

Aus dem
CharitéCentrum für diagnostische und präventive Labormedizin
Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Direktorin: Prof. Dr. med. Petra Gastmeier

Habilitationsschrift

Nationale und internationale Netzwerkstudien und deren Nutzen für die Infektionsprävention in deutschen Krankenhäusern

zur Erlangung der Lehrbefähigung
für das Fach Hygiene und Umweltmedizin

vorgelegt dem Fakultätsrat der Medizinischen Fakultät
Charité-Universitätsmedizin Berlin

von

Dr. med. Sonja Hansen, MPH, MSc

Eingereicht: Februar 2017

Dekan: Prof. Dr. med. Axel R. Pries

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Frank Brunkhorst, Jena

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Andreas Widmer, Basel

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Abkürzungen | 3 |
| 1. Einleitung | 4 |
| 1.1. Nosokomiale Infektionen | 4 |
| 1.2. Prävention nosokomialer Infektionen | 5 |
| 1.3. Surveillance in der Hygiene und Infektionsprävention | 7 |
| 1.4. Fragestellung der Arbeit | 8 |
| 2. Eigene Arbeiten | 10 |
| 2.1. Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität auf europäischen Intensivstationen am Beispiel der zentralvenösen Katheter-assoziierten Blutstrominfektion | 10 |
| 2.2. Wirksamkeit einer multizentrischen Intervention zur Reduktion der zentralvenösen Katheter-assoziierten Blutstrominfektion auf deutschen Intensivstationen | 22 |
| 2.3. Prävalenz von Antibiotikaaanwendungen in deutschen Akutkrankenhäusern | 32 |
| 2.4. Allgemeine Struktur- und Prozessqualität der Hygiene in Europa | 41 |
| 2.5. Hygiene und Sicherheitskultur in deutschen Krankenhäusern | 52 |
| 3. Diskussion | 62 |
| 4. Zusammenfassung | 70 |
| 5. Literaturverzeichnis | 72 |
| Danksagung | |
| Erklärung | |

Abkürzungen

| | |
|----------|--|
| AB | Antibiotika |
| ABS | <i>Antibiotic Stewardship</i> |
| ATC5 | <i>Anatomical Therapeutic Chemical Classification of drugs</i> |
| BAP | Beatmungs-assoziierte Pneumonie |
| BK | Blutkultur |
| BSI | Blutstrominfektion |
| BT | Bettentag |
| CDC | <i>Centers for Disease Control and Prevention</i> |
| CDI | <i>Clostridium difficile</i> -assoziierte Infektion |
| CP | Chirurgische Prophylaxe |
| EARS | <i>Antimicrobial Resistance Surveillance in Europe</i> |
| ECDC | <i>European Centre for Disease Prevention and Control</i> |
| ESAC | <i>European Surveillance of Antimicrobial Consumption</i> |
| HAI-Net | <i>Healthcare-associated Infections Surveillance Network</i> |
| HCAI | <i>Healthcare-associated infection</i> |
| HELICS | <i>Hospitals in Europe Link for Infection Control through Surveillance</i> |
| HDM | Händedesinfektionsmittel |
| HWI | Harnwegsinfektion |
| IC | <i>Infection Control</i> |
| IQB | Interquartile Bereich |
| ITS | Intensivstation |
| ISEP | Intervention Sepsis Studie |
| KI | Konfidenzintervall |
| KISS | Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System |
| MP | Medizinische Prophylaxe |
| MRSA | Methicillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i> |
| NNIS | <i>National Nosocomial Infection Surveillance</i> |
| NI | Nosokomiale Infektion |
| NIDEP | Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention Studie |
| NRZ | Nationales Referenzzentrum |
| PAP | Perioperative Prophylaxe |
| PPS | <i>Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use</i> |
| PROHIBIT | <i>Prevention of Hospital Infections by Intervention and Training</i> |
| PT | Patiententage |
| Q1 | 1. Quartil |
| Q3 | 3. Quartil |
| UAW | Infektion der unteren Atemwege |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |
| WI | Wundinfektion |
| ZVK | Zentralvenöser Katheter |

1. Einleitung

1.1. Nosokomiale Infektionen

Infektionen, die im Verlauf einer Krankenhausbehandlung auftreten (nosokomiale Infektionen (NI) oder *Healthcare-associated Infections* (HCAI)) haben aufgrund der erhöhten Morbidität und Mortalität eine große Bedeutung für betroffene Patienten und das Gesundheitssystem [1, 2].

Die Weiterentwicklung der modernen Medizin mit zunehmender Anwendungshäufigkeit invasiver diagnostischer und therapeutischer Verfahren begünstigt die Entstehung von NI, da die Anlage medizinischer Devices (z.B. Katheter, Drainagen) und die konsekutiven Manipulationen zum Eintritt von Erregern in nicht besiedelte Bereiche, wie z.B. Blutsystem, Harnblase oder Liquor führen können. Auch die demographische Entwicklung trägt aufgrund des höheren Alters und der einhergehenden Immunsuppression der zu behandelnden Patienten zu der Entstehung von NI bei.

In Europa treten ungefähr 2,6 Millionen NI-Fälle jährlich auf [3]. Vorrangig handelt es sich hierbei um postoperative Wundinfektionen (WI), Harnwegsinfektionen (HWI), Infektionen der unteren Atemwege (UAW), Gefäßkatheter-assoziierte Blutstrominfektionen (primäre Sepsisfälle) und Gastroenteritiden. Besonders in den letzten Jahren ist die Zahl der mit dem Bakterium *Clostridium difficile*-assoziierten Gastroenteritiden international stark angestiegen [4, 5]. So wurden Anfang der 2000er Jahre in Nordamerika und Europa Transmissionen von *Clostridium difficile* im Rahmen schwerwiegender Ausbrüche beschrieben. Viele Fälle von *Clostridium difficile*-assoziierten Infektionen treten jedoch nicht im Zusammenhang mit Ausbrüchen, sondern bei antibiotischer Behandlung von mit *Clostridium difficile* besiedelten Patienten endemisch auf.

