [69–71].

Grundsätzlich dürfen diese Standards den Patienten und seine Angehörigen nicht überfordern. Nicht bei allen Patienten (Familien) ist eine solche Einbeziehung möglich und sinnvoll.

Zur Unterstützung der Aufklärung und aktiven Einbeziehung von Patienten empfiehlt die Kommission:

- die wichtigsten Themenschwerpunkte und deren konkrete Ausformulierung gemeinsam im Team (mit dem Hygienefachpersonal) zu diskutieren und festzulegen (ohne Kat.).
- z. B. Broschüren oder auch einfache Handouts zur Basishygiene und weiteren Themen nach Möglichkeit in der jeweiligen Sprache der Patienten bereitzustellen und Piktogramme

- oder visuelle Unterstützungsmöglichkeiten zu nutzen [42] (ohne Kat.).
- bei der Neuentwicklung von Informationsmaterialien nach Möglichkeit Patientenvertreter mit einzubeziehen (ohne Kat.).
- ggf. auf geeignete (zum Beispiel von medizinischen Fachgesellschaften bereitgestellte bzw. geprüfte) Online-Ressourcen für Patienten zu verweisen [32, 72–74] (ohne Kat.).

2.1.3. Anforderungen an die Besucherregelung

Auch bei immunsupprimierten Patienten im stationären Umfeld sind soziale Kontakte zwischen Patienten, Angehörigen und Besuchern im Interesse der Patienten zu fördern und zu ermöglichen um sozialer Isolation, Depressionen und Rückzugstendenzen auf Seiten der Patienten aktiv entgegenzuwirken. Andererseits dürfen Besucher nicht an einer übertragbaren Infektionskrankheit leiden (oder sich nach einer entsprechenden Exposition wissentlich in der Inkubationszeit befinden) und sollen grundlegende Maßnahmen der Basishygiene im Umgang mit den Patienten konsequent beachten. Je offener die Kommunikation zwischen Behandlungsteam, Patienten und Angehörigen über diese Thematik ist, desto eher werden die Patienten bzw. die Angehörigen (z. B. die Eltern) sich vorab erkundigen, ob ein Besuch vor dem Hintergrund einer möglichen Ansteckung angemessen ist oder nicht. Ein orientierendes klinisches Screening auf Infektionszeichen aller Kinder vor Betreten der Station kann Teil einer Besucherregelung sein, der infektionspräventive Nutzen ist aber nicht gesichert. Wenn die Angehörigen und Patienten verstanden haben, wie sie sich verhalten sollen und gelernt haben, das Behandlungsteam bei offenen Fragen niedrigschwellig zu konsultieren, ist ein solches Screening außerhalb der Risikogruppen 2 und 3 (siehe [Tab. 1](#)) nicht zwingend erforderlich. Bei Säuglingen, die eine Lebendimpfung gegen Rotaviren erhalten haben, sollten in den darauf folgenden zwei Wochen enge Kontakte zu hochgradig immunsupprimierten Patienten vermieden werden (wenn nicht vermeidbar: Einmalhandschuhe und HD beim bzw. nach dem Windelwechseln).

Die Kommission empfiehlt:

- eine Besucherregelung, auf die im Einzelfall unmittelbar verwiesen werden kann, mit der ärztlichen und pflegerischen Leitung der Station oder Abteilung verbindlich festzulegen (ohne Kat.).
- Besucher in die HD und ggf. auch in weitere Aspekte der Basishygiene und Infektionsprävention einzuweisen (s. KRINKO-Empfehlung „Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ [53, 54]) (ohne Kat.).
- Besucher auszuschließen, die an einer möglicherweise übertragbaren kontagiösen Infektion erkrankt sind (als Leitsymptome genannt werden z. B. Fieber, starke Erkältung, Husten, Konjunktivitis, unklares Exanthem, Diarrhoe, Erbrechen) (ohne Kat.).
- bei Anzeichen einer milden Atemwegsinfektion im Sinne einer Rhinitis und bei Herpes labialis dem Besucher einen MNS zu tragen (zusätzlich zur sorgfältigen HD) [2, 75] (Kat. II).
- dass bei Patienten, die sich in der Risikogruppe 2 und 3 befinden (siehe [Tab. 1](#)), Besucher auch dann ausgeschlossen werden, wenn sie nur milde Symptome einer Atemwegsinfektion haben (ohne Kat.).
- auch Kinder – ihrem Alter und ihrer Entwicklung angemessen – in die HD einzuweisen, wobei dabei in der Regel bis ins Schulalter eine direkte Beaufsichtigung und manuelle Assistenz erforderlich sind (ohne Kat.).

Bei den folgenden Maßnahmen fehlt die wissenschaftliche Evidenz für einen infektionspräventiven Nutzen. **Daher spricht die Kommission (außerhalb von entsprechenden Behandlungssituationen bzw. speziellen infektionsepidemiologischen Gründen in der Gesamtbevölkerung) in der Risikogruppe 3 [76] keine Empfehlung (Kat. III) aus für**

- Besucherkittel für alle Besucher.
- MNS für alle Besucher (Ausnahme s. 2.1.5.2; selbstverständlich bleiben jeweils aktuelle Präventionsmaßnahmen im Rahmen der COVID-19-Pandemie davon unberührt).
- Einmalhandschuhe für alle Besucher [77].

2.1.4. Immunprophylaxe

Die aktive und passive Immunisierung immunsupprimierter Patienten ist Gegenstand aktueller Empfehlungen der hierfür vom Infektionsschutzgesetz mandatierten Ständigen Impfkommission (STIKO) beim Robert Koch-Institut [63, 78, 79] und medizinischer Fachgesellschaften [80]. Arbeitgeber im Gesundheitswesen sind berechtigt, den Impfstatus ihrer Mitarbeiter zu erheben und diese Daten dazu zu „... nutzen, um über die Begründung eines Beschäftigungsverhältnisses oder über die Art und Weise einer Beschäftigung zu entscheiden“. Da einige leicht übertragbare impfpräventable Erkrankungen insbesondere immunsupprimierte oder immundefiziente Patienten vital gefährden können (z. B. Masern, Varizellen, Influenza), sollen sich die ärztliche und pflegerische Leitung, die Krankenhaushygiene und der betriebsärztliche Dienst gemeinsam intensiv darum bemühen, dass möglichst alle nicht immunen Mitarbeitenden des Behandlungsteams gegen diese Erkrankungen geimpft werden [81–83]. Dies zu gewährleisten ist eine wichtige Aufgabe der Krankenhausadministration [84]. Unabhängig davon wird auf den am 01.03.2020 in Kraft getretenen § 20 Abs. 8 des IfSG hingewiesen (Pflicht zum Nachweis einer Immunität gegen Masern) [83].

Die Kommission empfiehlt:

- dass die behandelnden Ärzte beim Patienten selbst (in Abhängigkeit von der aktuellen Therapiesituation und vom Ausmaß der Immunsuppression) und bei seinen Angehörigen (engen Kontaktpersonen) auf eine vollständige Immunisierung nach den entsprechenden STIKO-Empfehlungen aktiv hinwirken (ohne Kat.).
- einen vollständigen Impfschutz insbesondere zur Prävention nosokomialer Infektionen (inklusive der jährlichen Influenzaimpfung) bei medizinischem Personal (alle Berufsgruppen!), das in engem Kontakt zu immunsupprimierten Patienten tätig ist [85–90] (Kat. IB).

Bei Personal mit engem Patientenkontakt (Kontakt- und Tröpfcheninfektion), welches nicht gegen Influenza geimpft ist, sollten von der Hygienekommission zu-

sätzliche Maßnahmen geprüft werden, um das Übertragungsrisiko zu minimieren (z. B. Tragen eines MNS zusätzlich zur HD und weiteren Maßnahmen der Basis-hygiene) (ohne Kat.).

2.1.5. Basishygienemaßnahmen

2.1.5.1. Händehygiene

Die hygienische HD ist die wichtigste Maßnahme zur Prävention von NI; ohne eine angemessene HD sind die Hände des Personals nachweislich mit pathogenen Mikroorganismen verunreinigt [91].

Die Adhärenz bei der HD ist auf Stationen, die immunsupprimierte Patienten betreuen, oft vergleichsweise hoch [92–94]. Allerdings desinfizieren Mitarbeitende ihre Hände auch hier häufiger nach einem Patientenkontakt als davor (z. B. vor einer aseptischen Tätigkeit [94]). In einer Studie einer Stammzelltransplantations-Einheit erhöhte die Genehmigung zur Desinfektion behandschuter Hände insbesondere die Adhärenz vor aseptischen Tätigkeiten. Die Inzidenzdichte schwerer Infektionen² nahm ab (von 6,0 auf 2,5/1000 Patiententage, statistisch nicht signifikant), die Übertragungsrate von multiresistenten Erregern (MRE) (MRSA, ESBL-bildende gramnegative Erreger, VRE) blieb unbeeinflusst [95]. Um einen hohen Standard aufrecht zu erhalten, erscheint die Teilnahme an der **Aktion Saubere Hände** (oder die lokale Umsetzung eines vergleichbaren Konzeptes) ausgesprochen sinnvoll [55]. HDM-Spender sollten auch im Eingangsbereich der entsprechenden Stationen und Ambulanzen installiert sein, damit die erste HD bereits beim Betreten des Bereichs erfolgen kann [39–41].

Die Kommission empfiehlt:

- das gesamte Behandlungsteam in Bezug auf die Umsetzung der Empfehlungen der KRINKO zur Händehygiene sorgfältig und regelmäßig zu schulen, zu trainieren und zu supervidieren (Kat. IA/IB, siehe KRINKO-Empfehlung „Händehygiene in Ein-

richtungen des Gesundheitswesens“ [53, 54]).

- Stationen, auf denen immunsupprimierte Patienten behandelt werden sowie auch Spezialambulanzen für Immunsupprimierte in ausreichender Anzahl mit patientennah verfügbaren, fest installierten HDM-Spendern auszurüsten (Kat. IA/IB, siehe KRINKO-Empfehlung „Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ [53, 54]).

2.1.5.2. Patientenbezogene Schutzkleidung, Bereichskleidung

Die Kommission empfiehlt:

- bei Tätigkeiten, bei denen die Dienstkleidung durch engen Kontakt zum Patienten mit Blut, Stuhl, Urin oder Sekreten kontaminiert werden könnte, das Tragen von geeigneter Schutzkleidung (z. B. Schürzen, Kittel) ausschließlich patientenbezogen zur Eindämmung bestimmter übertragbarer Infektionserreger sowie generell bei der Pflege von Patienten mit Diarrhoe bzw. Erbrechen oder großflächigen Wunden (in diesem Kontext wird ausdrücklich auf die KRINKO-Empfehlung „Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten“ verwiesen [2, 96]) (ohne Kat.).
- das Tragen von Arbeitskleidung (keiner Privatkleidung) durch medizinisches Personal mit Pflegekontakt, welche vom Arbeitgeber sachgerecht aufbereitet wird [2] (ohne Kat.).
- zusätzlich für das Personal und Angehörige den Einsatz keimarmer patientenbezogener Schutzmittel bei engem Kontakt zu Patienten, die zur Risikogruppe 3 (siehe [Tab. 1](#)) gehören und daher protektiv isoliert werden [76] (Kat. II).
- den Einsatz von MNS bei der protektiven Isolierung in Risikogruppe 3 (siehe [Tab. 1](#)) und zur gezielten Prävention von Tröpfcheninfektionen (ohne Kat.).

Mitarbeitende, die selbst an einer akuten Infektion erkrankt sind, sollen nicht im engen Kontakt zu immunsupprimierten Patienten eingesetzt werden [97]. Dabei ist

auch zu bedenken, dass Virusinfektionen der Atemwege, die bei ansonsten Gesunden in der Regel harmlos und selbstlimitierend verlaufen, bei Immunsupprimierten eine potenziell lebensbedrohliche Infektion auslösen können [98–100]. Zudem scheiden immunsupprimierte Patienten nach einer Ansteckung mit Erregern viraler Atemwegsinfektionen die Erreger über einen deutlich längeren Zeitraum asymptomatisch aus [101–103], so dass bei ihnen mitunter Maßnahmen zur Prävention von Übertragungen (Kontakt und Tröpfchen) über mehrere Wochen erforderlich sind.

Bei einer saisonal bedingten deutlich erhöhten Inzidenz von Atemwegsinfektionen in der Allgemeinbevölkerung (z. B. aktuell erhöhte Rate an stationären Aufnahmen von Patienten mit Influenza oder mit Respiratory Syncytial Virus Infektion (RSV) [104–108]) und in der akuten Phase nach Stammzelltransplantation kann das grundsätzliche Tragen eines MNS durch das Behandlungsteam und Besucher (bei jedem Patientenkontakt) von Nutzen sein [103, 109, 110]. Dies gilt analog in der onkologischen Ambulanz/im Wartebereich der Ambulanz [111]. Für eine der Situation angemessene und anpassungsfähige Strategie in Hinblick auf die Frage, ob generell bei engem Kontakt zum Patienten durch das Behandlungsteam und Besucher ein MNS getragen werden sollte, ist eine enge Kooperation und Abstimmung mit der Krankenhaushygiene und der Infektionsdiagnostik (aktuelle Zahl der Nachweise von Influenza bzw. RSV bei Patienten der gesamten Klinik) entscheidend.

2.1.6. Antiseptische Ganzkörperwaschungen

In den letzten Jahren wird insbesondere auf Intensivstationen und perioperativ eine Ganzkörperwaschung mit Chlorhexidin (CHX)- oder Octenidin-haltigen Waschlösungen bzw. mit fertig hierfür konfektionierten Waschtüchern als grundlegende Maßnahme der Infektionsprävention propagiert [112]. Dabei wird neben der Prävention von NI (z. B. Blutstrominfektionen, postoperative Wundinfektionen) auch die Senkung der Übertragungswahrscheinlichkeit bestimmter multiresistenter Infektionser-

² Hier: Blutstrominfektionen (health care-associated bloodstream infection; HABS) und Pneumonien (hospital-acquired pneumonia; HAP).

reger angestrebt [113–115]. Nach einer aktuellen Erhebung der European Society for Blood and Marrow Transplantation (EBMT) setzen 31 % von 109 teilnehmenden Stammzell-Transplantationszentren diese Maßnahme regelhaft ein [116]. Die KRINKO hat bisher außerhalb der MRSA-Dekolonisierung [117] diese Maßnahme nur dann empfohlen, wenn nach Einschätzung der behandelnden Ärzte und der Krankenhaushygieniker andere Präventionsmaßnahmen nicht ausreichen [64–66, 118, 119]. Die bisher vorliegenden Studien zum Einsatz der Ganzkörperwaschung bei Immunsupprimierten reichen für eine eindeutige Empfehlung nicht aus [112, 120, 121]. In der häufig zitierten Studie von Climo et al. gab es nur eine teilnehmende Klinik für Stammzelltransplantation; deren Ergebnisse sind in dieser Studie nicht separat ausgewiesen (nur in Abb. 2 ohne statistische Angaben) [122]. Diese Studie steht weiterhin aufgrund möglicher Interessenskonflikte in der Kritik [123]. In der Patientengruppe mit Ganzkörperwaschung wurde v. a. die Inzidenz dichte Gefäßkatheter-assoziiertes Infektionen durch Koagulase-negative Staphylokokken (CoNS) reduziert, was auch durch die konsequente Umsetzung von Präventionsbündeln möglich ist [64–66, 119]. Während der Studie wurde das entsprechende Produkt (CHX-Waschtücher) vorübergehend vom Markt genommen, weil es mit *Burkholderia cepacia* kontaminiert war. Die fehlende Wirksamkeit von CHX gegen bestimmte gramnegative Infektionserreger kann entsprechende Ausbrüche begünstigen [124]. Auch das in Deutschland alternativ eingesetzte Antiseptikum Octenidin weist hier Wirkungslücken auf [125–127].

In die ABATE-Studie von Huang et al. wurden in die Kontrollgruppe und in die Gruppe mit CHX-Ganzkörperbehandlung jeweils 4730 bzw. 5800 onkologische Patienten (außerhalb der akuten Stammzelltransplantation) aufgenommen. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied in Hinblick auf die primären Endpunkte (klinische Kulturen für MRSA oder VRE sowie Inzidenz von Blutstrominfektionen). Wahrscheinlich befanden sich onkologische Patienten mit zentralem Venenkatheter in der Subgruppe mit Devices, für die in der Post-hoc Analyse ein Vorteil ge-

zeigt werden konnte. Es bleibt jedoch unklar, ob gegenüber dem im ABATE Trial umgesetzten Studiendesign eine Fokussierung der CHX-Ganzkörperwaschung allein auf onkologische Patienten mit zentralem Venenkatheter (ZVK) einen Nutzen hat [115]. Bestimmte Device-assoziierte Infektionen sowie auch die Bakteriurie und Candidurie treten bei Männern mit Blasenkatheeter [128] bzw. bei Patienten mit CHX-Ganzkörperwaschung seltener auf [129]. Das kann auch dadurch bedingt sein, dass in dieser Studie sowohl alle Hautdefekte und Wunden, als auch die ersten 15 cm jedes Katheters in die CHX-Behandlung einbezogen werden (siehe z. B. das Instruktionsvideo der ABATE Studie <https://vimeo.com/164608558> [115] und Abschn. 2.1.1). Sollten CHX-Ganzkörperbehandlungen zum Einsatz kommen, kann sich hierdurch in vitro die CHX-Empfindlichkeit grampositiver Infektionserreger in der entsprechenden Patientenpopulation vermindern [130, 131]. Die klinische Bedeutung dieser Beobachtung ist bislang noch ungeklärt.

Die KRINKO kann aufgrund der bislang unzureichenden Evidenz bei immunsupprimierten Patienten eine antiseptische Ganzkörperwaschung weder empfehlen noch ablehnen (Kat. III).

2.1.7. Reinigung und Desinfektion

Zu diesem Thema wird auf die KRINKO-Empfehlungen zu den „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen [132]“, „Infektionsprävention zur Pflege von Patienten mit übertragbaren Krankheiten“ [2, 96] und die Erreger-spezifischen KRINKO-Empfehlungen „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen“, „Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen“, „Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multi-resistenten gramnegativen Stäbchen“ und „Hygienemaßnahmen bei *Clostridioides difficile*-Infektion (CDI)“ in ihrer jeweils gültigen Fassung [117, 133–135] und auf aktuelle Sekundärliteratur verwiesen [136–138].

Die Kommission empfiehlt:

- die Umsetzung der oben zitierten Anforderungen an die Reinigung und Desinfektion von Flächen in ein übergeordnetes Qualitätsmanagementkonzept zu integrieren, das vom Krankenhaushygieniker oder dem für die Hygiene zuständigen Personal überprüft und freigegeben wurde [139, 140] (ohne Kat.).
- bereichsspezifisch nachgewiesenermaßen geschultes Reinigungspersonal, das Anweisungen des Behandlungsteams unmittelbar verstehen und umsetzen kann, in angemessener Stundenzahl zur Verfügung zu stellen (ohne Kat.). Dies ist erforderlich, um die hohen und ggf. rasch wechselnden Anforderungen in solchen Hochrisikobereichen der stationären Patientenversorgung angemessen erfüllen zu können.

2.1.8. Anteil und Ausstattung von Zimmern zur Isolierung

Die Kommission empfiehlt:

- aufgrund des insgesamt deutlich erhöhten und zunehmenden Bedarfs an Isolierzimmern auf einer Station, die hochgradig immunsupprimierte Patienten betreut [141–150], mind. 50 % der Zimmer so auszustatten, dass sie zur Isolierung genutzt werden können: als Einzelzimmer nutzbares Zimmer mit eigenem Sanitärbereich (Dusche und Toilette), HDM-Spendern und einem ausreichend groß dimensionierten Zugangsbereich, in dem Kittel, Handschuhe und MNS angelegt und vor Verlassen des Zimmers entsorgt werden können [2] (Kat. II).

2.1.9. Protektive Isolierung

Die Kommission empfiehlt:

- granulozytopenische Patienten der Risikogruppen 1 und 2 (■ Tab. 1) bei sorgfältiger Beachtung der Basishygienemaßnahmen in einem Ein- oder Zweibettzimmer mit eigenem Sanitärbereich unterzubringen, jedoch nicht in größeren Einheiten (drei oder mehr Patienten pro Zimmer) (ohne Kat.). Da in der pädiatrischen Hämato-Onkologie im Regelfall ein Elternteil (eine Begleitperson) mit aufgenommen wird, sollen Kranken-

zimmer zumindest so dimensioniert sein, dass neben dem Bett des Patienten ein Klappbett aufgestellt werden kann, ohne dass die Pflege des Kindes (v. a. im Nachtdienst) hierdurch unverhältnismäßig erschwert wird oder zusätzliche Übertragungsrisiken entstehen.

- Patienten der Risikogruppe 3 (siehe **Tab. 1**) in einem Einzelzimmer mit eigenem Sanitärbereich unterzubringen [76] (zu den Anforderungen an die Raumluft siehe Abschn. 2.1.13) (ohne Kat.).

2.1.10. Isolierung bei Besiedlung oder Infektion mit übertragbaren Erregern

Negativen Auswirkungen einer Einzelzimmerisolierung auf die Qualität der medizinischen und psychosozialen Behandlung soll das Behandlungsteam durch eine angemessene Personalausstattung und ggf. auch apparative Überwachung (Zentralmonitore, Gegensprechanlagen), durch aufsuchende Unterstützung von Seiten der psychosozialen Mitarbeiter sowie durch die Verfügbarkeit elektronischer Unterhaltungs- und Kommunikationsmedien (Internet usw.) am Patientenbett aktiv entgegenwirken [151]. Kein Patient darf aufgrund einer Besiedlung oder Infektion oder der Notwendigkeit einer protektiven Isolierung eine qualitativ schlechtere medizinische Überwachung oder Behandlung erhalten. Bezüglich MRGN, VRE und zu MRSA wird auf die KRINKO-Empfehlungen „Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen“, „Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen“ und „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen“ verwiesen [117, 133, 134, 152].

Biehl et al. führten eine prospektive Studie in den hämatologisch-onkologischen Abteilungen an vier deutschen Universitätskliniken durch [92]. Untersucht wurde die Aufnahmeprävalenz ei-

ner Besiedlung durch 3MRGN³ *E. coli* sowie die nosokomiale Transmission und das Auftreten von Bakteriämien durch die zuvor besiedelnden Erregerisolate. Dabei wurden jeweils zwei Kliniken miteinander verglichen: In zwei Kliniken wurden mit 3MRGN *E. coli* besiedelte Patienten nach Möglichkeit in einem Einzelzimmer betreut, in den anderen beiden Kliniken nicht. In dieser insgesamt massiv mit Antibiotika vorbehandelten Patientenpopulation lag die Aufnahmeprävalenz für 3MRGN bei 7,7 bzw. 7,5 %. Der Anteil von mit 3MRGN kolonisierten Patienten war somit in der Hämatologie-Onkologie etwas höher als in Studien, die alle Aufnahmen von Universitätsklinika untersucht haben [92, 153, 154]. In der o. g. Studie waren sowohl nosokomiale Transmissionen als auch Blutstrominfektionen durch 3MRGN *E. coli* extrem selten (zusammen 1,59 % ohne Isolierung bzw. 1,01 % mit Isolierung) und wurden durch Einzelzimmerisolierung nicht signifikant beeinflusst [92]. Auch in einer systematischen Literaturanalyse fand die gleiche Arbeitsgruppe eine niedrige Inzidenz von sekundären Blutstrominfektionen (BSI) nach einer Besiedlung durch ESBL-bildende Enterobacterales [155]. In einer italienischen Multicenterstudie wurden jedoch höhere BSI-Raten bei besiedelten hämato-onkologischen Patienten gefunden (15,6 % für ESBL-Bildner und 14,1 % für Carbapenem-resistente gramnegative Infektionserreger [156]).

Die Kommission empfiehlt:

- Patienten, die mit Infektionserregern infiziert sind oder diese asymptomatisch ausscheiden (kolonisiert sind), nach ärztlicher Risikoanalyse in einem als Einzelzimmer nutzbarem Zimmer nach schriftlich festgelegten Hygienestandards zu isolieren, die sich aus dem Übertragungsweg des jeweiligen Erregers ergeben (siehe hierzu die KRINKO-Empfehlungen „Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten“, „Empfehlungen zur Prävention

und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen“, „Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen“, „Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen“ und „Hygienemaßnahmen bei *Clostridioides difficile*-Infektion (CDI)“ [2, 96, 117, 133–135].

