

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

Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund
2. Präventionsbündel
 - 2.1. Präventionsbündel Erwachsene
 - 2.2. Präventionsbündel Kinder und Jugendliche
3. Schulungen und Training
4. Checklisten
5. Strategien, die auf eine Änderung der inneren Einstellung, des konkreten Verhaltens und der Sicherheitskultur abzielen
6. Verantwortung von Führungskräften und der Krankenhausadministration
7. Konzeptioneller und ethischer Rahmen für Projekte des klinischen Qualitätsmanagements in diesem Kontext
8. Übergeordnete Verfahren der Qualitätssicherung
- Literatur

1. Hintergrund

Im Bericht der Bundesregierung über nosokomiale Infektionen und Erreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen vom 18. 12. 2014 heißt es ([1], S. 13; Hervorhebung durch die Autoren):

„Erfahrungsgemäß taucht der Wunsch nach rechtsverbindlichen Aussagen und Handlungsvorgaben im Bereich der Hygiene häufiger als in anderen Gebieten der Medizin auf. In den meisten Fällen liegt diesem Verlangen der Wunsch nach Verbesserung der Compliance mit Hygieneregimen in Situationen zugrunde, in denen – entweder aus Nachlässigkeit, Unkenntnis, mangelnder Überzeugungskraft oder mangelnder Einsicht – infektionspräventive Maßnahmen tatsächlich oder vermeintlich vernachlässigt oder diesen zuwider ge-

handelt wird. Das ist insofern verständlich, als der Erfolg infektionspräventiver Bemühungen tatsächlich davon abhängt, dass sie von allen Mitgliedern eines Behandlungs-/Pflegeteams entlang dem Behandlungspfad fortlaufend umgesetzt werden.“

Und weiter auf S. 1:

„Es ist wünschenswert, dass Aspekte der Implementierung der evidenzbasierten Empfehlungen und Ansätze zu ihrer Erleichterung bereits bei der Erarbeitung der Empfehlungen in den Kommissionen beim RKI berücksichtigt werden.“

Der hier vorgelegte Beitrag als Informativer Anhang 2 zur Empfehlung „Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen“ enthält ausschließlich Hinweise zur Unterstützung der praktischen Implementierung der entsprechenden Empfehlungen. Dabei folgt die KRINKO dem Beispiel von Guidelines US-amerikanischer Fachgesellschaften (wie der von Marshall et al. [2] oder von Lo et al. [3]), die ebenfalls ausführlich in eigenen Abschnitten der Leitlinien zu diesen Fragen Stellung beziehen.

Die Empfehlungen der KRINKO sollen den verantwortlichen (planenden, handelnden und überprüfenden) Personen in Gesundheitseinrichtungen evidenzbasierte Hintergrundinformationen zu bestimmten Fragen der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention zur Verfügung stellen. Hieraus sollen die Anwender (auch als Ausführende der Krankenhaushygieneverordnungen der Bundesländer) schriftlich festgelegte Arbeitsanweisungen für ihre Mitarbeiter ableiten. Diese Arbeitsanweisungen ori-

entieren sich am strukturell organisatorischen, baulich-funktionellen und personellen Kontext vor Ort und insbesondere auch am medizinischen Risikoprofil der Patienten. Es geht also primär um einen Abgleich der bisherigen innerbetrieblichen Verfahrensweisen mit den aktuell geltenden Empfehlungen der KRINKO, von denen vermutet wird, dass sie dem Stand des Wissens entsprechen [4, 5].

Wenn sich die verantwortlichen (planenden, handelnden und überprüfenden) Personen vor Ort auf eine Standardarbeitsanweisung (SOP) einigen, bietet dies die Chance eines definierten und systematischen Ablaufes, der eine Überprüfung (Supervision, Audit) und auch eine einheitliche Schulung (Wissen und Können) neuer Mitarbeiter zulässt [6–8]. Das Vorhandensein einer aktuellen SOP ist ein strukturell-organisatorisches Qualitätsmerkmal in der Infektionsprävention [9], es bedeutet jedoch keineswegs, dass die in den SOP enthaltenen Vorgaben tatsächlich im Klinikalltag umgesetzt werden.

Die Verfügbarkeit von frei zugänglichen evidenzbasierten Leitlinien oder auch von hausinternen SOP zur Prävention von nosokomialen Infektionen ist keineswegs gleichbedeutend mit ihrer umfassenden und nachhaltigen praktischen Implementierung [10–12]. Implementierung meint in diesem Kontext die aktive Verbreitung und die konkrete praktische Umsetzung unter Berücksichtigung (und ggf. Beseitigung) von Hindernissen, die einer Umsetzung entgegenstehen. Umfassend bedeutet: Es wird in weniger als 5 von 100 Behandlungssituationen, für die

der Standard entwickelt wurde, substanziell von seinen Vorgaben abgewichen [6]. *Nachhaltig* bedeutet: Die Adhärenz der praktischen Umsetzung in der klinischen Routine zu dem vereinbarten Standard überdauert die Phase der aktiven und nach einem festen Plan kontrollierten klinischen Einführung. Das neu eingeführte Vorgehen wird integraler Bestandteil der Organisationskultur der jeweiligen Station, Abteilung oder Klinik [13]. Nachhaltigkeit ist in diesem Zusammenhang nicht etwas Statisches („Was wir bis hierhin erreicht haben, müssen wir vor allem bewahren“), sondern ein *iterativer Prozess*, der Änderungen der äußeren Umstände (z. B. häufig wechselnde Mitarbeiter, Änderungen der strukturell-organisatorischen oder baulichen Rahmenbedingungen) berücksichtigt und integrieren kann.

KRINKO-Empfehlungen sind nicht ausschließlich darauf ausgerichtet, die Einhaltung von „Mindeststandards der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“ einzufordern, sondern sie definieren Präventionsziele [14] und regen Verbesserungen der strukturell-organisatorischen, baulich-funktionellen und personellen Voraussetzungen an, damit diese Präventionsziele tatsächlich erreicht werden können [1, 9, 14, 15].

Es geht dabei um die Gewährleistung und Verbesserung der Behandlungssicherheit der uns zur medizinischen Behandlung anvertrauten Menschen [16–18], indem wir einen möglichst großen Anteil der vermeidbaren nosokomialen Infektionen verhindern. Der Nutzen krankenhaushygienischer/infektionspräventiver Maßnahmen bemisst sich nicht primär an den Kosten, die durch die Vermeidung von nosokomialen Infektionen (NI) eingespart wurden, sondern an dem Schaden für Gesundheit und Leben, der durch NI verursacht wird und der durch eine gute Praxis der Infektionsprävention von den Patienten ferngehalten wird [19].

Ohne ein erkennbares und für alle beteiligten transparentes Konzept für die Umsetzung (definierte Zyklen aus Beobachtung, Planung, Handlung, Überprüfung; Plan-Do-Check-Act, PDCA) [20–22] führt eine *unzureichende Praxis der Implementierung infektionspräventiver Maßnahmen* im klinischen Alltag auf al-

len Seiten zu erheblichen Frustrationen. Sie lässt die vorgegebenen Präventionsziele unerreichbar erscheinen. Trotz vielfältiger (nicht angemessen koordinierter) Bemühungen Einzelner (Pfleger und Ärzte) sinken die Infektionsraten ohne ein interdisziplinäres Netzwerk/Bündnis/Einvernehmen nicht.

Eine unzureichende Implementierung

- hinterlässt Ratlosigkeit darüber, warum sorgfältig ausformulierte und mit viel persönlichem Engagement erstellte SOP keinen messbaren Einfluss auf die tägliche Praxis haben,
- vergeudet Arbeitskraft und andere Ressourcen, die sich mit größerem Nutzen für die Patienten, für das Behandlungsteam und für die Klinik einsetzen ließen [7].

Diejenigen patientennah tätigen Akteure, denen die schwerwiegenden Konsequenzen nosokomialer Infektionen aus eigener Anschauung direkt „vor Augen liegen“, fühlen sich von der ärztlichen und pflegerischen Leitungsebene und der Krankenhausadministration nicht ernst genommen.

Wenn nahezu jeder relevante klinische „Workflow“ in der Diagnostik und Therapie inzwischen in „Behandlungspfaden“ durchgeplant und überprüfbar abgebildet werden kann, warum nicht auch die Implementierung von krankenhaushygienischen Maßnahmen?

Es gibt in diesem weiten Feld der äußeren Rahmenbedingungen und der inneren Bereitschaft zu hygienebewusstem Handeln naturgemäß keine „Zauberkekule“ („magic bullets“), die unabhängig von den konkreten Gegebenheiten immer genau ins richtige Ziel treffen. Aber es gibt eine ständig wachsende Anzahl gut untersuchter Strategien (Werkzeuge), mit deren Hilfe eine umfassende und nachhaltige praktische Implementierung infektionspräventiver Standards möglich ist [9, 17, 22–26]. Ganz wesentlich für das letztendliche Erreichen bestimmter Präventionsziele sind eine realistische Einschätzung der Machbarkeit und Erreichbarkeit vor dem Hintergrund der verfügbaren Ressourcen [9] und die mit der PDCA-Methodik [20, 22] verbundene Fokussierung auf umschriebene überschaubare Handlungseinheiten [21].

2. Präventionsbündel

Die Implementierung einzelner, als wirksam erwiesener Maßnahmen der Infektionsprävention in die Abläufe des klinischen Alltags ist eine wichtige Aufgabe im Rahmen von Präventionsstrategien. Eine zu hohe Anzahl empfohlener Einzelmaßnahmen kann die Umsetzung durch das Personal jedoch erschweren. Zurzeit werden evidenzbasierte Empfehlungen zur Infektionsprävention auf deutschen Intensivstationen häufig noch nicht ausreichend umgesetzt [27–29].

Um die Implementierung zu erleichtern, wurden verschiedene Strategien, wie Fortbildungen, Audits, Überprüfungen der Compliance, gebildete Ablaufschemata und Checklisten vorgeschlagen [30–37].

Als effektiv hat sich die Zusammenfassung einzelner evidenzbasierter und praktikabler Präventionsmaßnahmen zu sogenannten *Präventionsbündeln* erwiesen [33–35, 38–41]. Eine Bündelstrategie ist ein „strukturierter Präventionsansatz zur Verbesserung von Versorgungsabläufen und -ergebnissen, bestehend aus mehreren abgestimmten, einfach durchführbaren Interventionsmaßnahmen“ [1]. Der Nutzen der einzelnen Komponenten des Bündels in Bezug auf das Präventionsziel sollte möglichst gut durch wissenschaftliche Studien belegt sein [34, 42]. Vergleichbare Konzepte gibt es inzwischen auch für die Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien [43, 44], postoperativer Wundinfektionen [45, 46] oder katheterassoziierter Harnwegsinfektionen [3, 47, 48]. Allerdings ist die Festlegung eines Präventionsbündels nicht gleichzusetzen mit seiner praktischen Implementierung; viele Studien geben hierzu keine detaillierte Auskunft.

Der (wissenschaftliche) Nachteil des „Bündels“ ist, dass der Beitrag der Einzelmaßnahme zum Gesamterfolg nicht sicher angegeben werden kann. Aus der Sicht des Patienten wird diese akademische Limitation durch den messbaren Nutzen des Präventionsbündels mehr als aufgewogen. Im Folgenden werden verschiedene Präventionsbündelstudien für Erwachsene und für Kinder dargestellt. Dabei geht es nicht um eine systematische und vollständige Übersicht aller Studien,

sondern um die Hervorhebung einiger besonders interessanter Aspekte.

2.1. Präventionsbündel Erwachsene

Das bekannteste Beispiel einer Präventionsbündelstudie zur Vermeidung von Gefäßkatheter-assoziierten Blutstrominfektionen (CABSI, „catheter-associated bloodstream infections“) ist das Michigan-Keystone-Projekt, an dem bis zu 103 Intensivstationen (ICU, „intensive care units“) aus dem US-amerikanischen Bundesstaat Michigan aktiv beteiligt waren [17, 33, 49]. Ausgangspunkt für dieses Projekt waren Überlegungen zur Verbesserung der Patientensicherheit [18, 50] durch die optimale Ausnutzung des Präventionspotenzials für CABSI [34, 51] und eine Änderung der Organisationskultur [13, 52, 53] vor dem Hintergrund einer geschätzten Zahl von 31.000 CABSI-bedingten Todesfällen pro Jahr in den USA [54].

Die evidenzbasierten Komponenten des Präventionsbündels waren Händehygiene, maximale Barrieremaßnahmen bei der ZVK-Anlage (überprüft mit einer Checkliste)¹, Hautantiseptik im Bereich der Eintrittsstelle mit Chlorhexidin/Isopropanol, Vermeidung der V. femoralis als Anlageort für den ZVK und frühzeitige Entfernung nicht mehr benötigter ZVK durch eine Integration der Überprüfung in die tägliche Visitenroutine [33].

