

## Übersicht

### Korrespondierender Autor:

Dr. Viktoria Kolbe  
BODE Chemie GmbH  
A company of the HARTMANN  
GROUP  
Melanchthonstr. 27  
22525 Hamburg

E-Mail: viktoria.kolbe@  
bode-chemie.de

### Interessenkonflikt:

V. Kolbe, L. Ewald, H. Mallwitz und H. Niesalla sind Mitarbeitende der Firma BODE Chemie GmbH. Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

### Zitierweise:

Kolbe V., Ewald L., Mallwitz H., Niesalla H. Einflussgrößen auf nosokomiale Infektionen. HygMed 2022; 47(4): D36–D43.

### Manuskriptdaten:

Eingereicht: 21. Dezember 2021  
Überarbeitete Version  
angenommen: 22. März 2022

# Einflussgrößen auf nosokomiale Infektionen

Viktoria Kolbe<sup>1</sup>, Leonie Ewald<sup>1</sup>, Henning Mallwitz<sup>1</sup>, Heide Niesalla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HARTMANN SCIENCE CENTER, BODE Chemie GmbH – Ein Unternehmen der HARTMANN GROUP, Melanchthonstr. 27, 22525 Hamburg

## ■ Zusammenfassung

Nosokomiale Infektionen (NI) zu verhindern, ist ein globales Ziel mit wachsender Bedeutung, das nationale wie internationale Diskussionen befördert und zahlreiche Awareness-Kampagnen hervorbringt. Ebenso wächst die Anzahl wissenschaftlicher Studien, die eine Reduktion von NI durch Einführung bestimmter Interventionsmaßnahmen untersuchen.

Diese Übersichtsarbeit gibt einen umfassenden Überblick über wichtige Einflussgrößen auf NI mit Fokus auf deutsche Richtlinien und Gesetzgebung. Ziel ist es, die Komplexität und Diversität der einzelnen Faktoren zu veranschaulichen und dadurch zu verdeutlichen, dass Maßnahmen zur Reduktion von NI ebenso vielfältig ausfallen müssen. Toolboxes mit nützlichen Hilfestellungen für die Praxis sollen dabei unterstützen.

## Schlüsselwörter

- nosokomiale Infektionen
- Infektionsprävention
- Einflussgröße

## ■ Summary

### *Factors influencing nosocomial infections*

Preventing nosocomial infections (NI) is a global goal of growing importance, promoting national and international discussions, and generating numerous awareness campaigns. Likewise, the number of scientific studies investigating a reduction of NI by introducing certain intervention measures is growing.

This review provides a comprehensive overview of important factors influencing NI with a focus on German guidelines and legislation. The aim is to illustrate the complexity and diversity of the individual factors and thus make clear that measures to reduce NI must

be equally diverse. Toolboxes with useful aids for practice are intended to support this.

**Keywords:** nosocomial infection, healthcare-associated infection, HAI, influencing factors

## ■ Nosokomiale Infektionen weltweit und in Deutschland

Nosokomiale Infektionen (NI) stellen ein weltweites Problem in Gesundheitseinrichtungen dar und treten gleichermaßen in entwickelten und in weniger entwickelten Ländern auf [1]. Genaue Daten auf globaler Ebene existieren nicht, jedoch geht die Weltgesundheitsorganisation (WHO) davon aus, dass jährlich Hunderte Millionen Patienten betroffen sind und die Krankheitslast in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen am höchsten ist [1]. Für Europa sowie Deutschland wurden genauere Schätzungen zur Rate von NI veröffentlicht (siehe Abbildung 1) [2, 3]. In einer 2016–2017 durchgeführten Punktprävalenzstudie betrug die Prävalenz von Patienten mit mindestens einer NI in Ländern der Europäischen Union (EU) bzw. des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) insgesamt 6,5 % (Länderbereich: 2,9–10,0 %) [2] und sank damit im Vergleich zur letzten Erhebung in 2011 [4]. Entgegen dieses Trends steigen die Infektionsraten aktuell wieder, was unter anderem auch dem veränderten Patientenkontext geschuldet ist (vorwiegend ältere Patienten, z.T. mit Vorerkrankungen) [5, 6].

Da eine vollständige Verhinderung aller NI nicht zu erreichen ist, stellt sich die grundsätzliche Frage, welcher Anteil realistisch reduziert werden kann. Dieser Frage gingen zwei systematische Übersichtsarbeiten nach, die nahelegen, dass 10–70 % [7] bzw. 35–55 % [8] vermeidbar sein könnten. Ersichtlich wird daraus jedoch auch, dass es zahlreiche Einflussgrößen gibt, die durch

medizinische Innovationen veränderlich sind und unterschiedlich großes Reduktionspotential haben [8].

## ■ Einflussgrößen auf nosokomiale Infektionen

Die Einflussgrößen auf NI werden in dieser Übersichtsarbeit in drei große Themenbereiche eingeteilt: 1. Prozesse und Systeme in der Klinik, 2. Personal und 3. Patienten. Als Hintergrund dienen aktuelle Publikationen und Übersichtsarbeiten der letzten zehn Jahre mit anwendungsorientiertem und praxisbezogenem Schwerpunkt.

### 1. Prozesse und Systeme in der Klinik - Infrastruktur und Logistik Basishygiene

Zu den Elementen der Basishygiene in der Klinik gehören Händehygiene, Flächenhygiene, persönliche Schutzausrüstung (PSA), Aufbereitung von Medizinprodukten, Abfallentsorgung, Umgang mit Wäsche und Geschirr, Aufklärung von Patienten und Besuchern sowie die Art der Unterbringung [9]. Im Folgenden werden die ersten vier Aspekte der Basishygiene genauer betrachtet.

#### Händehygiene

Die Händehygiene gilt spätestens seit dem Jahr 2000, als Pittet et al. ihre Studie zur geringen initialen Händehygiene-Compliance beim Gesundheitspersonal eines Schweizer Lehrkrankenhauses veröffentlichten, als das wichtigste Element der Infektionsprävention [10].

Aktuelle Leitlinien der WHO zur Händehygiene im Gesundheitswesen [11] und, auf nationaler Ebene, der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) [12], berücksichtigen die Erkenntnisse der vergangenen Jahrzehnte und stellen detaillierte Empfehlungen zur Verfügung.

Dass die gezielte Verbesserung der Händehygiene-Compliance (HHC) die Rate von NI senken kann, wurde in verschiedenen Ländern und für verschiedene Stationen belegt und gilt selbst bei initial hoher Compliance (> 80%) [13–15]. Während Grayson et al. angaben, dass 10% HHC-Verbesserung NI um 15% senkte [13], reduzierte bei Pessoa-Silva et al. eine HHC-Steigerung von 13% NI um etwa ein Viertel [14]. Sickbert-Bennett et al. beobachteten bei einer HHC-Verbesserung um 10% eine NI-Abnahme um 6% [15].