- keine grundsätzliche Einzelzimmerisolierung für erwachsene hämatologisch-onkologische Patienten, die mit 3MRGN *E. coli* besiedelt (oder infiziert) und in der Lage sind, Maßnahmen der Basishygiene konsequent umzusetzen⁴ [92] (Kat. II).
- in der Risikogruppe 2 (siehe **Tab. 1**) vor einer Kohortierung von Patienten mit dem gleichen Erreger eine ärztliche Risikoanalyse, ob der Kohortierung bei den individuellen Patienten andere infektionspräventive Aspekte entgegenstehen (ohne Kat.).
- dass in Abteilungen, die auf die Behandlung von Patienten mit Immunschwäche spezialisiert sind, mindestens ein Zimmer verfügbar sein sollte, das durch einen Schleusenbereich (zwei Türen) vom Rest der Station abgegrenzt ist und durch eine entsprechende raumlufttechnische Ausstattung (Senke im Schleusenbereich mit suffizientem Luftvolumen) die Isolierung von Patienten mit aerogen übertragbaren Infektionskrankheiten (z. B. Varizellen, Masern) zulässt [2] (ohne Kat.). Die Unterbringung solcher Patienten in einer ausgewiesenen Infektionsabteilung der gleichen Klinik ist ebenfalls akzeptabel, wenn dort die medizinische Überwachung und Behandlung der Grunderkrankung in gleicher Qualität gewährleistet werden kann (ohne Kat.).
- Patienten (und deren engen Kontaktpersonen) keinen freien Zugang zu Gemeinschaftsräumen (z. B. zur

³ Resistenz gegen Cephalosporine der Gruppe III bzw. (bei 3MRGN) auch gegen Fluorchinolone.

⁴ Für 3MRGN-Isolate anderer Spezies liegen vergleichbare Untersuchungen nicht vor, so dass hier weiterhin eine Kontaktisolierung in Hochrisikobereichen empfohlen wird.

Stationsküche) zu gewähren, solange sie an einer übertragbaren Erkrankung leiden oder einen übertragbaren Krankheitserreger asymptomatisch ausscheiden (kolonisiert sind) und aus diesem Grund isoliert werden (ohne Kat.).

- bei pädiatrischen Patienten stationär mit aufgenommenen Eltern/engen Kontaktpersonen gemeinsam mit dem Kind zu isolieren [157]. Dies gilt insbesondere auch für Patienten, die mit MRSA, VRE oder 3 bzw. 4MRGN besiedelt sind (ohne Kat.).

Mit dem Patienten isolierte enge Kontaktpersonen sollen innerhalb des Isolierbereichs v. a. Maßnahmen der Basishygiene umsetzen (HD, Schutzkittel bei engem Pflegekontakt, z. B. beim Waschen, zusätzlich saubere Einmalhandschuhe beim Wechseln der Windel etc.). Vor dem Verlassen des Zimmers sind die Hände zu desinfizieren. In einigen Kliniken hat es sich bewährt, dass diese Eltern ggf. *außerhalb des Isolierzimmers* einen Kittel (und je nach Erreger auch einen MNS) tragen, sofern sie die Station nicht sofort verlassen.

2.1.11. Prävention von Infektionen, die durch kontaminierte Lebensmittel übertragen werden

Prinzipiell muss unterschieden werden zwischen:

1. einer ambulanten Versorgungssituation (die Patienten essen zuhause oder außerhalb der Gesundheitseinrichtung). Hier gelten allgemeine Basisregeln der Lebensmittelhygiene, die immunsupprimierten Patienten bekannt sein und von ihnen und ihren Angehörigen konsequent beachtet werden sollten [57–59]. Hierzu bedürfen die Patienten und ihrer Familien einer gezielten und strukturierten Beratung (siehe Abschn. 2.1.2 und [Tab. 5](#)).
2. der Krankenhausküche, für die besondere Anforderungen (gesetzliche Regelungen und Kontrollen) nach dem HACCP-Konzept gelten [158]. Infektionspräventive Vorsichtsmaßnahmen bei der Lebensmittelherstellung, Lagerung und Verteilung durch den Krankenträger („Krankenhauskost“) gelten für alle Patienten-

gruppen und sind nicht Gegenstand dieser Empfehlung.

3. der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln in einer **Stationsküche mit Zugang für Patienten und Angehörige** (pädiatrische Hämatologie: „Elternküche“). Immunsupprimierte Patienten während der intensiven Therapie angemessen zu ernähren und damit einer Kachexie und weiteren Komplikationen vorzubeugen, kann sehr schwierig sein [159–163]. In diesem Zusammenhang kann es aus medizinischen Gründen erforderlich sein, dass den Patienten während eines stationären Aufenthaltes Zugang zu einer individuellen Ernährung zusätzlich oder als Alternative zur Krankenhauskost gewährt wird. Zum Teil geschieht dies durch das Mitbringen von Lebensmitteln oder die patientenbezogene Zubereitung und Lagerung von Speisen in einer Stationsküche.
4. die Lagerung und Verabreichung von Sondenkost (Magensonde, Jejunalsonde, perkutane endoskopische Gastrostomie), Formulanahrung (Säuglinge) [164–167] und Muttermilch (insofern diese abgepumpt und zwischengelagert wird).

Selbstverständlich wird auch für eine von den Patienten und ihren Angehörigen genutzte Stationsküche ein Hygieneplan benötigt, der mit dem Hygienefachpersonal abgestimmt wird und für alle Nutzer der Küche verbindlich ist.

Die Kommission empfiehlt:

- auch außerhalb der Klinik bestimmte Nahrungsmittel mit hohem Risiko für eine bakterielle Kontamination durch Krankheitserreger zu meiden ([Tab. 5](#)) und besondere Aufmerksamkeit auf Basishygienemaßnahmen beim Einkauf, der Lagerung und der Zubereitung von Nahrungsmitteln zu legen ([Tab. 5](#); [5]) (ohne Kat.).

Die Kommission spricht sich ausdrücklich gegen eine strenge „Neutropenie-Diät“ aus, da deren Nutzen unbewiesen ist und durch eine solche Diät die Lebensqualität der Patienten signifikant beeinträchtigt wird [7, 76, 168–177] (Kat. II).

Bestimmte **Probiotika** (deren Standardisierung im Sinne des Arzneimittelgesetzes ein erhebliches Problem darstellt) haben möglicherweise bei immunsupprimierten Patienten eine günstige Wirkung auf das Mikrobiom (z. B. Senkung der Inzidenz der Antibiotika-assoziierten Diarrhoe oder CDI) [178–183]. In einer Studie mit Mikrobiomanalysen konnte keine signifikante Veränderung desselben nach Probiotikagabe nachgewiesen werden [184]. Allerdings deuten Analysen verschiedener Patientenpopulationen und einzelne Fallberichte und Fallserien darauf hin, dass probiotische Mikroorganismen sehr selten systemische (Blutstrom-)Infektionen auslösen können [184–201].

Die Kommission empfiehlt:

- das Risiko des Einsatzes von **Probiotika** (oder deren Freigabe im Sinne einer Unbedenklichkeitserklärung in Hinblick auf probiotische Nahrungsergänzungsmittel) bei immunsupprimierten Patienten der Risikogruppen 2 und 3 sorgfältig gegen den zu erwartenden Nutzen abzuwägen [202, 203] (Kat. III).

2.1.12. Baulich-funktionelle Maßnahmen zur Gewährleistung des protektiven Umfeldes

Die Kommission empfiehlt:

- dass Stationen und Spezialambulanzen, in denen Patienten der hier zugrunde gelegten Risikokategorien 1–3 behandelt werden, keine Durchgangsstationen/-bereiche zu anderen Stationen oder Ambulanzen sind, sondern baulich-funktionell von diesen getrennt liegen (ohne Kat.).
- dass alle Oberflächen inklusive des Fußbodens leicht zu reinigen und zu desinfizieren sind [132] (ohne Kat.). Stoffpolstermöbel, Teppichböden und Topfblumen sind als Einrichtung ungeeignet [137].
- dass eine Kontamination der Umgebung durch Spritzwasser aus Waschbecken ggf. durch einen Spritzschutz vermieden wird; dies gilt insbesondere für Eingriffsräume und Bereiche, in denen Injektionen, Infusionen, Medikamentenlösungen und enterale Ernährungslösungen zubereitet werden [204] (Kat. II).

2.1.13. Anforderungen an die Raumluft

Die Kommission empfiehlt:

- zur Vermeidung von invasiven Aspergillose/Fadenpilzinfektionen Patienten mit AML (auch: AML Rezidiv) während der Induktionstherapie, Patienten in der akuten Phase nach allogener Stammzelltransplantation oder mit schwerer GVHD während der stationären Behandlung in Räumlichkeiten mit HEPA-gefilterter Luft (Filterklasse H13) unterzubringen, die nach dem allgemein anerkannten Stand der Technik ausgelegt sind [76, 205–207] (Kat. IB). Patienten nach autologer Stammzelltransplantation (ohne zusätzliche Immunsuppression zur Vermeidung einer GVHD, die bei autologer Transplantation nicht vorkommt) benötigen kein solches Isolierzimmer mit HEPA-gefilterter Raumluft, da bei ihnen die Inzidenz invasiver Schimmelpilzinfektionen in den meisten Zentren unter 5 % liegt [208, 209] und sich die Unterbringung in HEPA-filtrierten Räumen nicht signifikant auf die Rate nosokomialer Pneumonien auswirkt [210].

Daher werden seit einigen Jahren autolog stammzelltransplantierte Patienten in vielen Zentren nicht mehr obligat in Isolierzimmern mit HEPA-filtrierter Raumluft behandelt [211–213]. Grundsätzlich ist zu bedenken, dass Patienten bereits bei Aufnahme eine asymptomatische Pilzbesiedlung der Atemwege oder der Nasennebenhöhlen aufweisen können, die durch die Bereitstellung HEPA-13-gefilterter Raumluft nicht beeinflusst wird. Ein entscheidender Bestandteil des Gesamtkonzeptes der Prävention invasiver Mykosen ist neben den o. g. Maßnahmen die Aspergillus-wirksame medikamentöse antifungale Prophylaxe bei Hochrisiko-Patienten. Diese ist jedoch nicht Gegenstand dieser Empfehlung.

Die Kommission empfiehlt weiterhin:

- entsprechende Patientenzimmer zur protektiven Isolierung mit Schleuse auszustatten (Patientenzimmer mit positiver Luftbilanz zur Schleuse, Schleuse mit negativer Luftbilanz zum Patientenzimmer und zum Flur, v. a. um die

Druckbilanzen zwischen dem Patientenzimmer und dem Flur sicher aufrecht zu erhalten und zu verhindern, dass durch den positiven Druck im Patientenzimmer Krankheitserreger über die Abluft in den Flur befördert werden) [213]. Es gibt jedoch keine klinischen Studien, die den Nutzen einer solchen Schleuse für den Endpunkt NI oder nosokomiale Infektionsübertragungen belegen (ohne Kat.).

- bei Neubauten oder grundlegenden Umbaumaßnahmen zu erwägen, dass nicht nur einzelne Krankenzimmer, sondern ganze Stationen oder bestimmte Stationsbereiche mit HEPA-gefilterter Luft versorgt werden (Flure mindestens zweistufig mit F9), so dass sich auch hochgradig immunsupprimierte Patienten dort frei bewegen können und somit das Risiko einer sozialen Isolierung der Patienten reduziert wird (ohne Kat.).
- bei Neubau oder Kernsanierung auf eine Laminar Air Flow/eine turbulenzarme Verdrängungsströmung im Isolierzimmer zu verzichten, da die wissenschaftliche Evidenz für einen infektionspräventiven Nutzen fehlt [76] (ohne Kat.).
- in jedem Fall die regelmäßige Wartung und Kontrolle der raumlufttechnischen Anlagen entsprechend der technischen Vorgaben (DIN 1946-4) sicherzustellen und die Ergebnisse der hygienischen Abnahmeprüfung sowie der periodischen hygienischen Prüfungen gemäß dem aktuellen Stand der Technik regelmäßig dem Krankenhaushygieniker vorzulegen [214] (ohne Kat.).
- die Verwendung von dicht anliegenden partikelfiltrierenden Atemschutzmasken (Typ FFP2) durch Patienten der Risikogruppe 2 oder 3 bei Verlassen des Zimmers nach individueller Risikobewertung [215, 216] (Kat. II).
- Raumluftbefeuchter oder andere technische Geräte, die potenziell kontaminierte Aerosole emittieren oder Staub aufwirbeln (Ventilatoren⁵), nicht zu verwenden (ohne Kat.).
- bei Vorhandensein einer raumlufttechnischen Anlage auf Fensterlüftung

möglichst zu verzichten. Die Fenster der Patientenzimmer sollten, abgesehen von einer brandschutztechnischen Notöffnung, von Patienten und Personal nicht geöffnet werden können. Das erfordert eine adäquate Klimatisierung, Be- und Entlüftung nach dem aktuellen Stand der Technik (siehe DIN 1946-4 bzw. VDI 6022) [214, 217] (ohne Kat.).

- in der Nähe von Abteilungen, die hochgradig immunsupprimierte Patienten behandeln, keine Kompostierungsanlagen und keine Anlagen zur Müllverarbeitung anzusiedeln, da sie massenhaft Pilzsporen emittieren können [218] (Kat. II).
- Arbeiten zur Laubentfernung in unmittelbarer Nähe von Abteilungen, die hochgradig immunsupprimierte Patienten behandeln, nicht mit „Laubbläsern“ durchzuführen; hier sollte eine Sicherheitszone definiert werden (ohne Kat.).

2.1.14. Anforderungen an die Wasserversorgung und Ausstattung von Sanitärbereichen

Nachfolgend wird eine Auswahl grundlegender Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle wasserassoziierter Infektionen dargestellt, deren Beachtung bei Immunsupprimierten von besonderer Bedeutung ist [219–223]. In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich auf die Empfehlung „Anforderungen der Hygiene an abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen“ hingewiesen. Insbesondere die dort im Anhang für Bereiche mit besonderem Infektionsrisiko beschriebenen Maßnahmen sollen für die Risikogruppe 2 und 3 Berücksichtigung finden.

2.1.14.1. Hygienische Aspekte zur Konstruktion und Nutzung von Waschbecken, Duschen und Toiletten in medizinischen Bereichen

Hierzu gehören unter anderem [224]:

- in Hochrisikobereichen mit Patienten der Gruppen 2 und 3 den Einsatz von thermisch desinfizierenden Siphons zu erwägen, insofern sich das Risiko einer retrograden Kontamination oder Aerosolbildung nicht durch andere technische Maßnahmen kontrollieren lässt [221],

⁵ Begründete Ausnahme: Linderung der Atemnot bei palliativer Behandlung.

- im Umgebungsbereich des Waschbeckens eine Spritzwasser-geschützte Fläche (oder Ablagemöglichkeit) zum Abstellen vorzuhalten, auf der die Patienten transmissionsrelevante Pflegeutensilien (Zahnbürsten, Crèmes etc., Verbandmaterial) ablegen können,
- dass jedes Zimmer mit einem eigenen Sanitärraum mit Waschbecken, Dusche und Toilette ausgestattet ist (in Risikogruppe 1 und 2 ein Sanitärraum für maximal zwei Patienten, in Risikogruppe 3 ein Sanitärraum pro Patient),
- dass bei Armaturen von Waschbecken eine handberührungslose Bedienung möglich ist. Da Armaturen mit elektronischem Sensor ein Kontaminationsrisiko für das entnommene Wasser bergen, ist ihr Einsatz nur unter sorgfältiger hygienisch-mikrobiologischer Überwachung vertretbar [225],
- dass der Wasserstrahl nicht in den Ablauf zielt und kein Überlauf vorhanden ist [54, 226],
- dass Sanitäräume ausreichend be- und entlüftet werden, damit sie nicht zum Reservoir für Schimmelpilze und andere Erreger werden [227],
- die Materialien der Abflüsse von Waschbecken, Duschen und Toiletten so auszuwählen, dass sie mit geeigneten Desinfektionsverfahren (Perverbindungen, Chlorverbindungen) desinfizierend gereinigt werden können,
- festzulegen, in welchem zeitlichen Intervall Duschschläuche auszuwechseln sind (z. B. halbjährlich),
- auf Duschvorhänge zu verzichten, weil diese ansonsten aufwendig desinfiziert werden müssten [228–231],
- den Toilettendeckel vor dem Spülen zu schließen, um eine Kontamination des Umfelds und des aktuellen Benutzers mit Spritzern und Aerosolen zu vermeiden. Grundsätzlich ist vor Benutzung mit geschlossenem Deckel zu spülen,
- spülrandfreie Toiletten [221].

2.1.14.2. Versorgung mit Trinkwasser (bzw. Mineralwasser aus original verschlossenen Flaschen)

Die Kommission empfiehlt:

- wenn die Wasserqualität nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet ist

[232], in hämato-onkologischen Stationen und anderen Stationen, die hochgradig immunsupprimierte Patienten behandeln, insbesondere in den Patientenzimmern endständige Bakterienfilter einzusetzen [223, 226, 233–237] (Kat. II). Dabei ist sicherzustellen, dass es nicht durch eine Kontamination der Filter von außen zu einer Übertragung von Erregern kommt, deren nosokomiale Transmission durch den Filter verhindert werden soll [238] (Kat. II).

- bei Patienten der Risikogruppen 2 und 3 (siehe [Tab. 1](#)) in der Klinik **kein stilles Mineralwasser** zu verwenden (z. B. auch zur Mundpflege), da stilles Mineralwasser mit Bakterien kontaminiert sein kann [239]. Hier wird stattdessen kohlenensäurehaltiges oder sterilfiltriertes bzw. abgekochtes Trinkwasser oder alternativ Trinkbrunnen mit Sterilfilter empfohlen (ohne Kat.).
- Tee (zum Trinken oder zur Mundpflege) nicht nur aufzubrühen, sondern mehrere Minuten sprudelnd zu kochen [240], da Teeblätter mit pathogenen Bakterien und Pilzen kontaminiert sein können (Kat. II). Insgesamt ist daher die Anwendung von Tees in der Pflege kritisch zu hinterfragen.

2.1.15. Anforderungen an die Hygiene bei Umbaumaßnahmen und Abrissarbeiten

Baumaßnahmen in Kliniken, die hochgradig immunsupprimierte Patienten betreuen, sowie Bau- oder Abrissmaßnahmen in deren Umgebung können zu einer erhöhten Exposition der Patienten gegenüber Infektionserregern führen [241]. Diese Exposition kann lebensbedrohliche Infektionen (z. B. invasive Aspergillosen der Atemwege) nach sich ziehen [242]. Andererseits ist es durch die konsequente Umsetzung eines entsprechend angepassten Maßnahmebündels in enger Zusammenarbeit zwischen den Klinikern, der Krankenhaushygiene und den Bauplanern sowie den ausführenden Unternehmen möglich, eine solche kritische Exposition zu vermeiden [243, 244]. Eine medikamentöse systemisch wirksame Prophylaxe allein (z. B. gegen

invasive Pilzinfektionen) bietet hochgradig immunsupprimierten Patienten keinen ausreichenden Schutz [242]. Schon im Vorfeld größerer Baumaßnahmen sollten die behandelnden Ärzte erwägen, die Leitlinien-konformen Indikationen zur medikamentösen Prophylaxe invasiver Pilzinfektionen [245–249] in ihrer eigenen Patientenpopulation zu überprüfen (*nicht Zuständigkeit der KRINKO*).

Die Kommission empfiehlt:

- ausnahmslos alle Umbaumaßnahmen, Renovierungsarbeiten und Abrissarbeiten im Umfeld von Bereichen, in denen hochgradig immunsupprimierte Patienten behandelt werden, bereits in der Planungsphase und ansonsten sofort mit dem zuständigen Hygienefachpersonal (Krankenhaushygieniker) sowie der pflegerischen und ärztlichen Leitung der entsprechenden Abteilung abzustimmen [250–253] (Kat. II). Verantwortlich dafür, dass die Krankenhaushygiene im Vorfeld von Baumaßnahmen mit angemessener Frist informiert und einbezogen wird, ist die Krankenhausadministration bzw. deren untergeordnetes, für Baumaßnahmen zuständiges Dezernat.
- mit den ausführenden Firmen und Fachplanern ausdrücklich vertraglich zu vereinbaren, dass die Einhaltung der Präventionsrichtlinien des Klinikums von den Beschäftigten des ausführenden Unternehmens strikt zu beachten und nicht verhandelbarer Gegenstand des Bauauftrags sind (ohne Kat.).
- bei größeren Projekten, von denen wahrscheinlich eine erhöhte Exposition der immunsupprimierten Patienten ausgeht, mit ausreichendem zeitlichen Abstand vor der Baumaßnahme eine multidisziplinäre Präventionsgruppe unter der Koordination der Krankenhaushygiene zu bilden, die im Auftrag der ärztlichen und administrativen Leitung konkrete Empfehlungen zu den erforderlichen Schutzmaßnahmen erarbeitet und die Bautätigkeit aus krankenhaushygienischer Sicht überwacht (ohne Kat.).

- ggf. zum Schutz der Patienten die entsprechende Station ganz oder vorübergehend aus dem Gefahrenbereich in ein anderes Gebäude zu verlegen [253, 254], bis die Arbeiten abgeschlossen sind (Kat. II).
- sofern eine zentrale raumluftechnische Anlage mit endständiger HEPA-Filtration nicht vorhanden ist vor allem auch zur Vermeidung einer vorübergehenden hohen Exposition durch Bau- und Renovierungsarbeiten den Einsatz dezentraler mobiler HEPA-Filtrationsgeräte in den Patientenzimmern zu erwägen [255–257] (Kat. II).
- die Patienten während der Bauarbeiten bzw. vor größeren Um- oder Neubauprojekten auf ein potenziell erhöhtes Risiko von invasiven Pilzinfektionen [241, 250, 251, 253, 258–260] in geeigneter Form hinzuweisen (ohne Kat.).
- dass immunsupprimierte Patienten Bereiche mit Bauaktivitäten nach Möglichkeit meiden und beim Transport durch einen solchen Bereich (insoweit er sich nicht vermeiden lässt) eine FFP2-Maske mit Ausatemventil tragen [26, 47] (Kat. II).
- die Station von Bauarbeiten sicher abzuschirmen und durch eine vorab festgelegte Wegführung einen sekundären Eintrag von Schmutz und Staub auf die Station zu vermeiden. Bei entsprechender Lage ist häufig eine Abtrennung mit Hilfe staubdichter Leichtbauwände möglich. Die einwandfreie Abdichtung sollte optisch kontrolliert (z. B. mit Rauchgasröhrchen/Strömungsprüfröhrchen) und das Ergebnis dokumentiert werden [260] (ohne Kat.).
- der Abtransport von Bauschutt, die Abluftführung und Entsorgungswege müssen festgelegt sein. Ggf. sind staubdicht verschließbare Behältnisse einzusetzen (ohne Kat.).
- Patientenversorgungsbereiche, die durch Baumaßnahmen in erhöhtem Maße staubexponiert sind, mindestens arbeitstäglich und bei sichtbaren Staubauflagerungen feucht desinfizierend zu reinigen (ohne Kat.).
- dass auf Stationen und in Ambulanzen, die sich in unmittelbarer Nähe zu

Staub-generierenden Maßnahmen befinden, die Fenster während der Arbeiten nicht geöffnet werden und dass Sterilgüter und Verbrauchsmaterialien vor Kontamination geschützt werden (ohne Kat.).

- nach jeder Maßnahme am Trinkwassersystem, die potenziell zu einer Stagnation oder Kontamination führen kann, oder Perioden der längeren Nichtnutzung eine Kontrolle des Trinkwassers **gemäß TrinkwV** bzw. auf Legionellen und *P. aeruginosa* durchzuführen, bevor Patienten dem Trinkwasser exponiert werden (Kat. IV).
- während der Bauperiode eine gezielte Surveillance von invasiven Schimmelpilzinfektionen durchzuführen [241, 244, 260] (ohne Kat.).

2.1.16. Prävention der nosokomialen Harnwegsinfektion

Hier wird auf die KRINKO-Empfehlung „Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfektionen“ verwiesen [261].

2.1.17. Prävention der postoperativen Wundinfektion

Hier wird – da sich in Hinblick auf die Präventionsstrategie keine speziellen Aspekte ergeben – auf die KRINKO-Empfehlung „Prävention postoperativer Wundinfektionen“ [262] und auf die Sekundärliteratur verwiesen [16–20, 263].

2.1.18. Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen

Neben der KRINKO-Empfehlung „Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen“ [64–66, 119] haben die internistischen und die pädiatrisch-hämatologisch-onkologischen Fachgesellschaften detaillierte Empfehlungen zur Prävention Katheter-assoziiierter BSI publiziert, auf die an dieser Stelle verwiesen wird [67, 68].

Ein erheblicher Anteil aller BSI bei Patienten nach intensiver Chemotherapie mit Mukositis und/oder schwerer GVHD geht nicht vom Gefäßkathetern aus [264, 265]. Trotzdem gehören Patienten mit hochgradiger Immunsuppression, bei denen zur Therapie der Einsatz von zentralen Venenkathetern unabdingbar ist, zu

den Risikogruppen [264, 266–271], bei denen nach ärztlicher Risikoanalyse der Einsatz spezieller Hilfsmittel (z. B. CHX-freisetzende Verbände, desinfizierende Verschlusskappen) erwogen werden kann [64–66, 119, 272–276].