Vor Einschluss in die Studie musste die medizinische und administrative Leitung der Klinik ihre Bereitschaft zur aktiven Unterstützung des Projektes schriftlich bestätigen. Auf der Ebene der teilnehmenden Klinik wurde ein interdisziplinäres Interventionsteam zusammengestellt, in dem Führungskräfte aus verschiedenen Bereichen (Ärzte und Pflege der ICU, Infektionskontrolle, Qualitätsmanagementpersonal, Krankenhausadministration) die Verantwortung für die Implementierung des Präventionsbündels vor Ort übernahmen („accountability“, Verantwortlichkeit).

¹ Die assistierende Person wurde angehalten, den Prozess der ZVK-Anlage abzubrechen, wenn die einzelnen Schritte der Checkliste nicht korrekt eingehalten wurden. Zusätzlich wurde von den Initiatoren die Anschaffung eines „ZVK-Wagens“ empfohlen, in dem alle zur ZVK-Anlage erforderlichen Medizinprodukte vorrätig sind.

Das Interventionskonzept [23] umfasste initiale Schulungen aller Teilnehmer (u. a. durch Bereitstellung von Informationsmaterialien und Hintergrundinformationen zur Evidenz der Maßnahmen, Telefonkonferenzen) und ein halbjährliches zentrales Studientreffen. Die CABSI-Raten nach den Definitionen der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) wurden kontinuierlich von hierfür qualifiziertem Fachpersonal über insgesamt 18 Monate erfasst und monatlich sowohl an die Studienzentrale als auch an die teilnehmende ICU zurückgemeldet. In den teilnehmenden ICU sollten diese Daten zur Inzidenzrate von CABSI für alle Mitarbeiter sichtbar sein. Anhaltend hohe oder auch nur gleichbleibende CABSI-Raten trotz Intervention zogen eine direkte Kontaktaufnahme der Studienzentrale mit den lokalen Studienkoordinatoren und dem Führungspersonal der teilnehmenden ICU nach sich.

Die CABSI-Rate/1000 Anwendungstage in den 103 teilnehmenden ICU sank bereits 3 Monate nach Implementierung der Intervention im Median von 2,7 (Baseline) auf 0,0 ($p \leq 0,002$) und im Mittel von 7,7 (Baseline) auf 1,4 in der follow-up Untersuchung nach 16–18 Monaten ($p < 0,002$). In einer Nachuntersuchung mit Daten aus 90 (87%) der vormals 103 ICU fielen die mittleren und medianen Raten von Blutstrominfektionen, die von einem Gefäßkatheter ausgehen (CRBSI, „catheter-related bloodstream infections“) weiter ab (auf 1,1 und 0 [Interquartilenabstand 0,0–1,2]/1000 Anwendungstage, 34–36 Monate nach Studienbeginn).

Dies entsprach im langfristigen Verlauf einer relativen CABSI-Wahrscheinlichkeit („incidence rate ratio“) von 0,34 (CI_{95} 0,24–0,48) und damit einem Vermeidungspotenzial von 66%.

Besonders überzeugen konnte der Nutzen der Intervention auch durch eine Senkung der Mortalität bei den MEDICARE-Patienten in 95 ICU aus dem Michigan-Keystone-Projekt. Verglichen mit 364 ICU der benachbarten Region lag die odds ratio für einen tödlichen Ausgang in den 95 Keystone-ICU im ersten Jahr der Studie bei 0,83 (CI_{95} 0,79–0,87) und im zweiten Jahr der Studie zwischen 0,72 und 0,86 ($p = 0,007$) [55].

Eine „business case“-Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Intervention ergab einen erheblichen gesundheitsökonomischen Nutzen [56], da pro teilnehmendem Hospital im Mittel 29,9 CABSI pro Jahr verhindert wurden. Die mittleren projektbedingten Investitionskosten pro verhinderter Infektion lagen allerdings bei 3375 US-Dollar (Stand 2007).

Anschlussprojekte in Rhode Island und in Connecticut mit dem gleichen Präventionsbündel und einer analogen Strategie der Implementierung zeigten ähnlich positive Effekte [57, 58]. Berenholtz et al. [42] publizierten 2014 die Ergebnisse eines landesweiten US-amerikanischen Projekts², an dem insgesamt 1071 ICU aus 44 Bundesstaaten der USA ohne finanzielle Unterstützung durch die Studienleitung teilnahmen. Die Auswertung der Infektionsraten von ICU für Erwachsene ergab eine kontinuierliche Reduktion der mittleren CABSI-Rate von 1,96 auf 1,15/1000 Anwendungstage nach 16–18 Monaten, mit einer adjustierten incidence rate ratio von 0,57 (CI_{95} 0,50–0,65); demnach konnte die CABSI-Rate im Mittel um 43% gesenkt werden.

Zingg et al. [59, 60] haben zwei Interventionsstudien zur CABSI-Prävention publiziert, die besondere Beachtung verdienen. In beiden Studien kamen weder CHX-freisetzende Verbände noch antimikrobiell beschichtete Katheter zum Einsatz. In der ersten Studie [60] fokussierten die Maßnahmen des Präventionsbündels auf erwachsene Intensivpatienten (5 ICU) mit einem ZVK. Der Nutzen der Intervention wurde von März bis Juli 2004 (5 Monate) im Vergleich mit einer 4-monatigen Ausgangsperiode (Sept. bis Dez. 2003) ermittelt. In beiden Gruppen wurde eine vorab durch Powerkalkulation ermittelte Anzahl von ZVK untersucht (insgesamt 974 und 1015). Neben der CABSI-Rate³/1000 ZVK-Tage wurde auch die Verbesserung bei der Händehygiene untersucht. Interessant an dieser Studie ist, dass sie im Unterschied zu den meisten US-amerikanischen Arbeiten weniger auf

² „On the CUSP: Stop BSI“ program. CUSP steht für Comprehensive Unit-based Safety Program.

³ In der Originalpublikation ist von „CRBSI“ die Rede, die Zielparameter beschreiben jedoch CABSI nach CDC-Kriterien.

den Prozess der ZVK-Anlage, sondern auf eine Verbesserung der Händehygiene und der Erhaltungspflege des ZVK (Verbandswechsel, Manipulation am System, Systemwechsel, Zubereitung von Parenteralia) abzielte. Allerdings waren die Standards zur ZVK-Anlage mit maximalen Barrierevorkehrungen und Hautantiseptis (Polyvidonjod oder Octenidin/Isopropanol) in diesem Klinikum schon gut etabliert. Das notwendige Hintergrundwissen und die praktischen Fähigkeiten wurden dem gesamten ICU-Personal in theoretischen und praktischen Ausbildungseinheiten vermittelt. Dabei wurde ein zielgruppenspezifischer Ansatz gewählt, mit stärkerer Betonung des wissenschaftlichen Hintergrundes (Evidenz) bei den Ärzten und stärkerer Betonung des praktischen Trainings beim Pflegepersonal. Die patientennahen Workshops für das Personal dauerten jeweils 15 min und beschränkten sich bewusst auf ausgewählte Aspekte des gesamten Bündels (4 Module). Die Autoren berichten von einem intensiven Austausch zwischen Schulenden und Geschulten, was auch zu konkreten Anpassungen der Standardarbeitsanweisungen führte. Die CABSIRate sank von 3,9 auf 1,0/1000 ZVK-Tage ($p < 0,001$). Die Anzahl der in der Interventionsperiode abgenommenen Blutkulturen war höher als in der Ausgangsperiode (225 vs. 190/1000 ZVK-Tage) [61]. Nach der Intervention traten die CABSIs nach einer längeren medianen Liegedauer auf (9 vs. 6,5 Tage; $p = 0,02$). Die Compliance bei der Händehygiene stieg nur gering von 59% auf 65% an, parallel kam es jedoch zu einer Verbesserung bei der korrekten Durchführung (von 23% auf 43%; $p = 0,003$).

Allerdings wird die in dieser Studie eingesetzte 6-Schritte-Methode der Händedesinfektion nach DIN EN 1500:1997 heute nicht mehr empfohlen [62].

Interessanterweise war die Rate anderer nosokomialer Infektionen (außer CABSIs) in beiden Beobachtungsperioden gleich hoch (jeweils 26% aller Patienten). Die Anlage des ZVK in der V. femoralis hatte keinen Einfluss auf die CABSIRate [60]. Patienten der internistischen ICU hatten ein signifikant höheres CABSIRisiko im Vergleich mit den chirurgischen ICU. Diese Studie zeigte den signifikanten

Einfluss der Erhaltungspflege von ZVK auf die CRBSI-Rate.

Die zweite, 2014 publizierte Studie von Zingg et al. [59] verfolgte das Ziel, CABSIs bei erwachsenen Patienten mit ZVK im gesamten Klinikum (auch außerhalb der ICU) zu senken. Eine zuvor durchgeführte epidemiologische Untersuchung hatte gezeigt, dass 2/3 aller ZVK-Tage außerhalb der ICU dokumentiert wurden [63]. Der Beobachtungszeitraum war 2008–2011. Diese Studie ist besonders vor dem Hintergrund der hier eingesetzten multimodalen Schulungs- und Trainingsmodalitäten hervorzuheben. Unter anderem waren dies ein strukturiertes und supervidiertes Simulationstraining⁴, insbesondere der Ärzte für die ZVK-Anlage, die Verwendung von Checklisten, ZVK-Wagen und Anlage-/Verbandswechsel-Kits sowie internetbasierte E-Learning-Tools für Pflegenden (<http://www.carepractice.net>). In die Studie wurden 3952 Patienten (4452 stationäre Aufnahmen) mit insgesamt 6353 ZVK eingeschlossen (kumulativ 61.366 Anwendungstage, hiervon 62% außerhalb der ICU). Im Verlauf der Studie sank die CABSIRate signifikant, für die gesamte Klinik von 2,3 auf 0,7/1000 Anwendungstage (von 1,7 auf 0,4 in den ICU; von 2,7 auf 0,9 auf den Nicht-ICU-Stationen). Die mediane Zeitspanne bis zum Auftreten der CABSIs wurde im Vergleich zur Vorgängerstudie erneut verlängert und zwar auf 15 Tage (IQR 8–22 Tage). Durch das für alle verpflichtende Simulationstraining [64–67] wurden die jeweils geschulten Ärzte zu einem positiven „Rollenmodell“ für ihre Kollegen [68, 69], das Gleiche galt für das Pflegepersonal in Bezug auf die verschiedenen Maßnahmen der Erhaltungspflege.

Walz et al. [70] passten die von Pronovost und Berenholtz vorgegebene Bündelstrategie [33, 34] an ihrer Klinik an. Das erweiterte Präventionsbündel wurde auf 8 Intensivstationen implementiert und bestand aus Händehygiene, Schulung der Anwender u. a. mit einem Bildatlas zur Anlage des ZVK in der V. jugularis,

CHX/Isopropanol-Hautantiseptis, maximalen Barrierevorkehrungen, speziellen ZVK-Wagen mit der kompletten Ausrüstung zur ZVK-Anlage, Checklisten, Vermeidung des Zugangs über die V. femoralis, CHX-impregnierten Verbänden, antibiotikaimpregnierten Kathetern, tägliche Überprüfung der Indikation in der Visite, des Weiteren: „root cause“-Analyse jedes einzelnen Ereignisses (CABSIs) sowie speziellen Schulungen zur Abnahme von Blutkulturen. Von 2004 bis 2012 kam es zu einer Abnahme der CABSIRate um 92% (CI_{95} , untere Grenze 67,4%, $p < 0,0001$). Parallel nahm die Zahl der pro Jahr angelegten ZVK zwischen 2008 und 2012 signifikant ab und es wurden mehr peripher inserierte ZVK angelegt.

Auch in Deutschland konnte durch die Einführung eines Gefäßkatheterbündels in 32 ICU die Häufigkeit der gefäßkatheterassoziierten Sepsis reduziert werden [71]. Das Angebot für diese Interventionsstudie erging 2006 vom Nationalen Referenzzentrum (NRZ) für die Surveillance nosokomialer Infektionen an Intensivstationen mit einer CABSIRate oberhalb des nationalen arithmetischen Mittelwertes (KISS-Referenzdaten 2001–2005).