Die Beeinträchtigungen der jährlich in Europa von NI betroffenen Patienten sind einer aktuellen Analyse des European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) nach schwerwiegender als die Einschränkungen der Patienten mit anderen übertragbaren Krankheiten wie z.B. Influenza oder Tuberkulose [3].

In europäischen Akutkrankenhäusern treten jährlich 2,6 Millionen NI Fälle auf [3]. In deutschen Akutkrankenhäusern liegt jährliche Zahl bei circa 400,000 bis 600,000 NI [6].

Die weltweit zunehmenden Antibiotikaresistenzen bei nosokomialen Infektionserregern verstärken seit einigen Jahren die Problematik der NI, da sie die Therapieoptionen bei infizierten Patienten reduzieren und Morbidität, Mortalität und Kosten weiter erhöhen [7, 8]. Für die Prävention der Zunahme resistenter Erreger ist zum einen die Eindämmung der Selektion resistenter Erreger durch einen kritischen Einsatz von Antibiotika (AB) notwendig, zum anderen ist eine konsequente Umsetzung von empfohlenen Hygienemaßnahmen zur Vermeidung von NI und Übertragungen (Transmissionen) von Erregern im Rahmen der Patientenbehandlung von hoher Bedeutung.

1.2. Prävention nosokomialer Infektionen

Für die Empfehlung gezielter Präventionsmaßnahmen ist die genaue Kenntnis der Entstehung von NI inklusive der jeweiligen Risikofaktoren sowie der erregerspezifischen Übertragungswege (Kontaktübertragung, Tröpfchenübertragung, aerogene Übertragung) eine wichtige Voraussetzung.

Die Entstehung der NI erfolgt endogen oder exogen: NI können zum einen durch Erreger – sensibel oder resistent – der patienteneigenen mikrobiologischen Flora, z.B. der Haut, der Atemwege, aus dem Magen-Darm- oder dem Urogenitaltrakt verursacht werden. Besonders bei der Anwendung von Devices, die häufig über eine längere Zeit für diagnostische und/oder therapeutische Zwecke am Patienten verbleiben, können Erreger der patienteneigenen Flora Infektionen in den entsprechenden Bereichen, die sog. endogenen NI, verursachen.

Einige dieser endogenen NI sind durch geeignete Maßnahmen zur Erregerreduktion (z.B. Hautdesinfektion vor Punktionen / Katheteranlagen oder durch Anwendung einer antimikrobiellen Prophylaxe vor bestimmten chirurgischen Eingriffen) vermeidbar. Allerdings sind nicht alle endogenen NI zu verhindern, so dass ein gewisses Risiko für Patienten, eine endogene NI zu entwickeln, verbleibt. Patienteneigene Faktoren, wie immunsupprimierende Medikamente,

Grunderkrankungen oder das Alter erhöhen das Risiko der Entwicklung endogener NI.

Für exogen bedingte NI stellt sich die Situation anders dar: Exogene NI werden per definitionem durch Erreger hervorgerufen, die nicht Teil der patienteneigenen Flora sind. Stattdessen kommen Patienten mit diesen Erregern während eines Krankenhausaufenthaltes in Kontakt (sog. Transmission). Die Übertragung von nosokomialen Infektionserregern erfolgt am häufigsten durch die Hände des klinischen Personals sowie durch Medizinprodukte oder Gegenstände im nahen Patientenumfeld und nur sehr selten über die Umwelt (z.B. durch Wasser oder Luft). Somit sind alle exogenen Infektionen grundsätzlich durch das Wissen um die spezifischen Übertragungswege und die Transmissibilität der Erreger mit einer konsequenten Einhaltung der Hygienemaßnahmen vermeidbar. Auch für exogene NI ist das Risiko bei immunsupprimierten Patienten besonders hoch. Jedoch können auch nicht immunsupprimierte Patienten schwerwiegende exogene Infektionen entwickeln, z.B. eine Sepsis bei Eintrag von Erregern in das Blutssystem.

Durch eine verstärkte Umsetzung von Hygienemaßnahmen im Rahmen von Präventionsprogrammen konnten in verschiedenen Studien - je nach der Art der NI, nach Art des klinischen Bereichs und der NI-Ausgangsrate - Reduktionen von 10% bis 70% der NI gezeigt werden [9].

Für die Situation in deutschen Krankenhäusern ist davon auszugehen, dass bei einer hohen Compliance durch Präventionsmaßnahmen ca. 80,000 bis 180,000 NI jährlich vermeidbar sind [10].

Die konsequente Umsetzung von Präventionsmaßnahmen von NI ist somit ein wichtiger Beitrag zur Patientensicherheit im gesamten Gesundheitssystem.

Verschiedene nationale und internationale Institutionen empfehlen in ihren Richtlinien konkrete evidenzbasierte Maßnahmen zur Prävention der Erregertransmission und der Entwicklung von NI; die Richtlinien werden jedoch nicht in allen Bereichen des Gesundheitswesens in vollem Umfang umgesetzt [11, 12].

Neben unterschiedlichen bereichs- und infektionsspezifischen Hygieneempfehlungen gibt es eine Vielzahl von allgemeinen Maßnahmen, die Erregerübertragungen und NI im Gesundheitssystem vermeiden können. Hierzu zählen z.B. Mitarbeiterschulungen, eine konsequente Händehygiene, der kritische Einsatz von Antibiotika und eine strenge Indikationsstellung für Devices sowie die Durchführung einer Surveillance.