#### Flächenhygiene

Auch die Flächenhygiene spielt eine wichtige Rolle für die Infektionsprävention. Nachdem diese lange unterschätzt wurde, belegten etliche Veröffentlichungen der letzten Jahre ihren Stellenwert und beschrieben Flächen als mögliches Reservoir für Krankenhauspathogene [16–18]. So demonstrierte eine Metaanalyse mit über 80.000 Patienten, dass die Möglichkeit einer Ansteckung nicht nur bei kolonisierten/infizierten Zimmernachbarn besteht, sondern auch indirekt durch die vorherige Zimmerbelegung erfolgen kann [19]. Die multizentrische, randomisierte REACH-Studie zeigte, dass die Implementierung eines multimodalen Interventionspakets zur verbesserten Flächenreinigung (bestehend aus optimiertem Produkteinsatz, Reinigungstechnik, Mitarbeiterschulung, Feedback und Kommunikation) die Infektionsrate mit Vancomycin-resistenten Enterokokken signifikant um ein Drittel senkte, wenn der Anteil gereinigter High-Touch-Flächen um 20% stieg [20]. Dass die Effekte in dieser Studie für andere untersuchte Erreger nicht signifikant waren, könnte u.a. an anderen Übertragungswegen und einer geringeren initialen Erregerinzidenz gelegen haben.

Eine kürzlich erschienene Übersicht stellt praktische Empfehlungen zur routinemäßigen Reinigung und -desinfektion auf allgemeinen Stationen sowie zu klinisch relevanten Krankheitser-

regern und Ausbruchssituationen zur Verfügung [21]. Für Deutschland liegen ebenfalls Empfehlungen von der KRINKO zur Reinigung und Desinfektion im Gesundheitswesen vor [22], sowie die im September 2021 erschienene DIN-Norm zur Krankenhausreinigung [23], die einen umfassenden Maßnahmenkatalog enthält.

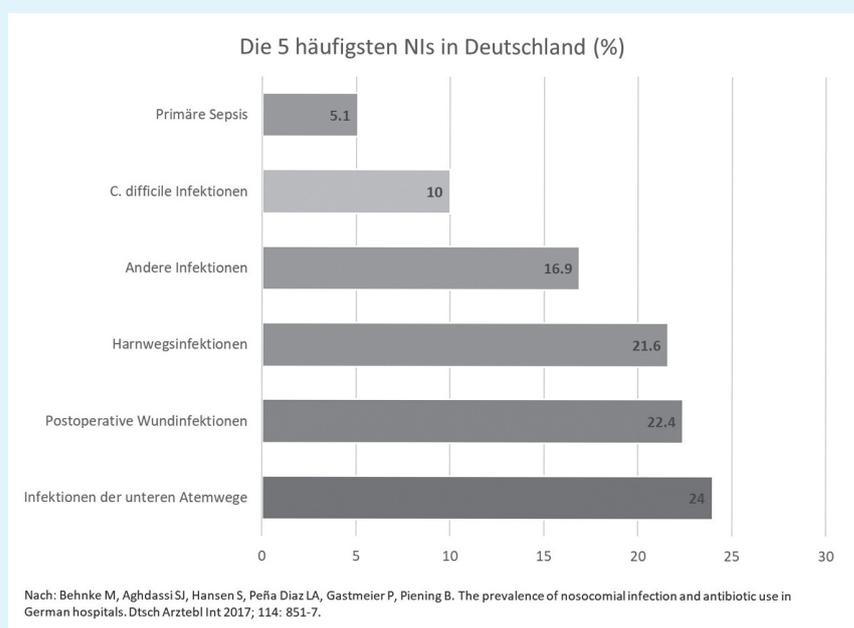
#### Persönliche Schutzausrüstung

PSA ist eine Maßnahme zum Schutz der Mitarbeiter vor einer Kontamination mit Krankheitserregern und richtet sich nach der Art des Erregers und des Übertragungsweges. Verschiedene Studien implizieren, dass das Risiko einer Selbstkontamination insbesondere beim Ablegen der PSA mit 13–79% beträchtlich sein kann [24–26].

Die Daten zur Selbstkontamination legen nahe, dass großer Bedarf an Aufklärung zur korrekten Anwendung der PSA besteht. Einrichtungen, wie das Robert Koch-Institut (RKI) oder die Aktion Saubere Hände (ASH) stellen Handlungsanweisungen zum An- und Ablegen der PSA bereit.

#### Aufbereitung von Medizinprodukten

Um Medizinprodukte als Kontaminationsquelle für NI auszuschließen, müssen diese vor der Anwendung am Patienten ordnungsgemäß aufbereitet werden. Die Anforderungen richten sich u.a. nach deren Einstufung in unkriti-



**Abb. 1:** Übersicht der häufigsten NIs in Deutschland.

sche (z.B. EKG-Elektroden), semikritische (z.B. Spekulum) und kritische Medizinprodukte (z.B. Wundhaken) und werden in den aktuellen Empfehlungen der KRINKO erläutert [27]. Gesetzliche Grundlage sind in Deutschland die Medizinprodukte-Betreiberverordnung, die Medizinprodukteverordnung sowie das Medizinprodukte-Durchführungsgesetz [28–30]. Während bei unkritischen Medizinprodukten die Reinigung und Desinfektion zur Wiederaufbereitung ausreicht, kann bei semikritischen eine zusätzliche Sterilisation erforderlich sein. Kritische Medizinprodukte werden immer beiden Verfahren unterzogen [27]. 2014 wurde der Begriff der Zentralen Sterilgutversorgung (ZSVA) durch den Begriff Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP) ersetzt [31], da Medizinprodukte nicht nur im Krankenhaus aufbereitet werden und der Begriff AEMP umfassender ist.

#### Spender für Hände-Desinfektionsmittel

Die Ausstattung mit Spendern für Hände-Desinfektionsmittel spielt eine wesentliche Rolle bei der Einhaltung der HHC. Die Mindestanforderungen für Deutschland werden in den Empfehlungen der KRINKO beschrieben und auch die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) gibt Empfehlungen [12, 32]. Demnach dürfen Fachkräften in der Patientenversorgung keine zusätzlichen Wege entstehen, wenn sie die Indikationen zur Händedesinfektion befolgen. Als Mindestausstattung in Patientenzimmern empfiehlt die KRINKO zurzeit, bettennah einen Spender pro Patientenbett (Intensiv- und Dialysestationen) bzw. einen Spender für zwei Patientenbetten plus einen in der Sanitärzelle (Normalstationen) vorzuhalten [12]. Grundsätzlich bestimmen die räumlichen Verhältnisse, ob festmontierte oder mobile Spender eingesetzt werden [12], wobei von Kittelflaschen möglichst abzusehen ist [32].

Eine aktuelle umfragebasierte Studie an 178 Schweizer Akutkrankenhäusern ergab eine Anzahl von viermal mehr Spendern pro Bett im gesamten Krankenhaus als in den aktuellen Richtlinien empfohlen. [33]. Für eine hohe HHC am Point-of-Care spielen jedoch nicht nur Sichtbarkeit und gute Zugänglichkeit der Spender eine Rolle [34, 35], sondern auch Details wie Spenderdesign (manuell vs. berührungsfrei) [36].

#### Hygienemanagement

Die Leiter deutscher Kliniken sind per Infektionsschutzgesetz verpflichtet, übertragbare Krankheiten beim Menschen vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern [37]. Das Hygienemanagement der Kliniken wird durch eine Hygienekommission (Krankenhaushygieniker, Hygienefachkräfte, Link Nurses etc.) umgesetzt [38], woraus sich Herausforderungen im Schnittstellenmanagement, z.B. zwischen Verwaltung und medizinischen Fachbereichen, ergeben können [39]. Die Hygienekommission erarbeitet einen verbindlichen Hygieneplan, der u.a. Regeln zur Krankenhausreinigung festlegt. Eine Studie in deutschen Kliniken zeigte, dass bei der Prozess-Standardisierung und der abteilungsübergreifenden Koordination und Kommunikation (z.B. mit dem Reinigungsdienst) noch erhebliches Verbesserungspotential besteht [40]. Optimierte standardisierte Prozesse (SOPs) können einen Mehrwert für die Behandlungsqualität schaffen, indem sie hygienerelevante Aspekte aus dem Hygieneplan abbilden. Zur besseren Verankerung bietet es sich an, die SOPs als mitgeltende Dokumente in das Qualitätsmanagementsystem aufzunehmen.