Zusätzlich zu einem Präventionsbündel [51], das sich auf die Anlage (Insertion) des ZVK bezog, wurden auf der Grundlage von zentral entwickelten Schulungsmaterialien⁵ Vereinbarungen zu weiteren Maßnahmen der Erhaltungspflege getroffen (Pflege der Eintrittsstelle, ausschließlich aseptische Manipulationen am Infusionssystem und aseptischer Umgang mit Parenteralia). Die Inhalte wurden den lokalen Koordinatoren aus den teilnehmenden ICU in einem eintägigen Workshop vermittelt („train the trainer“). Die lokalen Koordinatoren waren vor Ort verantwortlich für die Informationsweitergabe in Form von mindestens zwei Schulungsterminen (zu Beginn der Studie und nach 6 Monaten). Mithilfe eines speziellen Fragebogens wurden die Koordinatoren zur Situation vor und während der Intervention befragt [28]. Der einzige statistisch signifikante Unterschied in Bezug auf die abgefragten Items betraf die (nicht zulässige) mehrmalige Benutzung von NaCl-

⁴ Die Simulation wurde gefilmt und konnte danach gemeinsam kritisch beurteilt werden. Insgesamt wurden 146 Ärzte in 36 vierstündigen Workshops geschult und trainiert.

⁵ Ein übergreifendes Skript, Powerpoint™-Folien und Poster.

0,9%-Einmalgebinden (vor der Intervention 72%, während der Intervention 39%)⁶. Ausgehend von einer CABSIRate von 2,29/1000 Anwendungstage konnten in den 32 teilnehmenden ICU⁷ die Inzidenzraten auf 1,64 (April 2008–März 2010) gesenkt werden, was einem relativen Risiko von 0,72 (CI₉₅ 0,58–0,88) entsprach. Demnach konnte die CRBSIRate im Mittel um 28% gesenkt werden. In zwei parallel untersuchten Kontrollgruppen ohne eine solche Intervention kam es nicht zu einer vergleichbaren Abnahme der Infektionsraten.

Exline et al. [72] stellten zur Reduktion von CABSIs ein interdisziplinäres Team zusammen aus Intensivmedizinern (Leitungsebene), Infektiologen, Krankenhaushygienikern, Pflegebereichsleitung und Mitarbeitern, die auf die Schulung anderer Mitarbeiter spezialisiert waren („clinical nurse specialists“). Die Kompetenzen und die Aufgaben jedes einzelnen Mitglieds in der interdisziplinären Arbeitsgruppe wurden gleich zu Anfang des Projektes definiert. Das komplexe Maßnahmenbündel betraf die Vermeidung von ZVK durch ultraschallgesteuerte Anlage von peripheren Verweilkanülen (PVK) bei schwierigen Venenverhältnissen, die Auswahl der Insertionsstelle für ZVK, maximale Barrierevorkehrungen bei ZVK-Anlage mit Checkliste und Kontrolle des Ablaufes, Entfernung aller nicht unter optimalen aseptischen Bedingungen angelegten ZVK⁸ in den ersten 24h, zweimal tägliche Überprüfung der Indikation für den ZVK („daily goals“), CHX-freisetzende Folienverbände und antimikrobiell imprägnierte ZVK. Sowohl die ZVK-Anlage als auch der Verbandswechsel und weitere kritische Manipulationen (z. B. Systemwechsel) wurden mit dem gesamten Team an Simulatoren (Dummies) trainiert. Die Compliance

mit den Vorgaben der Standardarbeitsanweisungen wurde regelmäßig überprüft und die Ergebnisse wurden im gesamten Team kommuniziert. In der ersten Phase der Implementierung konnte die CABSIRate von 2,65 auf 1,97 CABSIs/1000 ZVK-Tage gesenkt werden. Da jedoch weiterhin CABSIs auftraten, obwohl die Motivation aller Mitarbeiter und auch die Compliance mit dem Maßnahmenbündel sehr hoch war (80–100%, Händedesinfektion 90%), wurden die „residuellen Ereignisse“ systematisch untersucht. Es handelte sich bei 7 von 11 Ereignissen um CABSIs, die durch Vancomycin-resistente *Enterococcus faecium* (VRE) verursacht wurden und bei denen die Patienten in den gleichen Räumen behandelt worden waren. In 20% aller Umgebungsproben konnten VRE nachgewiesen werden, die zum Teil molekulargenetisch mit den Blutkulturisolaten übereinstimmten.

Hinzu ergab die nähere Analyse der Blutkulturen, dass die VRE stets nur in einem aus dem ZVK entnommenen Blutkulturset nachgewiesen wurden, nicht jedoch in der peripheren Blutkultur. Bei keinem der 7 Patienten hatten eindeutige klinische Infektionszeichen vorgelegen („clinical deterioration from a noninfectious etiology“) und bei allen wurde der ZVK entfernt.

Drei Patienten verstarben an ihrer schwerwiegenden akuten Grunderkrankung, vier wurden über 14 Tage antibiotisch behandelt. Im April 2011 wurde zusätzlich zur intensivierten Raum-/Flächendesinfektion („deep environmental cleaning“, speziell geschultes Team von Reinigungskräften) [73, 74] auch eine routinemäßige tägliche Ganzkörperwaschung der ICU-Patienten mit 4% CHX in Leitungswasser eingeführt [75, 76]. Die Autoren argumentieren, dass diese Strategie kostengünstiger sei als ein VRE-Screening mit anschließender Kontaktisolation im Einzelzimmer. Des Weiteren geben sie zu bedenken, dass die durch VRE verursachten CABSIs möglicherweise nur kontaminierte Blutkulturen aus dem ZVK bei erheblicher Umgebungs-kontamination waren. Nach Einführung dieser erweiterten Maßnahmen sank die CABSIRate auf 0,53 Ereignisse/1000 Anwendungstage (Risikoreduktion gegenüber dem Ausgangswert um 80%).

Bemerkenswert an dieser Studie ist der komplexe Zusammenhang zwischen klassischer Basishygiene, klinischen Maßnahmenbündeln und speziellen Hygienemaßnahmen zur Kontrolle bestimmter nosokomialer Infektionserreger (hier: VRE). Dies zeigt, wie wichtig es in der Praxis ist, in einem engagierten interdisziplinären Team zusammenzuarbeiten. Außerdem spricht diese Studie für eine sehr sorgfältige Analyse der einzelnen CABSIFälle, wenn es nicht gelingt, die Inzidenzrate unter 1/1000 Anwendungstage zu senken (zur Kontamination von Blutkulturen siehe Informativer Anhang 1).

2.2. Präventionsbündel Kinder und Jugendliche

In pädiatrischen Intensivpflegestationen (PICU) sind die CABSIRaten oft höher als in den meisten anderen ICU (siehe Teil 1 dieser Empfehlung) [77]. Dies bedeutet, dass auch hier Präventionsziele definiert und infektionspräventive Bündelstrategien implementiert werden müssen [78–81]. Klieger et al. [82] führten im November 2012 eine webbasierte Umfrage unter Infektiologen/Krankenhaushygienikern an 44 freistehenden Kinderkliniken in den USA und 13 Universitätskliniken in Kanada durch, die sich mit Präventionsstrategien für CABSIs bei Kindern und Jugendlichen befasste. Dieser Survey, an dem letztlich 50 pädiatrische Infektiologen teilnahmen, zeigte eine erhebliche Heterogenität der CABSIPräventionsstrategien. Zum Beispiel nutzten 79% der US-Kliniken CHX-freisetzende Verbände oder einen Biopatch® am ZVK und 39% verwendeten antibiotikaimprägnierte ZVK (vs. 17% und 8% in Kanada). Hingegen wurden in Kanada häufiger als in den US-amerikanischen Kinderkliniken CHX/Isopropanol zur Desinfektion von Katheterhubs und von nadelfreien Konnektionsventilen verwendet (83% vs. 42%) [83, 84]. CHX-Ganzkörperwaschungen mit vorkonfektionierten Tüchern, die 2% CHX enthalten, wurden in 17% der PICU in Kanada und in 40% der PICU in den USA eingesetzt. Insgesamt wurden in den US-amerikanischen PICU in größerem Umfang zusätzliche Hilfsmittel (spezielle Medizinprodukte) zur CABSIPrävention eingesetzt, die in den

⁶ Der beobachtete Effekt der Intervention ist erstaunlich, wenn die insgesamt niedrige Compliance mit den empfohlenen Maßnahmen berücksichtigt wird (Originalpublikation: Tabelle II).

⁷ Das Angebot des NRZ wurde von 67 infrage kommenden ICU primär abgelehnt; 8 ICU wurden initial eingeschlossen, lieferten im Verlauf jedoch keine Daten (Einschlussrate insgesamt 32/107 [30%]).

⁸ Diese unter Notfallbedingungen angelegten ZVK wurden direkt mit einem Label markiert.

aktuellen Guidelines nur dann empfohlen werden, wenn eine nachhaltige Senkung der CABSİ-Raten durch andere Maßnahmen nicht gelingt [2].

Miller et al. etablierten im Rahmen eines Netzwerkes von US-amerikanischen Kinderkliniken ein CABSİ-Präventionsbündel in 29 PICU [85]. Dabei kamen zwei auf die Situation in der pädiatrischen Intensivmedizin abgestimmte „Bündel“ zum Einsatz. Das erste betraf die Anlage⁹, das zweite die Erhaltungspflege von ZVK. Parallel zur Intervention wurde der Verlauf der CABSİ-Raten von Januar 2004 bis September 2007 untersucht; zwischen Oktober 2006 und September 2007 wurde zusätzlich die Compliance mit den verschiedenen Elementen der Präventionsbündel ermittelt. Im Mittel konnte die CABSİ-Rate bezogen auf alle PICU um 43 % reduziert werden (von 5,4 auf 3,1 Ereignisse pro 1000 ZVK-Tage; $p < 0,001$). Bis September 2007 wurde eine Compliance mit dem Insertionsbündel von 84 % und mit dem Erhaltungspflegebündel von 82 % erreicht. Die Compliance wirkte sich signifikant auf die CABSİ-Raten aus, anscheinend war aber der Einfluss der Erhaltungspflege ausgeprägter. Die Autoren schließen hieraus, dass in PICU im Unterschied zu ICU für Erwachsene weniger dem Insertionsbündel, sondern vor allem der Erhaltungspflege („daily maintenance care“) ein höherer Stellenwert in Bezug auf die Prävention von CABSİ zukommt.

In einer Nachfolgestudie [86] konnte das gleiche Netzwerk US-amerikanischer PICU die Nachhaltigkeit ihres infektionspräventiven Programms belegen. Zusätzlich wurde in dieser Studie der Nutzen des Biopatch® an der ZVK-Eintrittsstelle und einer Desinfektion der Katheterhubs/nadelfreien Konnektionsventile (NFC) mit CHX/Isopropanol untersucht. Über die gesamte Beobachtungsdauer von 36 Monaten sank die mittlere CABSİ-Rate von 5,2 auf 2,3 Ereignisse pro 1000 ZVK-Tage ($p < 0,001$). Der Einsatz des Biopatch® oder der CHX/Isopropanol-Desinfektion an Hubs und NFC führte in dieser Studie

nicht zu einem additiven Effekt auf die Senkung der CABSİ-Rate. Die Antisepsis der Eintrittsstelle mit CHX 2 % bei jedem Verbandswechsel war ein wesentlicher Bestandteil des Erhaltungspflegebündels¹⁰.

Stockwell [87] konnte in einer monozentrischen Beobachtungsstudie einen günstigen Effekt in gleicher Größenordnung mit einem etwas modifizierten Bündel erzielen. Hier waren allerdings antibiotikaimprägnierte ZVK (Minocyclin/Rifampicin) Standard und es erfolgte zusätzlich eine Desinfektion der Katheterhubs/NFC vor jeder Nutzung (bei jedem Systemwechsel). Die CABSİ-Rate konnte von 6,2 auf 1,2/1000 ZVK-Tage gesenkt werden. Die Autoren beschreiben, dass inzwischen jede (inzwischen seltene) CABSİ bei den Mitarbeitern „Enttäuschung“ auslöst, während früher CABSİ schlicht „hingenommen“ wurden. Das bedeutet, im Verlauf des Präventionsprogramms ist es auch zu einem Umdenken in Hinblick auf die Vermeidbarkeit von CABSİ gekommen.

Bei Wheeler et al. [88] wurden die beiden Präventionsbündel (Anlage und Erhaltungspflege) nicht nur in 3 PICU, sondern auch in den onkologischen Behandlungseinheiten (Normalstation, Intensivstation, Knochenmarktransplantation) eingeführt und vor der endgültigen Einführung in mehreren PDCA-Zyklen auf ihre Praktikabilität und Sicherheit getestet [89, 90].

Die Initiative wurde von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe koordiniert, die insbesondere auch aus Vertretern der ärztlichen und pflegerischen Leitung aller beteiligten Stationen bestand. Dies bedeutet, es gab in dieser Klinik einen Konsens unter den Verantwortlichen in Bezug auf die besondere Bedeutung der Prävention von CABSİ [91]. Das Leitungspersonal wiederum konnte auf kurzem Dienstweg mit besonders engagierten Mitarbeitern aus dem jeweiligen medizinischen Team vor Ort Einfluss auf die Prozesse nehmen und durch entsprechende Rückmeldungen aus dem Team

das Konzept über die Lenkungsgruppe weiterentwickeln [68].