1.3 Surveillance in der Hygiene und Infektionsprävention

Durch eine Surveillance, definiert als „...die fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation von Gesundheitsdaten, die für die Planung, Einführung und Evaluation von medizinischen Maßnahmen notwendig sind sowie die dazugehörige Übermittlung der Daten an diejenigen, die diese Informationen benötigen...“ [13], können Auffälligkeiten in der Häufigkeit von NI oder resistenten Erregern identifiziert und im klinischen Kontext erörtert werden. Mögliche Lücken in der Umsetzung von Hygieneempfehlungen können somit erkannt und durch die verstärkte Implementierung von Präventionsmaßnahmen behoben werden. Insbesondere bei der Durchführung einer Surveillance in einem Netzwerk können durch einen externen Vergleich mit den NI-Raten anderer Teilnehmer durch ein externes Benchmarking Problembereiche sichtbar werden, die im zeitlichen Vergleich ausschließlich eigener Daten nicht erkennbar sind.

Die Wirksamkeit einer NI-Surveillance wurde in der Literatur wiederholt beschrieben [14 - 16], wobei vor allem die Qualität des Feedbacks der Daten einen hohen Einfluss auf den Rückgang von NI hatte [17 - 19]. Im Rahmen des Feedbacks der Daten und einer gemeinsamen Erörterung von Hygienikern und klinisch tätigen Kollegen können geeignete Lösungen gefunden und ihre Implementierung geplant und umgesetzt werden.

In Deutschland wurde Ende der 1990er Jahre das Krankenhausinfektions-surveillancesystem KISS in Anlehnung an das in den 1970er Jahren von den US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) initiierte *National Nosocomial Infection Surveillance System* (NNIS System) gegründet [20, 21]. Dadurch wurde durch das Nationale Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ) auch für deutsche Krankenhäuser die Basis für eine standardisierte NI-Erfassung mit einheitlichen epidemiologischen Definitionen geschaffen.

Seit dem Beginn von KISS hat sich sowohl die Anzahl der angebotenen Module als auch die Zahl der teilnehmenden Krankenhäuser und ambulanten Einrichtungen stetig erhöht. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Häufigkeit antibiotika-resistenter Infektionserreger wurden im Verlauf zusätzliche Module für eine

standardisierte Erfassung von resistenten Erregern und Antibiotikaverbrauchsdaten in das KISS integriert [22, 23].

Neben der Generierung von nationalen Referenzdaten ergibt sich durch das KISS-Netzwerk auch die Möglichkeit, hygienerelevante Themen in Erhebungen zur Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität zu analysieren [24 - 26]. Auch für epidemiologische Analysen hinsichtlich der Häufigkeit von NI oder Erregern konnten die Daten des KISS erfolgreich ausgewertet werden [27, 28].

Seit den 1980er Jahren existieren auch in anderen europäischen Ländern nationale Surveillance-Netzwerke. Viele Länder bildeten ihre Surveillance-Netzwerke ebenfalls auf der Basis der Methode des US-amerikanischen NNIS Systems, andere wichen davon ab und entwickelten Surveillancesysteme, die ihre eigene diagnostische Praxis besser berücksichtigten [29]. Den Ländern, deren Vorgehen der Methode des CDC entsprach, war in den Folgejahren ein Vergleich von Infektionsraten möglich [30 - 32]. Die vergleichenden Analysen gaben den beteiligten Netzwerken die Möglichkeit, Unterschiede in den Surveillancesystemen aufzuzeigen, ihre Expertise hinsichtlich Surveillance und Infektionsprävention auszutauschen und weitere Länder zu einer nationalen Surveillance zu bewegen.

Dieser Austausch von methodischem Wissen und erhobenen Daten erlangte in den letzten Jahren aufgrund des Auftretens neuer Infektionserreger und neuer Resistenzen nosokomialer Infektionserreger eine zunehmende Bedeutung.

1.4 Fragestellung der Arbeit

Für die Verbesserung der Infektionsprävention im Gesundheitswesen ist eine konsequente Umsetzung von evidenzbasierten Hygienemaßnahmen essentiell.

Die Formulierung von Empfehlungen für eine Steigerung dieser Umsetzung setzt voraus, die Lücken in der Compliance mit Präventionsmaßnahmen zu identifizieren. Zusätzlich ist es jedoch auch wichtig, die Strukturen für Infektionsprävention und Hygiene in Krankenhäusern zu analysieren, um in diesem Bereich Defizite benennen zu können.

Ein internationaler Vergleich der Daten ermöglicht darüber hinaus, variierende Infektions-, Resistenz- und Complianceraten für ein externes Benchmarking zu nutzen und im Folgenden Compliance fördernde und nicht-fördernde Faktoren zu ermitteln.

Die Beantwortung der Fragen nach

- Unterschieden in der Häufigkeit von NI in Europa
- Unterschieden in der Anwendung von AB in Europa
- Unterschieden in der Prozess- und Strukturqualität in Europa
- der Wirksamkeit von Interventionen zur Reduktion von NI
- fördernden Faktoren oder Barrieren für die Umsetzung von Hygienemaßnahmen

ist somit die Basis für weitere Empfehlungen in der Infektionsprävention auf nationaler und Krankenhaus Ebene.

Im Folgenden werden ausgewählte Studien im Rahmen des nationalen Netzwerkes KISS sowie mehrerer europäischer Netzwerke in Bezug auf die oben genannten Fragestellungen vorgestellt.

2. Eigene Arbeiten

2.1 Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität auf europäischen Intensivstationen am Beispiel der zentralvenösen Katheter-assoziierten Blutstrominfektion

S. Hansen, F. Schwab, M. Behnke, H. Carsauw, P. Heczko, I. Klavs, O. Lyytikainen, M. Palomar, I. Riesenfeld Orn, A. Savey, E. Szilagy, R. Valinteliene, J. Fabry, P. Gastmeier. National influences on catheter-associated bloodstream infection rates: practices among national surveillance networks participating in the European HELICS project. *Journal of Hospital Infection* 2009; 71: 66-73.