Empfehlungen zu den personellen und organisatorischen Voraussetzungen sowie zum Kapazitätsumfang des Hygienemanagements werden von der KRINKO zur Verfügung gestellt [38, 41]. Weitere Vorgaben werden in den Hygieneverordnungen der Bundesländer geregelt. Die Wichtigkeit des Hygienemanagements spiegelt sich auch im 2011 geschaffenen Hygienesonderprogramm wider, das Kliniken Finanzierungsmöglichkeiten bietet, die nunmehr verbindlichen Vorgaben personell sowie organisatorisch umzusetzen [42].

Ein umfängliches Hygienemanagement umfasst auch die Surveillance von Infektionskrankheiten und Erregern, vor allem Antibiotika-resistenten. Dazu gehören Programme zur Vermeidung von Resistenzen (*Antimicrobial Stewardship*), die in der Regel kostengünstiger sind als durch resistente Erreger verlängerte Krankenhausaufenthalte [43].

#### Datenerfassung

In vielen Ländern ist die Surveillance von NI verpflichtend und kann, wie z.B. in Deutschland von der KRINKO

beschrieben, patientenbezogen, stationsbezogen oder einrichtungsbezogen erfolgen [44]. Hier können entsprechend geschulte Kliniken das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) des Nationalen Referenzzentrums (NRZ) verwenden ([www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/](http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/)), was den Vorteil bietet, mit nationalen Referenzdaten vergleichen zu können [44]. Vergleichbare Surveillance gibt es auch in anderen Ländern, beispielsweise in der Schweiz durch das *Swiss National Center for Infection Control* (Swissnoso) [45]. Zur Surveillance ist eine genaue Bestimmung der Erreger erforderlich. Molekulardiagnostische Methoden ermöglichen eine zeitnahe Erkennung und effiziente Infektionskontrolle und können – je nach Voraussetzungen der Klinik – intern oder extern durchgeführt werden [46–49]. Wichtig ist dabei, dass das Ergebnis schnell vorliegt, eindeutig ist und direkt an die betreffenden Schnittstellen weitergeleitet wird [50].

Auch wenn derzeit noch nicht voll ausgereift, können sich automatisierte Surveillance-Systeme zukünftig durchsetzen – nicht nur zur NI-Surveillance [51, 52], sondern auch zum Monitoring und der Verbesserung der HHC [53–56].

#### Schulungen

Grundsätzlich sind regelmäßige Fortbildungsveranstaltungen zu Hygiene und Infektionsprävention für Hygienefachpersonal verpflichtend, die in der Regel von Fachärzten für Hygiene und staatlich geprüften Hygienefachkräften durchgeführt und dokumentiert werden [38]. Welche weiteren Beschäftigten verschiedener Gesundheitseinrichtungen an regelmäßigen hygiene-relevanten Fortbildungsveranstaltungen teilnehmen müssen (verpflichtend) oder können (freiwillig), ist jedoch einheitlich in den Verordnungen der Bundesländer geregelt. Richter et al. zeigten, dass eine frühzeitige und kontinuierliche Fokussierung auf Hygiene bereits während des Medizinstudiums dazu beiträgt, zukünftigem ärztlichen Personal die Infektionsprävention im klinischen Arbeitsalltag zu erleichtern und damit die Patientensicherheit zu erhöhen [57]. Verschiedene Trainingstools zur Verbesserung der HHC werden z.B. von der WHO zur Verfügung gestellt [11]. Diese Basis erwies

sich auch in verschiedenen Ländern für eine Weiterentwicklung zum Train-the-Trainer-Kurs – bestehend aus Vorträgen, simulationsbasiertem Training und erlebnisorientierten Aktivitäten – als nützlich, um die Reichweite von Händehygiene-Training zu vergrößern [58].

### Räumlichkeiten

Auch die Räumlichkeiten einer Klinik – insbesondere die Patientenzimmer und deren Nasszellen – wirken sich auf die Arbeit des Gesundheitspersonals [59] und damit die Infektionsprävention aus. Da abwasserführende Systeme wie Waschbecken, Siphon, Duschablauf und Toilette ein Erregerreservoir sein können [60], empfiehlt auch die KRINKO beim zukünftigen Neu- und Umbau von Patientenzimmern die Berücksichtigung infektionspräventiver Aspekte [61].

Darüber hinaus beeinflussen Raumklima und Luftaustausch bzw. Klimaanlagen die Verbreitung von Keimen maßgeblich [62], wie sich auch bei luftübertragenen Erregern wie SARS-CoV-2 zeigte [63]. Um dieses Risiko zu minimieren, sind regelmäßige Wartungen durchzuführen und der Einsatz von HEPA-Filtern zu erwägen [64, 65].

Verschiedene Reviews machten darauf aufmerksam, dass Ausbrüche mit Erregern wie *Pseudomonas aeruginosa*, Legionellen und *Mycobacterium chimaera* mit Wasserreservoirs in Verbindung standen und beispielsweise durch elektronische Wasserhähne, Heiz-Kühlgeräte [60] sowie wasserführendes medizinisches Equipment (z.B. Hämodialysegeräte) [66] verbreitet wurden.

### Ausstattung

Nicht zuletzt beeinflusst auch die allgemeine Ausstattung einer Klinik die Möglichkeiten zur Infektionsprävention und damit die Rate der NI. So ermittelte ein systematischer Review mit europäischem Fokus Schlüsselkomponenten für die Infektionsprävention, die gleichermaßen wichtig sein könnten – darunter auch die Verfügbarkeit und leichte Zugänglichkeit von Materialien und Geräten sowie deren optimale Ergonomie [67]. Dies ist im Hinblick auf die Ökonomisierung des Gesundheitswesens nicht selbstverständlich. Zusätzlich ist die Qualitätssicherung in Deutschland größtenteils extern gesteuert und seit Jahren unverändert (z.B. Fokus

auf Operationen oder minimal-invasive Prozeduren). Dadurch wird die Dynamik der internen Qualitätssicherung und damit eine Erweiterung auf neue Kennzahlen (z.B. Wiederaufnahmen, Qualität der Schnittstellen), begrenzt [68]. Außerdem begünstigen Faktoren wie Krankenhausgröße, Universitätsstatus, urbane Anbindung und Spezialisierungsgrad das Einwerben zusätzlicher finanzieller Mittel, die eine gehobene technische Ausstattung erst ermöglichen [69].

Die Möglichkeiten zur Infektionsprävention dürften auch durch die (kostenbedingte) Entscheidung für oder gegen eine eigene AEMP [27, 31] beeinflusst werden.