Die Compliance mit dem Präventionsbündel wurde überwacht, Complianceraten und CABSİ-Ereignisse/-Raten wurden in der Lenkungsgruppe einmal monatlich diskutiert. In der gemeinsamen Auswertung aller teilnehmenden Stationen sank die CABSİ-Rate von 3,0 auf weniger als 1 Ereignis/1000 ZVK-Tage. Die Autoren halten 3 Aspekte ihres Programms für besonders zielführend:

1. Diese Klinik legt Wert auf eine übergeordnete Organisationskultur, deren Zielsetzung es ist, die Sicherheit der Patienten zu gewährleisten [9, 13, 16, 92]. Diese Grundhaltung legt eine eindeutige „soziale Norm“ fest, an der sich alle Mitarbeiter orientieren können [53, 93].
2. Das Programm zur Senkung der CABSİ-Raten ist eines von mehreren Qualitätssicherungsprojekten, die in diese übergeordnete Sicherheitskultur eingebettet werden und mit deren Grundgedanken alle Mitarbeiter vertraut sind.
3. Das Programm wurde durch die medizinische und administrative Leitung der teilnehmenden Abteilungen/Stationen nicht nur geduldet, sondern aktiv vorangetrieben („Agenten des Wandels“ [25]). Die Compliance mit den einzelnen Maßnahmen wurde im Rahmen dieses Mandats supervidiert und eingefordert. Daher konnten alle Mitarbeiter erwarten, positiv von ihren Vorgesetzten wahrgenommen zu werden, wenn sie sich an die vereinbarten Präventionsbündel hielten [69].

Auf weitere pädiatrische Präventionsbündelstudien zur Senkung der CABSİ-Rate, die hier nicht im Detail besprochen werden können, sei an dieser Stelle verwiesen [94–96].

3. Schulungen und Training

Bei Schulungen zur Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen, geht es

- um die Vermittlung bestimmter Kenntnisse (Hintergrundwissen),

⁹ Auch hier: CHX 2%/Isopropanol 70% Hautantiseptis, maximale Barrierevorkehrungen, Checkliste und „Überwachung“ der Insertion durch eine zweite Person, die die ZVK-Anlage bei Hygieneffehlern abbrechen darf.

¹⁰ Wechsel von konventionellen Pflasterverbänden alle 2 Tage, von Folienverbänden alle 7 Tage bzw. sofort, wenn Verschmutzung, Ablösung oder feuchte Kammer (unter dem Folienverband). Verbandswechsel-Kits, Systemwechsel i.d.R. nicht häufiger als alle 72h.

- um den Erwerb konkreter praktischer Fähigkeiten („skills“) [59],
- um gemeinsame Überlegungen zur bestmöglichen Implementierung¹¹ von Präventionsstrategien im Klinikalltag [13, 23, 97] und
- um innere Einstellungen („Wie groß ist das Problem für die Patienten und wie bedeutend ist mein individueller Beitrag zu seiner Lösung?“) [10, 98, 99].

Surveys und Beobachtungsstudien zeigen sowohl ein Wissensdefizit [100] als auch ein praktisches Defizit [101] in Bezug auf die Umsetzung der Empfehlungen zur Prävention von CABS [27, 28, 102]. US-amerikanische Studien, in denen spezielle Gefäßkatheter-Teams [103] sich vorrangig um die Insertion und Erhaltungspflege von Gefäßkathetern kümmern [104], unterstreichen die Bedeutung einer soliden Basis aus Wissen und praktischen Fähigkeiten.

Mitarbeiter, bei denen ein breites Wissen zu den einzelnen Aspekten der Prävention besteht, benötigen mitunter nur eine patientennahe Erinnerung (z. B. Poster, Checklisten) [105–107], damit sie ihr Wissen in der Praxis umsetzen. Andere sind auf die konkrete Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten am Patientenbett angewiesen [108] und ein Teil der Mitarbeiter muss erst einmal einen emotionalen Bezug dazu bekommen, welche persönlichen Folgen eine nosokomiale Blutstrominfektion (BSI) für die ihnen anvertrauten Patienten hat [23]. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, bei Schulungen klinische „Fälle“ aus dem eigenen Erfahrungsbereich der Mitarbeiter aufzugreifen.

Während Ärzte oft vor allem nach der wissenschaftlichen Evidenz einzelner Maßnahmen fragen, interessiert die unmittelbar Pflegenden oft mehr der Aspekt der Praktikabilität (auch: der Belastung für die Patienten) und der Vereinbarkeit mit den vorhandenen Ressourcen [59].

Systematische Schulungen und Übungen zu Beginn der Facharztausbildung

¹¹ Implementierung meint die Umsetzung unter Berücksichtigung und Beseitigung von Hindernissen, die sich zum Teil erst nach der Einführung neuer Vorgehensweisen abzeichnen, sowie die Überprüfung dieser Umsetzung zur Sicherstellung einer möglichst hohen Compliance.

sind wegweisend für die nachfolgende klinische Praxis [67, 109]. Dies gilt vor allem dann, wenn Schulungsinhalte mit der Praxis auf den Stationen (mit der ärztlichen und pflegerischen Leitung) abgestimmt sind und vom Leitungspersonal vorgelebt und eingefordert werden [9, 23, 91, 110]. Das alte „see one, do one, teach one“ ist heute aus der Perspektive der Patientensicherheit obsolet. Neue Mitarbeiter müssen anhand eines strukturierten Protokolls eingearbeitet werden, bevor sie invasive Tätigkeiten wie die Anlage eines ZVK eigenverantwortlich am (möglicherweise sogar instabilen) Patienten durchführen [111, 112]. Inzwischen sind minimale Voraussetzungen für die Ausbildung und Schulung neuer ärztlicher Mitarbeiter zur Insertion von ZVK vorgeschlagen worden [113]. Nicht die Zahl der unter Aufsicht durchgeführten ZVK-Anlagen, sondern deren korrekte Durchführung ist entscheidend.

Schulungen aller Mitarbeiter sind ein integraler Bestandteil der Infektionsprävention [2, 36, 114]. Sie sind jedoch kein Selbstzweck, sondern dienen der konkreten und nachhaltigen Vermittlung von Wissen und Fähigkeiten [30, 115, 116].

Damit dies erreicht wird, sollte – unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen – das Schulungsangebot auf die jeweilige Berufsgruppe zugeschnitten sein und deren Perspektive und Erfahrung berücksichtigen [59, 117]. Frontalveranstaltungen in großen Gruppen zeigen in den meisten Fällen keine nachhaltigen Effekte in Bezug auf die Umsetzung. Besser geeignet sind auf umschriebene relevante Themen fokussierte kurze Arbeitstreffen in kleinen Gruppen oder interaktive „Workshops“, weil hier mehr Raum für Nachfragen und kritische Diskussionen bleibt [117, 118]. Von einzelnen theoretischen Schulungen allein ist kein nachhaltiger Effekt auf die klinische Praxis zu erwarten [114, 119]. Die Inhalte der Schulung werden eher von denen rekapituliert und umgesetzt, bei denen ein grundsätzliches Interesse am Schutz der Patienten vor vermeidbaren Komplikationen besteht und von denen das Problem der CRBSI als relevant im klinischen Alltag empfunden wird („engagement“) [2, 16, 17, 117].

Die Bereitstellung von Lehrvideos auf CDs zur Schulung neuer Mitarbeiter,

die mit solchen Tätigkeiten betraut sind, oder die Einbeziehung intranetbasierter Ressourcen¹² [59, 120–122] sollte durch Nachfolgeterminale in kleinen Gruppen auf den Stationen [36] und ein praktisches „hands-on“-Training ergänzt werden (integriertes Lernen, „blended learning“).

Die Frage, wer in welchem Umfang und mit welchen konkreten Inhalten die Schulungen der Mitarbeiter durchführt, sollte von der ärztlichen und pflegerischen Leitung der Station festgelegt werden. Das Hygienefachpersonal sollte unbedingt einbezogen werden [123], kann aber die Schulungen in vollem Umfang und unter Berücksichtigung abteilungsspezifischer Besonderheiten nicht ohne konkrete Unterstützung durch hierfür qualifizierte klinische Mitarbeiter (Ärzte und Pflegepersonal) durchführen.

4. Checklisten

Checklisten dienen dazu, an bestimmten kritischen Kontrollpunkten [124] die interdisziplinär abgestimmte Behandlungsstrategie „auf den Punkt“ zu bringen und ihre praktische Umsetzung sicherzustellen [106]. Sie stellen Abläufe in ihrer Gesamtheit reproduzierbar dar und sind – bei sinnvoller Anwendung – ein Teil der Sicherheitskultur einer Klinik. Checklisten beseitigen – wenn sie für alle Anwender bestimmter Routineprozeduren gelten – zwei Probleme, die einer konsequenten Umsetzung infektionspräventiver Strategien im Wege stehen:

- die mangelnde Klarheit bzw. Eindeutigkeit¹³ [93],
- die „undemokratische“ Verteilung von Wissen und Entscheidungskompetenz¹⁴ [106].

Checklisten erfüllen ihren Zweck nur, wenn ihr Nutzen verstanden und akzeptiert

¹² Siehe zum Beispiel: <http://www.carepractice.net>.

¹³ Unklarheit oder auch Unentschlossenheit („ambiguity“) resultiert aus der Unfähigkeit oder dem fehlenden Interesse des Personals in leitender Position, ausgehend von einem strukturierten interdisziplinären Diskussionsprozess, ein gemeinsames Vorgehen für kritische Prozeduren verbindlich festzulegen.

¹⁴ „Ich bin Arzt und weiß daher, was und warum ich etwas tue.“

tiert wird und wenn sie routinemäßig eingesetzt werden.

Patienten- bzw. versorgungsnahe Checklisten sind *geeignete Hilfsmittel für Mitarbeiter, die bereits ein Wissensfundament über die Theorie und Praxis ihres inhaltlichen Gegenstandes besitzen* [108]. Sie können eine systematische Ausbildung, Schulung und das praktische Training der Arbeitsabläufe keineswegs ersetzen [59, 97]. Checklisten, die nur abgelegt und nicht regelmäßig überprüft und ausgewertet werden, sind für die Verbesserung der Versorgungsqualität wie ein „Behandlungspfad“, den niemand „betritt“.

Checklisten haben sich im Kontext dieser Empfehlung vor allem bei der *Anlage von ZVK* bewährt [17, 33]. In diesem Fall handelt es sich nicht um eine statische Checkliste (z. B. zur Dokumentation der Einstellung eines Beatmungsgeräts), sondern um die Dokumentation des Ablaufs einer Risikoprozedur nach dem Vieraugenprinzip. Daher kann nicht derjenige, der die Prozedur durchführt, die Checkliste selbst „abhaken“ [97, 107]. Das in anderen Berufen selbstverständliche Prinzip der gegenseitigen Kontrolle führt hier zu einem nicht unerheblichen Konfliktpotenzial („Schwester/Pfleger kontrolliert Arzt“). Angestrebt wird eine Organisationskultur, bei der das gesamte Team die Sicherheit der Patienten und ein gutes Behandlungsergebnis in den Mittelpunkt aller Bemühungen stellt [13, 23, 42, 92, 125]. „Autonomiekonflikte“, die sich aus der Nutzung von solchen Checklisten ergeben, sollten von der Leitungsebene schon vor ihrer Einführung offen thematisiert werden¹⁵ [10, 126].

Abweichungen vom in der Checkliste hinterlegten Arbeitsablauf können aus individualmedizinischen Erwägungen durchaus erforderlich sein.

Sie sollten jedoch, um den kritischen Prozess verlässlich und sicher zu halten, nur bei weniger als 5 von 100 Prozeduren vorkommen¹⁶ [6]. Jede substanzielle Abweichung vom schriftlich vereinbarten Arbeitsablauf soll auf der Checkliste registriert und dokumentiert werden.

¹⁵ Stärkung der Position des Beobachters („observer empowerment“).

¹⁶ Eine höhere Abweichungsrate stellt die Compliance oder die Umsetzbarkeit des Standards infrage.

Sind solche Abweichungen aus individualmedizinischen Gründen häufiger nötig, muss ggf. der hinter der Checkliste stehende Prozess neu evaluiert werden.