2.1.19. Prävention von Infektionen der Mundhöhle

Die Kommission empfiehlt:

- bei allen neu aufgenommenen Patienten ein zahnärztliches Konsil zu veranlassen und je nach klinischer Situation ggf. erforderliche Maßnahmen der Zahnsanierung einzuleiten, um das Risiko lokaler Entzündungen und systemischer Infektionen soweit möglich zu reduzieren [277–279] (Kat. II).
- die Patienten zu einer regelmäßigen Mund- und Zahnpflege nach einem hausintern interdisziplinär vereinbarten Standard anzuleiten, der auch in Phasen der oralen (pharyngealen) Mukositis fortgeführt werden kann [280–283] (Kat. IB).
- der generelle (ungezielte) Einsatz von CHX-haltigen Mundspüllösungen wird in diesem Kontext nicht empfohlen [284] (Kat. IB).

2.1.20. Prävention nosokomialer Infektionen des Gastrointestinaltraktes

Immunsupprimierte Patienten können an Darminfektionen durch opportunistische Erreger erkranken und bei einer Darminfektion die entsprechenden Erreger über einen vergleichsweise längeren Zeitraum ausscheiden, auch wenn die akuten Symptome bereits überstanden sind [285–287]. Andererseits wird bei immunsupprimierten Patienten nach Stammzell- oder Organtransplantation nur ein Drittel aller Durchfallepisoden durch eine gastrointestinale Infektion verursacht [135, 288, 289]. In diesem Kontext ist eine gezielte und rationale Erregerdiagnostik auch aus krankenhaushygienischen Erwägungen wichtig [290].

Die Kommission empfiehlt:

- zum Ausschluss nosokomial übertragbarer Infektionen bei immunsupprimierten Patienten mit Diarrhoe eine zeitnahe erweiterte Erregerdiagnostik in Erwägung zu ziehen, deren

Einzelheiten mit den zuständigen Mikrobiologen, Virologen und dem Hygienefachpersonal festgelegt werden sollte (ohne Kat.).

- in Abhängigkeit vom Erreger (und von der Adhärenz der Patienten mit gezielten Präventionsmaßnahmen) die Dauer der Isolierung bei immunsupprimierten Patienten nach Abklingen der Symptomatik einer infektiösen Diarrhoe aufgrund der möglicherweise erheblich verlängerten Erregerausscheidung durch Kontrolluntersuchungen abzusichern [291–296] (Kat. II). Davon ausgenommen sind *C. difficile*-assoziierte Erkrankungen (keine Kontrolluntersuchung bei asymptomatischen Patienten erforderlich) [135, 294, 297–300].

Patienten unter einer intensiven Chemotherapie oder nach Stammzelltransplantation gehören zu den Patientenpopulationen mit der höchsten Inzidenzdichte für CDI [298, 301–305]. In Hinblick auf deren Prävention wird auf die aktuelle KRINKO-Empfehlung „Hygienemaßnahmen bei *Clostridioides difficile*-Infektion (CDI)“ verwiesen [135].

2.1.21. Prävention von Zoonosen

Die Kommission empfiehlt:

- bei Patienten der Risikogruppe 2 und 3 (siehe [Tab. 1](#)), die protektiv isoliert werden, Tierkontakte im Krankenhaus auszuschließen [60–62, 306] (Kat. II).

Bei Patienten in palliativer Behandlungssituation kann dies selbstverständlich weniger restriktiv gehandhabt werden [307, 308], wobei der Tierkontakt dann auf die entsprechenden Patienten beschränkt ist. Außerhalb des Krankenhauses sollten einfache Regeln der Basishygiene (z. B. Händewaschen mit Seife, HD) beachtet werden, da diese im Umgang mit Haus- und Nutztieren das Risiko von Zoonosen deutlich reduzieren können [60–62, 309–315] (siehe [Tab. 6](#) und **Informative Zusammenstellung 1** im Anhang).

2.2. Surveillance

Hierzu wird grundsätzlich auf die aktuellste Version der KRINKO-Empfehlung „Surveillance nosokomialer Infektionen“ verwiesen [316]. Surveillancedaten sollen in erster Linie in der eigenen Klinik dazu genutzt werden, im Interesse der Patientensicherheit die Inzidenzrate von NI langfristig zu reduzieren oder auf einem möglichst niedrigen Niveau zu halten [316–319]. Das Ziel der Surveillance nosokomialer Infektionen ist es nicht, nach außen besonders niedrige Infektionsraten zu kommunizieren [317, 320, 321]. Wie hoch der vermeidbare Anteil von NI bei hochgradig immunsupprimierten Patienten tatsächlich ist, wurde bisher nicht abschließend untersucht [21, 317]. In einer 2015 publizierten Erhebung, an der 109 Zentren der European Society for Blood and Marrow Transplantation (EBMT) teilnahmen, führten von diesen nur 21 % eine prospektive Surveillance von katheter-assoziierten Blutstrominfektionen (CABSI) durch [116]. Die KRINKO ermutigt die zuständigen Fachgesellschaften gemeinsam mit dem Nationalen Referenzzentrum für die Surveillance nosokomialer Infektionen die bestehenden Erfassungsmodule für NI bei immunsupprimierten Patienten kontinuierlich weiter zu entwickeln, zur aktiven Teilnahme der Zentren aufzufordern und dabei auch den Antiinfektivverbrauch mit einzubeziehen [92].

Die Kommission empfiehlt:

- hämato-onkologischen Behandlungszentren eine prospektive Surveillance nosokomialer Infektionen (insbesondere von Blutstrominfektionen)⁶ nach den Vorgaben des IfSG [322] und den entsprechenden Erläuterungen des RKI [323] durchzuführen [324–329] (Kat. IB). Ohne eine Surveillance können keine gesicherten Aussagen darüber gemacht werden, ob die in der Abteilung angewandten Präventionsmaßnahmen wirksam sind und langfristig einen günstigen Effekt auf

bestimmte Indikatorinfektionen haben (z. B. Präventionsbündel zur Vermeidung von Blutstrominfektionen, CDI).

- Ergebnisse der NI-Surveillance zusammen mit Erreger- und Resistenzstatistiken für invasive Infektionen regelmäßig an das Behandlungsteam zurück zu melden und mit dem Behandlungsteam diese Ergebnisse zu besprechen und ggf. weitere infektionspräventive Maßnahmen festzulegen (Kat. IV).
- die NI-Surveillance mit Hilfe von Definitionen durchzuführen, die an die Besonderheiten der Patientenpopulation adaptiert sind [329–331] (Kat. II).

Dazu gehört auch, dass die Granulozytopenie (Vorkommen und Dauer) als am besten gesicherter Risikofaktor Berücksichtigung findet [326]. Allerdings tritt bei Patienten, die eine zytostatische Chemotherapie erhalten, ein erheblicher Anteil aller NI außerhalb der Granulozytopeniephasen auf. Daher ist es sinnvoll, z. B. BSI und CDI auch dann zu erfassen, wenn die Patienten nicht granulozytopenisch sind [329]. Besonders geeignet sind in diesen Patientengruppen das ONKO-KISS Modul (Patienten-bezogene Surveillance nach Stammzelltransplantation; <https://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/onko-kiss/>) und das STATIONS-KISS Modul (Stations- oder Abteilungsbezogene Surveillance Device-assoziiierter Infektionen; <https://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/stations-kiss/>; Auswahlkategorie hämatologisch-onkologisch) des NRZ für die Surveillance von NI. Generell sollte in Hinblick auf die Einschätzung, ob es sich bei einer BSI um ein sekundäres Ereignis handelt (z. B. nach Translokation aus dem Gastrointestinaltrakt bei schwerer Mukositis oder GVHD) [264, 266–271, 332, 333], ein Einvernehmen zwischen dem Hygienefachpersonal und den Hämato-Onkologen angestrebt werden [334–336].

Die Kommission empfiehlt:

- dass NI durch *Legionella pneumophila*, *Clostridioides difficile* sowie wahrscheinliche und gesicherte invasive Pilzinfektionen (ebenso wie NI durch

⁶ Bisher empfiehlt das RKI eine solche Surveillance nur in Assoziation mit dem Einsatz von Gefäßkathetern. Bei hochgradig Immunsupprimierten umfasst die Surveillance jedoch auch andere BSI (siehe Definition B3 im ONKO-KISS).

Erreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen) auch bei Patienten erfasst werden, die nicht granulozytopenisch sind [337] (Kat. IV, Aufzeichnungspflicht für multiresistente Erreger nach § 23 IfSG [338]).

- dass hämato-onkologischen Behandlungszentren Hygienefachpersonal für die Surveillance mit angemessenem Zeitkontingent zugeteilt wird [15] (ohne Kat.).

2.3. Mikrobiologisches Screening von immunsupprimierten Patienten

Immunsupprimierte Patienten haben häufig Komorbiditäten und eine Anamnese mit intensiven Kontakten zum Gesundheitssystem sowie einer teils extensiven kumulativen Antibiotikaexposition (auch mit bestimmten Reserveantibiotika [92]). Jedoch kann die Prävalenz einer Besiedlung mit multiresistenten Bakterien (z. B. MRSA, VRE, MRGN) in den verschiedenen Subgruppen immunsupprimierter Patienten erheblich variieren [339–343]. Auch die Konsequenzen, die sich für den individuellen Patienten aus einer solchen Besiedlung ergeben, lassen sich nicht in einem für alle gültigen Risikoalgorithmus zusammenfassen [344]. Insofern ist für die Frage, ob ein Aufnahmescreening auf bestimmte MRE aus infektionspräventiven Gründen eine sinnvolle Maßnahme ist, vor allem die ärztliche Risikoanalyse und die lokale Epidemiologie von Infektionen durch die entsprechenden Erreger zielführend [117, 133, 134, 141–143, 147, 345–354]. Bei Patienten, die aus Ländern mit erhöhter Tuberkuloseinzidenz stammen oder sich im letzten Jahr in solchen Ländern aufgehalten haben, sollte die Tuberkulose auch aus infektionspräventiven Erwägungen in die Differentialdiagnose von Husten, Fieber und mediastinalen Lymphknotenschwellungen einbezogen werden [355, 356].

Die Kommission empfiehlt:

- kein generelles und undifferenziertes MRE-Screening bei immunsupprimierten Patienten, sondern gemeinsam mit dem Hygienefachpersonal und der Mikrobiologie ein lokales Konzept für das Screening von Patienten auf eine Besiedlung mit be-

stimmten multiresistenten Erregern festzulegen (Kat. II). Ausgangspunkt dafür sind die KRINKO-Empfehlungen „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen“ [117], „Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen“ [133] und „Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen“ [134, 357], die ärztliche Risikoanalyse (Patientenpopulation) und die lokale Epidemiologie multiresistenter Erreger.

- bei der Interpretation von Erreger- und Resistenzstatistiken ein besonderes Augenmerk auf Infektionserreger zu legen, die Resistenzen gegen die in der Abteilung zur medikamentösen Prophylaxe eingesetzte Antibiotika oder Antimykotika aufweisen [245, 358–367] (Kat. II).
- außerhalb der vereinbarten Screening-Indikationen auf routinemäßige mikrobiologische Kulturen von Patienten und der Umgebung ohne Infektions- oder Ausbruchsverdacht zu verzichten, weil ungezielte Umgebungsuntersuchungen keinen messbaren Nutzen hervorbringen [368–372] (Kat. IB); ausgenommen hiervon sind solche, die durch Gesetze und Verordnungen zur Qualitätssicherung vorgeschrieben sind.
- insbesondere in den Wintermonaten (November bis April; Influenza und RSV-Saison) neben der zeitnahen Diagnostik bei symptomatischen Patienten ein z. B. (rt)PCR-basiertes Aufnahmescreening auf Influenza und RSV bei Patienten der Risikogruppe 3 (siehe [Tab. 1](#)) zu erwägen, weil dies das Auffinden von bereits infektiösen, aber (noch) nicht symptomatischen immunkompromittierten Patienten erleichtert und erhebliche Patienten-individuelle und krankenhaushygienische Implikationen nach sich zieht [99–103, 111, 373–378] (Kat. II).
- bei immunsupprimierten Patienten mit Zeichen einer atypischen Pneumonie immer eine Diagnostik auf

Legionellen (z. B. PCR aus Atemwegssekreten zusätzlich zum Urin-Antigentest) durchzuführen und im positiven Fall unmittelbar die Krankenhaushygiene zu informieren, da bereits eine einzelne nosokomiale Legionelleninfektion ein Hinweis auf eine nosokomiale Infektionsquelle sein kann [233, 379] (Kat. II).

2.4. Antimicrobial Stewardship bei immunsupprimierten Patienten

Dieses Thema fällt in den Zuständigkeitsbereich der Kommission Antiinfektiva-Resistenz und Therapie (ART) beim Robert Koch-Institut sowie der medizinischen Fachgesellschaften [380, 381]. Die hier aufgeführten übergeordneten Hinweise sind mit der Kommission ART abgestimmt.

In der klinischen Praxis implementierte Programme der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention sowie des **Antimicrobial Stewardship (ABS)** haben grundsätzlich gemeinsame Ziele, bei denen der Patientenschutz (die Sicherheit der Patienten) und eine stetige Verbesserung der Behandlungsqualität im Mittelpunkt stehen [141–143, 382–387]. Dies gilt vor allem für die Prävention, Kontrolle und das klinische Management von Infektionen durch Erreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen. Solchen Erregern kommt bei immunsupprimierten Patienten vor allem dann eine besondere Bedeutung zu, wenn es zu Infektionen mit hohem klinischen Schweregrad kommt (z. B. Sepsis); hier kann entscheidend sein, ob das Wirkspektrum der empirischen Antibiotikatherapie Erreger mit speziellen Resistenzen einbezieht [141–143, 147, 341, 345–350, 360, 361, 387–413]. Dies darf jedoch andererseits nicht zu einem unkritischen prolongierten Einsatz von Reserveantibiotika führen [155, 414–420]. In der internistischen Hämato-Onkologie gibt es bereits umfangreiche und weit entwickelte Evidenz-basierte Leitlinien der Fachgesellschaften zur Diagnostik und Therapie in bestimmten klinisch-infektiologischen Behandlungssituationen, auf denen ein lokales interdisziplinäres ABS-Programm aufbauen kann. Immunsupprimierte Patienten mit anamnestischen Hinweisen auf eine Penicillin-Unverträglich-

Abkürzungen	
ABS	Antibiotic Stewardship
ADV	Adenovirus
AFS	Antifungal Stewardship
AML	Akute myeloische Leukämie
ART	Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
BSI	Blutstrominfektion (Infektion mit Nachweis eines Pathogens in der Blutkultur, klinisch manifest als Bakteriämie, Fungämie oder Sepsis) [1]
CDI	<i>Clostridioides difficile</i> -Infektion
CHX	Chlorhexidin
CMV	Zytomegalievirus
CoNS	Koagulase-negative Staphylokokken
CVAD	Central venous access device (dauerhaft implantierter zentraler Venenkatheter vom Typ Broviac, Hickman oder Port)
Device	Medizinprodukt, dessen Einsatz mit einem erhöhten Infektionsrisiko assoziiert ist (z. B. Gefäßkatheter, Magensonde, perkutane endoskopische Gastrotomie, Tracheostoma, transurethraler Harnwegskatheter, Fremdmaterialien im Zusammenhang mit Osteoprothesen usw.)
DIN	Deutsches Institut für Normung
ESBL	Extended Spectrum Betalaktamase
FFP	Filtering face piece; Atemschutzmaske
GVHD	Graft-versus-Host Disease
HACCP	Hazard analysis and critical control points
HD	Hygienische Händedesinfektion
HDM-Spender	Händedesinfektionsmittel-Spender
HEPA-Filter	High-Efficiency Particulate Air/Arrestance-Filter; Schwebstofffilter
HHV	Humanes Herpes-Virus

Abkürzungen (Fortsetzung)	
HMPV	Humanes Metapneumovirus
HSV	Herpes-simplex-Virus
IfSG	Infektionsschutzgesetz
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
KMT	Knochenmarktransplantation
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut
MNS	medizinischer Mund-Nasen-Schutz
MRE	Multiresistente Erreger
MRGN	Multiresistente gramnegative Erreger
MRSA	Methicillin (Oxacillin)-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i>
NI	Nosokomiale Infektionen
NRZ	Nationales Referenzzentrum
NTM	Nicht-tuberkulöse Mykobakterien
PBSCT	Transplantation peripherer Blutstammzellen (Engl.: peripheral blood stem cell transplantation)
PCR	Polymerasekettenreaktion
PJP	<i>Pneumocystis jirovecii</i> -Pneumonie
RKI	Robert Koch-Institut
RSV	Respiratory Syncytial-Virus
SCT	Stammzelltransplantation (meist periphervenös separierte Blutstammzellen)
STIKO	Ständige Impfkommission
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
VZV	Varizella-Zoster-Virus
WHO	Weltgesundheitsorganisation
ZVK	Zentraler Venenkatheter

lichkeit (ausgenommen eindeutige Sofortreaktionen im Sinne einer Anaphylaxie) sollten unbedingt weiterführend mit dem Ziel untersucht werden, eine (sehr seltene) Penicillin-Allergie vom Soforttyp auszuschließen, damit ihnen bei gegebener In-

dikation die am besten wirksame Therapie mit Penicillinen und anderen Betalaktamen nicht unberechtigterweise vorenthalten wird [421–427].

Hinzu kommt in bestimmten Hochrisikogruppen das weite Feld der Prophylaxe und Therapie invasiver Pilzinfektionen bei Patienten mit hohem Risiko, für das sich unter Zuhilfenahme von nationalen und internationalen Leitlinien der Fachgesellschaften inzwischen erweiterte **Antifungal Stewardship (AFS)**-Initiativen im Aufbau befinden [428–444].

Weiterbildungsmöglichkeiten im Bereich ABS werden auch von Fachpersonal für die Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (sowie von hygienebeauftragten Ärzten) zunehmend genutzt [445], so dass auch in Hinblick auf die Personalisierung entsprechender Programme Synergien bestehen (siehe **Informative Zusammenstellung 2** im Anhang).

Die Kommission empfiehlt (nach inhaltlicher Abstimmung mit der Kommission ART):

- dass die in der AWMF kooperierenden medizinischen Fachgesellschaften die bestehenden Leitlinien für Antimicrobial Stewardship [380, 381] für die verschiedenen klinischen Bereiche, in denen Patienten mit Immunsuppression behandelt werden, schrittweise weiter entwickeln und im Detail ausformulieren, so dass die Besonderheiten in dieser Patientenpopulation angemessene Berücksichtigung finden [147, 269, 350, 407, 446–465] (Kat. II). Die Herausforderung besteht darin, möglichst konkrete Ansatzpunkte für ABS und AFS zu identifizieren [466] (siehe **Informative Zusammenstellung 2** im Anhang) und ABS/AFS-Konzepte nachhaltig in der klinischen Praxis zu implementieren [467].
- bei der Aktualisierung von Leitlinien für die Diagnostik und Therapie von bestimmten Infektionen bei Immunsupprimierten Aspekte des ABS und des AFS als eigenen perspektivisch-argumentativen Schwerpunkt zu berücksichtigen und auszuformulieren (ohne Kat.).
- gemeinsame Indikatoren für die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität in den Bereichen Krankenhaus-

hygiene- und Infektionsprävention sowie für ABS-/AFS-Programme bei Immunsupprimierten zu entwickeln [468–472] (Kat. II).

- dass vor allem in Kliniken, die Patienten der Risikogruppen 2 und 3 (siehe **Tab. 1**) behandeln, ABS-Programme nach den Vorgaben der Fachgesellschaften (AWMF Leitlinien) etabliert werden [381] (Kat. II). Dies gilt auch für pädiatrisch-hämat-onkologische Behandlungszentren und pädiatrische Zentren, in denen Organtransplantationen durchgeführt werden [380] (Kat. II).

Interessenkonflikt. Die Empfehlung wurde ehrenamtlich und ohne Einflussnahme kommerzieller Interessengruppen im Auftrag der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention bearbeitet von Prof. Dr. med. Heike von Baum, Dr. med. Peter Bischoff, PD Dr. med. Maximilian Christopheit, Prof. Dr. med. Steffen Engelhart, Prof. Dr. med. Dr. h. c. Martin Exner, Prof. Dr. med. Thomas Lehrnbecher und Prof. Dr. med. Arne Simon (Leiter der Arbeitsgruppe). Vom Robert Koch-Institut waren Dr. med. Eva Feuerhahn und Dr. rer. nat. Melanie Brunke beteiligt. Die Empfehlung wurde durch die Arbeitsgruppe vorbereitet und nach ausführlicher Diskussion in der Kommission abgestimmt.

Literatur

1. Berner R, Sauter S, Duffner U, Brandis M, Niemeyer CM (1998) Bakteriämie-Episoden bei pädiatrisch-onkologischen Patienten, insbesondere durch Streptokokken der Viridans-Gruppe. *Klin Padiatr* 210(4):256–260
2. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2015) Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. *Bundesgesundheitsbl* 58(10):1151–1170
3. Miller HK, Braun TM, Stillwell T et al (2017) Infectious Risk after Allogeneic Hematopoietic Cell Transplantation Complicated by Acute Graft-versus-Host Disease. *Biol Blood Marrow Transplant* 23(3):522–528
4. Harris AC, Young R, Devine S et al (2016) International, Multicenter Standardization of Acute Graft-versus-Host Disease Clinical Data Collection: A Report from the Mount Sinai Acute GVHD International Consortium. *Biol Blood Marrow Transplant* 22(1):4–10
5. Fox N, Freifeld AG (2012) The neutropenic diet reviewed: moving toward a safe food handling approach. *Oncol (Williston Park)* 26(6):572–575, 580, 582
6. Maia JE, da Cruz LB, Gregianin LJ (2018) Microbiological profile and nutritional quality of a regular diet compared to a neutropenic diet in a pediatric oncology unit. *Pediatr Blood Cancer* 65(3):e26828
7. Moody KM, Baker RA, Santizo RO et al (2018) A randomized trial of the effectiveness of the neutropenic diet versus food safety guidelines on infection rate in pediatric oncology patients. *Pediatr Blood Cancer* 65(1):e26711
8. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW et al (2016) The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA* 315(8):801–810
9. Kochanek M, Schalk E, von Bergwelt-Baildon M et al (2019) Management of sepsis in neutropenic cancer patients: 2018 guidelines from the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) and Intensive Care Working Party (iCHOP) of the German Society of Hematology and Medical Oncology (DGHO). *Ann Hematol* 98(5):1051–1069
10. Seymour CW, Liu VX, Iwashyna TJ et al (2016) Assessment of Clinical Criteria for Sepsis: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA* 315(8):762–774
11. Stosor V, Zembower TR (Hrsg) (2014) Infectious Complications in Cancer Patients (Cancer Treatment and Research, Vol 161). Springer International Publishing, Cham (CH)
12. Girmenia C, Candoni A, Delia M et al (2019) Infection control in patients with myelodysplastic syndromes who are candidates for active treatment: Expert panel consensus-based recommendations. *Blood Rev* 34:16–25
13. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010) Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. *Bundesgesundheitsbl* 53(4):357–388
14. Ständige Impfkommision (STIKO) (2005) Hinweise der STIKO zu Impfungen für Patienten mit Immundefizienz. Stand: November 2005. *Epid Bull*(39):1–12
15. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2009) Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. *Bundesgesundheitsbl* 53(9):951–962
16. Rolston KV (2017) Infections in Cancer Patients with Solid Tumors: A Review. *Infect Dis Ther* 6(1):69–83
17. Avritscher EB, Cooksley CD, Rolston KV et al (2014) Serious postoperative infections following resection of common solid tumors: outcomes, costs, and impact of hospital surgical volume. *Support Care Cancer* 22(2):527–535
18. Sammon J, Trinh VQ, Ravi P et al (2013) Health care-associated infections after major cancer surgery: temporal trends, patterns of care, and effect on mortality. *Cancer* 119(12):2317–2324
19. Sammon JD, Klett DE, Sood A et al (2015) Sepsis after major cancer surgery. *J Surg Res* 193(2):788–794
20. Rolston KVI, Neshler L, Tarrand JT (2014) Current Microbiology of Surgical Site Infections in Patients with Cancer: A Retrospective Review. *Infect Dis Ther* 3(2):245–256
21. Schreiber PW, Sax H, Wolfensberger A, Clack L, Kuster SP (2018) The preventable proportion of healthcare-associated infections 2005–2016: Systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 39(11):1277–1295
22. Crossnohere NL, Richardson DR, Reinhart C et al (2019) Side effects from acute myeloid leukemia treatment: results from a national survey. *Curr Med Res Opin* 35(11):1965–1970
23. Lyman GH, Michels SL, Reynolds MW, Barron R, Tomic KS, Yu J (2010) Risk of mortality in patients with cancer who experience febrile neutropenia. *Cancer* 116(23):5555–5563
24. Rhee C, Jones TM, Hamad Y et al (2019) Prevalence, Underlying Causes, and Preventability of Sepsis-Associated Mortality in US Acute Care Hospitals. *Jama Netw Open* 2(2):e187571
25. Pergam SA (2016) Infection Prevention in Transplantation. *Curr Infect Dis Rep* 18(2):7
26. Tomblyn M, Chiller T, Einsele H et al (2009) Guidelines for preventing infectious complications among hematopoietic cell transplantation recipients: a global perspective. *Biol Blood Marrow Transplant* 15(10):1143–1238
27. Ullmann AJ, Schmidt-Hieber M, Bertz H et al (2016) Infectious diseases in allogeneic haematopoietic stem cell transplantation: prevention and prophylaxis strategy guidelines 2016. *Ann Hematol* 95(9):1435–1455
28. Balletto E, Mikulska M (2015) Bacterial Infections in Hematopoietic Stem Cell Transplant Recipients. *Mediter J Hematol Infect Dis* 7(1):e2015045
29. Ariza-Heredia EJ, Chemaly RF (2018) Update on infection control practices in cancer hospitals. *CA Cancer J Clin* 68(5):340–355
30. Maschmeyer G, Rolston KVI (Hrsg) (2015) Infections in Hematology A clinically oriented, compact, and up-to-date overview on all aspects of infections in hematology patients. Springer, Heidelberg
31. Bennett J, Dolin R, Blaser M (2019) Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases, 9. Aufl. Elsevier, Philadelphia
32. Dunbar A, Tai E, Nielsen DB, Shropshire S, Richardson LC (2014) Preventing infections during cancer treatment: development of an interactive patient education website. *Clin J Oncol Nurs* 18(4):426–431
33. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010) Die Kategorien in der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention – Aktualisierung der Definitionen. Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. *Bundesgesundheitsbl* 53(7):754–756
34. MTD-Verlag GmbH (2016) Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) – Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (Medizinprodukte-Betreiberverordnung – MPBetreibV) in der Neufassung vom 21. August 2002 (BGBl. I S. 3397) zuletzt geändert durch Artikel 1 und 2 der Verordnung vom 27. September 2016 (BGBl. I S. 2203). Gültig seit 1. Januar 2017. <https://www.mtd.de/gesundheitsystem/gesetze-verordnungen/medizinprodukte-betreiberverordnung-mpbetreibv>. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
35. Guadnadottir U, Fritz J, Zerbel S, Bernardo A, Sethi AK, Safdar N (2013) Reducing health care-associated infections: patients want to be engaged and learn about infection prevention. *Am J Infect Control* 41(11):955–958
36. Görig T, Dittmann K, Kramer A, Heidecke C-D, Diedrich S, Hübner N-O (2019) Active involvement of patients and relatives improves subjective adherence to hygienic measures, especially self-reported hand hygiene: Results of the AHOI pilot study. *Antimicrob Resist Infect Control* 8(1):201
37. Butenko S, Lockwood C, McArthur A (2017) Patient experiences of partnering with healthcare professionals for hand hygiene compliance:

- a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep* 15(6):1645–1670
38. Agreli HF, Murphy M, Creedon S et al (2019) Patient involvement in the implementation of infection prevention and control guidelines and associated interventions: a scoping review. *BMJ Open* 9:e025824
 39. Birnbach DJ, Nevo I, Barnes S et al (2012) Do hospital visitors wash their hands? Assessing the use of alcohol-based hand sanitizer in a hospital lobby. *Am J Infect Control* 40(4):340–343
 40. Wong MWH, Xu YZ, Bone J, Srigley JA (2020) Impact of patient and visitor hand hygiene interventions at a pediatric hospital: A stepped wedge cluster randomized controlled trial. *Am J Infect Control* 48(5):511–516
 41. Srigley JA, Furness CD, Gardam M (2014) Measurement of patient hand hygiene in multiorgan transplant units using a novel technology: an observational study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(11):1336–1341
 42. Gaube S, Fischer P, Windl V, Lerner E (2020) The effect of persuasive messages on hospital visitors' hand hygiene behavior. *Health Psychol* 39(6):471–481
 43. Davis R, Parand A, Pinto A, Buetow S (2015) Systematic review of the effectiveness of strategies to encourage patients to remind healthcare professionals about their hand hygiene. *J Hosp Infect* 89(3):141–162
 44. von Lengerke T, Kröning B, Lange K (2017) Patients' intention to speak up for health care providers' hand hygiene in inpatient diabetic foot wound treatment: a cross-sectional survey in diabetes outpatient centres in Lower Saxony, Germany. *Psychol Health Med* 22(10):1137–1148
 45. Han A, Choi JS (2018) Factors influencing infection prevention self-care behaviors in patients with hematologic cancer after discharge. *Eur J Oncol Nurs* 35:102–106
 46. Leonard K (2012) A European survey relating to cancer therapy and neutropenic infections: nurse and patient viewpoints. *Eur J Oncol Nurs* 16(4):380–386
 47. Yokoe D, Casper C, Dubberke E et al (2009) Safe living after hematopoietic cell transplantation. *Bone Marrow Transplant* 44(8):509–519
 48. Lequilliec N, Raymond R, Vanjak D et al (2017) Practices of infectious control management during neutropenia: A survey from 149 French hospitals. *J Mycol Med* 27(2):227–231
 49. Thom KA, Kleinberg M, Roghmann MC (2013) Infection prevention in the cancer center. *Clin Infect Dis* 57(4):579–585
 50. Okada J, Yamamizu Y, Fukai K (2016) Effectiveness of hand hygiene depends on the patient's health condition and care environment. *Jpn J Nurs Sci* 13(4):413–423
 51. Mody L, Washer LL, Kaye KS et al (2019) Multidrug-resistant Organisms in Hospitals: What Is on Patient Hands and in Their Rooms? *Clin Infect Dis* 69(11):1837–1844
 52. Pittet D, Allegranzi B, Sax H et al (2006) Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices. *Lancet Infect Dis* 6(10):641–652
 53. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Erratum zu: Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsbl* 59(11):1503–1504
 54. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsbl* 59(9):1189–1220
 55. Reichardt C, Koniger D, Bunte-Schonberger K et al (2013) Three years of national hand hygiene campaign in Germany: what are the key conclusions for clinical practice? *J Hosp Infect* 83(Suppl 1):S11–S16
 56. Kampf G, Simon A (2017) Händehygiene bei immunsupprimierten Patienten. In: Kampf G (Hrsg) *Kompodium Händehygiene*. mhp-Verlag, Wiesbaden, S 266–271
 57. Lund BM, O'Brien SJ (2011) The occurrence and prevention of foodborne disease in vulnerable people. *Foodborne Pathog Dis* 8(9):961–973
 58. Evans EW, Redmond EC (2017) An assessment of food safety information provision for UK chemotherapy patients to reduce the risk of foodborne infection. *Public Health* 153:25–35
 59. Evans EW, Redmond EC (2018) Food Safety Knowledge and Self-Reported Food-Handling Practices in Cancer Treatment. *Oncol Nurs Forum* 45(5):E98–E110
 60. Stull JW, Stevenson KB (2015) Zoonotic disease risks for immunocompromised and other high-risk clients and staff: promoting safe pet ownership and contact. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 45(2):377–392, vii
 61. Gurry GA, Campion V, Premawardena C et al (2017) High rates of potentially infectious exposures between immunocompromised patients and their companion animals: an unmet need for education. *Intern Med J* 47(3):333–335
 62. Hemsworth S, Pizer B (2006) Pet ownership in immunocompromised children—a review of the literature and survey of existing guidelines. *Eur J Oncol Nurs* 10(2):117–127
 63. Laws H-J, Baumann U, Bogdan C et al (2020) Impfen bei Immundefizienz: Anwendungshinweise zu den von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfungen. (III) Impfen bei hämatologischen und onkologischen Erkrankungen (antineoplastische Therapie, Stammzelltransplantation), Organtransplantation und Asplenie. *Bundesgesundheitsbl* 63(5):588–644
 64. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2017) 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(2):231–244
 65. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (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(2):171–206
 66. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2017) 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(2):207–215
 67. Hentrich M, Schalk E, Schmidt-Hieber M et al (2014) Central venous catheter-related infections in hematology and oncology: 2012 updated guidelines on diagnosis, management and prevention by the Infectious Diseases Working Party of the German Society of Hematology and Medical Oncology. *Ann Oncol* 25(5):936–947
 68. Simon A, Furtwängler R, Laws HJ et al (2018) Evidenzbasierte Empfehlungen zur Anwendung dauerhaft implantierter, zentralvenöser Zugänge in der diätischen Onkologie im Auftrag der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie. (Bd. 5. vollst. überarb. Aufl.) mhp Verlag, Wiesbaden
 69. DeLa Cruz RF, Caillouet B, Guerrero SS (2012) Strategic patient education program to prevent catheter-related bloodstream infection. *Clin J Oncol Nurs* 16(1):E12–E17
 70. Moller T, Adamsen L (2010) Hematologic patients' clinical and psychosocial experiences with implanted long-term central venous catheter: self-management versus professionally controlled care. *Cancer Nurs* 33(6):426–435
 71. Moller T, Borregaard N, Tvede M, Adamsen L (2005) Patient education—a strategy for prevention of infections caused by permanent central venous catheters in patients with haematological malignancies: a randomized clinical trial. *J Hosp Infect* 61(4):330–341
 72. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Foundation CDC (2019) 3 Steps Toward Preventing Infections During Cancer Treatment (3 Steps). <https://www.preventcancerinfections.org/>. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
 73. Verbund für Angewandte Hygiene e. V. (VAH) (2019) Hygiene-Tipps für das Krankenhaus. Informationen zur Infektionsprävention. <https://hygiene-tipps-fuer-kids.de/krankenhaus-projektbeschreibung>. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
 74. Exner M, Simon A, Stiftung Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe (Hrsg) (2017) Infektionen? Nein, danke! Wir tun was dagegen! Vermeidung übertragbarer Krankheiten bei Patienten mit Abwehrschwäche im häuslichen Umfeld. https://www.leukaemie-hilfe.de/nc/download-informationen.html?tx_drblob_pi1%5BdownloadUid%5D=631. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
 75. Hall CB (2000) Nosocomial respiratory syncytial virus infections: the "Cold War" has not ended. *Clin Infect Dis* 31(2):590–596
 76. Libbrecht C, Goutagny MP, Bacchetta J et al (2016) Impact of a change in protected environment on the occurrence of severe bacterial and fungal infections in children undergoing hematopoietic stem cell transplantation. *Eur J Haematol* 97(1):70–77
 77. Picheansanthian W, Chotibang J (2015) Glove utilization in the prevention of cross transmission: a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep* 13(4):188–230
 78. (2005) Ständige Impfkommission (STIKO) am. Bull, Bd. 39. Robert Koch Institut, Hinweise zu Impfungen bei Patienten mit Immundefizienz. *Epid*, S 353–364
 79. Niehues T, Bogdan C, Hecht J, Mertens T, Wiese-Posselt M, Zepp F (2017) Impfen bei Immundefizienz. *Bundesgesundheitsbl* 60(6):674–684
 80. Rieger CT, Liss B, Mellinghoff S et al (2018) Anti-infective vaccination strategies in patients with hematologic malignancies or solid tumors—Guideline of the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German Society for Hematology and Medical Oncology (DGHO). *Ann Oncol* 29(6):1354–1365
 81. El Ramahi R, Freifeld A (2019) Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Prevention of Influenza

- Infection in Oncology Patients. *J Oncol Pract* 15(4):177–184
82. Price SA, Podczervinski S, MacLeod K, Helbert L, Pergam SA (2019) Understanding influenza vaccination rates and reasons for refusal in caregivers and household contacts of cancer patients. *Am J Infect Control* 47(4):468–470
 83. Gesetz für den Schutz vor Masern und zur Stärkung der Impfprävention (Masernschutzgesetz). Vom 10. Februar 2020 (BGBl. Teil I Nr. 6, S. 148–157)
 84. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) Impfungen von Personal in medizinischen Einrichtungen in Deutschland: Empfehlung zur Umsetzung der gesetzlichen Regelung in § 23a Infektionsschutzgesetz. Bundesgesundheitsbl (in Vorbereitung)
 85. Berg TT, Wicker S (2018) Impfungen für medizinisches Personal. *Krankenhaushygiene up2date* 13(03), S 331–342
 86. Frenzel E, Chemaly RF, Ariza-Heredia E et al (2016) Association of increased influenza vaccination in health care workers with a reduction in nosocomial influenza infections in cancer patients. *Am J Infect Control* 44(9):1016–1021
 87. Field RI (2009) Mandatory vaccination of health care workers: whose rights should come first? *Pharm Ther* 34(11):615–618
 88. Maltezou HC, Poland GA (2014) Vaccination policies for healthcare workers in Europe. *Vaccine* 32(38):4876–4880
 89. Maltezou HC, Dedoukou X, Vernardaki A et al (2018) Measles in healthcare workers during the ongoing epidemic in Greece, 2017–2018. *J Hosp Infect* 100(4):e261–e263
 90. Maltezou HC, Poland GA (2014) Immunization of healthcare providers: a critical step toward patient safety. *Vaccine* 32(38):4813
 91. Montoya A, Schildhouse R, Goyal A et al (2019) How often are health care personnel hands colonized with multidrug-resistant organisms? A systematic review and meta-analysis. *Am J Infect Control* 47(6):693–703
 92. Biehl LM, Higgins P, Wille T et al (2019) Impact of single-room contact precautions on hospital-acquisition and transmission of multidrug-resistant *Escherichia coli*: a prospective multicentre cohort study in haematological and oncological wards. *Clin Microbiol Infect* 25(8):1013–1020
 93. Sodre da Costa LS, Neves VM, Marra AR et al (2013) Measuring hand hygiene compliance in a hematology-oncology unit: a comparative study of methodologies. *Am J Infect Control* 41(11):997–1000
 94. Graf K, Ott E, Wolny M et al (2013) Hand hygiene compliance in transplant and other special patient groups: an observational study. *Am J Infect Control* 41(6):503–508
 95. Fehling P, Hasenkamp J, Unkel S et al (2019) Effect of gloved hand disinfection on hand hygiene before infection-prone procedures on a stem cell ward. *J Hosp Infect* 103(3):321–327
 96. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Erratum zu: Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. Bundesgesundheitsbl 59(1):124–129
 97. Szymczak JE, Smathers S, Hoegg C, Klieger S, Coffin SE, Sammons JS (2015) Reasons Why Physicians and Advanced Practice Clinicians Work While Sick: A Mixed-Methods Analysis. *JAMA Pediatr* 169(9):815–821
 98. Bailey ES, Lobaugh-Jin E, Smith B et al (2019) Molecular epidemiology of an outbreak of human parainfluenza virus 3 among oncology patients. *J Hosp Infect* 103(3):349–353
 99. Chemaly RF, Shah DP, Boeckh MJ (2014) Management of respiratory viral infections in hematopoietic cell transplant recipients and patients with hematologic malignancies. *Clin Infect Dis* 59(Suppl 5):S344–S351
 100. Campbell AP, Guthrie KA, Englund JA et al (2015) Clinical Outcomes Associated With Respiratory Virus Detection Before Allogeneic Hematopoietic Stem Cell Transplant. *Clin Infect Dis* 61(2):192–202
 101. Geis S, Prifert C, Weissbrich B et al (2013) Molecular characterization of a respiratory syncytial virus outbreak in a hematology unit in Heidelberg, Germany. *J Clin Microbiol* 51(1):155–162
 102. Lehnert N, Tabatabai J, Prifert C et al (2016) Long-Term Shedding of Influenza Virus, Parainfluenza Virus, Respiratory Syncytial Virus and Nosocomial Epidemiology in Patients with Hematological Disorders. *PLoS ONE* 11(2):e0148258
 103. von Lilienfeld-Toal M, Berger A, Christopheit M et al (2016) Community acquired respiratory virus infections in cancer patients-Guideline on diagnosis and management by the Infectious Diseases Working Party of the German Society for haematology and Medical Oncology. *Eur J Cancer* 67:200–212
 104. Hijano DR, Maron G, Hayden RT (2018) Respiratory Viral Infections in Patients With Cancer or Undergoing Hematopoietic Cell Transplant. *Front Microbiol* 9:3097
 105. Shah DP, Ghantaji SS, Mulanovich VE, Ariza-Heredia EJ, Chemaly RF (2012) Management of respiratory viral infections in hematopoietic cell transplant recipients. *Am J Blood Res* 2(4):203–218
 106. Shah DP, Shah PK, Azzi JM, El Chaer F, Chemaly RF (2016) Human metapneumovirus infections in hematopoietic cell transplant recipients and hematologic malignancy patients: A systematic review. *Cancer Lett* 379(1):100–106
 107. Sung L, Alonzo TA, Gerbing RB et al (2008) Respiratory syncytial virus infections in children with acute myeloid leukemia: a report from the Children's Oncology Group. *Pediatr Blood Cancer* 51(6):784–786
 108. Khawaja F, Chemaly RF (2019) Respiratory syncytial virus in hematopoietic cell transplant recipients and hematologic malignancy patients. *Haematologica* 104(7):1322–1331
 109. Sokol KA, De la Vega-Diaz I, Edmondson-Martin K et al (2016) Masks for prevention of respiratory viruses on the BMT unit: results of a quality initiative. *Transpl Infect Dis* 18(6):965–967
 110. Sung AD, Sung JAM, Thomas S et al (2016) Universal Mask Usage for Reduction of Respiratory Viral Infections After Stem Cell Transplant: A Prospective Trial. *Clin Infect Dis* 63(8):999–1006
 111. Chu HY, Englund JA, Podczervinski S et al (2014) Nosocomial transmission of respiratory syncytial virus in an outpatient cancer center. *Biol Blood Marrow Transplant* 20(6):844–851
 112. Huang SS (2019) Chlorhexidine-based decolonization to reduce healthcare-associated infections and multidrug-resistant organisms (MDROs): who, what, where, when, and why? *J Hosp Infect* 103(3):235–243
 113. Messler S, Klare I, Wappler F et al (2019) Reduction of nosocomial bloodstream infections and nosocomial vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* on an intensive care unit after introduction of antiseptic octenidine-based bathing. *J Hosp Infect* 101(3):264–271
 114. Fan CY, Lee WT, Hsu TC et al (2019) Effect of chlorhexidine bathing on colonization or infection with *Acinetobacter baumannii*: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect* 103(3):284–292
 115. Huang SS, Septimus E, Kleinman K et al (2019) Chlorhexidine versus routine bathing to prevent multidrug-resistant organisms and all-cause bloodstream infections in general medical and surgical units (ABATE Infection trial): a cluster-randomised trial. *Lancet* 393(10177):1205–1215
 116. Snarski E, Mank A, Iacobelli S et al (2015) Current practices used for the prevention of central venous catheter-associated infection in hematopoietic stem cell transplantation recipients: a survey from the Infectious Diseases Working Party and Nurses' Group of EBMT. *Transpl Infect Dis* 17(4):558–565
 117. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2014) Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. Bundesgesundheitsbl 57(6):696–732
 118. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2002) Prävention Gefäßkatheter-assoziiierter Infektionen – Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl 25(11):907–924
 119. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2017) Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen. Hinweise zur Blutkulturdiagnostik. Informativer Anhang 1 zur Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl 60(2):216–230
 120. Raulji CM, Clay K, Velasco C, Yu LC (2015) Daily Bathing with Chlorhexidine and Its Effects on Nosocomial Infection Rates in Pediatric Oncology Patients. *Pediatr Hematol Oncol* 32(5):315–321
 121. Choi SW, Chang L, Hanauer DA et al (2013) Rapid reduction of central line infections in hospitalized pediatric oncology patients through simple quality improvement methods. *Pediatr Blood Cancer* 60(2):262–269
 122. Climo MW, Yokoe DS, Warren DK et al (2013) Effect of daily chlorhexidine bathing on hospital-acquired infection. *N Engl J Med* 368(6):533–542
 123. Abbas M, Pires D, Peters A et al (2018) Conflicts of interest in infection prevention and control research: no smoke without fire. A narrative review. *Intensive Care Med* 44(10):1679–1690
 124. Heo ST, Kim SJ, Jeong YG, Bae IG, Jin JS, Lee JC (2008) Hospital outbreak of *Burkholderia stabilis* bacteraemia related to contaminated chlorhexidine in haematological malignancy patients with indwelling catheters. *J Hosp Infect* 70(3):241–245
 125. Gastmeier P, Kampf KP, Behne M, Geffers C, Schwab F (2016) An observational study of the universal use of octenidine to decrease nosocomial bloodstream infections and MDR-