### 2. Personal Qualifikation

Um das Prinzip der Infektionsprävention zu verinnerlichen und im klinischen Alltag anzuwenden, muss Beschäftigten in der Ausbildung hygiene-relevantes Wissen vermittelt werden. Dazu hat die DGKH bereits 2017 eine Empfehlung zu Mindestanforderungen an die

Wissensvermittlung von Infektionsprävention und Krankenhaushygiene zusammengestellt und fordert die zwingende Integration dieser Themen in die gesamte theoretische und praktische Ausbildung [70]. Ähnliche Forderungen zur Verbesserung der Kenntnisse in Infektionsprävention werden auch aus den USA laut [71]. Eine verstärkte Fokussierung auf Hygiene und Infektionsprävention kommt aber nicht nur Pflegenden zugute, sondern ebenso Medizinstudenten, die von einer frühen und kontinuierlichen Schulung profitieren und das Wissen später besser praktisch anwenden können [57].

Bessere Hygiene und Infektionskontrolle in Kliniken erfordern jedoch ausreichendes und gut ausgebildetes Personal. Dem steht der Personalabbau in Deutschland entgegen [72]. Wenn Hygienestandards wie Händedesinfektion durch Zeitmangel nicht immer eingehalten werden können, erhöht sich das Risiko für NI [72]. Dabei haben kaufmännisches und klinisches Risikomanagement etliche Schnitt-



**Abb. 2:** Toolbox 1. Praktische Empfehlungen für den Bereich „Prozesse und Systeme in der Klinik“.

mengen und sollten ganzheitlich betrachtet werden, da sich durch mangelhafte Hygiene bedingte NI auch betriebswirtschaftlich negativ auswirken [40]. Internationale Beobachtungsstudien bestätigen, dass sich Personaleinsparungen im Pflegebereich und eine ungenügende Fortbildung nachteilig auf Patient Outcomes wie Mortalität auswirken [73,74].

Um Personalmangel zukünftig zu vermeiden, sollte – neben einem Umdenken der Politik – der Bereich Pflege durch wettbewerbsfähige Gehälter für den Nachwuchs attraktiver gemacht werden [75]. Seit Januar 2020 sind durch das neue Pflegeberufegesetz erstmals auch speziell den Pflegefachkräften vorbehaltene Tätigkeiten definiert, wie z.B. die Festlegung des Pflegebedarfs oder die Organisation und Gestaltung des Pflegeprozesses. Auf diese Weise soll dem Pflegeberuf ein höherer Stellenwert beigemessen werden. Zudem ermöglicht das neu eingeführte Pflegestudium eine engere Verknüpfung von Wissenschaft und Praxis und bietet so weitere Karrierechancen für Pflegefachkräfte [76, 77].

### Outsourcing

Outsourcing ist gerade in der Krankenhausreinigung in Deutschlands Krankenhäusern verbreitet. Doch sparen Kliniken dadurch nicht nur Kosten und gewinnen an Flexibilität, sondern geben auch zum Teil die Kontrolle über diesen Bereich auf. So sind ausgelagerte Reinigungsdienste oft unterbesetzt und Reinigungskräfte häufiger überarbeitet, werden weniger gut fortgebildet und sind kommunikativ und organisatorisch schlechter eingebunden [78]. Studien aus England und den USA fanden starke Hinweise darauf, dass Outsourcing des Reinigungsteams mit einer erhöhten Inzidenz von NI durch *Clostridioides difficile* und Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) verbunden ist [78, 79]. Auch eine Analyse der deutschen Krankenhauslandschaft von 2015 ergab, dass sich die Reinigung in der Vergangenheit verschlechtert hat und – besonders in Risikobereichen – festes Personal bei geringerer Flächenleistung eingesetzt werden sollte, um die Situation zu verbessern [80].

### Kommunikation und Sprachbarrieren

Um ein funktionierendes Risiko- bzw. Hygienemanagement zu etablieren und aufrechtzuerhalten, ist eine gute interdisziplinäre Kommunikation wesentlich, die unterschiedliche Fachbereiche und Hierarchien durch einen offenen und respektvollen Umgang miteinander vereint [81–83]. Dies gelingt nur in einer Organisation, in der Führungskräfte eine solche Kultur vorantreiben und Beschäftigte auf allen Stufen der Organisation befähigen. Dies schließt ein, alle Beschäftigten zu wichtigen organisatorischen Themen – z. B. mittels Informations- und Kommunikationstechnologie – auf einen gleichen Wissensstand zu bringen [84]. Gerade im Hinblick auf NI spielt eine interdisziplinäre Kommunikation eine wesentliche Rolle [85]. Informationen zu Infektionsstatus, Behandlung und besonderen Hygienemaßnahmen sollten klar und verständlich an alle beteiligten Schnittstellen kommuniziert werden. Dazu zählen behandelnde Ärzte, das Pflegepersonal, Physiotherapeuten, das Servicepersonal und die Reinigungsleitung. Sprachbarrieren erschweren die Kommunikation nicht nur mit geringer qualifiziertem Personal wie Reinigungskräften, sondern auch mit ärztlichen Beschäftigten und Patienten [83, 86, 87], weshalb mehrsprachige Informationen erwogen werden sollten.

Besonderes Augenmerk sollte der Kommunikation mit Patienten gelten. Förderlich ist ein offener und kontinuierlicher Informationsaustausch, der auf patientenzentrierten Kommunikationsformen basiert, die Beteiligung von Patienten und ihren Familien fördert und Patienten als Partner einbezieht [88].

### 3. Patienten Vorerkrankungen

NI können sowohl durch exogene (Pathogene aus der Umgebung) als auch durch endogene Erreger (Flora des Patienten) erworben werden. Im Gegensatz zu früher machen endogene Infektionen mittlerweile 2/3 der gesamten NI aus [89]. Grundsätzlich haben Patienten durch individuelle Faktoren wie Vorerkrankungen, Prämedikation und Alter unterschiedliche Grundrisiken für eine NI. Dennoch werden selbst endogene NI häufig durch mangelhafte Hygiene verursacht, z.B. durch Verschleppen von Keimen von einer kontaminierten zu einer reinen Körperstelle [90]. Es muss



Abb. 3: Toolbox 2. Praktische Empfehlungen für den Bereich „Personal“.

betont werden, dass Immunsuppression oder die Einnahme bestimmter Medikamente eine Kolonisierung zwar begünstigen, jedoch keine Voraussetzung dafür sind und Kolonisierungen auch unabhängig davon auftreten können [90].

Ein vollständiges Vermeiden aller NI wird allein aufgrund der Vielzahl an Faktoren, die den Patienten betreffen, nicht erreicht werden können, weshalb das Ziel die Reduktion sein sollte [7, 8].

### Art und Dauer der Behandlung

Allgemein sind invasive Behandlungen mit einem deutlich höheren Risiko verbunden als nichtinvasive [7, 8]. Gut beschrieben sind vor allem Katheter-assoziierte NI, die sich im Vergleich zu anderen NI besonders wirkungsvoll durch optimierte Prozesse, tägliche Indikationsüberprüfungen und strengere Hygienevorschriften senken lassen [7, 8]. Darüber hinaus wirkt sich auch die Liegedauer auf das Risiko einer NI aus. Studien zeigen, dass dieses mit der Länge des Krankenhausaufenthalts steigt [91–93]. Dies gilt auch für COVID-19-Patienten, die häufig lange im Krankenhaus verweilen und auf invasive Maßnahmen angewiesen sind [91].