5. Strategien, die auf eine Änderung der inneren Einstellung, des konkreten Verhaltens und der Sicherheitskultur abzielen

Die korrekte und nachhaltige Umsetzung infektionspräventiver Maßnahmen im klinischen Alltag wird nicht nur vom Wissen (Bezugspunkt: Evidenz) und von den Fähigkeiten des Einzelnen (Bezugspunkt: Können, Übung) sowie von den äußeren Umständen des Arbeitsprozesses bestimmt (z. B. Verfügbarkeit bestimmter Materialien), sondern ganz wesentlich von inneren Einstellungen und bewussten oder unbewussten Motivationen der Mitarbeiter [10, 98, 127, 128]. Dieses komplexe Thema kann hier nur angedeutet werden [99, 129], obwohl es für die Implementierung von Leitlinien von großer Bedeutung ist [12].

In einem umschriebenen und relativ in sich geschlossenen Behandlungsteam lassen sich innere Einstellungen („Werte“, Grundannahmen, ausformulierte oder unausgesprochene Regeln) als innerer Kern einer Organisationskultur [142] beschreiben [13], die mehr oder weniger gut in der Lage ist, sich weiterzuentwickeln und sich dem aktuellen Stand des medizinischen Wissens anzupassen [27, 28, 102].

Bestimmten, gut eingespielten Handlungsabläufen (Routinevorgehen, Standards) kommt hier emotional die Funktion von Ritualen zu, durch die eine soziale Gruppe zusammengehalten wird und deren Infragestellung von außen erst einmal Unsicherheit und Ablehnung auslöst. Ganz wichtig für die Einzelnen ist dabei die Orientierung an anderen Teammitgliedern (vor allem an denen mit einem hohen Ansehen innerhalb der Gruppe, aber auch an allen Mitarbeitern in Führungspositionen) in Bezug auf deren Einstellung und ihr konkretes Verhalten [69, 130]. Wenn unter den mannigfachen Herausforderungen, denen sich Mitarbeiter im klinischen Alltag stellen, die Prävention von CRBSI an Bedeutung gewinnen soll, muss sich die Perspektive bei den erwähnten Grundannahmen innerhalb des Teams verändern.

Bisher werden CRBSI oft noch als „unvermeidliche Kollateralschäden“ der intensiven medizinischen Behandlung von Patienten eingeschätzt, die durch bestimmte Komorbiditäten und Risikofaktoren „besonders empfänglich für nosokomiale Infektionen sind“.

Es bedarf somit bei einigen Mitarbeitern eines grundsätzlichen Umdenkens [97] dahin gehend, dass Infektionen, die vom Gefäßkatheter ausgehen (CRBSI), nach heutigem Wissensstand zum größten Teil (in bis zu 70%) [131] vermeidbare Ereignisse darstellen. Einer unmittelbaren Einsicht in diese Zusammenhänge steht entgegen, dass sich individuelle Abweichungen vom bestmöglichen Standard bei der Anlage und in der Erhaltungspflege eines Gefäßkatheters erst mit zeitlicher Latenz als CRBSI manifestieren, sodass dem Einzelnen der ursächliche Zusammenhang nicht deutlich wird [6].

„Wir als Mitarbeiter in einem Behandlungsteam sind für diese unerwünschten Ereignisse mit verantwortlich und sollten im Interesse der Patientensicherheit alles, was sinnvoll und umsetzbar ist, unternehmen, um die Patienten vor dieser gravierenden, möglicherweise lebensbedrohlichen Komplikation der medizinischen Behandlung zu schützen.“

Ein solcher Zugang für das persönliche Engagement ist erneut deutlich leichter zu erreichen, wenn die Organisationskultur im Team die Sicherheit der Patienten und ein gutes Behandlungsergebnis bewusst in den Mittelpunkt stellt [13, 23, 42, 92, 125, 132]. Das Engagement der Mitarbeiter im Sinne eines Problembewusstseins und einer bewussten inneren Einstellung (die Patienten schützen) ist eines der vier „E“s¹⁷, die nach Dixon-Woods et al. [97] den Erfolg des Keystone-Projekts mitbegründet haben [17, 33, 34, 42, 49].

Die Mitarbeiter benötigen Antworten auf folgende Fragen [93]:

- Für welche Patienten ist diese interne Leitlinie gedacht und was sind ihre genauen Zielparameter? Was wurde beim individuellen Patienten bereits durchgeführt, was muss noch getan werden und zu welchem Zeitpunkt muss das geschehen?

¹⁷ Engage, Educate, Execute, Evaluate.

- Wird von mir erwartet, dass ich dieser Leitlinie strikt folge, wenn sie zur klinischen Behandlungssituation passt?
- Hat es für mich positive Konsequenzen, wenn ich es tue, oder negative, wenn ich es nicht tue?
- Wer ist für welchen Teil der Umsetzung verantwortlich, wer darf die erforderlichen *Entscheidungen* treffen (z. B. dass ein ZVK nicht mehr benötigt wird und gezogen werden soll)?
- Welche Methoden soll ich bei der praktischen Umsetzung der Leitlinie genau einsetzen (Anlage ZVK, Hautantiseptis, Verbandswechsel usw.)?
- Welche Patienten/welche Behandlungssituationen sind *nicht* für die Anwendung dieses Standards geeignet?

Mitarbeiter, die patientennah tagtäglich für die praktische Umsetzung infektionspräventiver Maßnahmen verantwortlich sind, wollen an der interdisziplinären Diskussion, die der Einführung neuer Standards vorausgeht, beteiligt werden [2, 108].

Wenn eine häufig erforderliche medizinische Intervention (z. B. die Neuanlage eines ZVK) aus der Sicht der Patienten (zeitnahe und sichere Durchführung) und der Klinik (möglichst reibungslose Integration in übergeordnete Behandlungspfade, möglichst geringe Komplikationsrate usw.) verbessert werden soll, erfordert dies im ersten Schritt eine systematische Beobachtung der tatsächlichen Abläufe und Gespräche mit allen an der akuten Behandlung beteiligten Berufsgruppen vor Ort. Die frühzeitige Einbeziehung der Mitarbeiter nutzt deren Wissen und Erfahrung und fördert eine positive Grundeinstellung zur stetigen Verbesserung der Arbeitsabläufe im Interesse der Patienten und der Klinik [17, 20].

Personelle und strukturell-organisatorische Hindernisse („waste“), aber auch Möglichkeiten, den Ablauf nachhaltig zu beschleunigen („values“), können auf diese Weise identifiziert werden [21]. Durch aktive Beteiligung bei der Überarbeitung oder Neuentwicklung interner Standards – auch im Rahmen der gezielten Erprobung neuer Verfahrensabläufe in PDCA-Zyklen – kommt es zu einem verbesserten Wissenstransfer. Außerdem verfestigt sich bei den Mitarbeitern der Eindruck, für etwas Positives mitverantwortlich zu sein („buy-in“, „ownership“) und gemein-

sam mit anderen zu denen zu gehören, die nicht nur „ihre Arbeit machen“, sondern zusätzlich die Behandlungsqualität und die Behandlungssicherheit an ihrem Arbeitsplatz voranbringen [21, 108].

Im Verlauf von Interventionsstudien geht es auch darum, den Erfolg der gemeinsamen Bemühungen (Senkung der Inzidenzrate, längere Latenz zwischen den Ereignissen, verminderte Behandlungskosten) an das Team zurückzumelden und den Beitrag engagierter Mitarbeiter auf dem gemeinsamen Weg hervorzuheben [91, 133].

Auf der anderen Seite gibt es in einer komplexen klinischen Hierarchie nahezu immer auch Widerstände gegen jegliche Innovation [69]. Dabei handelt es sich zum einen um Mitarbeiter, die gegen die Einführung neuer Standards offen „rebellieren“ („Das haben wir immer so gemacht und das soll auch so bleiben“/„Wir haben hier überhaupt kein Infektionsproblem¹⁸“). Zum anderen gibt es manchmal Mitarbeiter in bestimmten Schlüsselpositionen, die eine „stille Blockadehaltung“ einnehmen, durch die wichtige Schritte auf dem Weg zu einer praktischen Implementierung nicht durchgeführt werden können („Leider ist die Abteilung Materialbeschaffung unterbesetzt, daher konnte ich die Bestellung für den ZVK-Wagen noch nicht weiterleiten“/„Der Dienstplan lässt nicht zu, dass Sie am zweiten Teil der Schulungsveranstaltung zur Infektionsprävention teilnehmen“). Saint et al. [110] beschreiben diese beiden Gruppen sehr treffend als „active resisters“ („aktive offene Widerständler“) und „organizational constipators“ („stille organisatorische Blockierer“). Während die erste Gruppe mitgenommen, überzeugt und einbezogen werden möchte oder sich letztendlich der Dienstabweisung einer engagierten Klinikleitung beugen muss, kann die zweite Gruppe ein auch arbeitsrechtlich komplexes Problem darstellen, dass sich ggf. nicht lösen, sondern nur umgehen lässt [126].

6. Verantwortung von Führungskräften und der Krankenhausadministration

Der aktiven Unterstützung von Initiativen zur Verbesserung der Patientensi-

cherheit durch die medizinische und die administrative Leitung der Klinik kommt bei der Implementierung eine Schlüsselrolle zu [13, 22, 91, 126]. Anhaltend hohe Infektionsraten, die auf die fehlende Implementierung oder Aktualisierung evidenzbasierter Präventionsstrategien zurückzuführen sind, sind Ausdruck eines Versagens der medizinischen und/oder der administrativen Leitung einer Klinik [9, 13]. Rückmeldungen von Vorgesetzten an die patientennah tätigen Mitarbeiter im ärztlichen Dienst und der Pflege sollten nicht nur allgemeine Kritik („Das funktioniert ja alles gar nicht!“), sondern lösungsorientiert sein und konkrete Hinweise enthalten, was als Nächstes zu tun ist („actionable feedback“) [24, 134, 135].

Wenn die Ursachen für anhaltend hohe Infektionsraten nicht bekannt sind, ist der nächste Schritt die gezielte Auditierung der klinischen Abläufe, zum Beispiel durch das Hygienefachpersonal, und das gemeinsame strukturierte Nachdenken [25, 26] über konkrete Hindernisse auf dem Weg zu einer guten Hygienepraxis [20, 21].

Die erforderlichen Ressourcen zur Umsetzung von Präventionsbündeln müssen den Ausführenden am Patientenbett zur Verfügung gestellt werden. Mitarbeiter in Führungspositionen müssen die entsprechenden Initiativen aktiv unterstützen, klare Aussagen hierzu treffen, im Klinikalltag mit gutem Beispiel vorangehen und die Umsetzung bei „nachgeordneten“ Mitarbeitern einfordern. Dabei geht es auch darum, die verantwortlichen Entscheidungsgremien (z. B. Hygienekommission) von einem vor Ort gemeinsam erarbeiteten Konzept zu überzeugen [91].

Eine wichtige Rolle in diesem Kontext spielen sogenannte Champions im Team. Das sind Mitarbeiter, die sich speziell für ein bestimmtes Thema interessieren, viel wissen und können und beides gern mit ihren Kollegen teilen [68]. Champions sind intrinsisch motivierte Personen (man kann niemandem zu einem Champion „ernennen“), die es zu finden gilt, um sie in die Verantwortlichkeiten vor Ort konkret einzubinden [9]. Trainingseinheiten/praktische Anleitungen durch „Champions“ aus dem eigenen Team werden deutlich aufmerksamer wahrgenommen und das Erlernte wird später besser umgesetzt [108]. Das „link nurse“-Konzept im Hygienemanagement

¹⁸ Meist kennen diejenigen, die das behaupten, die lokalen CABSI-Raten nicht.