- ganisms. *J Antimicrob Chemother* 71(9):2569–2576
126. Meissner A, Hasenclever D, Brosteau O, Chaberny IF (2017) EFFECT of daily antiseptic body wash with octenidine on nosocomial primary bacteraemia and nosocomial multidrug-resistant organisms in intensive care units: design of a multicentre, cluster-randomised, double-blind, cross-over study. *BMJ Open* 7(11):e016251
 127. Becker SL, Berger FK, Feldner SK et al (2018) Outbreak of *Burkholderia cepacia* complex infections associated with contaminated octenidine mouthwash solution, Germany, August to September 2018. *Euro Surveill* 23(42):1800540
 128. Huang SS, Septimus E, Hayden MK et al (2016) Effect of body surface decolonisation on bacteriuria and candiduria in intensive care units: an analysis of a cluster-randomised trial. *Lancet Infect Dis* 16(1):70–79
 129. Wang EW, Layon AJ (2017) Chlorhexidine gluconate use to prevent hospital acquired infections—a useful tool, not a panacea. *Ann Transl Med* 5(1):14
 130. Kampf G (2016) Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an ‘antiseptic stewardship’ initiative? *J Hosp Infect* 94(3):213–227
 131. McNeil JC, Hulten KG, Kaplan SL, Mahoney DH, Mason EO (2013) *Staphylococcus aureus* infections in pediatric oncology patients: high rates of antimicrobial resistance, antiseptic tolerance and complications. *Pediatr Infect Dis J* 32(2):124–128
 132. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2004) Anforderung an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. *Bundesgesundheitsbl* 47(1):51–61
 133. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2018) Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen. *Bundesgesundheitsbl* 61(10):1310–1361
 134. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2012) Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen. *Bundesgesundheitsbl* 55(10):1311–1354
 135. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2019) Hygienemaßnahmen bei *Clostridioides difficile*-Infektion (CDI). *Bundesgesundheitsbl* 62(7):906–923
 136. Kanamori H, Rutala WA, Weber DJ (2017) The Role of Patient Care Items as a Fomite in Healthcare-Associated Outbreaks and Infection Prevention. *Clin Infect Dis* 65(8):1412–1419
 137. Donskey CJ (2013) Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? *Am J Infect Control* 41(5 Suppl):S12–S19
 138. Han JH, Sullivan N, Leas BF, Pegues DA, Kaczmarek JL, Umscheid CA (2015) Cleaning Hospital Room Surfaces to Prevent Health Care-Associated Infections: A Technical Brief. *Ann Intern Med* 163(8):598–607
 139. Leas BF, Sullivan N, Han JH, Pegues DA, Kaczmarek JL, Umscheid CA (2015) Environmental Cleaning for the Prevention of Healthcare-Associated Infections Technical Brief, No 22, Agency for Healthcare Research and Quality, (AHRQ), Rockville (MD)
 140. Havill NL (2013) Best practices in disinfection of noncritical surfaces in the health care setting: creating a bundle for success. *Am J Infect Control* 41(5 Suppl):S26–S30
 141. Satlin MJ, Chavda KD, Baker TM et al (2018) Colonization With Levofloxacin-resistant Extended-spectrum beta-Lactamase-producing Enterobacteriaceae and Risk of Bacteremia in Hematopoietic Stem Cell Transplant Recipients. *Clin Infect Dis* 67(11):1720–1728
 142. Satlin MJ, Jenkins SG, Walsh TJ (2014) The global challenge of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in transplant recipients and patients with hematologic malignancies. *Clin Infect Dis* 58(9):1274–1283
 143. Satlin MJ, Walsh TJ (2017) Multidrug-resistant Enterobacteriaceae, *Pseudomonas aeruginosa*, and vancomycin-resistant *Enterococcus*: Three major threats to hematopoietic stem cell transplant recipients. *Transpl Infect Dis* 19(6):e12762
 144. Vehreschild MJ, Hamprecht A, Peterson L et al (2014) A multicentre cohort study on colonization and infection with ESBL-producing Enterobacteriaceae in high-risk patients with haematological malignancies. *J Antimicrob Chemother* 69(12):3387–3392
 145. Vehreschild MJ, Liss BJ, Cornely OA (2013) Intestinal colonisation and blood stream infections due to vancomycin-resistant enterococci (VRE) and extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae (ESBLE) in patients with haematological and oncological malignancies. *Infection* 41(5):1049–1050
 146. Vehreschild MJ, Weitershausen D, Biehl LM et al (2014) *Clostridium difficile* infection in patients with acute myelogenous leukemia and in patients undergoing allogeneic stem cell transplantation: epidemiology and risk factor analysis. *Biol Blood Marrow Transplant* 20(6):823–828
 147. Ruhnke M, Arnold R, Gastmeier P (2014) Infection control issues in patients with haematological malignancies in the era of multidrug-resistant bacteria. *Lancet Oncol* 15(13):e606–e619
 148. Pouch SM, Satlin MJ (2017) Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in special populations: Solid organ transplant recipients, stem cell transplant recipients, and patients with hematologic malignancies. *Virulence* 8(4):391–402
 149. Medernach RL, Logan LK (2018) The Growing Threat of Antibiotic Resistance in Children. *Infect Dis Clin North Am* 32(1):1–17
 150. van Loon K, Voor In ’t Holt AF, Vos MC (2018) A Systematic Review and Meta-analyses of the Clinical Epidemiology of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. *Antimicrob Agents Chemother* 62(1):pii: e01730–17
 151. Rump B, Timen A, Hulscher M, Verweij M (2018) Ethics of Infection Control Measures for Carriers of Antimicrobial Drug-Resistant Organisms. *Emerg Infect Dis* 24(9):1609–1616
 152. Kommission für Krankenhaushygiene (KRINKO) (2019) Ergänzung zur Empfehlung der KRINKO „Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen“ (2012) im Zusammenhang mit der von EUCAST neu definierten Kategorie „I“ bei der Antibiotika-Resistenzbestimmung: Konsequenzen für die Definition von MRGN. *Epid Bull* 9:82–83
 153. Rohde AM, Zweigner J, Wiese-Posselt M et al (2018) Incidence of infections due to third generation cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae—a prospective multicentre cohort study in six German university hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control* 7:159
 154. Boldt AC, Schwab F, Rohde AM et al (2018) Admission prevalence of colonization with third-generation cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae and subsequent infection rates in a German university hospital. *PLoS ONE* 13(8):e021548
 155. Biehl LM, Schmidt-Hieber M, Liss B, Cornely OA, Vehreschild MJ (2016) Colonization and infection with extended spectrum beta-lactamase producing Enterobacteriaceae in high-risk patients—Review of the literature from a clinical perspective. *Crit Rev Microbiol* 42(1):1–16
 156. Cattaneo C, Di Blasi R, Skert C et al (2018) Bloodstream infections in haematological cancer patients colonized by multidrug-resistant bacteria. *Ann Hematol* 97(9):1717–1726
 157. Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI), Paed IC (2014) Infektionspräventives Vorgehen bei Nachweis von MRGN im Kindesalter. *Hyg Med* 39(10):392–399
 158. Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (1997) General Requirements (Food Hygiene). Codex Alimentarius (Supplement to Volume 1B). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO), Rome
 159. De Waele E, Demol J, Caccialanza R et al (2019) Unidentified cachexia patients in the oncologic setting: Cachexia UFOs do exist. *Nutrition* 63–64(07/08):200–204
 160. Isenring EA, Teleni L (2013) Nutritional counseling and nutritional supplements: a cornerstone of multidisciplinary cancer care for cachectic patients. *Curr Opin Support Palliat Care* 7(4):390–395
 161. Kurk S, Peeters P, Stellato R et al (2019) Skeletal muscle mass loss and dose-limiting toxicities in metastatic colorectal cancer patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 10(4):803–813
 162. Schmid I, Albert MH, Stachel D, Simon A (2008) Nahrungsmittelrestriktionen zur Infektionsprävention bei Kindern mit Krebserkrankung: Was ist gesichert und was ist sinnvoll? *Hyg Med* 33(1/2):16–24
 163. Baumgartner A, Hoskin K, Schuetz P (2018) Optimization of nutrition during allogeneic hematologic stem cell transplantation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 21(3):152–158
 164. Friedemann M (2008) Gesundheitliches Gefährdungspotenzial von *Enterobacter sakazakii* (Cronobacter spp. nov.) in Säuglingsnahrung. *Bundesgesundheitsbl* 51(6):664–674
 165. Healy B, Cooney S, O’Brien S et al (2010) Cronobacter (*Enterobacter sakazakii*): an opportunistic foodborne pathogen. *Foodborne Pathog Dis* 7(4):339–350
 166. Holy O, Forsythe S (2014) *Cronobacter* spp. as emerging causes of healthcare-associated infection. *J Hosp Infect* 86(3):169–177
 167. Hurrell E, Kucerova E, Loughlin M et al (2009) Neonatal enteral feeding tubes as loci for colonisation by members of the Enterobacteriaceae. *BMC Infect Dis* 9:146
 168. Gardner A, Mattiuzzi G, Faderl S et al (2008) Randomized comparison of cooked and noncooked diets in patients undergoing remission induction therapy for acute myeloid leukemia. *J Clin Oncol* 26(35):5684–5688
 169. Lassiter M, Schneider SM (2015) A pilot study comparing the neutropenic diet to a non-neutropenic diet in the allogeneic hematopoietic stem cell transplantation population. *Clin J Oncol Nurs* 19(3):273–278

170. van Tiel F, Harbers MM, Terporten PH et al (2007) Normal hospital and low-bacterial diet in patients with cytopenia after intensive chemotherapy for hematological malignancy: a study of safety. *Ann Oncol* 18(6):1080–1084
171. Sonbol M, Jain T, Firwana B (2019) Neutropenic diets to prevent cancer infections: updated systematic review and meta-analysis. *BMJ Support Palliat Care* 9(4):425–433
172. Ball S, Brown TJ, Das A, Khera R, Khanna S, Gupta A (2019) Effect of Neutropenic Diet on Infection Rates in Cancer Patients With Neutropenia: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Clin Oncol* 42(3):270–274
173. Wolfe HR, Sadeghi N, Agrawal D, Johnson DH, Gupta A (2018) Things We Do For No Reason: Neutropenic Diet. *J Hosp Med* 13(8):573–576
174. Tramsen L, Salzmann-Manrique E, Bochennek K et al (2016) Lack of Effectiveness of Neutropenic Diet and Social Restrictions as Anti-Infective Measures in Children With Acute Myeloid Leukemia: An Analysis of the AML-BFM 2004 Trial. *J Clin Oncol* 34(23):2776–2783
175. Taggart C, Neumann N, Alonso PB et al (2019) Comparing a Neutropenic Diet to a Food Safety-Based Diet in Pediatric Patients Undergoing Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Biol Blood Marrow Transplant* 25(7):1382–1386
176. Trifilio S, Helenowski I, Giel M et al (2012) Questioning the role of a neutropenic diet following hematopoietic stem cell transplantation. *Biol Blood Marrow Transplant* 18(9):1385–1390
177. Moody K, Finlay J, Mancuso C, Charlson M (2006) Feasibility and safety of a pilot randomized trial of infection rate: neutropenic diet versus standard food safety guidelines. *J Pediatr Hematol Oncol* 28(3):126–133
178. Goldenberg JZ, Yap C, Lytvyn L et al (2017) Probiotics for the prevention of Clostridium difficile-associated diarrhea in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 12:Cd6095
179. Guo Q, Goldenberg JZ, Humphrey C, El Dib R, Johnston BC (2019) Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev* 4:Cd004827
180. Ouyang X, Li Q, Shi M et al (2019) Probiotics for preventing postoperative infection in colorectal cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis* 34(3):459–469
181. Wei D, Heus P, van de Wetering FT, van Tienhoven G, Verleye L, Scholten RJ (2018) Probiotics for the prevention or treatment of chemotherapy- or radiotherapy-related diarrhoea in people with cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 8:Cd008831
182. Kujawa-Szewieczek A, Adamczak M, Kwiecien K, Dudzicz S, Gazda M, Wiecek A (2015) The Effect of Lactobacillus plantarum 299v on the Incidence of Clostridium difficile Infection in High Risk Patients Treated with Antibiotics. *Nutrients* 7(12):10179–10188
183. Bai J, Behera M, Bruner DW (2018) The gut microbiome, symptoms, and targeted interventions in children with cancer: a systematic review. *Support Care Cancer* 26(2):427–439
184. Gorshein E, Wei C, Ambrosy S et al (2017) Lactobacillus rhamnosus GG probiotic enteric regimen does not appreciably alter the gut microbiome or provide protection against GVHD after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Clin Transplant* 31(5):e12947
185. Cohen SA, Woodfield MC, Boyle N, Stednick Z, Boeckh M, Pergam SA (2016) Incidence and outcomes of bloodstream infections among hematopoietic cell transplant recipients from species commonly reported to be in over-the-counter probiotic formulations. *Transpl Infect Dis* 18(5):699–705
186. Salminen MK, Rautelin H, Tynkkynen S et al (2006) Lactobacillus bacteremia, species identification, and antimicrobial susceptibility of 85 blood isolates. *Clin Infect Dis* 42(5):e35–e44
187. Land MH, Rouster-Stevens K, Woods CR, Cannon ML, Cnota J, Shetty AK (2005) Lactobacillus sepsis associated with probiotic therapy. *Pediatrics* 115(1):178–181
188. Kunz AN, Fairchok MP, Noel JM (2005) Lactobacillus sepsis associated with probiotic therapy. *Pediatrics* 116(2):517
189. Cannon JP, Lee TA, Bolanos JT, Danziger LH (2003) Pathogenic relevance of Lactobacillus: a retrospective review of over 200 cases. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 24(1):31–40
190. Arpi M, Vancanneyt M, Swings J, Leisner JJ (2003) Six cases of Lactobacillus bacteraemia: identification of organisms and antibiotic susceptibility and therapy. *Scand J Infect Dis* 35(6–7):404–408
191. Carretto E, Barbarini D, Marzani FC et al (2001) Catheter-related bacteremia due to Lactobacillus rhamnosus in a single-lung transplant recipient. *Scand J Infect Dis* 33(10):780–782
192. Cooper CD, Vincent A, Greene JN, Sandin RL, Cobian L (1998) Lactobacillus bacteremia in febrile neutropenic patients in a cancer hospital. *Clin Infect Dis* 26(5):1247–1248
193. Schlegel L, Lemerle S, Geslin P (1998) Lactobacillus species as opportunistic pathogens in immunocompromised patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 17(12):887–888
194. Munoz P, Bouza E, Cuenca-Estrella M et al (2005) Saccharomyces cerevisiae fungemia: an emerging infectious disease. *Clin Infect Dis* 40(11):1625–1634
195. Herbrecht R, Nivoix Y (2005) Saccharomyces cerevisiae fungemia: an adverse effect of Saccharomyces boulardii probiotic administration. *Clin Infect Dis* 40(11):1635–1637
196. Enache-Angoulvant A, Hennequin C (2005) Invasive Saccharomyces infection: a comprehensive review. *Clin Infect Dis* 41(11):1559–1568
197. Cesaro S, Chinello P, Rossi L, Zanesco L (2000) Saccharomyces cerevisiae fungemia in a neutropenic patient treated with Saccharomyces boulardii. *Support Care Cancer* 8(6):504–505
198. Cassone M, Serra P, Mondello F et al (2003) Outbreak of Saccharomyces cerevisiae subtype boulardii fungemia in patients neighboring those treated with a probiotic preparation of the organism. *J Clin Microbiol* 41(11):5340–5343
199. Olver WJ, James SA, Lennard A et al (2002) Nosocomial transmission of Saccharomyces cerevisiae in bone marrow transplant patients. *J Hosp Infect* 52(4):268–272
200. Ladas EJ, Bhatia M, Chen L et al (2016) The safety and feasibility of probiotics in children and adolescents undergoing hematopoietic cell transplantation. *Bone Marrow Transplant* 51(2):262–266
201. Yelin I, Flett KB, Merakou C et al (2019) Genomic and epidemiological evidence of bacterial transmission from probiotic capsule to blood in ICU patients. *Nat Med* 25(11):1728–1732
202. Diorio C, Robinson PD, Ammann RA et al (2018) Guideline for the Management of Clostridium Difficile Infection in Children and Adolescents With Cancer and Pediatric Hematopoietic Stem-Cell Transplantation Recipients. *J Clin Oncol* 36(31):3162–3172
203. Mehta A, Rangarajan S, Borate U (2013) A cautionary tale for probiotic use in hematopoietic SCT patients-Lactobacillus acidophilus sepsis in a patient with mantle cell lymphoma undergoing hematopoietic SCT. *Bone Marrow Transplant* 48(3):461–462
204. Hota S, Hirji Z, Stockton K et al (2009) Outbreak of multidrug-resistant Pseudomonas aeruginosa colonization and infection secondary to imperfect intensive care unit room design. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30(1):25–33
205. Eckmanns T, Ruden H, Gastmeier P (2006) The influence of high-efficiency particulate air filtration on mortality and fungal infection among highly immunosuppressed patients: a systematic review. *J Infect Dis* 193(10):1408–1418
206. Passweg JR, Rowlings PA, Atkinson KA et al (1998) Influence of protective isolation on outcome of allogeneic bone marrow transplantation for leukemia. *Bone Marrow Transplant* 21(12):1231–1238
207. Meneguetti MG, Ferreira LR, Silva MF, Silva AS, Bellissimo-Rodrigues F (2013) Assessment of microbiological air quality in hemato-oncology units and its relationship with the occurrence of invasive fungal infections: an integrative review. *Rev Soc Bras Med Trop* 46(4):391–396
208. Cesaro S, Tridello G, Castagnola E et al (2017) Retrospective study on the incidence and outcome of proven and probable invasive fungal infections in high-risk pediatric onco-hematological patients. *Eur J Haematol* 99(3):240–248
209. Linke C, Tragiannidis A, Ahlmann M et al (2019) Epidemiology and management burden of invasive fungal infections after autologous hematopoietic stem cell transplantation: 10-year experience at a European Pediatric Cancer Center. *Mycoses* 62:954–960
210. Vokurka S, Bystrická E, Svoboda T et al (2014) The availability of HEPA-filtered rooms and the incidence of pneumonia in patients after hematopoietic stem cell transplantation (HSCT): results from a prospective, multicenter, eastern European study. *J Clin Nursing* 23:1648–1652
211. Hicheri Y, Einsele H, Martino R, Cesaro S, Ljungman P, Cordonnier C (2013) Environmental prevention of infection in stem cell transplant recipients: a survey of the Infectious Diseases Working Part of the European Group for Blood and Marrow Transplantation. *Transpl Infect Dis* 15:251–258
212. Ruijters VJ, Oosterom N, Wolfs TFW, van den Heuvel-Eibrink MM, van Grotel M (2019) Frequency and Determinants of Invasive Fungal Infections in Children With Solid and Hematologic Malignancies in a Nonallogeneic Stem Cell Transplantation Setting: A Narrative Review. *J Pediatr Hematol Oncol* 41(5):345–354
213. Styczynski J, Tridello G, Donnelly JP et al (2018) Protective environment for hematopoietic cell transplant (HSCT) recipients: The Infectious Diseases Working Party EBMT analysis of global recommendations on health-care facilities. *Bone Marrow Transplant* 53(9):1131–1138
214. Ortega Morente E, Fernandez-Fuentes MA, Grande Burgos MJ, Abriouel H, Pulido PR, Galvez A (2013) Biocide tolerance in bacteria. *Int J Food Microbiol* 162(1):13–25
215. Maschmeyer G, Neuburger S, Fritz L et al (2009) A prospective, randomised study on the use

- of well-fitting masks for prevention of invasive aspergillosis in high-risk patients. *Ann Oncol* 20(9):1560–1564
216. Raad I, Hanna H, Osting C et al (2002) Masking of neutropenic patients on transport from hospital rooms is associated with a decrease in nosocomial aspergillosis during construction. *Infect Control Hosp Epidemiol* 23(1):41–43
217. Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) Richtlini-enreihe VDI 6022 „Raumluftechnik, Raumluf-qualität“. <https://www.vdi.de/richtlinien/unsere-richtlinien-highlights/vdi-6022>. Zugriffen: 1. Nov. 2020
218. Göttlich E, Engesser K, Bardtke D (1994) Emission von Pilzsporen in Müllverarbeitungsanlagen. *Forum Städte-Hygiene* 45(11/12):321–325
219. Dyck A, Exner M, Kramer A (2007) Experimental based experiences with the introduction of a water safety plan for a multi-located university clinic and its efficacy according to WHO recom-mendations. *BMC Public Health* 7:34
220. Kizny Gordon AE, Mathers AJ, Cheong EYL et al (2017) The Hospital Water Environment as a Re-servoir for Carbapenem-Resistant Organisms Causing Hospital-Acquired Infections— A Systematic Review of the Literature. *Clin Infect Dis* 64(10):1435–1444
221. Kossow A, Kampmeier S, Willems S et al (2017) Control of Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* in Allogeneic Hematopoietic Stem Cell Transplant Recipients by a Novel Bundle Including Remodeling of Sanitary and Water Supply Systems. *Clin Infect Dis* 65(6):935–942
222. Baranovsky S, Jumas-Bilak E, Lotthe A et al (2018) Tracking the spread routes of opportunist-ic premise plumbing pathogens in a haemato-logy unit with water points-of-use protected by antimicrobial filters. *J Hosp Infect* 98(1):53–59
223. Garvey MI, Bradley CW, Holden E (2018) Water-borne *Pseudomonas aeruginosa* transmission in a hematology unit? *Am J Infect Control* 46(4):383–386
224. Kommission für Krankenhaushygiene und Infek-tionsprävention (KRINKO) (2020) Anforderungen der Hygiene an abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen. *Bundesgesundheits-bl* 63(4):484–501
225. Charron D, Bedard E, Lalancette C, Laferriere C, Prevost M (2015) Impact of electronic faucets and water quality on the occurrence of *Pseudo-monas aeruginosa* in water: a multi-hospital study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36(3):311–319
226. Schneider H, Geginat G, Hogardt M et al (2012) *Pseudomonas aeruginosa* outbreak in a pedi-atric oncology care unit caused by an errant water jet into contaminated siphons. *Pediatr Infect Dis J* 31(6):648–650
227. Picot-Gueraud R, Khouri C, Brenier-Pinchart MP et al (2015) En-suite bathrooms in protected ha-ematology wards: a source of filamentous fungal contamination? *J Hosp Infect* 91(3):244–249
228. Brown L, Siddiqui S, McMullen A, Waller J, Baer S (2020) Revisiting the “leading edge” of hospital privacy curtains in the medical intensive care unit. *Am J Infect Control* 48(7):746–750
229. Larocque M, Carver S, Bertrand A, McGeer A, McLeod S, Borgundvaag B (2016) Acquisition of bacteria on health care workers’ hands after contact with patient privacy curtains. *Am J Infect Control* 44(11):1385–1386
230. Shek K, Patidar R, Kohja Z et al (2017) Rate of contamination of hospital privacy curtains on a burns and plastic surgery ward: a cross-section-al study. *J Hosp Infect* 96(1):54–58
231. Wilson G, Jackson V, Boyken L et al (2020) A randomized control trial evaluating efficacy of antimicrobial impregnated hospital privacy curtains in an intensive care setting. *Am J Infect Control* 48(8):862–868
232. Garvey MI, Wilkinson MAC, Holden KL, Martin T, Parkes J, Holden E (2019) Tap out: reducing waterborne *Pseudomonas aeruginosa* trans-mission in an intensive care unit. *J Hosp Infect* 102(1):75–81
233. Watkins LFK, Toews KE, Harris AM et al (2017) Lessons From an Outbreak of Legionnaires’ Disease on a Hematology–Oncology Unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 38(3):306–313
234. Micol JB, de Botton S, Guieze R et al (2006) An 18-case outbreak of drug-resistant *Pseudo-monas aeruginosa* bacteremia in hematology patients. *Haematologica* 91(8):1134–1138
235. Vianelli N, Giannini MB, Quarti C et al (2006) Resolution of a *Pseudomonas aeruginosa* outbreak in a hematology unit with the use of disposable sterile water filters. *Haematologica* 91(7):983–985
236. De Brabandere E, Ablorh R, Leroux-Roels I (2017) The hospital sanitary as a source of a vim-producing multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa* outbreak at the pediatric hemato-oncology ward. *Antimicrob Resist Infect Control* 6(Suppl 3):52
237. Walker J, Moore G (2016) Safe water in health-care premises. *J Hosp Infect* 94(1):1
238. Garvey MI, Bradley CW, Jumaa P (2016) The risks of contamination from tap end filters. *J Hosp Infect* 94(3):282–283
239. Eckmanns T, Oppert M, Martin M et al (2008) An outbreak of hospital-acquired *Pseudomonas aeruginosa* infection caused by contaminated bottled water in intensive care units. *Clin Microbiol Infect* 14(5):454–458
240. Wilson C, Dettenkofer M, Jonas D, Daschner FD (2004) Pathogen growth in herbal teas used in clinical settings: a possible source of nosocomial infection? *Am J Infect Control* 32(2):117–119
241. Kanamori H, Rutala WA, Sickbert-Bennett EE, Weber DJ (2015) Review of fungal outbreaks and infection prevention in healthcare settings during construction and renovation. *Clin Infect Dis* 61(3):433–444
242. Pokala HR, Leonard D, Cox J et al (2014) Association of hospital construction with the development of healthcare associated environ-mental mold infections (HAEMI) in pediatric patients with leukemia. *Pediatr Blood Cancer* 61(2):276–280
243. Talento AF, Fitzgerald M, Redington B, O’Sullivan N, Fenelon L, Rogers TR (2019) Prevention of healthcare-associated invasive aspergillosis during hospital construction/renovation works. *J Hosp Infect* 103(1):1–12
244. Berger J, Willinger B, Diab-Elschahawi M et al (2011) Effectiveness of preventive measures for hemato-oncologic patients undergoing stem cell transplantation during a period of hospital construction. *Am J Infect Control* 39(9):746–751
245. Mellinghoff SC, Panse J, Alakel N et al (2018) Primary prophylaxis of invasive fungal infections in patients with haematological malignancies: 2017 update of the recommendations of the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German Society for Haematology and Medical Oncology (DGHO). *Ann Hematol* 97(2):197–207
246. Lehrnbecher T (2015) Antifungal prophylaxis in pediatric patients undergoing therapy for cancer: drugs and dosing. *Curr Opin Infect Dis* 28(6):523–531
247. Yunus S, Pieper S, Kolwe H, Goletz G, Jurgens H, Groll AH (2014) Azole-based chemoprophylaxis of invasive fungal infections in paediatric patients with acute leukaemia: an internal audit. *J Antimicrob Chemother* 69(3):815–820
248. Tragiannidis A, Dokos C, Lehrnbecher T, Groll AH (2012) Antifungal chemoprophylaxis in children and adolescents with haematological malignancies and following allogeneic haema-topoietic stem cell transplantation: review of the literature and options for clinical practice. *Drugs* 72(5):685–704
249. Lehrnbecher T, Fisher BT, Phillips B et al (2020) Clinical Practice Guideline for Systemic Antifun-gal Prophylaxis in Pediatric Patients With Cancer and Hematopoietic Stem-Cell Transplantation Recipients. *J Clin Oncol* 38(27):3205–3216
250. Rhame FS (1991) Prevention of nosocomial aspergillosis. *J Hosp Infect* 18(Suppl A):466–472
251. Streifel AJ, Lauer JL, Vesley D, Juni B, Rhame FS (1983) *Aspergillus fumigatus* and other thermotolerant fungi generated by hospital building demolition. *Appl Environ Microbiol* 46(2):375–378
252. Vonberg RP, Gastmeier P (2006) Nosocomial aspergillosis in outbreak settings. *J Hosp Infect* 63(3):246–254
253. Chang CC, Ananda-Rajah M, Belcastro A et al (2014) Consensus guidelines for implementation of quality processes to prevent invasive fungal disease and enhanced surveillance measures during hospital building works. *Intern Med J* 44(12b):1389–1397
254. Combariza JF, Toro LF, Orozco JJ, Arango M (2018) Cost-effectiveness analysis of interven-tions for prevention of invasive aspergillosis among leukemia patients during hospital con-struction activities. *Eur J Haematol* 100(2):140–146
255. Manuel RJ, Kibbler CC (1998) The epidemiology and prevention of invasive aspergillosis. *J Hosp Infect* 39(2):95–109
256. Mahieu LM, De Dooy JJ, Van Laer FA, Jansens H, leven MM (2000) A prospective study on factors influencing aspergillus spore load in the air during renovation works in a neonatal intensive care unit. *J Hosp Infect* 45(3):191–197
257. Barnes RA, Rogers TR (1989) Control of an outbreak of nosocomial aspergillosis by laminar air-flow isolation. *J Hosp Infect* 14(2):89–94
258. Klimowski LL, Rotstein C, Cummings KM (1989) Incidence of nosocomial aspergillosis in patients with leukemia over a twenty-year period. *Infect Control Hosp Epidemiol* 10(7):299–305
259. Antoniadou A (2009) Outbreaks of zygomycosis in hospitals. *Clin Microbiol Infect* 15(Suppl 5):55–59
260. Canada Communicable Disease Report (CCDR) (2001) Construction-related nosocomial infections in patients in health care facilities. De-creasing the risk of Aspergillus, Legionella and other infections. *Can Commun Dis Rep* 27(Suppl 2):1–42
261. Kommission für Krankenhaushygiene und Infek-tionsprävention (KRINKO) (2015) Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfek-tionen. *Bundesgesundheitsbl* 58(6):641–650
262. Kommission für Krankenhaushygiene und In-fektionsprävention (KRINKO) (2018) Prävention