Die Zusammenführung der nationalen Surveillance-Aktivitäten in Europa war ein Schwerpunkt des 1994 initiierten *Hospitals in Europe Link for Infection Control through Surveillance* (HELICS) Projekts, welches die Europäische Kommission förderte, um Surveillance als Maßnahme zur Erkennung und Prävention von NI weiter zu entwickeln.

Zudem sollten der Austausch zwischen den nationalen Netzwerken unterstützt und mit Hilfe eines einheitlichen Surveillanceprotokolls ein europäischer Datensatz über NI etabliert werden [33-35].

Neben einer einheitlichen Datenerfassung bieten internationale Netzwerke die Möglichkeit der gemeinsamen Datenanalyse z.B. zur Bestimmung von Risikofaktoren für NI. In diesen Analysen kann nicht nur eine große Anzahl von Krankenhäusern eingeschlossen werden, sondern auch die hohe Varianz an Struktur- und Prozessparametern genutzt werden, um fördernde und eindämmende Faktoren von NI zu bestimmen. So wurde 2004 innerhalb des HELICS-Netzwerks durch das Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Charité-Universitätsmedizin Berlin eine Assoziationsanalyse von Struktur-, Prozess- und Ergebnisparameter hinsichtlich der Prävention der zentralvenösen Katheter (ZVK)-assoziierten Blutstrominfektion (BSI) auf europäischen ITS durchgeführt. Die ZVK-assoziierte BSI ist ein ernst zu nehmendes Problem in der Intensivmedizin und ihre Konsequenzen eine Herausforderung für alle Krankenhäuser [36]. Die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung der Kontamination von Kathetern ist unbedingt

notwendig. Dies gilt für die Katheteranlage in gleicher Weise wie für die Nutzung des liegenden Katheters.

Ausgewählte Parameter wurden im Jahr 2004 anhand eines innerhalb des HELICS-Netzwerkes vorgestellten und diskutierten Fragebogens mit Fragen zu Art und Größe der ITS, der Methodik der Surveillance sowie der Anlage und des Managements von ZVK erhoben. Zusätzlich wurden für jede teilnehmende Station die ZVK-assoziierte BSI Rate der Jahre 2003 und 2004 nach standardisierten, auf Blutkulturen und klinischen Symptomen basierenden Kriterien erhoben. Die Leiter der teilnehmenden europäischen Surveillance-Netzwerke übersetzten den Fragebogen und luden Krankenhäuser ihres Landes zur Teilnahme ein. Nach einer Plausibilitätsprüfung und Validierung aller Daten wurden univariate und multivariate Risikofaktorenanalysen durchgeführt. Als *outcome* wurde eine ZVK-assoziierte BSI Rate oberhalb der 75. Perzentile aller ITS definiert.

Insgesamt beteiligten sich 526 ITS aus 10 Ländern (Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Litauen, Polen, Schweden, Slowenien, Spanien und Ungarn). In der deskriptiven Analyse zeigten sich Unterschiede in der Prozessqualität: Neben einer geringen Varianz hinsichtlich des Vorliegens schriftlicher Richtlinien für Anlage und Management der zentralvenösen Katheter zeigten sich größere Unterschiede in Bezug auf die Anwendung von Barrieremaßnahmen bei der aseptischen Insertion des Katheters und die Wechselfrequenz von Infusionsüberleitsystemen. Auch für die deutschen ITS zeigte sich im Rahmen dieser Erhebung eine Möglichkeit zur weiteren Verbesserung der Compliance mit Präventionsmaßnahmen.

Auffällig war die große Varianz der durchgeführten Blutkulturen (BK) in den teilnehmenden Ländern: Während der Median der BK-Anzahl/1000 Bettentage (BT) bei den teilnehmenden deutschen ITS 55 betrug, lag der Median aller europäischen ITS bei 73 BK/ 1000 BT. Am häufigsten wurden BK in Frankreich und Belgien abgenommen (je 164), gefolgt von Slowenien (108), Finnland (87), Litauen (82) und Spanien (67). Nur in Polen (16) und Schweden (28) lag die BK-Abnahmefrequenz niedriger als auf deutschen ITS.

Daten der ZVK-assoziierten BSI wurden in 5 der 10 Länder erhoben. Insgesamt konnten Daten über 1.383.444 Patiententage, 969.897 ZVK-Tage und 1.935 ZVK-assoziierte BSI Fälle erhoben und analysiert werden. Die ZVK-assoziierte BSI Rate

variierte von 0,93 bis 3,27 ZVK-assoziierten BSI-Fällen / 1000 ZVK-Tagen und lag im Median bei 1,5.

Lediglich zwei Kriterien zeigten sich in der multivariaten Faktorenanalyse als signifikante Risikofaktoren für eine hohe ZVK-assoziierte BSI-Rate: die Universitätsklinik als Krankenhaus der teilnehmenden ITS und das Land (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse hinsichtlich einer hohen Katheter-assoziierten Sepsis Rate (288 Intensivstationen (ITS) in 5 Ländern)

| Merkmal | Odds Ratio (95% Konfidenzintervall) | P-Wert |
|------------------------------|-------------------------------------|--------|
| ITS einer Universitätsklinik | 2,08 (1,02 – 4,25) | 0,045 |
| ITS in Land 2* | 2,34 (0,54 – 10,15) | 0,256 |
| ITS in Land 3* | 12,78 (4,36 – 37,52) | <0,001 |
| ITS in Land 4* | 7,00 (3,53 – 13,88) | <0,001 |
| ITS in Land 5* | 7,16 (2,36 – 21,68) | <0,001 |

*= im Vergleich zu Land 1, welches die niedrigste ZVK-assoziierte Sepsis Rate aufwies

In der univariaten Analyse zeigte sich, dass in dem Land mit der niedrigsten Infektionsrate (Land 1) die Surveillance häufiger durch geschultes Hygienefachpersonal als durch Mitarbeiter der ITS durchgeführt wurde. Die dadurch erhöhte Präsenz der Hygienefachkräfte auf den ITS kann einen förderlichen Faktor für die Compliance mit Präventionsmaßnahmen darstellen; zusätzlich wurden auf den entsprechenden ITS seltener ZVKs routinemäßig gewechselt und Wechsel signifikant seltener mit Hilfe eines Führungsdrahts durchgeführt. Diese Faktoren konnten jedoch nicht in der multivariaten Analyse bestätigt werden. Ebenfalls kein Einfluss konnte für die zwischen den Ländern stark variierende Zahl der abgenommenen BK gezeigt werden.