Tab. 1 Managementbündel zur Implementierung einer guten Praxis der Infektionsprävention (Vermeidung von CRBSI) orientiert an Scheck McAlearney et al. [138]^a

Maßnahme	Präzisierung
Offensive und eindeutige ^b Definition von Zielen, konkrete Unterstützung	Die CRBSI-Rate soll gegen null gesenkt werden. Alle hierzu erforderlichen Maßnahmen werden von der Führungsebene aktiv unterstützt, auch durch die Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen (Material, Schulungen, Erfahrungs- und Datenaustausch). Das Leitungspersonal spricht nicht nur über dieses Ziel, sondern handelt entsprechend („Walk the Talk“).
Strategische Aufstellung, Kommunikation auf Führungsebene	Das Ziel einer nachhaltigen Senkung der CRBSI-Rate gehört zu den strategisch vorrangigen Zielen als Teil eines ausformulierten Gesamtkonzeptes zur Gewährleistung der Patientensicherheit. CRBSI-Raten und alle konkreten Initiativen zu deren Senkung werden regelmäßig auf der Führungsebene des Krankenhauses diskutiert. Allen Mitarbeitern (insbesondere auch neuen Teammitgliedern) wird das gemeinsame Ziel (Leitbild), die Sicherheit der Patienten und den Schutz vor nosokomialen Infektionen zu gewährleisten, vor Augen geführt.
Systematische Schulung	Alle Mitarbeiter werden zum theoretischen Hintergrund (Wissen) und in der konkreten Anwendung (Können) gemeinsam festgelegter Standards der Prävention von CRBSI (Bündel) geschult. Dies geschieht nach einem klar definierten (iterativen) Konzept zur Aus- und Weiterbildung. Die Informationsvermittlung und das praktische Training werden nicht dem Zufall überlassen.
Interprofessionelle Zusammenarbeit	Alle am Präventionsbündel beteiligten Berufsgruppen werden an der Entwicklung der Standards und an den Diskussionen über aktuelle CRBSI-Raten bzw. über die beste Strategie zu deren Senkung aktiv beteiligt. Die konkreten Verantwortlichkeiten sind definiert. Mitarbeiter aus „niedrigeren“ Hierarchieebenen sind berechtigt und werden ermutigt mitzuarbeiten und Kritik an bestimmten Abläufen zu äußern, wenn sie dies für erforderlich halten.
Sinnvoller Einsatz von Daten	Die von gut ausgebildetem Fachpersonal auch mithilfe moderner IT-Systeme erhobenen Daten der Infektions-Surveillance werden regelmäßig (z. B. monatlich) an das gesamte Behandlungsteam zurückgemeldet und vor dem Hintergrund der definierten Präventionsziele zeitnah diskutiert.
Den Erfolg wahrnehmen	Eine nachhaltige Senkung der CRBSI-Raten wird als gemeinsamer Erfolg des Behandlungsteams im Interesse der Patienten bewertet und hervorgehoben. Ggf. können auf diese Weise freigesetzte Mittel/ Ressourcen für weitere Initiativen genutzt werden.

^aEtwas angepasste Übersetzung; zum exakten Wortlaut siehe englischsprachige Originalpublikation

^bIm Original: Aggressive Goal Setting and Support

versucht dieser Erkenntnis zu folgen [123], eine „link nurse“ muss in der bestmöglichen Strategie der Vermittlung von Wissen und Können geschult werden [21, 136].

In einer qualitativen Studie [137] mit sehr interessanten Ergebnissen haben Scheck McAlearney et al. [138] aus semistrukturierten Interviews ein Managementbündel zur Implementierung einer guten Praxis der Infektionsprävention (Vermeidung von CRBSI) abgeleitet (■ **Tabelle 1**).

7. Konzeptioneller und ethischer Rahmen für Projekte des klinischen Qualitätsmanagements in diesem Kontext

Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen („quality improvement in health care“) umfasst eine Form des experimentellen Lernens in der klinischen Praxis, die kontinuierliche Entwicklung und Verbesserung von Standards und Arbeitsabläufen als zentralen Bestandteil jeglicher medizi-

nischen Tätigkeit begreift [6, 17]. QM-Aktivitäten setzen hierzu gezielt Maßnahmen ein, von denen nach sorgfältiger Prüfung und Bewertung des verfügbaren Wissens eine relevante Verbesserung der Versorgungsqualität erwartet werden kann. Zur Objektivierung ihrer Ergebnisse und zur schrittweisen Implementierung ihres Gegenstandes sind sie auf die Erhebung, Auswertung und Rückmeldung patientenbezogener Daten angewiesen, die im Rahmen der klinischen Routineversorgung dokumentiert werden.

Das grundlegende Interesse der Patienten, die bestmögliche Behandlung zu erhalten, impliziert das Einverständnis mit Initiativen, die im Interesse der Patienten auf eine systematische Verbesserung der Versorgungsqualität und -sicherheit abzielen [139].

Wesentliche Merkmale von QM-Aktivitäten (in Abgrenzung von klinischer Forschung, die ausnahmslos einer individuellen Aufklärung und Zustimmung

der eingeschlossenen Patienten bzw. ihrer Sorgeberechtigten bedarf) sind somit:

- Sie beziehen sich auf vorhandene Standards der medizinischen Versorgung und nutzen lediglich Daten, die in der klinischen Routine dokumentiert werden.
- Sie beinhalten keine spezifische Intervention, von der ein relevantes zusätzliches Risiko für die Sicherheit der Patienten ausgeht.
- Der Schutz persönlicher Daten und der Privatsphäre der Patienten ist gewährleistet. Die Datenakquise beinhaltet notwendigerweise die detaillierte Analyse von Einzelfällen¹⁹, die finale Datenauswertung erfolgt jedoch anonymisiert.
- Das primäre Ziel der Aktivität ist die Verbesserung der medizinischen Ver-

¹⁹ Ausschließlich durch Mitarbeiter mit einem medizinischen Behandlungsauftrag bzw. Dokumentationspersonal, das an die medizinische Schweigepflicht gebunden ist.

sorgungsqualität und -sicherheit in der teilnehmenden Institution.

Ein konkretes Beispiel für eine solche QM-Aktivität im Bereich der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention ist die praktische Implementierung von Präventionsbündeln zur Senkung der Rate von CABSİ und CRBSİ mit begleitender systematischer Surveillance.

Die hier vorgelegte Empfehlung (Teil 1, 2 und Anhang 1) stellt gemäß § 23 IfSG [5] den aktuellen Stand des Wissens zur Verfügung. Sowohl das IfSG als auch die Krankenhaushygieneverordnungen der Bundesländer schaffen einen gesetzlichen Rahmen zur Umsetzung der hier vorgeschlagenen Präventionsstrategien im Rahmen lokaler [59, 60] oder auch multizentrischer [71] QM-Projekte, für die kein separates Ethikvotum erforderlich ist. Die KRINKO empfiehlt Universitätskliniken und mit ihnen assoziierten Lehrkrankenhäusern gemeinsam mit der zuständigen Ethikkommission Rahmenbedingungen für Qualitätsmanagementinitiativen im Bereich der Krankenhaushygiene und Infektionsprävention zu definieren, die keines separaten Ethikvotums und auch keines informierten Einverständnisses aufseiten der Patienten benötigen und deren Ergebnisse trotzdem einer breiteren Fachöffentlichkeit durch Publikation zugänglich gemacht werden können [139–141].

8. Übergeordnete Verfahren der Qualitätssicherung

Von diesen QM-Aktivitäten zur kontinuierlichen Entwicklung und Verbesserung von Standards und Arbeitsabläufen sind *übergeordnete Verfahren der Qualitätssicherung* abzugrenzen, die nach Konsensfindung im Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) für alle Krankenhäuser bzw. Gesundheitseinrichtungen verpflichtend sind.

Im thematischen Kontext dieser Empfehlung hat der G-BA das AQUA-Institut (Institution nach § 137a SGB V)²⁰ mit der Entwicklung von sektorenübergreifenden Qualitätssicherungsverfahren zur Ver-

meidung nosokomialer Infektionen beauftragt. Eines dieser Verfahren befasst sich mit der Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen.

Der erste Abschlussbericht des AQUA-Instituts vom Dezember 2012 ist öffentlich im Internet zugänglich. Er wurde mit Unterstützung eines Expertenpanels erstellt und enthält dezidierte Hinweise zu möglichen Qualitätsindikatoren, deren Prüfung letztendlich dem G-BA obliegt. Inzwischen ist eine erweiterte Machbarkeitsprüfung dieser Indikatoren durchgeführt worden, deren Ergebnisse zur Auswertung und Publikation ausstehen (Stand Januar 2015). In diesem Zusammenhang sind einige wesentliche Limitationen zu bedenken, die eine sektorenübergreifende Qualitätssicherung im Gesundheitswesen nach § 137a SGB V mit sich bringt. Die Generierung von Qualitätsindikatoren für eine große Zahl von Patienten in sehr unterschiedlichen Abteilungen setzt voraus, dass die hierfür erforderlichen Daten in elektronischer Form mit vertretbarem Aufwand für die Institution abrufbar sind. In elektronischer Form verfügbar sind jedoch bislang vorwiegend Daten, die zur Kodierung innerhalb des DRG-Systems („diagnosis related groups“) und damit nahezu ausschließlich zu Abrechnungszwecken generiert werden. Diese Daten werden erst nach Abschluss eines „Falls“ (Entlassung, Verlegung oder Tod des Patienten) vervollständigt und abschließend geprüft. Daher lassen sie keine prospektive Erfassung prozessrelevanter Parameter zu (z. B. die Anlage eines ZVK und im Verlauf das Datum der Entfernung zur Kalkulation der Anwendungstage).

Als „Auslöser“ für einen bestimmten Abfragefilter können prinzipiell nur Daten verwendet werden, die innerhalb des Systems kodiert sind.

Ob eine Nebendiagnose (zum Beispiel eine bestimmte nosokomiale Infektion wie eine CABSİ) oder eine invasive Prozedur (wie die Anlage eines ZVK) überhaupt kodiert werden, hängt davon ab, ob sie „erlösrelevant“ sind.

Wird als „Auslöser“ für eine gezielte Abfrage aus der Gesamtheit der stationär behandelten Patienten z. B. der ICD10-Code für eine „Sepsis mit positiver Blut-

kultur + SIRS²¹“ verwendet, identifiziert dies zwar eine in diesem Zusammenhang interessante Stichprobe, alle ZVK-assoziierten Bakteriämien *ohne* Sepsis werden jedoch bereits durch die Auswahlstrategie ausgeklammert. Insofern ist es aus der Perspektive der übergeordneten Qualitätssicherung deutlich einfacher, Indikatoren der Strukturqualität bzw. des Prozessmanagements abzufragen, wie z. B.

- das Vorhandensein bestimmter Standardarbeitsanweisungen für die Anlage und die Erhaltungspflege eines Gefäßkatheters,
- die Verfügbarkeit von Hygienefachpersonal zur Schulung und zur prospektiven Surveillance von CABSİ,
- das Verfahren zur Überprüfung der Indikation zur Verkürzung der Liegedauer,
- das festgelegte Vorgehen bei V. a. eine CABSİ,
- Antibiotikaleitlinien im Rahmen eines Antibiotic-Stewardship-Programms,
- den Anteil der Mitarbeiter, die pro Jahr an bestimmten infektionspräventiven Schulungen teilgenommen haben.

In diesem Zusammenhang vom G-BA beschlossene Vorgehensweisen stellen trotz der Beratung durch externe Experten immer den kleinsten gemeinsamen Nenner zwischen den im G-BA zusammengeführten Interessengruppen dar. Die sektorübergreifende Qualitätssicherung im Gesundheitswesen nach § 137a SGB V kann demnach – im Unterschied zur praktischen Implementierung von KRINKO-Empfehlungen – kein wirklich ausschlaggebender Wegbereiter für Innovationen in der medizinischen Versorgung zur Senkung der Infektionsrate und zum Schutz der Patienten sein. Die Initiative hierzu muss von den Kliniken selbst ausgehen.

Danksagung. Wir bedanken uns herzlich für wertvolle Hinweise bei Frau Dr. Cathleen Muche-Borowski, Dr. Walter Zingg und Prof. Dr. Martin Mielke.

Interessenkonflikt. Dieser informative Anhang wurde ehrenamtlich und ohne Einflussnahme kommerzieller Interessengruppen im Auftrag der

²⁰ http://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/_137a.html.

²¹ Systemisch-inflammatorisches Response-Syndrom.

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention erarbeitet von Christine Geffers, Axel Kramer, Simone Scheithauer, Sebastian Schulz-Stübner, Arne Simon (Leiter der Arbeitsgruppe), Heidemarie Suger-Wiedeck und Matthias Trautmann. Der informative Anhang wurde durch die Arbeitsgruppe vorbereitet und nach ausführlicher Diskussion in der Kommission abgestimmt.