- postoperativer Wundinfektionen. Bundesgesundheitsbl 61(4):448–473
263. Tomsic I, Heinze NR, Chaberny IF, Krauth C, Schock B, von Lengerke T (2020) Implementation interventions in preventing surgical site infections in abdominal surgery: a systematic review. BMC Health Serv Res 20(1):236
264. Poutsiaika DD, Munson D, Price LL, Chan GW, Snyderman DR (2011) Blood stream infection (BSI) and acute GVHD after hematopoietic SCT (HSCT) are associated. Bone Marrow Transplant 46(2):300–307
265. Dandoy CE, Alonso PB (2019) MBI-LCBI and CLABSIs: more than scrubbing the line. Bone Marrow Transplant 54(12):1932–1939
266. Balian C, Garcia M, Ward J (2018) A Retrospective Analysis of Bloodstream Infections in Pediatric Allogeneic Stem Cell Transplant Recipients: The Role of Central Venous Catheters and Mucosal Barrier Injury. J Pediatr Oncol Nurs 35(3):210–217
267. Dandoy CE, Haslam D, Lane A et al (2016) Healthcare Burden, Risk Factors, and Outcomes of Mucosal Barrier Injury Laboratory-Confirmed Bloodstream Infections after Stem Cell Transplantation. Biol Blood Marrow Transplant 22(9):1671–1677
268. Lukenbill J, Rybicki L, Sekeres MA et al (2013) Defining incidence, risk factors, and impact on survival of central line-associated blood stream infections following hematopoietic cell transplantation in acute myeloid leukemia and myelodysplastic syndrome. Biol Blood Marrow Transplant 19(5):720–724
269. Mikulska M, Viscoli C, Orasch C et al (2014) Aetiology and resistance in bacteraemias among adult and paediatric haematology and cancer patients. J Infect 68(4):321–331
270. Metzger KE, Rucker Y, Callaghan M et al (2015) The burden of mucosal barrier injury laboratory-confirmed bloodstream infection among hematology, oncology, and stem cell transplant patients. Infect Control Hosp Epidemiol 36(2):119–124
271. See I, Iwamoto M, Allen-Bridson K, Horan T, Magill SS, Thompson ND (2013) Mucosal barrier injury laboratory-confirmed bloodstream infection: results from a field test of a new National Healthcare Safety Network definition. Infect Control Hosp Epidemiol 34(8):769–776
272. Stango C, Runyan D, Stern J, Macri I, Vacca M (2014) A successful approach to reducing bloodstream infections based on a disinfection device for intravenous needleless connector hubs. J Infus Nurs 37(6):462–465
273. Kamboj M, Blair R, Bell N et al (2015) Use of Disinfection Cap to Reduce Central-Line-Associated Bloodstream Infection and Blood Culture Contamination Among Hematology-Oncology Patients. Infect Control Hosp Epidemiol 36(12):1401–1408
274. Timsit JF, Mimoz O, Mourvillier B et al (2012) Randomized controlled trial of chlorhexidine dressing and highly adhesive dressing for preventing catheter-related infections in critically ill adults. Am J Respir Crit Care Med 186(12):1272–1278
275. Timsit JF, Schwebel C, Bouadma L et al (2009) Chlorhexidine-impregnated sponges and less frequent dressing changes for prevention of catheter-related infections in critically ill adults: a randomized controlled trial. JAMA 301(12):1231–1241
276. Ruschulte H, Franke M, Gastmeier P et al (2009) Prevention of central venous catheter related infections with chlorhexidine gluconate impregnated wound dressings: a randomized controlled trial. Ann Hematol 88(3):267–272
277. van der Velden WJ, Herbers AH, Netea MG, Blijlevens NM (2014) Mucosal barrier injury, fever and infection in neutropenic patients with cancer: introducing the paradigm febrile mucositis. Br J Haematol 167(4):441–452
278. Zecha J, Raber-Durlacher J, Laheij A et al (2019) The impact of the oral cavity in febrile neutropenia and infectious complications in patients treated with myelosuppressive chemotherapy. Support Care Cancer 27(10):3667–3679
279. Schmalz G, Tulani L, Busjan R et al (2020) Dental and Periodontal Treatment Need after Dental Clearance Is Not Associated with the Outcome of Induction Therapy in Patients with Acute Leukemia: Results of a Retrospective Pilot Study. Adv Hematol 2020:6710906
280. Carvalho CG, Medeiros-Filho JB, Ferreira MC (2018) Guide for health professionals addressing oral care for individuals in oncological treatment based on scientific evidence. Support Care Cancer 26(8):2651–2661
281. Lalla RV, Bowen J, Barasch A et al (2014) MASCC/ISOO clinical practice guidelines for the management of mucositis secondary to cancer therapy. Cancer 120(10):1453–1461
282. Peterson DE, Boers-Doets CB, Bensadoun RJ, Herrstedt J (2015) Management of oral and gastrointestinal mucosal injury: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment, and follow-up. Ann Oncol 26(Suppl 5):v139–v151
283. Mutters NT, Neubert TR, Nieth R, Mutters R (2015) The role of Octenidol®, Glandomed® and chlorhexidine mouthwash in the prevention of mucositis and in the reduction of the oropharyngeal flora: a double-blind randomized controlled trial. GMS Hyg Infect Control 10:Doc5
284. Cardona A, Balouch A, Abdul MM, Sedghizadeh PP, Enciso R (2017) Efficacy of chlorhexidine for the prevention and treatment of oral mucositis in cancer patients: a systematic review with meta-analyses. J Oral Pathol Med 46(9):680–688
285. Lemes LG, Correa TS, Fiaccadori FS et al (2014) Prospective study on Norovirus infection among allogeneic stem cell transplant recipients: prolonged viral excretion and viral RNA in the blood. J Clin Virol 61(3):329–333
286. Sheahan A, Copeland G, Richardson L et al (2015) Control of norovirus outbreak on a pediatric oncology unit. Am J Infect Control 43(10):1066–1069
287. Ye X, Van JN, Munoz FM et al (2015) Noroviruses as a Cause of Diarrhea in Immunocompromised Pediatric Hematopoietic Stem Cell and Solid Organ Transplant Recipients. Am J Transplant 15(7):1874–1881
288. Echenique IA, Penugonda S, Stosor V, Ison MG, Angarone MP (2015) Diagnostic yields in solid organ transplant recipients admitted with diarrhea. Clin Infect Dis 60(5):729–737
289. Kamboj M, Mihiu CN, Sepkowitz K, Kernan NA, Papanicolaou GA (2007) Work-up for infectious diarrhea after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation: single specimen testing results in cost savings without compromising diagnostic yield. Transpl Infect Dis 9(4):265–269
290. Trinh SA, Echenique IA, Penugonda S, Angarone MP (2017) Optimal strategies for the diagnosis of community-onset diarrhea in solid organ transplant recipients: Less is more. Transpl Infect Dis 19(2):e12673
291. Chadwick PR, Beards G, Brown D et al (2000) Management of hospital outbreaks of gastroenteritis due to small roundstructured viruses. J Hosp Infect 45(1):1–10
292. Robert Koch-Institut (RKI) (2006) Norovirus-Gastroenteritiden haben in den letzten Wochen deutlich zugenommen – steht eine neue Winterepidemie bevor? Epid Bull 48:427–429
293. Robert Koch-Institut (RKI) (2019) RKI-Ratgeber. Rotaviren-Gastroenteritis. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Rotaviren.html. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
294. Kleinkauf N, Eckmanns T, Robert Koch-Institut (RKI) (2008) Clostridium difficile: Zum Stand der Meldungen schwer verlaufender Infektionen in. Bull. Bd. 15. Epid, Deutschland, S 117–119
295. Daniel-Wayman S, Fahle G, Palmore T, Green KY, Prevots DR (2018) Norovirus, astrovirus, and sapovirus among immunocompromised patients at a tertiary care research hospital. Diagn Microbiol Infect Dis 92(2):143–146
296. Green KY (2014) Norovirus infection in immunocompromised hosts. Clin Microbiol Infect 20(8):717–723
297. Kamboj M, Son C, Cantu S et al (2012) Hospital-onset Clostridium difficile infection rates in persons with cancer or hematopoietic stem cell transplant: a C3IC network report. Infect Control Hosp Epidemiol 33(11):1162–1165
298. Kamboj M, Sheahan A, Sun J et al (2016) Transmission of Clostridium difficile During Hospitalization for Allogeneic Stem Cell Transplant. Infect Control Hosp Epidemiol 37(1):8–15
299. Plößer P (2007) Clostridium difficile: Nachweis von Ribotyp 027 in Deutschland – Clostridium difficile im Überblick – Hygienemaßnahmen. Hyg Med 32(10):403–405
300. Schneider T, Eckmanns T, Ignatius R, Weist K, Liesenfeld O (2007) Clostridium-difficile-assoziierte Diarrhö. Dtsch Arztebl 104(22):1588–1594
301. Boyle NM, Magaret A, Stednick Z et al (2015) Evaluating risk factors for Clostridium difficile infection in adult and pediatric hematopoietic cell transplant recipients. Antimicrob Resist Infect Control 4:41
302. Bruminhent J, Wang ZX, Hu C et al (2014) Clostridium difficile colonization and disease in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation. Biol Blood Marrow Transplant 20(9):1329–1334
303. Kinnebrew MA, Lee YJ, Jenq RR et al (2014) Early Clostridium difficile infection during allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. Plos One 9(3):e90158
304. Simon A, Mock M, Graf N, von Muller L (2018) Investigation of Clostridium difficile ribotypes in symptomatic patients of a German pediatric oncology center. Eur J Pediatr 177(3):403–408
305. Salamonowicz M, Ociepa T, Fraczekiewicz J et al (2018) Incidence, course, and outcome of Clostridium difficile infection in children with hematological malignancies or undergoing hematopoietic stem cell transplantation. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 37(9):1805–1812
306. Risi GF, Tomascek V (1998) Prevention of infection in the immunocompromised host. Am J Infect Control 26(6):594–604
307. McCullough A, Ruehrdanz A, Jenkins MA et al (2018) Measuring the Effects of an Animal-Assisted Intervention for Pediatric Oncology Patients

- and Their Parents: A Multisite Randomized Controlled Trial. *J Pediatr Oncol Nurs* 35(3):159–177
308. Schmitz A, Beermann M, MacKenzie CR, Fetz K, Schulz-Quach C (2017) Animal-assisted therapy at a University Centre for Palliative Medicine—a qualitative content analysis of patient records. *BMC Palliat Care* 16(1):50
309. Ariza-Heredia EJ, Kontoyiannis DP (2014) Our recommendations for avoiding exposure to fungi outside the hospital for patients with haematological cancers. *Mycoses* 57(6):336–341
310. Böhme H, Fruth A, Rabsch W (2009) Reptilien-assoziierte Salmonelleninfektionen bei Säuglingen und Kleinkindern in Deutschland. *Klin Padiatr* 221(02):60–64
311. Boost MV, O'Donoghue MM, Siu KH (2007) Characterisation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from dogs and their owners. *Clin Microbiol Infect* 13(7):731–733
312. Gabriels P, Joosen H, Put E, Verhaegen J, Magerman K, Cartuyvels R (2006) Recurrent *Rhodococcus equi* infection with fatal outcome in an immunocompetent patient. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 25(1):46–48
313. Harris JR, Neil KP, Behravesh CB, Sotir MJ, Angulo FJ (2010) Recent multistate outbreaks of human salmonella infections acquired from turtles: a continuing public health challenge. *Clin Infect Dis* 50(4):554–559
314. Morris DO, Lautenbach E, Zaoutis T, Leckerman K, Edelstein PH, Rankin SC (2012) Potential for pet animals to harbour methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* when residing with human MRSA patients. *Zoonoses Public Health* 59(4):286–293
315. Simon A (2013) Umgang mit Tierkontakten bei immunsupprimierten Kindern. *Hyg Med* 38(7/8):321–323
316. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2020) Surveillance von nosokomialen Infektionen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 63(2):228–241
317. Bearman G, Doll M, Cooper K, Stevens MP (2019) Hospital Infection Prevention: How Much Can We Prevent and How Hard Should We Try? *Curr Infect Dis Rep* 21(1):2
318. Horowitz HW (2018) Infection control IV: Moving forward—infection preventionists' scope of practice. *Am J Infect Control* 46(7):734–735
319. Vokes RA, Bearman G, Bazzoli GJ (2018) Hospital-Acquired Infections Under Pay-for-Performance Systems: an Administrative Perspective on Management and Change. *Curr Infect Dis Rep* 20(9):35
320. Horowitz HW (2015) Infection control: Public reporting, disincentives, and bad behavior. *Am J Infect Control* 43(9):989–991
321. Horowitz HW (2016) Infection control II: A practical guide to getting to zero. *Am J Infect Control* 44(9):1075–1077
322. Williams MR, Costa SK, Zaramela LS et al (2019) Quorum sensing between bacterial species on the skin protects against epidermal injury in atopic dermatitis. *Sci Transl Med* 11(490):eaat8329
323. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2001) Mitteilungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention zur Surveillance (Erfassung und Bewertung) von nosokomialen Infektionen (Umsetzung §23 IfSG). *Bundesgesundheitsbl* 44(5):523–536
324. Ammann RA, Laws HJ, Schrey D et al (2015) Bloodstream infection in paediatric cancer centres—leukaemia and relapsed malignancies are independent risk factors. *Eur J Pediatr* 174(5):675–686
325. Dettenkofer M, Ebner W, Bertz H et al (2003) Surveillance of nosocomial infections in adult recipients of allogeneic and autologous bone marrow and peripheral blood stem-cell transplantation. *Bone Marrow Transplant* 31(9):795–801
326. Dettenkofer M, Wenzler-Rottele S, Babikir R et al (2005) Surveillance of nosocomial sepsis and pneumonia in patients with a bone marrow or peripheral blood stem cell transplant: a multicenter project. *Clin Infect Dis* 40(7):926–931
327. Simon A, Fleischhack G, Hasan C, Bode U, Engelhart S, Kramer MH (2000) Surveillance for nosocomial and central line-related infections among pediatric hematology-oncology patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 21(9):592–596
328. Simon A, Fleischhack G (2001) Surveillance nosokomialer Infektionen in der pädiatrischen Hämatologie/Onkologie. *Klin Padiatr* 213(S1):A106–A113
329. Simon A, Furtwangler R, Graf N et al (2016) Surveillance of bloodstream infections in pediatric cancer centers—what have we learned and how do we move on? *GMS Hyg Infect Control* 11:Doc11
330. Fraser TG, Gordon SM (2011) CLABSI rates in immunocompromised patients: a valuable patient centered outcome? *Clin Infect Dis* 52(12):1446–1450
331. Sexton DJ, Chen LF, Anderson DJ (2010) Current definitions of central line-associated bloodstream infection: is the emperor wearing clothes? *Infect Control Hosp Epidemiol* 31(12):1286–1289
332. Chafdari AM, Jordan M, Hachem R et al (2016) A clinical practical approach to the surveillance definition of central line-associated bloodstream infection in cancer patients with mucosal barrier injury. *Am J Infect Control* 44(8):931–934
333. Satwani P, Freedman JL, Chaudhury S et al (2017) A Multicenter Study of Bacterial Blood Stream Infections in Pediatric Allogeneic Hematopoietic Cell Transplantation Recipients: The Role of Acute Gastrointestinal Graft-versus-Host Disease. *Biol Blood Marrow Transplant* 23(4):642–647
334. Tamburini FB, Andermann TM, Tkachenko E, Senchynga F, Banaei N, Bhatt AS (2018) Precision identification of diverse bloodstream pathogens in the gut microbiome. *Nat Med* 24(12):1809–1814
335. Gyarmati P, Kjellander C, Aust C, Kalin M, Ohrmalm L, Giske CG (2015) Bacterial Landscape of Bloodstream Infections in Neutropenic Patients via High Throughput Sequencing. *Plos One* 10(8):e135756
336. Gopalakrishnan V, Jenq RR (2018) Implicating or exonerating the gut microbiome in blood-borne infection. *Nat Med* 24(12):1788–1789
337. Allaway Z, Phillips RS, Thursky KA, Hauesler GM (2019) Nonneutropenic fever in children with cancer: A scoping review of management and outcome. *Pediatr Blood Cancer* 66(6):e27634
338. Williams MR, Costa SK, Zaramela LS et al (2019) Quorum sensing between bacterial species on the skin protects against epidermal injury in atopic dermatitis. *Sci Transl Med* 11:eaat8329
339. Shaw BE, Boswell T, Byrne JL, Yates C, Russell NH (2007) Clinical impact of MRSA in a stem cell transplant unit: analysis before, during and after an MRSA outbreak. *Bone Marrow Transplant* 39(10):623–629
340. Miles-Jay A, Podczervinski S, Stednick ZJ, Pergam SA (2015) Evaluation of routine pretransplantation screening for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in hematopoietic cell transplant recipients. *Am J Infect Control* 43(1):89–91
341. Liss BJ, Vehreschild JJ, Cornely OA et al (2012) Intestinal colonisation and blood stream infections due to vancomycin-resistant enterococci (VRE) and extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae (ESBLE) in patients with haematological and oncological malignancies. *Infection* 40(6):613–619
342. Ziakas PD, Pliakos EE, Zervou FN, Knoll BM, Rice LB, Mylonakis E (2014) MRSA and VRE colonization in solid organ transplantation: a meta-analysis of published studies. *Am J Transplant* 14(8):1887–1894
343. Bert F, Larroque B, Dondero F et al (2014) Risk factors associated with preoperative fecal carriage of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in liver transplant recipients. *Transpl Infect Dis* 16(1):84–89
344. Webb BJ, Healy R, Majers J et al (2017) Prediction of Bloodstream Infection Due to Vancomycin-Resistant Enterococcus in Patients Undergoing Leukemia Induction or Hematopoietic Stem-Cell Transplantation. *Clin Infect Dis* 64(12):1753–1759
345. Averbuch D, Orasch C, Cordonnier C et al (2013) European guidelines for empirical antibacterial therapy for febrile neutropenic patients in the era of growing resistance: summary of the 2011 4th European Conference on Infections in Leukemia. *Haematologica* 98(12):1826–1835
346. Baker TM, Satlin MJ (2016) The growing threat of multidrug-resistant Gram-negative infections in patients with hematologic malignancies. *Leuk Lymphoma* 57(10):2245–2258
347. Friedman ND, Carmeli Y, Walton AL, Schwaber MJ (2017) Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae: A Strategic Roadmap for Infection Control. *Infect Control Hosp Epidemiol* 38(5):580–594
348. Holland T, Fowler VG Jr, Shelburne SA 3rd (2014) Invasive gram-positive bacterial infection in cancer patients. *Clin Infect Dis* 59(Suppl 5):S331–S334
349. Munoz-Price LS, Poirel L, Bonomo RA et al (2013) Clinical epidemiology of the global expansion of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemases. *Lancet Infect Dis* 13(9):785–796
350. Trubiano JA, Worth LJ, Thursky KA, Slavin MA (2015) The prevention and management of infections due to multidrug resistant organisms in haematology patients. *Br J Clin Pharmacol* 79(2):195–207
351. Heidenreich D, Kreil S, Jawhar M et al (2018) Course of colonization by multidrug-resistant organisms after allogeneic hematopoietic cell transplantation. *Ann Hematol* 97(12):2501–2508
352. Heidenreich D, Kreil S, Nolte F, Hofmann WK, Miethke T, Klein SA (2017) Multidrug-resistant organisms in allogeneic hematopoietic cell transplantation. *Eur J Haematol* 98(5):485–492
353. Bartoletti M, Giannella M, Tedeschi S, Viale P (2018) Multidrug-Resistant Bacterial Infections in Solid Organ Transplant Candidates and Recipients. *Infect Dis Clin North Am* 32(3):551–580
354. Rohde AM, Wiese-Posselt M, Zweigner J et al (2018) High admission prevalence of fluoroquinolone resistance in third-generation

- cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae in German university hospitals. *J Antimicrob Chemother* 73(6):1688–1691
355. Seo GH, Kim MJ, Seo S et al (2016) Cancer-specific incidence rates of tuberculosis: A 5-year nationwide population-based study in a country with an intermediate tuberculosis burden. *Med (Baltimore)* 95(38):e4919
356. Simonsen DFFD, Horsburgh CR (2017) Increased risk of active tuberculosis after cancer diagnosis. *J Infect Chemother* 74:590–598
357. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2013) Aspekte der mikrobiologischen Diagnostik im Rahmen der Prävention von nosokomialen Infektionen. *Epid Bull*(19):171–172
358. Neumann S, Krause SW, Maschmeyer G, Schiel X, von Lilienfeld-Toal M (2013) Primary prophylaxis of bacterial infections and *Pneumocystis jirovecii* pneumonia in patients with hematological malignancies and solid tumors: guidelines of the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German Society of Hematology and Oncology (DGHO). *Ann Hematol* 92(4):433–442
359. Baden LR, Swaminathan S, Angarone M et al (2016) Prevention and Treatment of Cancer-Related Infections, Version 2.2016, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw* 14(7):882–913
360. Tacconelli E, Sifakis F, Harbarth S et al (2018) Surveillance for control of antimicrobial resistance. *Lancet Infect Dis* 18(3):e99–e106
361. Rangaraj G, Granwehr BP, Jiang Y, Hachem R, Raad I (2010) Perils of quinolone exposure in cancer patients: breakthrough bacteremia with multidrug-resistant organisms. *Cancer* 116(4):967–973
362. Mikulska M, Cordonnier C (2018) Fluoroquinolone prophylaxis during neutropenia: what can we expect nowadays? *Clin Microbiol Infect* 24(7):678–679
363. Verlinden A, Jansens H, Goossens H et al (2014) Clinical and microbiological impact of discontinuation of fluoroquinolone prophylaxis in patients with prolonged profound neutropenia. *Eur J Haematol* 93(4):302–308
364. Haeusler GM, Slavina MA (2013) Fluoroquinolone prophylaxis: worth the cost? *Leuk Lymphoma* 54(4):677–678
365. Saini L, Rostein C, Atenafu EG, Brandwein JM (2013) Ambulatory consolidation chemotherapy for acute myeloid leukemia with antibacterial prophylaxis is associated with frequent bacteremia and the emergence of fluoroquinolone resistant *E. Coli*. *BMC Infect Dis* 13:284
366. Lehnbecher T, Fisher BT, Phillips B et al (2020) Guideline for Antibacterial Prophylaxis Administration in Pediatric Cancer and Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Clin Infect Dis* 71(1):226–236
367. Egan G, Robinson PD, Martinez JPD et al (2019) Efficacy of antibiotic prophylaxis in patients with cancer and hematopoietic stem cell transplantation recipients: A systematic review of randomized trials. *Cancer Med* 8(10):4536–4546
368. Elishoov H, Or R, Strauss N, Engelhard D (1998) Nosocomial colonization, septicemia, and Hickman/Broviac catheter-related infections in bone marrow transplant recipients. A 5-year prospective study. *Medicine (Baltimore)* 77(2):83–101
369. Cohen ML, Murphy MT, Counts GW, Buckner CD, Clift RA, Meyers JD (1983) Prediction by surveillance cultures of bacteremia among neutropenic patients treated in a protective environment. *J Infect Dis* 147(5):789–793
370. Daw MA, Munnelly P, McCann SR, Daly PA, Fal-kiner FR, Keane CT (1988) Value of surveillance cultures in the management of neutropenic patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 7(6):742–747
371. de Jong PJ, de Jong MD, Kuijper EJ, van der Lelie H (1993) The value of surveillance cultures in neutropenic patients receiving selective intestinal decontamination. *Scand J Infect Dis* 25(1):107–113
372. Feld R (1997) The role of surveillance cultures in patients likely to develop chemotherapy-induced mucositis. *Support Care Cancer* 5(5):371–375
373. Baier C, Linderkamp C, Beilken A et al (2018) Influenza and respiratory syncytial virus screening for the detection of asymptotically infected patients in hematology and oncology. *GMS Hyg Infect Control* 13:Doc8
374. Herrmann B, Lehnert N, Brodhun M et al (2017) Influenza virus infections in patients with malignancies—characteristics and outcome of the season 2014/15. A survey conducted by the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German Society of Haematology and Medical Oncology (DGHO). *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 36(3):565–573
375. French CE, McKenzie BC, Coope C et al (2016) Risk of nosocomial respiratory syncytial virus infection and effectiveness of control measures to prevent transmission events: a systematic review. *Influenza Other Respir Viruses* 10(4):268–290
376. Aichinger E, Schnitzler P, Heeg K et al (2014) Contributing and Terminating Factors of a Large RSV Outbreak in an Adult Hematology and Transplant Unit. *PLoS Curr*. <https://doi.org/10.1371/currents.outbreaks.3bc85b2a508d205ec4a5534ecb1f9be>
377. Inkster T, Ferguson K, Edwardson A, Gunson R, Soutar R (2017) Consecutive yearly outbreaks of respiratory syncytial virus in a haematology ward and efficacy of infection control measures. *J Hosp Infect* 96(4):353–359
378. Jensen TO, Stelzer-Braid S, Willenborg C et al (2016) Outbreak of respiratory syncytial virus (RSV) infection in immunocompromised adults on a hematology ward. *J Med Virol* 88(10):1827–1831
379. Gudiol C, Verdaguer R, Dominguez AM, Fernandez-Sevilla A, Carratala J (2007) Outbreak of Legionnaires' disease in immunosuppressed patients at a cancer centre: usefulness of universal urine antigen testing and early levofloxacin therapy. *Clin Microbiol Infect* 13(11):1125–1128
380. Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI) (2018) S2k Leitlinie „Antibiotic Stewardship – Konzeption und Umsetzung in der stationären Kinder- und Jugendmedizin“. AWMF-Registernummer 048/15. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/048-015_S2k_Antibiotic-Stewardship-ABS-Konzeption-Umsetzung-stationaere-Kinder-Jugendmedizin_2019-01.pdf. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
381. de With K, Wilke K, Kern WV et al (2019) S3-Leitlinie. Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotika-Anwendung im Krankenhaus. AWMF-Registernummer 092-001 – update 2018 (Stand: 31.01.2019). <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/092-001.html>. Zugegriffen: 1. Nov. 2020
382. Dik JH, Poelman R, Friedrich AW, Niesters HGM, Rossen JWA, Sinha B (2017) Integrated Stewardship Model Comprising Antimicrobial, Infection Prevention, and Diagnostic Stewardship (AID Stewardship). *J Clin Microbiol* 55(11):3306–3307
383. Dik JW, Poelman R, Friedrich AW et al (2016) An integrated stewardship model: antimicrobial, infection prevention and diagnostic (AID). *Future Microbiol* 11(1):93–102
384. Manning ML, Septimus EJ, Ashley ESD et al (2018) Antimicrobial Stewardship and Infection Prevention-Leveraging the Synergy: A Position Paper Update. *Infect Control Hosp Epidemiol* 39(4):467–472
385. Mielke M (2018) Die Rolle der Infektionsprävention bei der Eindämmung der Antibiotikaresistenzentwicklung. Jede vermiedene Infektion trägt zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes bei. *Bundesgesundheitsbl* 61(5):553–561
386. Septimus EJ (2018) Antimicrobial Resistance: An Antimicrobial/Diagnostic Stewardship and Infection Prevention Approach. *Med Clin North Am* 102(5):819–829
387. Schelenz S, Nwaka D, Hunter PR (2013) Longitudinal surveillance of bacteraemia in haematology and oncology patients at a UK cancer centre and the impact of ciprofloxacin use on antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother* 68(6):1431–1438
388. Iacob S, Iacob DG (2019) Infectious Threats, the Intestinal Barrier, and Its Trojan Horse: Dysbiosis. *Front Microbiol* 10:1676
389. Araoka H, Fujii T, Izutsu K et al (2012) Rapidly progressive fatal hemorrhagic pneumonia caused by *Stenotrophomonas maltophilia* in hematologic malignancy. *Transpl Infect Dis* 14(4):355–363
390. Arnan M, Gudiol C, Calatayud L et al (2011) Risk factors for, and clinical relevance of, faecal extended-spectrum beta-lactamase producing *Escherichia coli* (ESBL-EC) carriage in neutropenic patients with haematological malignancies. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 30(3):355–360
391. Averbuch D, Avaky C, Harit M et al (2017) Non-fermentative Gram-negative rods bacteremia in children with cancer: a 14-year single-center experience. *Infection* 45(3):327–334
392. Averbuch D, Cordonnier C, Livermore DM et al (2011) (2013) Targeted therapy against multi-resistant bacteria in leukemic and hematopoietic stem cell transplant recipients: guidelines of the 4th European Conference on Infections in Leukemia (ECIL-4). *Haematologica* 98(12):1836–1847
393. Bhusal Y, Mihu CN, Tarrand JJ, Rolston KV (2011) Incidence of fluoroquinolone-resistant and extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* at a comprehensive cancer center in the United States. *Chemotherapy* 57(4):335–338
394. Brooke JS (2012) *Stenotrophomonas maltophilia*: an emerging global opportunistic pathogen. *Clin Microbiol Rev* 25(1):2–41
395. Carattoli A, Fortini D, Galetti R et al (2013) Isolation of NDM-1-producing *Pseudomonas aeruginosa* sequence type ST235 from a stem cell transplant patient in Italy, May 2013. *Euro Surveill* 18(46):20633
396. Ciofi Degli AM, Bernaschi P, Carletti M et al (2014) An outbreak of extremely drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in a tertiary care pediatric hospital in Italy. *BMC Infect Dis* 14:494
397. Fukuta Y, Muder RR, Agha ME et al (2013) Risk factors for acquisition of multidrug-resistant Ac-

- netobacter baumannii among cancer patients. *Am J Infect Control* 41(12):1249–1252
398. Gao W, Howden BP, Stinear TP (2018) Evolution of virulence in *Enterococcus faecium*, a hospital-adapted opportunistic pathogen. *Curr Opin Microbiol* 41:76–82
399. Gudiol C, Bodro M, Simonetti A et al (2013) Changing aetiology, clinical features, antimicrobial resistance, and outcomes of bloodstream infection in neutropenic cancer patients. *Clin Microbiol Infect* 19(5):474–479
400. Gudiol C, Calatayud L, Garcia-Vidal C et al (2010) Bacteraemia due to extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* (ESBL-EC) in cancer patients: clinical features, risk factors, molecular epidemiology and outcome. *J Antimicrob Chemother* 65(2):333–341
401. Haesler GM, Mechinaud F, Daley AJ et al (2013) Antibiotic-resistant Gram-negative bacteremia in pediatric oncology patients—risk factors and outcomes. *Pediatr Infect Dis J* 32(7):723–726
402. Kim SB, Min YH, Cheong JW et al (2014) Incidence and risk factors for carbapenem- and multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* bacteremia in hematopoietic stem cell transplantation recipients. *Scand J Infect Dis* 46(2):81–88
403. Perez F, Adachi J, Bonomo RA (2014) Antibiotic-resistant gram-negative bacterial infections in patients with cancer. *Clin Infect Dis* 59(Suppl 5):S335–S339
404. Snitkin ES, Zelazny AM, Thomas PJ et al (2012) Tracking a hospital outbreak of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* with whole-genome sequencing. *Sci Transl Med* 4(148):148ra116
405. Tada K, Kurosawa S, Hiramoto N et al (2013) *Stenotrophomonas maltophilia* infection in hematopoietic SCT recipients: high mortality due to pulmonary hemorrhage. *Bone Marrow Transplant* 48(1):74–79
406. Tschudin-Sutter S, Lucet JC, Mutters NT, Tacconelli E, Zahar JR, Harbarth S (2017) Contact Precautions for Preventing Nosocomial Transmission of Extended-Spectrum beta Lactamase-Producing *Escherichia coli*: A Point/Counterpoint Review. *Clin Infect Dis* 65(2):342–347
407. von Lilienfeld-Toal M, Maschmeyer G (2018) Challenges in Infectious Diseases for Haematologists. *Oncol Res Treat* 41(6):406–410
408. Yeo CL, Chan DS, Earnest A et al (2012) Prospective audit and feedback on antibiotic prescription in an adult hematology-oncology unit in Singapore. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 31(4):583–590
409. Yeo CL, Wu JE, Chung GW, Chan DS, Fisher D, Hsu LY (2012) Specialist trainees on rotation cannot replace dedicated consultant clinicians for antimicrobial stewardship of specialty disciplines. *Antimicrob Resist Infect Control* 1(1):36
410. Trearichi EM, Tumbarello M, Spanu T et al (2009) Incidence and clinical impact of extended-spectrum-beta-lactamase (ESBL) production and fluoroquinolone resistance in bloodstream infections caused by *Escherichia coli* in patients with hematological malignancies. *J Infect* 58(4):299–307
411. Aguiar EB, Maciel LC, Halpern M et al (2014) Outcome of bacteremia caused by extended-spectrum beta-lactamase-producing *Enterobacteriaceae* after solid organ transplantation. *Transplant Proc* 46(6):1753–1756
412. Mikulska M, Del Bono V, Bruzzi P et al (2012) Mortality after bloodstream infections in allogeneic haematopoietic stem cell transplant (HSCT) recipients. *Infection* 40(3):271–278
413. Tang Y, Wu X, Cheng Q, Li X (2020) Inappropriate initial antimicrobial therapy for hematological malignancies patients with Gram-negative bloodstream infections. *Infection* 48(1):109–116
414. Shono Y, Docampo MD, Peled JU et al (2016) Increased GVHD-related mortality with broad-spectrum antibiotic use after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in human patients and mice. *Sci Transl Med* 8(339):339ra371
415. Zimmermann P, Curtis N (2019) The effect of antibiotics on the composition of the intestinal microbiota—a systematic review. *J Infect* 79(6):471–489
416. Palacios-Baena ZR, Gutierrez-Gutierrez B, Calbo E et al (2017) Empiric Therapy With Carbapenem-Sparing Regimens for Bloodstream Infections due to Extended-Spectrum beta-Lactamase-Producing *Enterobacteriaceae*: Results From the INCREMENT Cohort. *Clin Infect Dis* 65(10):1615–1623
417. Short E, Esterly J, Postelnick M, Ong J, McLaughlin M (2014) Disposition of linezolid or daptomycin in Enterococcal bloodstream infections according to vancomycin resistant *Enterococcus* colonization. *Antimicrob Resist Infect Control* 3(1):37
418. Kamboj M, Cohen N, Huang YT et al (2019) Impact of Empiric Treatment for Vancomycin-Resistant *Enterococcus* in Colonized Patients Early after Allogeneic Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Biol Blood Marrow Transplant* 25(3):594–598
419. Cervantes J (2016) Use your antibiotics wisely. Consequences to the intestinal microbiome. *FEMS Microbiol Lett* 363(nw081):10
420. Martinez-Nadal G, Puerta-Alcalde P, Gudiol C et al (2020) Inappropriate Empirical Antibiotic Treatment in High-risk Neutropenic Patients With Bacteremia in the Era of Multidrug Resistance. *Clin Infect Dis* 70(6):1068–1074
421. Trubiano JA, Beekmann SE, Worth LJ et al (2016) Improving Antimicrobial Stewardship by Antibiotic Allergy Delabeling: Evaluation of Knowledge, Attitude, and Practices Throughout the Emerging Infections Network. *Open Forum Infect Dis* 3(3):ofw153
422. Trubiano JA, Chen C, Cheng AC, Grayson ML, Slavina MA, Thursky KA (2016) Antimicrobial allergy 'labels' drive inappropriate antimicrobial prescribing: lessons for stewardship. *J Antimicrob Chemother* 71(6):1715–1722
423. Trubiano JA, Slavina MA, Thursky KA, Grayson ML, Phillips EJ (2019) Beta-Lactam and Sulfonamide Allergy Testing Should Be a Standard of Care in Immunocompromised Hosts. *J Allergy Clin Immunol Pract* 7(7):2151–2153
424. Stover KR, Barber KE, Wagner JL (2019) Allergic Reactions and Cross-Reactivity Potential with Beta-Lactamase Inhibitors. *Pharm (basel)* 7(3):77
425. Stover KR, Bland CM, Gallagher JC (2017) The Point of Antimicrobial Susceptibility Testing Is to Inform Antimicrobial Prescribing. *Clin Infect Dis* 64(1):103–104
426. Stone CA Jr., Trubiano J, Coleman DT, Rukasin CRF, Phillips EJ (2020) The challenge of delabeling penicillin allergy. *Allergy* 75(2):273–288
427. Huang KG, Cluzet V, Hamilton K, Fadugba O (2018) The Impact of Reported Beta-Lactam Allergy in Hospitalized Patients With Hematologic Malignancies Requiring Antibiotics. *Clin Infect Dis* 67(1):27–33
428. Agrawal S, Barnes R, Bruggemann RJ, Rautema-Richardson R, Warris A (2016) The role of the multidisciplinary team in antifungal stewardship. *J Antimicrob Chemother* 71(Suppl 2):ii37–ii42
429. Aguado JM, Silva JT, Bouza E (2016) Conclusion and future perspectives on antifungal stewardship. *J Antimicrob Chemother* 71(Suppl 2):ii43–ii44
430. Farmakiotis D, Kontoyiannis DP (2017) Epidemiology of antifungal resistance in human pathogenic yeasts: current viewpoint and practical recommendations for management. *Int J Antimicrob Agents* 50(3):318–324
431. Hamdy RF, Zautis TE, Seo SK (2017) Antifungal stewardship considerations for adults and pediatrics. *Virulence* 8(6):658–672
432. Lachenmayr SJ, Berking S, Horns H, Strobach D, Ostermann H, Berger K (2018) Antifungal treatment in haematological and oncological patients: Need for quality assessment in routine care. *Mycoses* 61(7):464–471
433. Mellinghoff SC, Hartmann P, Cornely FB et al (2018) Analyzing candidemia guideline adherence identifies opportunities for antifungal stewardship. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 37(8):1563–1571
434. Micallef C, Aliyu SH, Santos R, Brown NM, Rosembert D, Enoch DA (2015) Introduction of an antifungal stewardship programme targeting high-cost antifungals at a tertiary hospital in Cambridge, England. *J Antimicrob Chemother* 70(6):1908–1911
435. Micallef C, Ashiru-Oredope D, Hansraj S et al (2017) An investigation of antifungal stewardship programmes in England. *J Med Microbiol* 66(11):1581–1589
436. Munoz P, Bouza E, group Cs (2016) The current treatment landscape: the need for antifungal stewardship programmes. *J Antimicrob Chemother* 71(suppl 2):ii5–ii12
437. Ruhnke M (2014) Antifungal stewardship in invasive Candida infections. *Clin Microbiol Infect* 20(Suppl 6):11–18
438. Schwartz IS, Patterson TF (2018) The Emerging Threat of Antifungal Resistance in Transplant Infectious Diseases. *Curr Infect Dis Rep* 20(3):2
439. Valerio M, Munoz P, Rodriguez-Gonzalez C, Sanjurjo M, Guinea J, Bouza E (2015) Training should be the first step toward an antifungal stewardship program. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 33(4):221–227
440. Valerio M, Munoz P, Rodriguez CG et al (2015) Antifungal stewardship in a tertiary-care institution: a bedside intervention. *Clin Microbiol Infect* 21(5):492.e1–492.e9
441. Valerio M, Rodriguez-Gonzalez CG, Munoz P et al (2014) Evaluation of antifungal use in a tertiary care institution: antifungal stewardship urgently needed. *J Antimicrob Chemother* 69(7):1993–1999
442. Valerio M, Vena A, Bouza E et al (2015) How much European prescribing physicians know about invasive fungal infections management? *BMC Infect Dis* 15:80
443. Watal C, Chakrabarti A, Oberoi JK et al (2017) Issues in antifungal stewardship: an opportunity that should not be lost. *J Antimicrob Chemother* 72(4):969–974
444. Lachenmayr SJ, Strobach D, Berking S, Horns H, Berger K, Ostermann H (2019) Improving quality of antifungal use through antifungal stewardship interventions. *Infection* 47(4):603–610

445. Seo SK, Lo K, Abbo LM (2016) Current State of Antimicrobial Stewardship at Solid Organ and Hematopoietic Cell Transplant Centers in the United States. *Infect Control Hosp Epidemiol* 37(10):1195–1200
446. Abbo LM, Ariza-Heredia EJ (2014) Antimicrobial stewardship in immunocompromised hosts. *Infect Dis Clin North Am* 28(2):263–279
447. Cordonnier C, Pautas C, Maury S et al (2009) Empirical versus preemptive antifungal therapy for high-risk, febrile, neutropenic patients: a randomized, controlled trial. *Clin Infect Dis* 48(8):1042–1051
448. Cordonnier C, Robin C, Alanio A, Bretagne S (2014) Antifungal pre-emptive strategy for high-risk neutropenic patients: why the story is still ongoing. *Clin Microbiol Infect* 20(Suppl 6):27–35
449. Dumford DM, Skalweit M (2016) Antibiotic-Resistant Infections and Treatment Challenges in the Immunocompromised Host. *Infect Dis Clin North Am* 30(2):465–489
450. Gyssens IC, Kern WV, Livermore DM, Ecil ajvoEEI, ESCMID Eo (2013) The role of antibiotic stewardship in limiting antibacterial resistance among hematology patients. *Haematologica* 98(12):1821–1825
451. Hamandi B, Husain S, Humar A, Papadimitropoulos EA (2014) Impact of infectious disease consultation on the clinical and economic outcomes of solid organ transplant recipients admitted for infectious complications. *Clin Infect Dis* 59(8):1074–1082
452. la Martire G, Robin C, Oubaya N et al (2018) De-escalation and discontinuation strategies in high-risk neutropenic patients: an interrupted time series analyses of antimicrobial consumption and impact on outcome. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 37(10):1931–1940
453. Lortholary O, Lefort A, Tod M et al (2008) Pharmacodynamics and pharmacokinetics of antibacterial drugs in the management of febrile neutropenia. *Lancet Infect Dis* 8(10):612–620
454. Mokart D, Slehofer G, Lambert J et al (2014) De-escalation of antimicrobial treatment in neutropenic patients with severe sepsis: results from an observational study. *Intensive Care Med* 40(1):41–49
455. Paskovaty A, Pastores SM, Gedrimaite Z, Kostelecky N, Riedel ER, Seo SK (2015) Antimicrobial de-escalation in septic cancer patients: is it safe to back down? *Intensive Care Med* 41(11):2022–2023
456. Reinecke J, Lowas S, Snowden J, Neemann K (2019) Blood Stream Infections and Antibiotic Utilization in Pediatric Leukemia Patients With Febrile Neutropenia. *J Pediatr Hematol Oncol* 41(4):251–255
457. Rosa R, Simkins J, Camargo JF, Martinez O, Abbo LM (2016) Solid organ transplant antibiograms: an opportunity for antimicrobial stewardship. *Diagn Microbiol Infect Dis* 86(4):460–463
458. Rosa RG, Dos SRP, Goldani LZ (2014) Mortality related to coagulase-negative staphylococcal bacteremia in febrile neutropenia: A cohort study. *Can J Infect Dis Med Microbiol* 25(1):e14–e17
459. Rosa RG, Goldani LZ (2014) Cohort study of the impact of time to antibiotic administration on mortality in patients with febrile neutropenia. *Antimicrob Agents Chemother* 58(7):3799–3803
460. Rosa RG, Goldani LZ, dos Santos RP (2014) Association between adherence to an antimicrobial stewardship program and mortality among hospitalised cancer patients with febrile neutropenia: a prospective cohort study. *BMC Infect Dis* 14:286
461. Tverdek FP, Rolston KV, Chemaly RF (2012) Antimicrobial stewardship in patients with cancer. *Pharmacotherapy* 32(8):722–734
462. Vicente M, Al-Nahedh M, Parsad S, Knoebel RW, Pisano J, Pettit NN (2017) Impact of a clinical pathway on appropriate empiric vancomycin use in cancer patients with febrile neutropenia. *J Oncol Pharm Pract* 23(8):575–581
463. Wattier RL, Levy ER, Sabnis AJ, Dvorak CC, Auerbach AD (2017) Reducing Second Gram-Negative Antibiotic Therapy on Pediatric Oncology and Hematopoietic Stem Cell Transplantation Services. *Infect Control Hosp Epidemiol* 38(9):1039–1047
464. Zhu LL, Zhou Q (2018) Optimal infusion rate in antimicrobial therapy explosion of evidence in the last five years. *Infect Drug Resist* 11:1105–1117
465. Robilotti E, Holubar M, Seo SK, Deresinski S (2017) Feasibility and applicability of antimicrobial stewardship in immunocompromised patients. *Curr Opin Infect Dis* 30(4):346–353
466. Puerta-Alcalde P, Cardozo C, Suárez-Lledó M et al (2019) Current time-to-positivity of blood cultures in febrile neutropenia: a tool to be used in stewardship de-escalation strategies. *Clin Microbiol Infect* 25(4):447–453
467. Abele-Horn M, de With K, Seifert J et al (2020) Strukturelle und personelle Voraussetzungen für die Sicherung einer rationalen Antiinfektiva-Verordnung in Krankenhäusern. *Bundesgesundheitsbl* 63(6):749–760
468. Sax H, Clack L, Touveneau S, Jantarada Fda L, Pittet D, Zingg W (2013) Implementation of infection control best practice in intensive care units throughout Europe: a mixed-method evaluation study. *Implement Sci* 8:24
469. Storr J, Twyman A, Zingg W et al (2017) Core components for effective infection prevention and control programmes: new WHO evidence-based recommendations. *Antimicrob Resist Infect Control* 6:6
470. Goff DA, Kullar R, Bauer KA, File TM Jr. (2017) Eight Habits of Highly Effective Antimicrobial Stewardship Programs to Meet the Joint Commission Standards for Hospitals. *Clin Infect Dis* 64(8):1134–1139
471. Kern W, Fellhauer M, Hug M et al (2015) Recent antibiotic use in German acute care hospitals—From benchmarking to improved prescribing and quality care. *Dtsch Med Wochenschr* 140:e237–e246
472. Thern J, de With K, Strauss R, Steib-Bauert M, Weber N, Kern WV (2014) Selection of hospital antimicrobial prescribing quality indicators: a consensus among German antibiotic stewardship (ABS) networkers. *Infection* 42(2):351–362
473. Davies HD (2016) Infectious Complications With the Use of Biologic Response Modifiers in Infants and Children. *Pediatrics* 138(2):e20161209
474. Reinwald M, Silva JT, Mueller NJ et al (2018) ESCMID Study Group for Infections in Compromised Hosts (ESGICH) Consensus Document on the safety of targeted and biological therapies: an infectious diseases perspective (Intracellular signaling pathways: tyrosine kinase and mTOR inhibitors). *Clin Microbiol Infect* 24(Suppl 2):S53–S70
475. Baddley JW, Cantini F, Goletti D et al (2018) ESCMID Study Group for Infections in Compromised Hosts (ESGICH) Consensus Document on the safety of targeted and biological therapies: an infectious diseases perspective (Soluble immune effector molecules [I]: anti-tumor necrosis factor-alpha agents). *Clin Microbiol Infect* 24 (Suppl 2):S10–S20
476. Drgona L, Gudiol C, Lanini S, Salzberger B, Ippolito G, Mikulska M (2018) ESCMID Study Group for Infections in Compromised Hosts (ESGICH) Consensus Document on the safety of targeted and biological therapies: an infectious diseases perspective (Agents targeting lymphoid or myeloid cells surface antigens [II]: CD22, CD30, CD33, CD38, CD40, SLAMF-7 and CCR4). *Clin Microbiol Infect* 24(Suppl 2):S83–S94
477. Mikulska M, Lanini S, Gudiol C et al (2018) ESCMID Study Group for Infections in Compromised Hosts (ESGICH) Consensus Document on the safety of targeted and biological therapies: an infectious diseases perspective (Agents targeting lymphoid cells surface antigens [I]: CD19, CD20 and CD52). *Clin Microbiol Infect* 24(Suppl 2):S71–S82
478. Ioannou P, Vamvoukaki R, Samonis G (2019) Rhodotorula species infections in humans: A systematic review. *Mycoses* 62(2):90–100
479. Potenza L, Chitasombat MN, Klimko N et al (2019) Rhodotorula infection in haematological patient: Risk factors and outcome. *Mycoses* 62(3):223–229
480. Fabiani S, Fortunato S, Petrini M, Bruschi F (2017) Allogeneic hematopoietic stem cell transplant recipients and parasitic diseases: A review of the literature of clinical cases and perspectives to screen and follow-up active and latent chronic infections. *Transpl Infect Dis*. <https://doi.org/10.1111/tid.12669>
481. Peixoto D, Prestes DP (2019) Parasitic Infections of the Stem Cell Transplant Recipient and the Hematologic Malignancy Patient, Including Toxoplasmosis and Strongyloidiasis. *Infect Dis Clin North Am* 33(2):567–591
482. Michel BA, Hunder GG, Bloch DA, Calabrese LH (1992) Hypersensitivity vasculitis and Henoch-Schonlein purpura: a comparison between the 2 disorders. *J Rheumatol* 19(5):721–728
483. Chang HJ, Miller HL, Watkins N et al (1998) An epidemic of Malassezia pachydermatis in an intensive care nursery associated with colonization of health care workers' pet dogs. *N Engl J Med* 338(11):706–711
484. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (o.D.) Hygiene und Tiere. <https://www.infektionsschutz.de/hygienetipps/hygiene-und-tiere.html>. Zugriffen: 1. Nov. 2020
485. Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (2007) Hygiene-Tipps für Kids – Umgang mit Tieren. Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit (IHPH), Bonn, , https://hygiene-tipps-fuer-kids.de/files/download/pdf/Elternseiten/3_6_TiereMerkblatt.pdf. Zugriffen: 1. Nov. 2020