Länderspezifische kulturelle und rechtliche Faktoren können zu den unterschiedlichen Infektionsraten der Länder beigetragen haben. Am ehesten beruhen die Unterschiede jedoch auf möglichen methodischen Unterschieden in der Durchführung der Erfassung in den einzelnen Ländern. Auch wenn die Surveillance nach einer standardisierter Methodik erfolgt, sollten Varianzen in der Umsetzung

berücksichtigt werden und Infektionsraten verschiedener Länder entsprechend vorsichtig oder erst nach einer Validierung miteinander verglichen werden.

Quelle:

Hansen, S., Schwab, F., Behnke, M., Carsauw, H., Heczko, P., Klavs, I., Lyytikäinen, O., Palomar, M, Riesenfeld-Orn, I., Savey, A., Szilagyi, E., Valinteliene, R., Fabry, J., Gastmeier, P. National influences on catheter-associated bloodstream infection rates: practices among national surveillance networks participating in the European HELICS project, *Journal of Hospital Infection*, 1/2009, 66-73, 71.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2008.07.014>

2.2. Wirksamkeit einer multizentrischen Intervention zur Reduktion der zentralvenösen Katheter-assoziierten Blutstrominfektion auf deutschen Intensivstationen

S. Hansen, F. Schwab, S. Schneider, D. Sohr, P. Gastmeier, C. Geffers. 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. *Journal of Hospital Infection*. 2014; 87: 220-226.

Um das Risiko einer Gefäßkatheter-assoziierten BSI für die betroffenen, häufig immunsupprimierten Patienten zu minimieren, ist die konsequente Umsetzung infektionspräventiver Maßnahmen notwendig. Zusätzlich zu der HELICS-Studie zeigte eine weitere Erhebung auf ITS des KISS, dass evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen nicht immer in vollem Umfang umgesetzt werden [24]. Die Bedeutung der Surveillance als Maßnahme zur Identifizierung von Lücken in der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen wurde bereits mehrfach beschrieben. Auch für die am KISS teilnehmenden Stationen konnte wiederholt eine Reduktion von Infektionsraten während der Teilnahme am KISS nachgewiesen werden [37]. In welchem Umfang ITS die Umsetzung von Präventionsmaßnahmen und ihre ZVK-assoziierte BSI Rate zusätzlich zur Durchführung einer Surveillance senken können, wurde in der „Intervention Sepsis“ (ISEP) Studie untersucht. Intensivstationen mit einer ZVK-assoziierten BSI-Rate oberhalb des Medians der Referenzdaten des KISS wurden eingeladen, ein standardisiertes, evidenzbasiertes multimodales Schulungsprogramm zur Sepsisprävention (sog. *bundle*) über 12 Monate (04/2007–03/2008) umzusetzen. Die Schulungsmaterialien wurden vom NRZ erstellt und umfassten eine modifizierbare PowerPointDatei für Fortbildungsvorträge, ein Skript für alle Mitarbeiter und verschiedene Poster zur Sepsisprävention.

Entsprechend dem *Train-the-Trainer*-Prinzip wurden die Inhalte der Intervention allen teilnehmenden ITS während eines eintägigen Einführungskurses vorgestellt.