Literatur

1. BT-Drucksache 18/3600 vom 18.12. 2014: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht der Bundesregierung über nosokomiale Infektionen und Erreger mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen, Deutscher Bundestag
2. Marschall J, Mermel LA, Fakih M et al. (2014) Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(7):753–771
3. Lo E, Nicolle LE, Coffin SE et al. (2014) Strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(5):464–479
4. BT-Drucksache 17/5178 vom 22.03.2011: Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und FDP. Entwurf eines ... Gesetzes zur Änderung des Infektionsschutzgesetzes und weiterer Gesetze, Deutscher Bundestag
5. Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 6a des Gesetzes vom 10. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2229) geändert worden ist
6. Resar RK (2006) Making noncatastrophic health care processes reliable: Learning to walk before running in creating high-reliability organizations. *Health Serv Res* 41(4 Pt 2):1677–1689
7. Grol R, Grimshaw J (2003) From best evidence to best practice: effective implementation of change in patients' care. *Lancet* 362(9391):1225–1230
8. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ (2005) Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical teacher* 27(1):10–28
9. Zingg W, Holmes A, Dettenkofer M et al. (2015) Hospital organisation, management, and structure for prevention of health-care-associated infection: a systematic review and expert consensus. *Lancet Infect Dis* 15(2):212–224
10. Cabana MD, Rand CS, Powe NR et al. (1999) Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement. *JAMA* 282(15):1458–1465
11. 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):S11–16
12. Muche-Borowski C, Nothacker M, Kopp I (2015) Leitlinienimplementierung. Wie schließen wir die Lücke zwischen Evidenz und Anwender? *Bundesgesundheitsbl* 58(1):32–37
13. De Bono S, Helling G, Borg MA (2014) Organizational culture and its implications for infection prevention and control in healthcare institutions. *J Hosp Infect* 86(1):1–6
14. Simon A, Christiansen B (2012) Zur Fortentwicklung der Arbeiten bei den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO). *Bundesgesundheitsbl* 55(11/12):1427–1431
15. Hansen S, Zingg W, Ahmad R et al. (2015) Organization of infection control in European hospitals. *J Hosp Infect* 91(4):338–345
16. Pronovost P, Weast B, Rosenstein BJ et al. (2005) Implementing and Validating a Comprehensive Unit-based Safety Program. *J Patient Safety* 1(1):33–40
17. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Needham DM (2008) Translating evidence into practice: a model for large scale knowledge translation. *BMJ (Clinical research ed)* 337:a1714
18. Pronovost PJ, King J, Holzmueller CG et al. (2006) A web-based tool for the Comprehensive Unit-based Safety Program (CUSP). *Jt Comm J Qual Patient Saf* 32(3):119–129
19. Krupka DC, Sandberg WS (2012) The correct business case for the Michigan Keystone Patient Safety Program in ICUs. *Am J Med Qual* 27(2):175
20. Kim CS, Spahlinger DA, Kin JM, Billi JE (2006) Lean health care: what can hospitals learn from a world-class automaker? *J Hosp Med* 1(3):191–199
21. Kim CS, Spahlinger DA, Kin JM, Coffey RJ, Billi JE (2009) Implementation of lean thinking: one health system's journey. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 35(8):406–413
22. Damschroder LJ, Aron DC, Keith RE, Kirsh SR, Alexander JA, Lowery JC (2009) Fostering implementation of health services research findings into practice: a consolidated framework for advancing implementation science. *Implement Sci* 4:50
23. Sawyer M, Weeks K, Goeschel CA et al. (2010) Using evidence, rigorous measurement, and collaboration to eliminate central catheter-associated bloodstream infections. *Crit Care Med* 38(8 Suppl):S292–298
24. Foy R, MacLennan G, Grimshaw J, Penney G, Campbell M, Grol R (2002) Attributes of clinical recommendations that influence change in practice following audit and feedback. *J Clin Epidemiol* 55(7):717–722
25. Gurses AP, Marsteller JA, Ozok AA, Xiao Y, Owens S, Pronovost PJ (2010) Using an interdisciplinary approach to identify factors that affect clinicians' compliance with evidence-based guidelines. *Crit Care Med* 38(8 Suppl):S282–291
26. Gurses AP, Murphy DJ, Martinez EA, Berenholtz SM, Pronovost PJ (2009) A practical tool to identify and eliminate barriers to compliance with evidence-based guidelines. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 35(10):526–532
27. Hansen S, Schwab F, Behnke M, Geffers C, Gastmeier P (2013) [Compliance with national guidelines for the prevention of central venous catheter-associated-infections in German intensive care units]. *Dtsch Med Wochenschr* 138(34–35):1706–1710
28. Hansen S, Schwab F, Schneider S, Sohr D, Gastmeier P, Geffers C (2013) [Deficits in central venous catheter associated bloodstream infection]. *Dtsch Med Wochenschr* 138(34–35):1711–1716
29. Vonberg RP, Groneberg K, Geffers C, Ruden H, Gastmeier P (2005) [Infection control measures in intensive care units Results of the German Nosocomial Infection Surveillance System (KISS)]. *Anaesthesist* 54(10):975–982
30. Warren DK, Cosgrove SE, Diekema DJ et al. (2006) A multicenter intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27(7):662–669
31. Warren DK, Zack JE, Mayfield JL et al. (2004) The effect of an education program on the incidence of central venous catheter-associated bloodstream infection in a medical ICU. *Chest* 126(5):1612–1618
32. Higuera F, Rosenthal VD, Duarte P, Ruiz J, Franco G, Safdar N (2005) The effect of process control on the incidence of central venous catheter-associated bloodstream infections and mortality in intensive care units in Mexico. *Crit Care Med* 33(9):2022–2027
33. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S et al. (2006) An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 355(26):2725–2732
34. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA et al. (2004) Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Crit Care Med* 32(10):2014–2020
35. Frankel HL, Crede WB, Topal JE, Roumanis SA, Devlin MW, Foley AB (2005) Use of corporate Six Sigma performance-improvement strategies to reduce incidence of catheter-related bloodstream infections in a surgical ICU. *J Am Coll Surg* 201(3):349–358
36. Lobo RD, Levin AS, Oliveira MS et al. (2010) Evaluation of interventions to reduce catheter-associated bloodstream infection: continuous tailored education versus one basic lecture. *Am J Infect Control* 38(6):440–448
37. Lobo RD, Levin AS, Gomes LM et al. (2005) Impact of an educational program and policy changes on decreasing catheter-associated bloodstream infections in a medical intensive care unit in Brazil. *Am J Infect Control* 33(2):83–87
38. Eggimann P, Harbarth S, Constantin MN, Touveneau S, Chevrolet JC, Pittet D (2000) Impact of a prevention strategy targeted at vascular-access care on incidence of infections acquired in intensive care. *Lancet* 355(9218):1864–1868
39. Galpern D, Guerrero A, Tu A, Fahoum B, Wise L (2008) Effectiveness of a central line bundle campaign on line-associated infections in the intensive care unit. *Surgery* 144(4):492–495
40. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel CA (2008) Improving the quality of measurement and evaluation in quality improvement efforts. *Am J Med Qual* 23(2):143–146
41. Schulze-Robbecke R (2011) Bündel zur Prävention nosokomialer Infektionen. *Krankenhaushygiene* up2date 6(1):9–25
42. Berenholtz SM, Lubomski LH, Weeks K et al. (2014) Eliminating central line-associated bloodstream infections: a national patient safety imperative. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(1):56–62
43. Berenholtz SM, Pham JC, Thompson DA et al. (2011) Collaborative cohort study of an intervention to reduce ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32(4):305–314
44. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2013) Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 56(11):1578–1590
45. Graf K, Sohr D, Haverich A, Kuhn C, Gastmeier P, Chaberny IF (2009) Decrease of deep sternal surgical site infection rates after cardiac surgery by a comprehensive infection control program. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 9(2):282–286
46. Schweizer M, Perencevich E, McDanel J et al.

- (2013) Effectiveness of a bundled intervention of decolonization and prophylaxis to decrease Gram positive surgical site infections after cardiac or orthopedic surgery: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed)* 346:f2743
47. Davis KF, Colebaugh AM, Eithun BL et al. (2014) Reducing catheter-associated urinary tract infections: a quality-improvement initiative. *Pediatrics* 134(3):e857–864
 48. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2015) Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfektionen Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 58(6):641–650
 49. Pronovost PJ, Goeschel CA, Colantuoni E et al. (2010) Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: observational study. *BMJ (Clinical research ed)* 340:c309
 50. Timmel J, Kent PS, Holzmüller CG, Paine L, Schulick RD, Pronovost PJ (2010) Impact of the Comprehensive Unit-based Safety Program (CUSP) on safety culture in a surgical inpatient unit. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 36(6):252–260
 51. Muto C, Herbert C, Harrison E et al. (2005) Reduction in Central Line – Associated Bloodstream Infections Among Patients in Intensive Care Units – Pennsylvania, April 2001–March 2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 54:1003–1016
 52. Griffiths P, Renz A, Hughes J, Rafferty AM (2009) Impact of organisation and management factors on infection control in hospitals: a scoping review. *J Hosp Infect* 73(1):1–14
 53. Brannigan ET, Murray E, Holmes A (2009) Where does infection control fit into a hospital management structure? *J Hosp Infect* 73(4):392–396
 54. Kleven RM, Edwards JR, Richards CL, Jr. et al. (2007) Estimating health care-associated infections and deaths in U.S. hospitals, 2002. *Public Health Rep* 122(2):160–166
 55. Lipitz-Snyderman A, Steinwachs D, Needham DM, Colantuoni E, Morlock LL, Pronovost PJ (2011) Impact of a statewide intensive care unit quality improvement initiative on hospital mortality and length of stay: retrospective comparative analysis. *BMJ (Clinical research ed)* 342:d219
 56. Waters HR, Korn R, Jr., Colantuoni E et al. (2011) The business case for quality: economic analysis of the Michigan Keystone Patient Safety Program in ICUs. *Am J Med Qual* 26(5):333–339
 57. DePalo VA, McNicoll L, Cornell M, Rocha JM, Adams L, Pronovost PJ (2010) The Rhode Island ICU collaborative: a model for reducing central line-associated bloodstream infection and ventilator-associated pneumonia statewide. *Qual Saf Health Care* 19(6):555–561
 58. Hong AL, Sawyer MD, Shore A et al. (2013) Decreasing central-line-associated bloodstream infections in Connecticut intensive care units. *J Healthc Qual* 35(5):78–87
 59. Zingg W, Cartier V, Inan C et al. (2014) Hospital-wide multidisciplinary, multimodal intervention programme to reduce central venous catheter-associated bloodstream infection. *PLoS One* 9(4):e93898
 60. Zingg W, Imhof A, Maggiorini M, Stocker R, Keller E, Ruef C (2009) Impact of a prevention strategy targeting hand hygiene and catheter care on the incidence of catheter-related bloodstream infections. *Crit Care Med* 37(7):2167–2173
 61. Gastmeier P, Schwab F, Behnke M, Geffers C (2011) Wenige Blutkulturproben – wenige Infektionen. *Anaesthesist* 60(20):902–907
 62. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2016) Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsbl*. 59(9):1189–1220
 63. Zingg W, Sax H, Inan C et al. (2009) Hospital-wide surveillance of catheter-related bloodstream infection: from the expected to the unexpected. *J Hosp Infect* 73(1):41–46
 64. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB (2009) Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med* 169(15):1420–1423
 65. Barsuk JH, Cohen ER, McGaghie WC, Wayne DB (2010) Long-term retention of central venous catheter insertion skills after simulation-based mastery learning. *Acad Med* 85(10 Suppl):S9–12
 66. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O’Leary KJ, Wayne DB (2009) Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 37(10):2697–2701
 67. Khouli H, Jahnes K, Shapiro J et al. (2011) Performance of medical residents in sterile techniques during central vein catheterization: randomized trial of efficacy of simulation-based training. *Chest* 139(1):80–87
 68. Damschroder LJ, Banaszak-Holl J, Kowalski CP, Forman J, Saint S, Krein SL (2009) The role of the champion in infection prevention: results from a multisite qualitative study. *Qual Saf Health Care* 18(6):434–440
 69. Rogers EM (1995) Lessons for guidelines from the diffusion of innovations. *Jt Comm J Qual Improv* 21(7):324–328
 70. Walz JM, Ellison RT, 3rd, Mack DA et al. (2015) The bundle „plus“: the effect of a multidisciplinary team approach to eradicate central line-associated bloodstream infections. *Anesth Analg* 120(4):868–876
 71. Hansen S, Schwab F, Schneider S, Sohr D, Gastmeier P, Geffers C (2014) Time-series analysis to observe the impact of a centrally organized educational intervention on the prevention of central-line-associated bloodstream infections in 32 German intensive care units. *J Hosp Infect* 87(4):220–226
 72. Exline MC, Ali NA, Zikri N et al. (2013) Beyond the bundle – journey of a tertiary care medical intensive care unit to zero central line-associated bloodstream infections. *Crit Care* 17(2):R41
 73. Goodman ER, Platt R, Bass R, Onderdonk AB, Yokoe DS, Huang SS (2008) Impact of an environmental cleaning intervention on the presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci on surfaces in intensive care unit rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29(7):593–599
 74. Hayden MK, Bonten MJ, Blom DW, Lyle EA, van de Vijver DA, Weinstein RA (2006) Reduction in acquisition of vancomycin-resistant enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures. *Clin Infect Dis* 42(11):1552–1560
 75. Vernon MO, Hayden MK, Trick WE, Hayes RA, Blom DW, Weinstein RA (2006) Chlorhexidine gluconate to cleanse patients in a medical intensive care unit: the effectiveness of source control to reduce the bioburden of vancomycin-resistant enterococci. *Arch Intern Med* 166(3):306–312
 76. Climo MW, Sepkowitz KA, Zuccotti G et al. (2009) The effect of daily bathing with chlorhexidine on the acquisition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant *Enterococcus*, and healthcare-associated bloodstream infections: results of a quasi-experimental multicenter trial. *Crit Care Med* 37(6):1858–1865
 77. Geffers C, Schwab F, Gastmeier P (2009) Nosokomiale Infektionen bei pädiatrischen Intensivpflegepatienten – Daten aus ITS-KISS. *Hyg Med* 34(9):336–342
 78. Li S, Faustino EV, Golombek SG (2013) Reducing central line infections in pediatric and neonatal patients. *Curr Infect Dis Rep* 15(3):269–277
 79. Smulders CA, van Gestel JP, Bos AP (2013) Are central line bundles and ventilator bundles effective in critically ill neonates and children? *Intensive Care Med* 39(8):1352–1358.
 80. Joram N, de Saint Blanquat L, Stamm D, Launay E, Gras-Le Guen C (2012) Healthcare-associated infection prevention in pediatric intensive care units: a review. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 31(10):2481–2490
 81. Miller SE, Maragakis LL (2012) Central line-associated bloodstream infection prevention. *Curr Opin Infect Dis* 25(4):412–422
 82. Klieger SB, Potter-Bynoe G, Quach C, Sandora TJ, Coffin SE (2013) Beyond the bundle: a survey of central line-associated bloodstream infection prevention practices used in US and Canadian pediatric hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 34(11):1208–1210
 83. Hong H, Morrow DF, Sandora TJ, Priebe GP (2013) Disinfection of needleless connectors with chlorhexidine-alcohol provides long-lasting residual disinfectant activity. *Am J Infect Control* 41(8):e77–79
 84. Soothill JS, Bravery K, Ho A, Macqueen S, Collins J, Lock P (2009) A fall in bloodstream infections followed a change to 2% chlorhexidine in 70% isopropanol for catheter connection antisepsis: a pediatric single center before/after study on a hemopoietic stem cell transplant ward. *Am J Infect Control* 37(8):626–630
 85. Miller MR, Griswold M, Harris JM, 2nd et al. (2010) Decreasing PICU catheter-associated bloodstream infections: NACHRI’s quality transformation efforts. *Pediatrics* 125(2):206–213
 86. Miller MR, Niedner MF, Huskins WC et al. (2011) Reducing PICU central line-associated bloodstream infections: 3-year results. *Pediatrics* 128(5):e1077–1083
 87. Stockwell JA (2007) Nosocomial infections in the pediatric intensive care unit: affecting the impact on safety and outcome. *Pediatr Crit Care Med* 8(2 Suppl):S21–37
 88. Wheeler DS, Giaccone MJ, Hutchinson N et al. (2011) A hospital-wide quality-improvement collaborative to reduce catheter-associated bloodstream infections. *Pediatrics* 128(4):e995–e1004
 89. Luria JW, Muething SE, Schoettler PJ, Kotagal UR (2006) Reliability science and patient safety. *Pediatric clinics of North America* 53(6):1121–1133
 90. Spath PL (2003) Using failure mode and effects analysis to improve patient safety. *AORN J* 78(1):16–37
 91. Saint S, Kowalski CP, Banaszak-Holl J, Forman J, Damschroder L, Krein SL (2010) The importance of leadership in preventing healthcare-associated infection: results of a multisite qualitative study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 31(9):901–907
 92. Singer SJ, Falwell A, Gaba DM et al. (2009)