### Patient Empowerment

Nicht zuletzt beeinflussen Patienten durch ihr Verhalten das Risiko einer NI selbst mit. Während das Personal in Deutschland selbstverständlich an Hygienevorschriften und Leitlinien gebunden ist, könnten Patienten stärker aktiv eingebunden werden [40]. Gemäß dem von der WHO propagierten *Patient Empowerment* sollten sie durch zielgruppengerechte Informationen unterstützt werden, ihre eigene Rolle und die Bedeutung ihres Handelns zu verstehen, z.B. hinsichtlich der Compliance bei der Hygiene oder Medikamenteneinnahme [11]. Ein bedeutender Begriff ist in diesem Zusammenhang die Gesundheitskompetenz (*health literacy*), die Fähigkeit, Gesundheitsinformationen zu finden, zu bewerten und schließlich zur Entscheidungsfindung zu nutzen. Eine Studie des Robert Koch-Instituts (RKI) zeigte, dass der generelle Informationsstand zu Gesundheitsaspekten von Patienten im Vergleich zu 2009 zwar besser war, jedoch weiter ausbaufähig ist [94]. Ein wichtiger Faktor dafür ist auch die Befähigung des Personals, Patienten aktiv mit einzubeziehen und ihre Rolle zu stärken [95, 96].

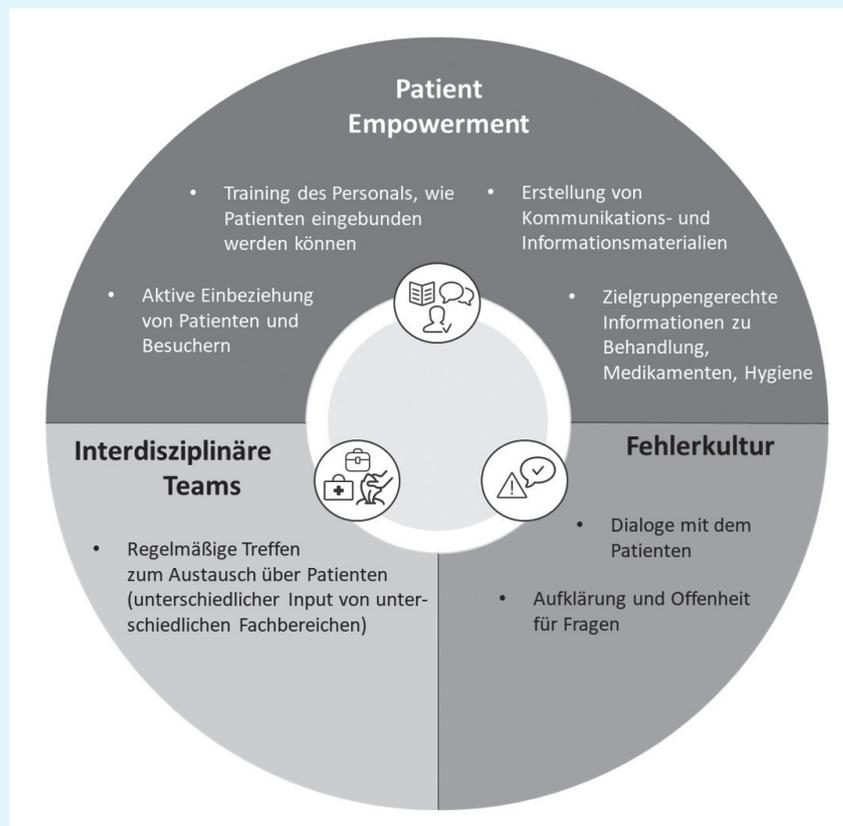


Abb. 4: Toolbox 3. Praktische Empfehlungen für den Bereich „Patienten“.

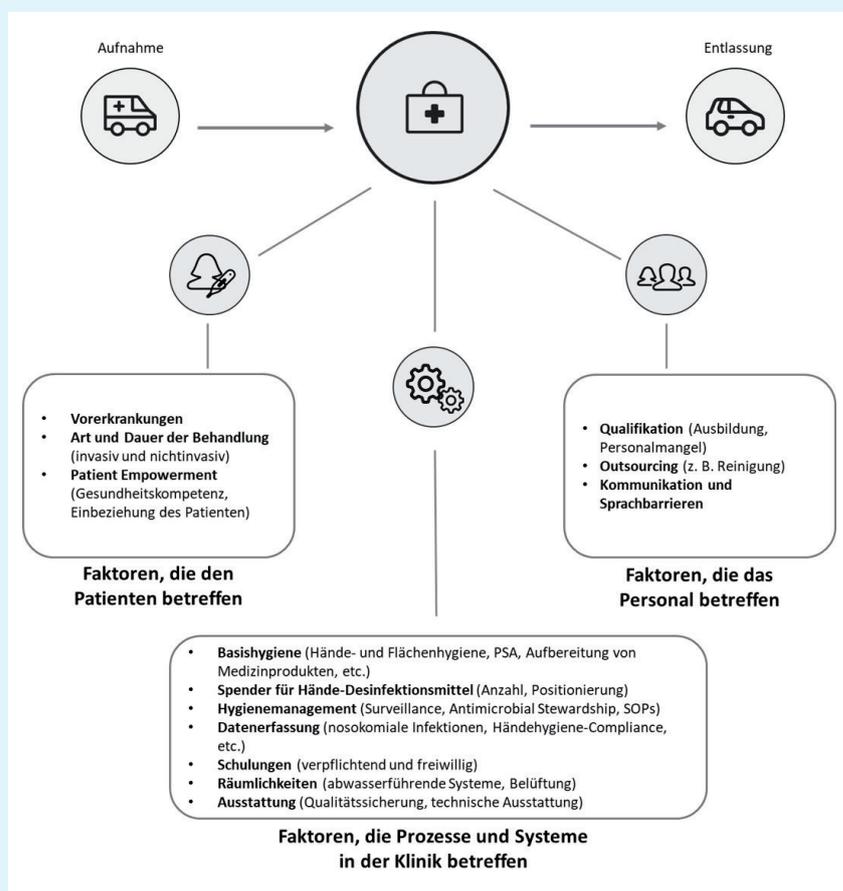


Abb. 5: Übersicht über direkte und indirekte Einflussgrößen auf nosokomiale Infektionen. PSA, persönliche Schutzausrüstung; SOP, standard operating procedure.

## ■ Schlussfolgerungen

Dieser Übersichtsartikel beleuchtet das komplexe Feld der NI und verdeutlicht die zahlreichen Einflussgrößen, die sich direkt oder indirekt auf die Rate der NI auswirken können (Abbildung 5). Die Herausforderung der Kliniken ist es nun, sich in diesem vielschichtigen Feld zu orientieren und konkrete praktische Maßnahmen daraus abzuleiten. Insbesondere in den Bereichen „Prozesse und Systeme in der Klinik“ sowie „Personal“ bietet sich viel Spielraum für Veränderungen. Andererseits wird auch klar, dass sich Verbesserungen im Bereich „Patienten“ im Wesentlichen auf das *Empowerment* beschränken, da weitere Patientenfaktoren wie Alter und Vorerkrankungen gegeben sind und sich Art und Dauer der Behandlung nach der Erkrankung richten. Aufgrund der Vielzahl an Einflussgrößen, die hier jeweils nur kurz erläutert werden, wird deutlich, dass die Reduktion von NI nicht durch einzelne Maßnahmen reduziert werden kann, sondern ein komplexes Zusammenspiel mehrerer, multimodaler Maßnahmen notwendig ist, um Infektionen zu vermeiden. Wichtig dabei ist, dass die einzelnen Bestandteile ganzheitlich betrachtet werden und Schnittstellen gebildet werden.