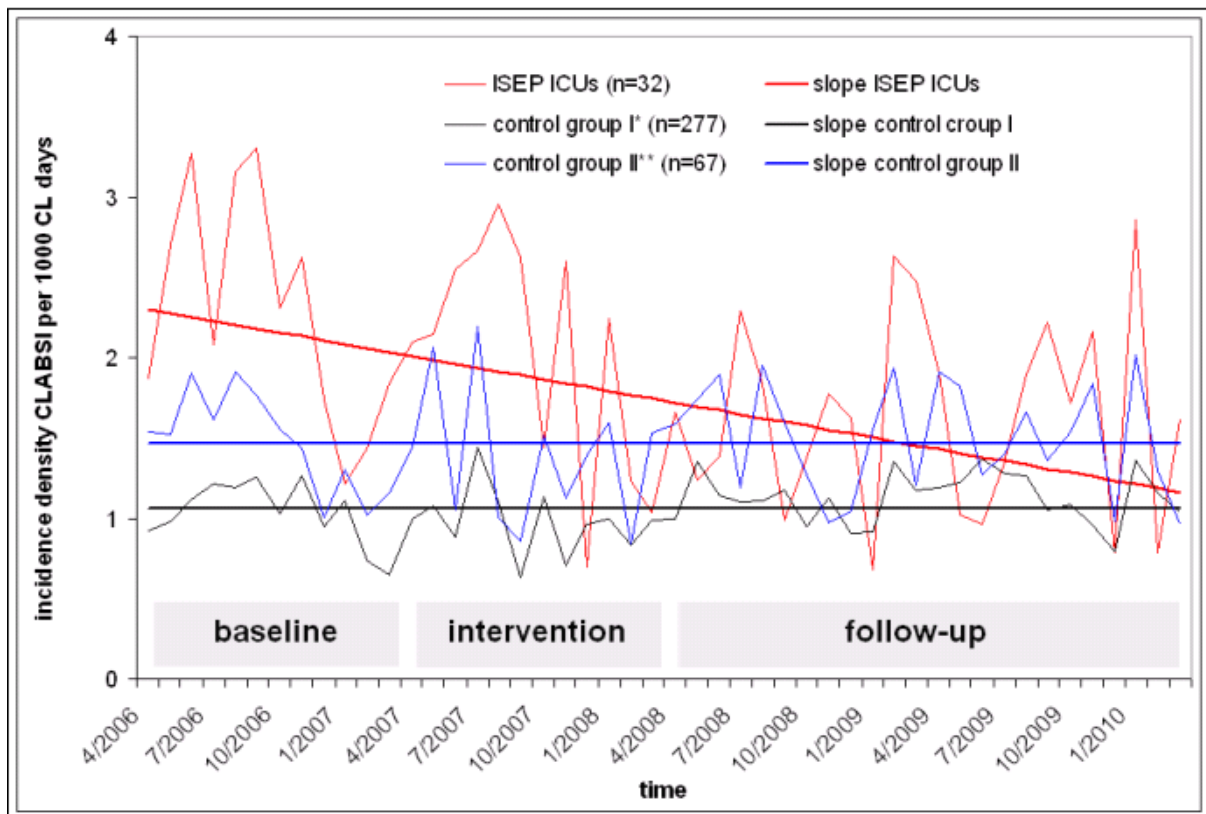
Relevante Prozessparameter und die ZVK-assoziierte BSI-Rate wurden zu Beginn und zum Ende sowie nach einer 24-monatigen Nachbeobachtung erhoben und im mit Hilfe einer *time series analysis* ausgewertet. Der Verlauf der ZVK-assoziierten BSI wurde mit dem Verlauf der Rate zweier Kontrollgruppen verglichen.

Insgesamt führten 32 ITS die Intervention durch und schulten insgesamt 1622 Mitarbeiter (47 im Median) zur Sepsisprävention.

Zum Ende der Intervention wurden von den teilnehmenden ITS für einige Prozesse Veränderungen beschrieben. Zum Beispiel erfolgte die Katheteranlage häufiger im Sinne eines strukturierten Vorgehens mit fertigen Anlagesets (72% vs. 52%). Ebenso wurden die Hände vor Katheteranlage oder Manipulation häufiger desinfiziert (34% vs. 16%) und Katheterkonnektions- oder Zuspritzstellen vor Gabe von Parenteralia desinfiziert (31% vs. 19%). Die zu häufigen Wechsel der Überleitsysteme (für wässrige Infusionslösungen) konnten von 27% auf 16% reduziert werden. Ein signifikanter Unterschied war jedoch nur für die empfohlene einmalige Nutzung von Einzeldosenbehältnissen zu beobachten: Während zu Beginn der Intervention noch 72% der ITS angaben, NaCl-Einzeldosenbehältnisse mehrfach zu nutzen, waren es am Ende der Intervention nur noch 32% ($p = 0,011$). Die Ausgangsrate der ZVK-assoziierten BSI (*baseline*) lag bei 2,29 primären BSI-Fällen pro 1000 ZVK-Tagen und sank bereits während der Intervention auf 2,02. Ein signifikanter Rückgang der Rate um 28% zeigte sich während der Nach-beobachtungsphase (1,64).

In einer Zeitreihenanalyse wurde die Assoziation der monatlichen ZVK-assoziierten BSI-Rate und der Intervention, der Zeit und definierten Störgrößen (z.B. Liegedauer, Device-Anwendungsrate, Art und Größe der ITS, Teilnahmedauer am KISS, Jahreszeit „Sommer“) berechnet. Die Analyse zeigte einen Rückgang der ZVK-assoziierten BSI-Rate um 1,1% pro Monat. Für beide Kontrollgruppen (I und II) war kein entsprechender Rückgang erkennbar (siehe Abbildung 1).

Ein Rückgang der Inzidenzdichte war jedoch auch bereits vor Beginn der Intervention für die beteiligten ITS nachweisbar. Dies lässt sich am ehesten damit erklären, dass sich die Stationen bereits während der Phase der Studienvorbereitung (Einladung, Einführungskurs) vor Studienbeginn mit der Problematik erhöhter Sepsisraten und möglichen Lösungen in ihrem Bereich auseinander gesetzt haben. Zudem wurde neben anderen Studien 2006 eine multizentrische Studie zur Sepsisprävention von Pronovost et al. publiziert, die ebenfalls einige Stationen hinsichtlich ihrer Compliance mit Präventionsmaßnahmen beeinflusst haben kann [38].



CL, Central line ; CLABSI, Central line-associated bloodstream infections; ISEP, Intervention Sepsis

* ICUs in KISS who started participation in KISS in 2005 or earlier and did not participate in the ISEP study

** KISS ICUs who started participation in KISS in 2005 or earlier and showed a CLABSI rate above the median during the selection period but refused the invitation for participation in the ISEP study

Abbildung 1: Entwicklung der gepoolten ZVK-assoziierten Sepsisrate der Interventionsstationen im Vergleich zu den beiden Kontrollgruppen des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems KISS

Quelle:

Hansen, S., Schwab, F., Schneider, S., Sohr, D., Gastmeier, P., Geffers, C. 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, *Journal of Hospital Infection*, 8/2014, 220-226, 87(4).
<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2014.04.010>

2.3. Umsetzung der europäischen Erhebung der Prävalenz von Antibiotikaawendungen in deutschen Akutkrankenhäusern

S. Hansen, D. Sohr, B. Piening, L. Pena Diaz, A. Gropmann, R. Leistner, E. Meyer, P. Gastmeier, M. Behnke. Antibiotic usage in German hospitals: results of the second national prevalence study. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 2013; 68: 2934-2939.