Anhang

Tab. 3 Zusammenhänge zwischen bestimmten immunsuppressiven/antineoplastischen Wirkstoffen bzw. deren Zielstrukturen und einer Auswahl an infektiösen Komplikationen [473–477]

Zielmolekül (Wirkstoffe ^a)	Spezifische infektiöse Komplikationen
TNF- α (Infliximab, Adalimumab, Golimumab, Certolizumab Pegol, Etanercept)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung einer latenten Tuberkulose — Reaktivierung weiterer granulomatöser Infektionserkrankungen — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — erhöhtes Risiko für schwere und potenziell letal verlaufenden Pilzinfektionen
IL-1 α , IL-1 β (Anakinra, Cabakinumab, Gevokizumab, Rilonacept)	<ul style="list-style-type: none"> — generell erhöhtes Infektionsrisiko — theoretisch erhöhtes Risiko für Reaktivierung einer latenten Tuberkulose
IL-5 (Mepolizumab, Reslizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
IL-6 (Tocilizumab, Siltuximab)	<ul style="list-style-type: none"> — generell erhöhtes Infektionsrisiko — Reaktivierung von VZV — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — Reaktivierung einer latenten Tuberkulose
IL-12, IL-23 (gemeinsame p40 Untereinheit, Ustekinumab, Risankizumab, Guselkumab)	<ul style="list-style-type: none"> — geringfügig erhöhtes Risiko für Reaktivierung von VZV — geringfügig erhöhtes Risiko für Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — theoretisch erhöhtes Risiko für Reaktivierung einer latenten Tuberkulose — Tinea-Infektionen (Tinea pedis, Tinea cruris, Tinea corporis, Tinea versicolor, Tinea manuum, Onchomykose) bei Risankizumab
IL-17 (Secukinumab, Ixekizumab, Brodalumab)	<ul style="list-style-type: none"> — geringfügig erhöhtes Risiko für mukokutane Candidiasis
IgE (Omalizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — ggf. erhöhtes Risiko für Infektionen mit Parasiten (Geohelminthen, kasuistisch)
Komplementkomponente C5 (Eculizumab, Ravulizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Infektionen mit <i>Neisseria meningitidis</i>, <i>Neisseria gonorrhoeae</i> — Weitere bakterielle Infektionen, u. a. <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Haemophilus influenzae</i> B
VEGF-A, VEGF-B, PIGF (Bevacizumab, Panitumumab, Aflibercept)	<ul style="list-style-type: none"> — generell erhöhtes Infektionsrisiko am ehesten infolge Neutropenie — erhöhtes Risiko für gastrointestinale Perforation mit sekundärer Peritonitis und Bakteriämie
VEGFR-2, Tyrosinkinasedomäne des VEGFR (Ramucirumab, Sorafenib, Sunitinib, Axitinib, Pazopanib, Regorafenib, Vandetanib, Cabozantinib)	<ul style="list-style-type: none"> — nur Ramucirumab; wie VEGF-A, VEGF-B
EGFR/HER1 (Cetuximab, Panitumumab)	<ul style="list-style-type: none"> — generell erhöhtes Infektionsrisiko am ehesten infolge Neutropenie — Superinfektion des papulopustulösen Rash
ErbB2/HER2 (Trastuzumab, Trastuzumab emtansine, Pertuzumab)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
Tyrosinkinasedomänen von EGFR/HER1, ErbB2/HER2, anderen ErbB Familienmitgliedern (Erlotinib, Gefitinib, Afatinib, Neratinib, Lapatinib, Osimertinib)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
BCR-ABL, c-KIT, weitere (Imatinib, Dasatinib, Nilotinib, Bosutinib, Ponatinib)	<ul style="list-style-type: none"> — invasive Pilzinfektionen — Reaktivierung von VZV — Reaktivierung einer latenten Tuberkulose — CMV-Reaktivierung/-Infektion (insbesondere Dasatinib)
Ras/Raf/MEK/ERK (Vemurafenib, Dabrafenib, Encorafenib, Trametinib, Cobimetinib, Selumetinib)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
Brutons Tyrosinkinase (Ibrutinib, Acalabrutinib)	<ul style="list-style-type: none"> — <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie — invasive Pilzinfektionen — progressive Multifokale Leukenzephalopathie (Ibrutinib)
Ras/PI3-Kinase/Akt/mTOR (Idelalisib, Buparlisib, Rigosertib, Duvelisib)	<ul style="list-style-type: none"> — <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie — invasive Pilzinfektionen — CMV-Reaktivierung/-Infektion
BCL2 (Venetoclax)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet

Tab. 3 (Fortsetzung)	
Zielmolekül (Wirkstoffe ^a)	Spezifische infektiöse Komplikationen
JAK/STAT (Ruxolitinib, Tofacitinib, Baricitinib)	<ul style="list-style-type: none"> — <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie — Reaktivierung von VZV — Reaktivierung einer latenten Tuberkulose — CMV-Reaktivierung/-Infektion — EBV-Reaktivierung/-Infektion — progressive Multifokale Leukenzephalopathie
Ras/PI3-Kinase/Akt/mTOR (Sirolimus, Everolimus, Temsirolimus)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung von VZV — Reaktivierung einer latenten Tuberkulose
Histone deacetylase inhibitors (Vorinostat, Panobinostat, Romidepsin)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
CD19 (Blinatumomab)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung von HSV — Reaktivierung von VZV — <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B
CD20 (Rituximab, Obinutuzumab, Ofatumumab, Veltuzumab, Ocrelizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Neutropenierisiko — ggf. <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — Reaktivierung einer Hepatitis C — enterovirale Infektionen — progressive Multifokale Leukenzephalopathie
CD52 (Alemtuzumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung von HSV — Reaktivierung von VZV — Reaktivierung von Epstein-Barr-Virus — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — in der höheren Dosierung außerhalb der Indikation Multiple Sklerose zudem <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie, invasive Pilzinfektionen, Reaktivierung von Polyomaviridae JC- und BK-Virus, Neutropenie — in der niedrigeren Dosierung in der Indikation Multiple Sklerose zudem Humanes Papillomavirus, Reaktivierung einer latenten Tuberkulose, Listeriose, Candidiasis
CD22 (Epratuzumab, Inotuzumab ozogamicin)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
CD30 (Brentuximab vedotin)	<ul style="list-style-type: none"> — Neutropenie — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — CMV-Reaktivierung/-Infektion — progressive Multifokale Leukenzephalopathie
CD33 (Gemtuzumab ozogamicin)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
CD38 (Daratumumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Neutropenie — Reaktivierung von VZV
CD40 (Dacetuzumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Neutropenie — ggf. Auftreten von Infektionen vergleichbar mit denen bei hyper-IgM-Syndrom (<i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie, CMV-Reaktivierung/-Infektion, Invasive Pilzinfektionen, Protozoen)
CD319 (Elotuzumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung von VZV
CCR4 (Mogamulizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — ggf. Neutropenie — Reaktivierung einer chronischen Hepatitis B — CMV-Reaktivierung/-Infektion
CTLA-4 (Ipilimumab, Abatacept)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung latenter Tuberkulose — Listeriose — sekundär durch supportive Therapie mit Kortikosteroiden <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie, invasive Aspergillosen
PD-1, PDL-1 (Nivolumab, Pembrolizumab, Atezolizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — Reaktivierung latenter Tuberkulose — Listeriose — sekundär durch supportive Therapie mit Kortikosteroiden <i>Pneumocystis jirovecii</i>-Pneumonie, invasive Aspergillosen
LFA-3/CD2 (Alefcept)	<ul style="list-style-type: none"> — keine Assoziation mit spezifischen Infektionen bis dato berichtet
Integrine (Natalizumab, Vedolizumab)	<ul style="list-style-type: none"> — progressive Multifokale Leukenzephalopathie (Natalizumab) — <i>Clostridioides difficile</i> (Vedolizumab)



Tab. 3 (Fortsetzung)	
Zielmolekül (Wirkstoffe ^a)	Spezifische infektiöse Komplikationen
Sphingosin-1-Phosphat-Rezeptor (Fingolimod, Siponimod, Ozanimod)	<ul style="list-style-type: none">Reaktivierung von VZVKryptokokkenmeningitisprogressive Multifokale Leukenzephalopathiehumanes Papillomavirus (Ozanimod)
Proteasominhibitor (Bortezomib, Carfilzomib, Ixazomib)	<ul style="list-style-type: none">Reaktivierung von VZVAtemwegserkrankungenKomplikationen nach Influenza

^aWirkstoffe sind aus methodischen Gründen in Wirkstoffgruppen zusammengefasst. Innerhalb der Gruppen können relevante Unterschiede im Risiko, spezifische infektiöse Komplikationen zu erleiden, zwischen den einzelnen Wirkstoffen vorliegen.
Zusammenstellung: Priv.-Doz. Dr. med. Maximilian Christopeit, Medizinische Klinik II, Hämatologie, Onkologie, klinische Immunologie, Rheumatologie, Universitätsklinikum Tübingen, ehem. Interdisziplinäre Klinik und Poliklinik für Stammzelltransplantation, Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf (UKE).

Tab. 4 Erregerspektrum invasiver Infektionen bei Immunschwäche
Granulozytopenie: Koagulase-negative Staphylokokken (CoNS, z. B. <i>Staphylococcus epidermidis</i>), <i>Staphylococcus aureus</i> , α-hämolysierende (vergrünende) Streptokokken (z. B. <i>Streptococcus mitis</i>), <i>Enterococcus faecium</i> , Enterobacteriaceae (<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter</i> spp., <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus</i> spp., <i>Serratia marcescens</i>), Nonfermenter (<i>Achromobacter xylosoxidans</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Burkholderia cepacia</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Ralstonia pickettii</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>), <i>Legionella</i> spp., Pilze (<i>Aspergillus</i> - und <i>Candida</i> spp.), Mucoraceen.
T-Zell-Defekt: Mykobakterien (vor allem <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , aber auch nicht-tuberkulöse Mykobakterien (NTM) wie <i>Mycobacterium avium</i> , <i>Mycobacterium fortuitum</i> , <i>Mycobacterium marinum</i> , <i>Mycobacterium septicum</i> , u. a.), <i>Listeria monocytogenes</i> und <i>Nocardia</i> spp., Viren (CMV, HSV, VZV, HHV-6, RSV, HMPV, ADV, Polyomaviren, z. B. BK-Virus), Pilze (sowie <i>Cryptococcus</i> spp., <i>Pneumocystis jirovecii</i>) [478, 479], Parasiten (z. B. <i>Toxoplasma gondii</i> oder <i>Cryptosporidium parvum</i> / <i>Cryptosporidium hominis</i>) [480, 481].
Antikörpermangel: Vorwiegend bekapselte Bakterien, z. B. <i>Streptococcus pneumoniae</i> oder <i>Haemophilus influenzae</i> , Pilze (<i>Candida</i> spp.), Viren (CMV, HSV, Norovirus, Rotavirus, Adenovirus).
Splenektomie/funktionelle Asplenie: Kapselbildende Bakterien (z. B. Pneumokokken, <i>Haemophilus influenzae</i> , <i>Neisseria meningitidis</i>), <i>Salmonella</i> Enteritidis, <i>Salmonella</i> Typhimurium.
Weitere Hinweise: Mucositis des Gastrointestinaltrakts α-hämolysierende (vergrünende) Streptokokken (z. B. <i>Streptococcus mitis</i>), <i>Clostridioides difficile</i> (sehr selten auch: <i>Clostridium septicum</i>), <i>Enterococcus faecium</i> bzw. <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Rothia mucilaginosa</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> .
Hautläsion/Venenkatheterinfektion: Koagulase-negative Staphylokokken (CoNS, z. B. <i>Staphylococcus epidermidis</i>), <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Corynebacterium</i> spp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Ecthyma gangraenosum), <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , sehr selten: atypische Mykobakterien, Pilze (<i>Aspergillus</i> spp.).

Tab. 5 Orientierende Hinweise zur Vermeidung Nahrungsmittel-assoziiierter Erkrankungen (sowie für die Zubereitung von Nahrungsmitteln durch die Patienten aller Risikogruppen bzw. Begleitpersonen) [5, 57–59, 162]

Nahrungsmittel	Hohes Risiko	Geringes Risiko
Fleisch inkl. Geflügel, Fisch	Roh oder nicht ausreichend erhitzt (z. B. Sashimi, ungenügend erhitzte Meeresfrüchte wie Muscheln oder Krabben) <ul style="list-style-type: none"> — frisches Mett, Tatar und ähnliche rohe Hackfleischzubereitungen — rohe Fleischzuschnitte wie Carpaccio — streichfähige, kurz gereifte Rohwürste (z. B. frische Mettwurst, Zwiebelmettwurst, Mett, Teewurst, Braunschweiger), — hartgereifte Salami 	ausreichend erhitzt ^a (Fleisch im Kern weiß oder braun gebraten, Saft klar)
Eier und Eiprodukte	roh oder nicht ausreichend erhitzt	Eier: Eiweiß und Eigelb festgekocht (mind. 8 min), falls laut Rezept rohe Eier verwendet werden sollen: pasteurisierte Eiprodukte (z. B. Flüssigei) verwenden
Milchprodukte wie Quark, Käse	Produkte aus nicht pasteurisierter Milch („Rohmilchprodukte“), mit Oberflächenschmiere ^b hergestellter Käse, unabhängig ob pasteurisiert oder nicht pasteurisiert, (z. B. Sauermilchkäse, Harzer, Mainzer, Gelbkäse, Ölmützer Quargel, Limburger, Münster, Tilsiter etc.)	mindestens pasteurisierte Produkte
Salat	Salatbar, frei zugänglich rohe Sprossen	Salat, der sorgfältig gewaschen und frisch zubereitet wurde
Wasser/Eis	Leitungswasser ungefiltert, nicht abgekocht, stilles Mineralwasser	unter krankenhaushygienischen Aspekten (einschließlich <i>Pseudomonas aeruginosa</i>) kontrolliertes Trinkwasser; Trinkwasser abgekocht oder nach 0,2 µm Filtration, ausreichend gekochter Tee (1 min sprudelnd kochen)
Früchte und Gemüse	nicht geputzt oder gewaschen	gut gewaschen (evtl. mit weicher Bürste reinigen oder schälen)
Nüsse		nur erhitzte, vakuumverpackte, geschälte Nüsse, in 24 Stunden aufbrauchen
Müsli	Großpackung	<ul style="list-style-type: none"> — kleine patientenbezogene Gebinde, max. 1 Woche nutzen — in Risikogruppe 2 und 3 autoklavierte Einzelportionen

Ausgewählte Regeln der Basishygiene im Umgang mit Nahrungsmitteln

- Mindesthaltbarkeitsdaten beachten, keine beschädigten Packungen nutzen.
- Händewaschen mit Seife vor der Zubereitung (Händedesinfektion nach Kontakt mit potenziell kontaminierten Fleisch- oder Fischprodukten).
- Frisches Fleisch und Fisch innerhalb von zwei Tagen zubereiten.
- Trennung der Bereiche „unsauber“ (rohes Fleisch, ungewaschenes Gemüse etc.) und sauber; unterschiedliche Bereiche (inklusive Küchenutensilien) für das Zubereiten von rohem Fleisch/Geflügel/Fisch und Gemüse und Sonstiges.
- Lagerung der Nahrungsmittel im Kühlschrank bei ausreichender Kühlung (4–8 °C).
- Essensreste (auch angebrochene Fruchtsäfte) nur kurzzeitig ausreichend gekühlt aufbewahren (höchstens 24 Stunden) oder einfrieren und vor dem Verzehr ausreichend erhitzen.
- Geschirr am besten in Spülmaschine (mind. 65 °C) aufbereiten.
- keinen Spülschwamm benutzen, Reinigung der Küchenflächen mit Einmaltüchern, Küchentextilien bei mind. 60 °C waschen und nach dem Trocknen bügeln.

^aKerntemperatur mind. 75 °C

^bZur Reifung von Weichkäse und Sauermilchkäse mit Schmierebildung werden *Brevibacterium* spp., Mikrokokken und Hefen eingesetzt. Die jeweiligen Käse sind durch gelbliche oder rötlich-orange Oberfläche gekennzeichnet.

Tab. 6 Auswahl an Infektionserregern, die bei Zoonosen isoliert werden [60–62, 309–315]

Tierspezies	Zoonotische Erkrankung/Erreger
Hund	<i>Capnocytophaga canimorsus</i> , <i>Pasteurella multocida</i> (Bissverletzung, Wundinfektion, Sepsis; Übertragung auch durch Küssen der Tiere, Ablecken von Gesicht/Wunden); Methicillin-resistente <i>Staphylococcus aureus</i> , Parasiten: Darmparasiten (<i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Cryptosporidium hominis</i>), Mikrosporidiasis (<i>Microsporidium canis</i>), Pilze (<i>Trichophyton mentagrophytes</i>).
Katze	Katzenkratzkrankheit, Peliosis hepatis, bazilläre Angiomatose (<i>Bartonella henselae</i> , weitere <i>Bartonella</i> spp.), Leptospirose (<i>Leptospira interrogans</i> , <i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i>), <i>Pasteurella multocida</i> . Parasiten: Toxoplasmose (<i>Toxoplasma gondii</i>), Pilze: <i>Malassezia pachydermatis</i> [482, 483], Mikrosporidiose (<i>Microsporidium canis</i>), <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , Sporotrichose (<i>Sporothrix schenckii</i>).
Reptilien (Schildkröte, Schlange, Gecko)	Salmonellosen (seltene Serovare) cave: chronische Ausscheider!
Hühner/Geflügel	<i>Campylobacter</i> -Infektionen Salmonellosen
Kälber, Schweine, Tierfutter	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Campylobacter</i> -Infektionen Yersiniosen, Salmonellosen enterohämorrhagische <i>Escherichia coli</i> (hämolysierend-urämisches Syndrom)
Kälber, Lämmer	Lambliasis (<i>Giardia lamblia</i>)
Lämmer, Schaffherden	Q-Fieber (<i>Coxiella burnetii</i>)
Aquarien (Fische)	Atypische Mykobakterien (<i>Mycobacterium marinum</i>) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> und weitere opportunistische Wasser-assoziierte Erreger.
Wildmäuse	<i>Streptobacillus moniliformis</i> , Hantaviren
Ratten, Hunde, Mäuse, Igel	Leptospirose (<i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i>)
Tauben	Kryptokokkose (<i>Cryptococcus neoformans</i>)
Wellensittiche, Papageien	Psittacose, Papageienkrankheit (<i>Chlamydia psittaci</i>)
Pferde	<i>Rhodococcus equi</i> (atypische Pneumonie) <i>Aspergillus</i> und andere Schimmelpilze
Mäuse, Meerschweinchen, Hamster	Lymphozytäre Choriomeningitis (LZCM-Virus).

Informative Zusammenstellung

Informative Zusammenstellung 1: Ausgewählte Maßnahmen zur Vermeidung von Zoonosen im Umgang mit Haustieren [60, 62, 315, 484, 485]

- Händehygiene (Waschen mit Wasser und Seifenlösung bzw. Händedesinfektion) nach jedem Kontakt mit dem Tier oder vom Tier kontaminierten Gegenständen (cave: auch Trockenfutter kann erheblich mit Erregern kontaminiert sein).
- Kleinkinder nicht mit dem Haustier allein lassen (Kontakte supervidieren).
- Wenn möglich auf das Füttern des Tiers mit rohem Fleisch verzichten.
- Das Tier nicht in der Küche füttern.
- Das Haustier nicht ins Schlafzimmer lassen (nicht im gleichen Bett schlafen).
- Das Tier nicht küssen, sich nicht vom Tier ablecken lassen (insbesondere keine Wunden). Kratzverletzungen reinigen, desinfizieren und mit einem sterilen Pflaster abdecken.
- Katzentoilette (Vogelkäfig, Aquarium) nicht vom immunsupprimierten Patienten säubern⁷ lassen oder Schutzkleidung tragen (Handschuhe, FFP2-Maske).
- Hundedecke und ähnliche Textilien bei mind. 60 °C waschen.
- Katzen wenn möglich im Haus halten.
- Hunde außerhalb des Hauses nicht von der Leine lassen.
- Keine neuen Tiere (insbesondere keine Jungtiere unter 6 Monaten) während der immunsuppressiven Therapie anschaffen.
- Das Haustier tierärztlich überwachen lassen und bei Symptomen einer Infektion zeitnah beim Tierarzt vorstellen. Den Tierarzt auf die Immunsuppression des Haushaltsmitgliedes hinweisen.
- Nicht im Pferdestall aufhalten (Pferdstriegeln etc.) solange das Risiko invasiver Pilzinfektionen erhöht ist.

⁷ Katzentoilette tgl.

Informative Zusammenstellung 2: Mögliche (ausgewählte) Ansatzpunkte für Antibiotic/Antifungal Stewardship Programme bei immunsupprimierten Patienten

Interdisziplinäre Entwicklung und Implementierung und Evaluation (Plan-Do-Check-Act Zyklen) von internen Leitlinien zu den Themen

- medikamentöse Infektionsprophylaxe (Bakterien, Pilze) inklusive bei Asplenie,
- Diagnostik und Therapie bei Fieber ohne Fokus während der Granulozytopenie,
- Diagnostik und Therapie der Sepsis bei Granulozytopenie bzw. unter einer immunsuppressiven Therapie,
- Prävention⁸, Diagnostik und Therapie Gefäßkatheter-assoziiierter Infektionen,
- empirische (oder präemptive) Therapie mit Antimykotika,
- Diagnostik, Therapie und Infektionsprävention von CDI,
- Diagnostik und Therapie von Blutstrominfektionen durch *S. aureus* (inkl. MRSA),
- Diagnostik und Therapie von Blutstrominfektionen durch *Candida* spp.,
- perioperative Antibiotikaphylaxe bei Patienten mit Chemotherapie und operativen Interventionen,
- Restriktion des Einsatzes von Carbanemen und von Glykopeptiden.

Etablierung eines fortlaufenden Systems der Surveillance und des Reportings in Hinblick auf

- ausgewählte nosokomiale Infektionen,
- Erreger- und Resistenzstatistiken (invasive Isolate),
- Erreger- und Resistenzstatistiken (aus Screeningmaterialien),
- den Antiinfektivverbrauch inklusive von Festlegungen, wie mit den Ergebnissen dieser Surveillance im interdisziplinären Dialog umgegangen wird bzw. wie ggf. Konsequenzen aus den Ergebnissen abgeleitet werden.

⁸ Allgemein: Präventionsbündel für NI (siehe entsprechende KRINKO-Empfehlungen).

Festlegung einer hausinternen Antiinfektaliste mit konkreten Hinweisen

- zur Dosierung und Verabreichung⁹ sowie zu den wichtigsten unerwünschten Wirkungen und Interaktionen,
- zu Antiinfektiva, die restringiert (ggf. nur nach Freigabe oder mit obligater Überprüfung durch ein infektiologisches Konsil im Verlauf) eingesetzt werden sollen,
- zum Drug Monitoring bei Antiinfektiva, deren Einsatz ein solches erfordert.

Konzepte zur Adaptation der antibiotischen Therapie (Auswahl der am besten geeigneten Antiinfektiva, Verabreichungsmodi, Dosierungsdetails, Dauer der Therapie)

- an das Risikoprofil des Patienten (z. B. orale ambulante vs. intravenöse stationäre Behandlung),
- an eine vorbestehende Besiedlung (oder anamnestisch bekannte Infektionen) mit bestimmten multiresistenten Erregern (MRSA, MRGN, VRE),
- aufgrund von möglichen Arzneimittelinteraktionen (Komediaktion) oder Störungen der Organfunktion (z. B. Niereninsuffizienz, Innenohrschwerhörigkeit, Neuropathie),
- bei nachgewiesenem Erreger und bekanntem Antibiotogramm (Deeskalation).

⁹ Beispiel: prolongierte oder kontinuierliche Verabreichung bestimmter Betalaktam-Antibiotika.