Auch in Zukunft wird es immer neue Herausforderungen für die Kliniken geben. Das „Grüne Krankenhaus“ mit Blick auf eine nachhaltigere Versorgung ist eines der Themen, das viele bereits jetzt schon beschäftigt und das einen großen Einfluss auch auf die Hygiene haben wird. Des Weiteren entwickeln wir uns durch neue Technologien und aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten immer mehr zu einer Wissensgesellschaft. Aber auch demografische Entwicklungen sowie Änderungen in der Gesetzgebung (z.B. finanzielle Treiber) werden eine entscheidende Rolle spielen.

## ■ Danksagung

Der Artikel wurde mit Unterstützung im Medical Writing durch Dr. Julia Dittmann (Dittmann Medical Writing, Hamburg) verfasst, finanziert von BODE Chemie GmbH (Hamburg), einem Unternehmen der HARTMANN GRUPPE.

Die Autoren danken Inka Daniels-Haardt, Janina Wenk und Carolin Plotzki für die ausführlichen Diskussionen und die kritische Überprüfung des Manuskripts.

## ■ Literatur

- World Health Organization. Report on the Burden of Endemic Health Care-Associated Infection Worldwide Clean Care is Safer Care; 2011. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/80135/9789241501507\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/80135/9789241501507_eng.pdf) (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
- Suetens C, Latour K, Kärki T, Ricchizzi E, Kinross P, Moro ML, et al. Prevalence of healthcare-associated infections, estimated incidence and composite antimicrobial resistance index in acute care hospitals and long-term care facilities: Results from two european point prevalence surveys, 2016 to 2017. *Eurosurveillance*. 2018; 23(46):1–16.
- Zacher B, Haller S, Willrich N, Walter J, Sin MA, Cassini A, et al. Application of a new methodology and R package reveals a high burden of healthcare-associated infections (HAI) in Germany compared to the average in the European Union/European Economic Area, 2011 to 2012. *Eurosurveillance*. 2019; 24(46):1900135.
- Zarb P, Coignard B, Griskeviciene J, Muller A, Vankerckhoven V, Weist K, et al. The European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) pilot point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use. *Euro Surveill*. 2012; 17(46):20316.
- Weiner-Lastinger LM, Pattabiraman V, Konnor RY, Patel PR, Wong E, Xu SY, et al. The impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on healthcare-associated infections in 2020: A summary of data reported to the National Healthcare Safety Network. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2021;1–14.
- BARMER Krankenhausreport 2021. <https://www.bifg.de/publikationen/berichte/krankenhausreport-2021> (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
- Harbarth S, Sax H, Gastmeier P. The preventable proportion of nosocomial infections: An overview of published reports. *J Hosp Infect*. 2003; 54(4):258–266.
- Schreiber PW, Sax H, Wolfensberger A, Clack L, Kuster SP. The preventable proportion of healthcare-associated infections 2005-2016: Systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2018; 39(11):1277–1295.
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. *Bundesgesundheitsbl*. 2015; 58:1151–1170.
- Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Infection Control Programme*. *Lancet* (London, England). 2000;356(9238):1307–1312.
- World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care; 2009. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906> (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*. 2016; 9:1189–1220.
- Grayson ML, Stewardson AJ, Russo PL, Ryan KE, Olsen KL, Havers SM, et al. Effects of the Australian National Hand Hygiene Initiative after 8 years on infection control practices, healthcare worker education, and clinical outcomes: a longitudinal study. *Lancet Infect Dis*. 2018; 18(11):1269–1277.
- Pessoa-Silva CL, Hugonnet S, Pfister R, Touveneau S, Dharan S, Posfay-Barbe K, et al. Reduction of health care associated infection risk in neonates by successful hand hygiene promotion. *Pediatrics*. 2007; 120(2):e382-390.
- Sickbert-Bennett EE, Dibiasse LM, Schade Willis TM, Wolak ES, Weber DJ, Rutala WA. Reduction of healthcare-associated infections by exceeding high compliance with hand hygiene practices. *Emerg Infect Dis*. 2016; 22(9):1628–1630.
- Stiefel U, Cadnum JL, Eckstein BC, Guerrero DM, Tima MA, Donskey CJ. Contamination of hands with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* after contact with environmental surfaces and after contact with the skin of colonized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011; 32(2):185–187.
- Otter JA, Yezli S, French GL. The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2011; 32(7):687–699.
- Rutala WA, Kanamori H, Gergen MF, Knelson LP, Sickbert-Bennett EE, Chen LF, et al. Enhanced disinfection leads to reduction of microbial contamination and a decrease in patient colonization and infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2018; 39(9):1118–1121.
- Wu Y-L, Yang X-Y, Ding X-X, Li R-J, Pan M-S, Zhao X, et al. Exposure to infected/colonized roommates and prior room occupants increases the risks of healthcare-associated infections with