Für die Vermeidung der zunehmenden Selektion von antibiotikaresistenten Infektionserregern ist die kontrollierte und angemessene Anwendung von Antibiotika (*Antibiotic Stewardship* (ABS)) im Gesundheitswesen eine wichtige Maßnahme. Die Erhebung von Antibiotikaverbrauchs- und Antibiotikaresistenzdaten ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung und Umsetzung von ABS-Programmen. Bereits in den 2000er Jahren bot das *European Surveillance of Antimicrobial Consumption* (ESAC) Projekt eine standardisierte Methode, um Häufigkeit und Qualität von Antibiotikagaben in europäischen Krankenhäusern zu erheben [39]. Deutsche Krankenhäuser waren an den ESAC Erhebungen nicht beteiligt, sie hatten jedoch 2011 die Gelegenheit im Rahmen des ersten europäischen *Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use* (PPS) neben Daten der Häufigkeit von NI auch Daten zum Antibiotikagebrauch zu erheben und nationale und europäische Daten für einen Vergleich zu nutzen. Die Erhebung war nach der deutschlandweiten „Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention“ (NIDEP) Studie (1994) [40] die zweite Analyse des Antibiotikagebrauchs auf nationaler Ebene, wobei die aktuelle Erhebung noch um zusätzliche Faktoren zur Indikation und Dokumentation von Antibiotikagaben erweitert war.

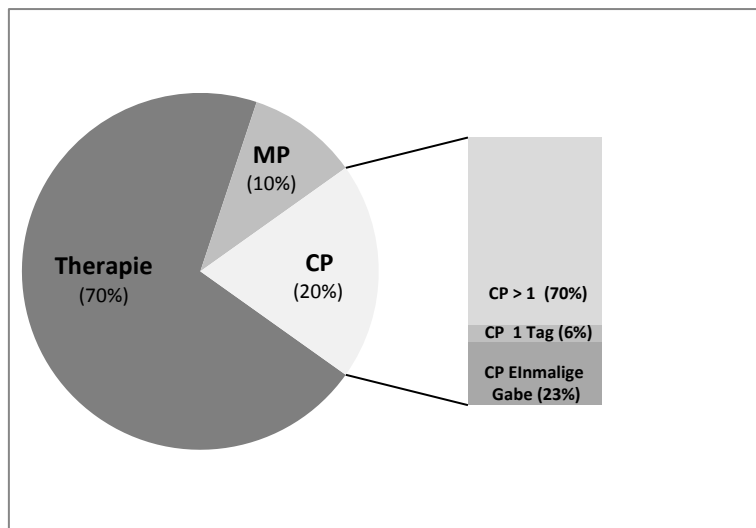
Die Planung und Umsetzung der PPS für deutsche Krankenhäuser erfolgte durch das NRZ nach einer zweitägigen Einführung durch den europäischen Koordinator ECDC. In darauffolgenden eintägigen Studientreffen wurde das Hygienefachpersonal a.) einer repräsentativen Stichprobe (n=46) und b.) anderer interessierter Krankenhäuser (n=86) hinsichtlich der Methodik durch das NRZ geschult. Die Erhebung der Antibiotikagaben erfolgte im September und Oktober 2011 auf Basis der *Anatomical Therapeutic Chemical Classification of drugs* (ATC5) Kodierung der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Alle durch das Hygienefachpersonal der

teilnehmenden Krankenhäuser erhobenen Daten wurden vom NRZ auf ihre Plausibilität geprüft und von den Teilnehmern validiert.

Die Auswertung der Daten von 41 539 Patienten in 132 Krankenhäusern zeigte, dass 25,5% (95% Konfidenzintervall (KI_{95%}) 24,5% - 26,6%) der Patienten am Untersuchungstag mindestens ein Antibiotikum erhielten. Dieser Wert unterschied sich leicht von der Prävalenz in der repräsentativen Stichprobe (23,3%, (95% KI 21,3%-25,5%)), der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Innerhalb der verschiedenen Fachrichtungen war die Prävalenz von Antibiotikagaben in chirurgischen Fachdisziplinen mit 29,8% am höchsten, gefolgt von Abteilungen der Inneren Medizin (28,1%) und der Pädiatrie (23,9%).

Der größte Anteil der Antibiotikagaben (70%) wurde im Rahmen von Behandlungen einer Infektion verabreicht. In 30% der Fälle erhielten die Patienten Antibiotika zur Prophylaxe, vorrangig in Zusammenhang mit einer Operation. Die chirurgische (perioperative) Prophylaxe (CP) erfolgte in der überwiegenden Mehrzahl länger als einen Tag (Abbildung 2).



MP= Medizinische Prophylaxe

CP= Chirurgische (perioperative) Prophylaxe

Abbildung 2: Indikationen für Antibiotikagaben in 132 deutschen Krankenhäusern 2011

Die am häufigsten verwendeten Antibiotika waren Cefuroxim (14,3%), Ciprofloxacin (9,8%), Ceftriaxon (7,5%) und Metronidazol (5,3%), wobei der hohe Gebrauch von Cephalosporinen der 2. Generation vorrangig durch die Verwendung für die CP bedingt war.

Die antibiotische Behandlung von Infektionen erfolgte -soweit beurteilbar- entsprechend den nationalen Leitlinien. Jedoch zeigten die hohe Gabe von Breitbandantibiotika, die überwiegend prolongierten postoperativen Antibiotikagaben und ein großer Anteil nicht dokumentierter Indikationen der Antibiotika, dass das Antibiotikamanagement in deutschen Krankenhäusern weiter verbessert werden kann. In welchem Umfang Krankenhäuser eine Verbesserung des Gebrauchs von Antibiotika bereits als Ziel formuliert haben, wurde in einer weiteren europaweiten Erhebung untersucht [58].