- Identifying organizational cultures that promote patient safety. *Health Care Manage Rev* 34(4):300–311
93. Gurses AP, Seidl KL, Vaidya V et al. (2008) Systems ambiguity and guideline compliance: a qualitative study of how intensive care units follow evidence-based guidelines to reduce healthcare-associated infections. *Qual Saf Health Care* 17(5):351–359
 94. Rey C, Alvarez F, De-La-Rua V et al. (2011) Intervention to reduce catheter-related bloodstream infections in a pediatric intensive care unit. *Intensive Care Med* 37(4):678–685
 95. Costello JM, Morrow DF, Graham DA, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC (2008) Systematic intervention to reduce central line-associated bloodstream infection rates in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatrics* 121(5):915–923
 96. Simpson CD, Hawes J, James AG, Lee KS (2014) Use of bundled interventions, including a checklist to promote compliance with aseptic technique, to reduce catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Paediatr Child Health* 19(4):e20–e23
 97. Dixon-Woods M, Bosk CL, Aveling EL, Goeschel CA, Pronovost PJ (2011) Explaining Michigan: developing an ex post theory of a quality improvement program. *Milbank Q* 89(2):167–205
 98. Smith JS, Kirksey KM, Becker H, Brown A (2011) Autonomy and Self-efficacy as Influencing Factors in Nurses' Behavioral Intention to Disinfect Needleless Intravenous Systems. *J Infus Nurs* 34(3):193–200
 99. Edwards R, Charani E, Sevdalis N et al. (2012) Optimisation of infection prevention and control in acute health care by use of behaviour change: a systematic review. *Lancet Infect Dis* 12(4):318–329
 100. Labeau S, Vandijck D, Rello J et al. (2008) Evidence-based guidelines for the prevention of ventilator-associated pneumonia: results of a knowledge test among European intensive care nurses. *J Hosp Infect* 70(2):180–185
 101. Huang GC, Newman LR, Schwartzstein RM et al. (2009) Procedural competence in internal medicine residents: validity of a central venous catheter insertion assessment instrument. *Acad Med* 84(8):1127–1134
 102. Hansen S, Schwab F, Behnke M, Gastmeier P, und das PROHIBIT Consortium (2014) Prävention zentraler Gefäßkatheter-assoziiierter Infektionen: Organisationskulturelle Aspekte in deutschen Krankenhäusern. *Hyg Med* 39(7/8):268–273
 103. Hammarskjöld F, Berg S, Hanberger H, Taxbro K, Malmvall BE (2014) Sustained low incidence of central venous catheter-related infections over six years in a Swedish hospital with an active central venous catheter team. *Am J Infect Control* 42(2):122–128
 104. Thom KA, Li S, Custer M et al. (2014) Successful implementation of a unit-based quality nurse to reduce central line-associated bloodstream infections. *Am J Infect Control* 42(2):139–143
 105. Evans LV, Dodge KL (2010) Simulation and patient safety: evaluative checklists for central venous catheter insertion. *Qual Saf Health Care* 19 (Suppl 3):i42–46
 106. Winters BD, Gurses AP, Lehmann H, Sexton JB, Rampersad CJ, Pronovost PJ (2009) Clinical review: checklists – translating evidence into practice. *Crit Care* 13(6):210
 107. Bosk CL, Dixon-Woods M, Goeschel CA, Pronovost PJ (2009) Reality check for checklists. *Lancet* 374(9688):444–445
 108. Seto WH (1995) Staff compliance with infection control practices: application of behavioural sciences. *J Hosp Infect* 30 (Suppl):107–115
 109. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM et al. (2000) Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 132(8):641–648
 110. Saint S, Kowalski CP, Banaszak-Holl J, Forman J, Damschroder L, Krein SL (2009) How active resisters and organizational constipators affect health care-acquired infection prevention efforts. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 35(5):239–246
 111. Rodriguez-Paz JM, Kennedy M, Salas E et al. (2009) Beyond „see one, do one, teach one“: toward a different training paradigm. *Postgrad Med J* 85(1003):244–249
 112. Klaber RE, Lumsden DE, Kingdon C (2015) Shape of Training: the right people with the right skills in the right place. *Arch Dis Child* 100(2):119–120
 113. Moureau N, Lamperti M, Kelly LJ et al. (2013) Evidence-based consensus on the insertion of central venous access devices: definition of minimal requirements for training. *Br J Anaesth* 110(3):347–356
 114. Flodgren G, Conterno LO, Mayhew A, Omar O, Pereira CR, Shepperd S (2013) Interventions to improve professional adherence to guidelines for prevention of device-related infections. *Cochrane Database Syst Rev*(3):CD006559
 115. Coopersmith CM, Rebmann TL, Zack JE et al. (2002) Effect of an education program on decreasing catheter-related bloodstream infections in the surgical intensive care unit. *Crit Care Med* 30(1):59–64
 116. Coopersmith CM, Zack JE, Ward MR et al. (2004) The impact of bedside behavior on catheter-related bacteremia in the intensive care unit. *Arch Surg* 139(2):131–136
 117. Cherry MG, Brown JM, Neal T, Ben Shaw N (2010) What features of educational interventions lead to competence in aseptic insertion and maintenance of CV catheters in acute care? *BEME Guide No. 15. Med Teach* 32(3):198–218
 118. Safdar N, Abad C (2008) Educational interventions for prevention of healthcare-associated infection: a systematic review. *Crit Care Med* 36(3):933–940
 119. Guembe M, Perez-Parra A, Gomez E et al. (2012) Impact on knowledge and practice of an intervention to control catheter infection in the ICU. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 31(10):2799–2808
 120. Comer A, Harris AD, Shardell M et al. (2011) Web-based training improves knowledge about central line bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32(12):1219–1222
 121. McCay AS, Elliott EC, Walden M (2014) Videos in clinical medicine. PICC placement in the neonate. *N Engl J Med* 370(11):e17
 122. Humphreys H, McHugh S, Dimitrov BD, Cowman S, Tierney S, Hill AD (2012) Web-based training to improve knowledge and change practice in preventing healthcare infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 33(6):644–645
 123. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2009) Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. *Bundesgesundheitsbl* 53(9):951–962
 124. Huggett AC (2001) Risk management-an industry approach. *Biomed Environ Sci* 14(1–2):21–29
 125. Ferguson SL (2001) To err is human: strategies for ensuring patient safety and quality when caring for children. *J Pediatr Nurs* 16(6):438–440
 126. Krein SL, Damschroder LJ, Kowalski CP, Forman J, Hofer TP, Saint S (2010) The influence of organizational context on quality improvement and patient safety efforts in infection prevention: a multi-center qualitative study. *Soc Sci Med* 71(9):1692–1701
 127. Mathews SC, Pronovost PJ (2008) Physician autonomy and informed decision making: finding the balance for patient safety and quality. *JAMA* 300(24):2913–2915
 128. LeMaster CH, Hoffart N, Chafe T, Benzer T, Schuur JD (2014) Implementing the central venous catheter infection prevention bundle in the emergency department: experiences among early adopters. *Ann Emerg Med* 63(3):340–350.e1
 129. Pittet D (2004) The Lowbury lecture: behaviour in infection control. *J Hosp Infect* 58(1):1–13
 130. Dhar S, Marchaim D, Tansek R et al. (2014) Contact precautions: more is not necessarily better. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(3):213–221
 131. Umscheid CA, Mitchell MD, Doshi JA, Agarwal R, Williams K, Brennan PJ (2011) Estimating the proportion of healthcare-associated infections that are reasonably preventable and the related mortality and costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32(2):101–114
 132. Weaver SJ, Weeks K, Pham JC, Pronovost PJ (2014) On the CUSP: Stop BSI: evaluating the relationship between central line-associated bloodstream infection rate and patient safety climate profile. *Am J Infect Control* 42(10 Suppl):S203–208
 133. Mah MW, Deshpande S, Rothschild ML (2006) Social marketing: a behavior change technology for infection control. *Am J Infect Control* 34(7):452–457
 134. Hysong SJ, Best RG, Pugh JA (2006) Audit and feedback and clinical practice guideline adherence: making feedback actionable. *Implement Sci* 1:9
 135. Hysong SJ, Teal CR, Khan MJ, Haidet P (2012) Improving quality of care through improved audit and feedback. *Implement Sci* 7:45
 136. Van Rostenberghe H, Short J, Ramli N et al. (2014) A psychologist-led educational intervention results in a sustained reduction in neonatal intensive care unit infections. *Front Pediatr* 2:115
 137. Forman J, Creswell JW, Damschroder L, Kowalski CP, Krein SL (2008) Qualitative research methods: key features and insights gained from use in infection prevention research. *Am J Infect Control* 36(10):764–771
 138. Scheck McAlearney A, Hefner JL, Robbins J, Harrison MI, Garman A (2015) Preventing central line-associated bloodstream infections: a qualitative study of management practices. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36(5):557–563
 139. Lynn J, Baily MA, Bottrell M et al. (2007) The ethics of using quality improvement methods in health care. *Ann Intern Med* 146(9):666–673
 140. Taylor HA, Pronovost PJ, Faden RR, Kass NE, Sugarman J (2010) The ethical review of health care quality improvement initiatives: findings from the field. *Issue Brief (Commonw Fund)* 95:1–12
 141. Miller FG, Emanuel EJ (2008) Quality-improvement research and informed consent. *N Engl J Med* 358(8):765–767
 142. Hofstede GH, Hofstede GJ, Minkov M (2010) Cultures and organization: Software of the mind. Intercultural cooperation and its importance for survival. McGraw-Hill, New York