- the same organism. *J Hosp Infect.* 2019; 101(2):231–239.
20. Mitchell BG, Hall L, White N, Barnett AG, Halton K, Paterson DL, et al. An environmental cleaning bundle and health-care-associated infections in hospitals (REACH): a multicentre, randomised trial. *Lancet Infect Dis.* 2019; 19(4):410–418.
  21. Assadian O, Harbarth S, Vos M, Knobloch JK, Asensio A, Widmer AF. Practical recommendations for routine cleaning and disinfection procedures in healthcare institutions: a narrative review. *J Hosp Infect [Internet].* 2021; 113:104–114.
  22. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz.* 2004; 47:51–61.
  23. DIN 13063:2021-09. Krankenhausreinigung – Anforderungen an die Reinigung und desinfizierende Reinigung in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen.
  24. Chughtai AA, Chen X, Macintyre CR. Risk of self-contamination during doffing of personal protective equipment. *Am J Infect Control [Internet].* 2018; 46(12):1329–1334.
  25. Kang JH, O'Donnell JM, Colaienne B, Bircher N, Ren D, Smith KJ. Use of personal protective equipment among health care personnel: Results of clinical observations and simulations. *Am J Infect Control [Internet].* 2017; 45(1):17–23.
  26. Tomas ME, Kundrapu S, Thota P, Sunkesula VCK, Cadnum JL, Mana TSC, et al. Contamination of Health Care Personnel During Removal of Personal Protective Equipment. *JAMA Intern Med.* 2015; 175(12):1904–1910.
  27. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) und Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. *Bundesgesundheitsbl.* 2012; 55:1244–1310.
  28. Medizinprodukte-Betreiberverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 2002 (BGBl. I S. 3396), die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 21. April 2021 (BGBl. I S. 833) geändert worden ist.
  29. Verordnung EU 2017/745 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2017 über Medizinprodukte.
  30. Medizinprodukte-Durchführungsgesetz vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 960), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. Mai 2021 (BGBl. I S. 1087) geändert worden ist.
  31. Fachausschuss Hygiene Bau und Technik. Anforderungen für den Bau oder Umbau einer Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP): Teil 1 – Grundlagen. *Zentralsterilisation.* 2014; 4:259–262.
  32. Assadian O, Kramer A, Christiansen B, Exner M, Martiny H, Sorger A, et al. Empfehlung zu Anforderungen an Seifen- und Händedesinfektionsmittelspender in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Hyg und Medizin.* 2011; 36(10):407.
  33. Kuster S, Roth JA, Frei R, Meier CA, Dangel M, Widmer AF. Handrub dispensers per acute care hospital bed: a study to develop a new minimum standard. *Antimicrob Resist Infect Control [Internet].* 2021; 10(1):1–6.
  34. Cure L, Van Enk R. Effect of hand sanitizer location on hand hygiene compliance. *Am J Infect Control [Internet].* 2015; 43(9):917–921.
  35. Kirk J, Kendall A, Marx JF, Pincock T, Young E, Hughes JM, et al. Point of care hand hygiene – where's the rub? A survey of US and Canadian health care workers' knowledge, attitudes, and practices. *Am J Infect Control [Internet].* 2016; 44(10):1095–1101.
  36. Kendall A, Landers T, Kirk J, Young E. Point-of-care hand hygiene: Preventing infection behind the curtain. *Am J Infect Control [Internet].* 2012; 40(4 SUPPL.):S3–10.
  37. Gesetz zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften (Seuchenrechtsneuordnungsgesetz/SeuchRNeuG, Art. 1 – IfSG). *Bundesgesetzblatt TI I33*, vom 25 Juli 2000.
  38. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. *Bundesgesundheitsbl.* 2009; 52:951–962.
  39. Conrad CB. 2.3 Organisation Krankenhaus-Balanceakt zwischen Spezialisierung und Koordination. In: *Unternehmen Krankenhaus.* Georg Thieme Verlag; 2013. p. 107.
  40. Hygienemanagement im Krankenhaus. *KU Konkret*; 03/2020. [https://ku-gesundheitsmanagement.de/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/KUKO\\_Hygienemanagement\\_167x240.pdf](https://ku-gesundheitsmanagement.de/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/KUKO_Hygienemanagement_167x240.pdf) (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
  41. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Empfehlung zum Kapazitätsumfang für die Betreuung von Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen durch Krankenhaushygieniker/innen. *Bundesgesundheitsbl.* 2016; 59:1183–1188.
  42. Bericht des GKV-Spitzenverbandes zum Hygienesonderprogramm in den Förderjahren 2013 bis 2019 an das Bundesministerium für Gesundheit.
  43. Giraldi G, Montesano M, Napoli C, Frati P, La Russa R, Santurro A, et al. Healthcare-Associated Infections Due to Multidrug-Resistant Organisms: a Surveillance Study on Extra Hospital Stay and Direct Costs. *Curr Pharm Biotechnol.* 2019; 20(8):643–652.
  44. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Surveillance von nosokomialen Infektionen. *Bundesgesundheitsbl.* 2020; 63:228–241.
  45. Metsini A, Widmer A, Zingg W, Gardiol C, Vuichard-Gysin D, Eder M, et al. Evaluation of existing and desired measures to monitor, prevent and control healthcare-associated infections in Swiss hospitals. *Swiss Med Wkly.* 2021; 151:w20516.
  46. Boccia S, Pasquarella C, Colotto M, Barchitta M, Quattrocchi A, Agodi A. Molecular epidemiology tools in the management of healthcare-associated infections: Towards the definition of recommendations. *Epidemiol Prev.* 2015; 39(4):21–26.
  47. Lax S, Gilbert JA. Hospital-associated microbiota and implications for nosocomial infections. *Trends Mol Med.* 2015; 21(7):427–432.
  48. Mintzer V, Moran-Gilad J, Simon-Tuval T. Operational models and criteria for incorporating microbial whole genome sequencing in hospital microbiology – A systematic literature review. *Clin Microbiol Infect [Internet].* 2019; 25(9):1086–1095.
  49. Vincent JL, Brealey D, Libert N, Abidi NE, O'Dwyer M, Zacharowski K, et al. Rapid diagnosis of infection in the critically ill, a multicenter study of molecular detection in bloodstream infections, pneumonia, and sterile site infections. *Crit Care Med.* 2015; 43(11):2283–2291.
  50. Löffert S, Damerau M. Die Bedeutung der Labordiagnostik für die Krankenhausversorgung. Eine Studie im Auftrag der Deutschen Vereinten Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (DGKL) und des Verbands der Diagnostica-Industrie (VDGH). *Dtsch Krankenhausinstitut e.V.* 2014; [https://www.dki.de/sites/default/files/2019-05/bedeutung\\_der\\_labordiagnostik.pdf](https://www.dki.de/sites/default/files/2019-05/bedeutung_der_labordiagnostik.pdf).
  51. Streefkerk HRA, Verkooyen RP, Bramer WM, Verbrugh HA. Electronically assisted surveillance systems of healthcare-associated infections: a sys-

- tematic review. *Euro Surveill.* 2020; 25(2):1900321.
52. Van Mourik MSM, Perencevich EN, Gastmeier P, Bonten MJM. Designing Surveillance of Healthcare-Associated Infections in the Era of Automation and Reporting Mandates. *Clin Infect Dis.* 2018; 66(6):970–976.
  53. Boyce JM. Electronic monitoring in combination with direct observation as a means to significantly improve hand hygiene compliance. *Am J Infect Control [Internet].* 2017; 45(5):528–535.
  54. Hagel S, Reischke J, Kesselmeier M, Winning J, Gastmeier P, Brunkhorst FM, et al. Quantifying the Hawthorne Effect in Hand Hygiene Compliance Through Comparing Direct Observation with Automated Hand Hygiene Monitoring. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015; 36(8):957–962.
  55. Meng M, Sorber M, Herzog A, Igel C, Kugler C. Technological innovations in infection control: A rapid review of the acceptance of behavior monitoring systems and their contribution to the improvement of hand hygiene. *Am J Infect Control [Internet].* 2019; 47(4):439–447.
  56. Scheithauer S, Bickenbach J, Heisel H, Fehling P, Marx G, Lemmen S. Do WiFi-based hand hygiene dispenser systems increase hand hygiene compliance? *Am J Infect Control [Internet].* 2018; 46(10):1192–1194.
  57. Richter A, Chaberny IF, Surikow A, Schock B. Hygiene in medical education - Increasing patient safety through the implementation of practical training in infection prevention. *GMS J Med Educ.* 2019; 36(2):Doc15.
  58. Tartari E, Fankhauser C, Masson-Roy S, Márquez-Villarreal H, Moreno IF, Navas MLR, et al. Erratum: Train-the-Trainers in hand hygiene: A standardized approach to guide education in infection prevention and control. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020; 9(1):1–11.
  59. Fay L, Santiago JE, Real K, Isaacs K. Patient Room Design: A Qualitative Evaluation of Attributes Impacting Health Care Professionals. *Crit Care Nurs Q.* 2021; 44(3):334–356.
  60. Kanamori H, Weber DJ, Rutala WA. Healthcare outbreaks associated with a water reservoir and infection prevention strategies. *Clin Infect Dis.* 2016; 62(11):1423–1435.
  61. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Anforderungen der Hygiene an abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen. *Bundesgesundheitsbl.* 2020; 63:484–501.
  62. Shajahan A, Culp CH, Williamson B. Effects of indoor environmental parameters related to building heating, ventilation, and air conditioning systems on patients' medical outcomes: A review of scientific research on hospital buildings. *Indoor Air.* 2019; 29(2):161–176.
  63. Anghel L, Popovici C-G, Stătescu C, Sascau R, Verdeş M, Ciocan V, et al. Impact of HVAC-Systems on the Dispersion of Infectious Aerosols in a Cardiac Intensive Care Unit. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(18):6582.
  64. Saran S, Gurjar M, Baronia A, Sivapurapu V, Ghosh PS, Raju GM, et al. Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) in intensive care unit. *Crit Care.* 2020; 24(1):194.
  65. Weaver L, Michels HT, Keevil CW. Potential for preventing spread of fungi in air-conditioning systems constructed using copper instead of aluminium. *Lett Appl Microbiol.* 2010; 50(1):18–23.
  66. Yiek W-K, Coenen O, Nillesen M, van Ingen J, Bowles E, Tostmann A. Outbreaks of healthcare-associated infections linked to water-containing hospital equipment: a literature review. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2021; 10(1):77.
  67. Zingg W, Holmes A, Dettenkofer M, Goetting T, Secci F, Clack L, et al. Hospital organisation, management, and structure for prevention of health-care-associated infection: A systematic review and expert consensus. *Lancet Infect Dis [Internet].* 2015; 15(2):212–224.
  68. Klakow-Franck R. Qualitätsentwicklung im Gesundheitswesen – Defizite und Lösungsvorschläge. *Gesundheitswes aktuell.* 2020; (2020):60–77.
  69. Ex P, Vogt V, Busse R, Henschke C. The reimbursement of new medical technologies in German inpatient care: What factors explain which hospitals receive innovation payments? *Health Econ Policy Law.* 2020; 15(3):355–369.
  70. Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. Mindestanforderungen zur Unterrichtsempfehlung zur Infektionsprävention und Krankenhaushygiene für Gesundheits- und Krankenpflege- und Kinder- und Altenpflegeschulen. *Hyg und Medizin.* 2017; 42(3):31–37.
  71. Jack D, Wheeler L, Pogorzelska-Maziarz M, Manning M Lou. Evaluation of Infection Concept and Content Integration in a Baccalaureate Nursing Program Curriculum. *Am J Infect Control.* 2021; S0196-6553(21)00401-6.
  72. Deutscher Berufsverband für Pflegeberufe. Position des DBfK zur Sicherung der Hygienestandards in Krankenhäusern. 2015. <https://www.dbfk.de/media/docs/download/DBfK-Positionen/Positionspapier-Hygienestandards-2015-09-11.pdf> (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
  73. Aiken LH, Sloane D, Bruyneel L, Heede K Van den. Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: a retrospective observational study. *Lancet.* 2015; 383(9931):1824–1830.
  74. Cho E, Sloane DM, Kim EY, Kim S, Choi M, Yoo IY, et al. Effects of nurse staffing, work environments, and education on patient mortality: An observational study. *Int J Nurs Stud.* 2015; 52(2):535–542.
  75. Deutscher Berufsverband für Pflegeberufe. Konkurrenzfähige Pflegelöhne – Welches Lohnniveau macht die Pflegebranche wettbewerbsfähig? 2020. [https://www.dbfk.de/media/docs/download/DBfK-Positionen/Positionspapier-DBfK\\_konkurrenzfaehige-Pflegeloehne\\_2020-06-16.pdf](https://www.dbfk.de/media/docs/download/DBfK-Positionen/Positionspapier-DBfK_konkurrenzfaehige-Pflegeloehne_2020-06-16.pdf) (zuletzt abgerufen am 23.03.2023).
  76. Pflegeberufegesetz vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2581), das zuletzt durch Artikel 9a des Gesetzes vom 11. Juli 2021 (BGBl. I S. 2754) geändert worden ist.
  77. Bundesministerium für Gesundheit. Pflegeberufegesetz. 2022 <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/pflegeberufegesetz.html>. (zuletzt abgerufen am 23.03.2022).
  78. Litwin AS, Avgar AC, Becker ER. Superbugs versus outsourced cleaners: Employment arrangements and the spread of health care-associated infections. *Ind Labor Relations Rev.* 2017; 70(3):610–641.
  79. Toffolutti V, Reeves A, McKee M, Stuckler D. Outsourcing cleaning services increases MRSA incidence: Evidence from 126 english acute trusts. *Soc Sci Med [Internet].* 2017;174:64–69.
  80. Repschläger U, Schulte C, Osterkamp N. Gesundheitswesen aktuell 2015. *Gesundheitswesen.* 2015;48–79.
  81. Müller M. Risiko- und Fehlermanagement in der Luftfahrt. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz [Internet].* 2015;58(1):95–99.
  82. Ojanperä H, Korhonen A, Meriläinen M, Syrjäälä H, Kanste O. The role of managers in promoting good hand hygiene in a Finnish tertiary care hospital. *Am J Infect Control.* 2021;49(6):753–758.
  83. Peters A, Otter J, Moldovan A, Parneix P, Voss A, Pittet D. Keeping hospitals clean and safe without breaking the bank; summary of the Healthcare Cleaning Forum 2018. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2018;7(1):132.
  84. Burkhart S, Grabmeier S. Der Einfluss von Digital Leadership auf Organisationen im Gesundheitswesen. In: *Die Digitale Transformation im Gesundheitswesen.* 2017. p. 255–261.

85. Rosen MA, DiazGranados D, Dietz AS, Benishek LE, Thompson D, Pronovost PJ, et al. Teamwork in healthcare: Key discoveries enabling safer, high-quality care. *Am Psychol.* 2018;73(4):433–450.
86. Arndt J. Sprachbarrieren im Krankenhaus: Wenn dem Arzt die Worte fehlen. *Dtsch Med Wochenschr.* 2016;141(14):1044–1046.
87. Bowen S. The impact of language barriers on patient safety and quality of care. *Société Santé en français.* 2015;603–623.
88. Newell S, Jordan Z. The patient experience of patient-centered communication with nurses in the hospital setting: a qualitative systematic review protocol. *JBI database Syst Rev Implement reports.* 2015;13(1):76–87.
89. Gastmeier P. From hygiene to infection prevention – Past, present and future of infection prevention and control (IPC) in Germany. Abstract presented at the ICPIIC scientific conference 2019. Geneva, Switzerland.
90. Pittet D, Allegranzi B, Sax H, Dharan S, Pessoa-Silva CL, Donaldson L, et al. Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices. *Lancet Infect Dis.* 2006;6(10):641–652.
91. Baccolini V, Migliara G, Isonne C, Dorelli B, Barone LC, Giannini D, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on healthcare-associated infections in intensive care unit patients: a retrospective cohort study. *Antimicrob Resist Infect Control [Internet].* 2021;10(1):87.
92. Hassan R, El-Gilany A-H, Abd elaal AM, El-Mashad N, Azim DA. An overview of healthcare-associated infections in a tertiary care hospital in Egypt. *Infect Prev Pract [Internet].* 2020;2(3):100059.
93. Moore M. The ICEL Healthcare-Associated Infection Probability Equation. *Infect Control Hosp Epidemiol [Internet].* 2020;41(S1):s405–406.
94. Horch K. Informationsbedarf der Bevölkerung Deutschlands zu gesundheitsrelevanten Themen–Ergebnisse der KomPaS-Studie. *J Heal Monit.* 2021;6:62–70.
95. Davis R, Parand A, Pinto A, Buetow S. Systematic review of the effectiveness of strategies to encourage patients to remind healthcare professionals about their hand hygiene. *J Hosp Infect.* 2015;89(3):141–162.
96. McGuckin M, Govednik J. Patient empowerment and hand hygiene, 1997–2012. *J Hosp Infect.* 2013;84(3):191–199.