Quelle:

Hansen, S., Sohr, D., Piening, B., Pena Diaz, L., Gropmann, A., Leistner, R., Meyer, E., Gastmeier, P., Behnke, M. Antibiotic usage in German hospitals: results of the second national prevalence study, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 12/2013, 2934-2939, 68.

<https://doi.org/10.1093/jac/dkt292>

2.4. Allgemeine Struktur- und Prozessqualität der Hygiene in Europa

S. Hansen, W. Zingg, R. Ahmad, Y. Kyratsis, M. Behnke, F. Schwab, D. Pittet, P. Gastmeier on behalf of the PROHIBIT study group. Organization of infection control in European hospitals. *Journal of Hospital Infection*. 2015; 91: 338-45.

Im Rahmen des „Prevention of Hospital Infections by Intervention and Training“ (PROHIBIT) Projekts wurde 2010 durch das Institut für Hygiene und Umweltmedizin ein weiteres europäisches Netzwerk zur Verbesserung der Infektionsprävention in Europa initiiert [41]. Stärker als in bisherigen europäischen Erhebungen [12, 13, 42, 44] wurden in diesem Projekt die strukturellen Voraussetzungen für Infektionsprävention auf Krankenhaus- und Stationsebene erfasst und analysiert. In Kooperation mit dem *Healthcare-associated Infections Surveillance* (HAI) Network des *European Centre for Disease Prevention and Control* (ECDC) und Infektiologen, Hygienikern und Gesundheitswissenschaftlern der Universität Genf und des Imperial College London wurde die Methode eines europaweiten quantitativen Surveys erarbeitet. Nationale Koordinatoren wurden zur Teilnahme an zwei Expertentreffen und zur Umsetzung des Surveys in ihren Ländern eingeladen. Schwerpunkt der europaweiten Erhebung waren Faktoren, die zusätzlich zu einer Surveillance und Schulungsprogrammen in den letzten Jahren in der Literatur für die Umsetzung von Präventionsmaßnahmen als förderlich beschrieben wurden. Dies waren vor allem organisationskulturelle Faktoren [44 - 46]. So konnte in verschiedenen Studien der Zusammenhang des Auftretens von Stresssituationen im Krankenhausalltag und organisationskulturellen Aspekten wie „*leadership*“ und „*staff engagement*“ mit dem Wissen, den Einstellungen und Handlungen der klinischen Mitarbeiter im Rahmen der Prävention von Methicillin-resistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA) und Carbapenem-resistenten *Enterobacteriaceae* gezeigt werden [47, 48]. Das Engagement des einzelnen Mitarbeiters und ein die Prävention unterstützendes Arbeitsumfeld wurden von Jarvis als wichtige Voraussetzungen für eine effektive Infektionsprävention im Gesundheitswesen [49] beschrieben. Ein unterstützendes Arbeitsumfeld mit angemessenen Ressourcen, Verantwortlichkeiten und Strukturen wird neben einer Fehlerkultur und der gewünschten Identifizierung, Kommunikation und Behebung von Defiziten in der Patientensicherheit auch von der WHO als wichtiges Merkmal der anzustrebenden Sicherheitskultur im Gesundheitswesen aufgeführt [50].

Mit Hilfe eines interdisziplinären Fragebogens wurden 2011 und 2012 europaweit die Ausprägung hygienerelevanter Strukturen auf der Krankenhaus- und / oder Stationsebene und der Umfang der Umsetzung von Hygienemaßnahmen auf Intensiv- und Nicht-Intensivstationen erfasst. Die Fragen richteten sich an leitendes Hygienefach-, Pflegepersonal und das Krankenhausmanagement.

Im Rahmen des PROHIBIT Surveys beteiligten sich erstmals 24 Länder an einer europäischen Umfrage zum Thema Hygiene. Die Daten von 309 Krankenhäusern wurden zu einem europäischen Referenzdatensatz zusammengefasst und in Bezug auf die europäische Region und die länderspezifischen Ausgaben für das Gesundheitssystem stratifiziert [51, 52].

Die Krankenhäuser wiesen im Median 8 (Interquartilbereich (IQB) 3 - 18) Einzelzimmerbetten pro 100 Akutbetten auf, mit einem höheren Anteil von Einzelzimmern in Nord- und Westeuropa.

Ebenso war der Anteil der Krankenhäuser in Nord- und Westeuropa höher, die das Prinzip der zwischen Hygiene und Stationsbereich verbindenden Pflegekraft (sogenannte *link nurses* oder hygienebeauftragte Pflegekraft) etabliert hatten. Signifikante Unterschiede konnten auch für die personelle Ausstattung mit Hygienefachkräften pro 1000 Betten gezeigt werden (2,6 in Osteuropa und 5,4 in Nordeuropa).

Entsprechend den Angaben des Managements aus 275 (89%) Krankenhäusern wurden in der überwiegenden Mehrheit der Krankenhäuser Hygieneziele formuliert. Diese bezogen sich vorrangig auf Händehygiene und seltener auf Themen wie ABS oder die Prävention spezifischer NI. Die Umsetzung eines ABS Programms war häufiger in Ländern mit Gesundheitsausgaben unterhalb des europäischen Durchschnitts (Median) als Hygieneziel genannt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Hygieneziele der am PROHIBIT Survey teilnehmenden Krankenhäuser, stratifiziert nach europäischen Regionen und länderspezifischen Gesundheitsausgaben

| Parameter | N | Alle Krankenhäuser | | Krankenhäuser stratifiziert nach | | | | | |
|---|-----|--------------------|----|----------------------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------------|---------------------------|
| | | | | Region ^a | | | | Gesundheitsausgaben ^b | |
| | | | | Ost Europa | Nord Europa | Süd Europa | West Europa | ≤ europäischer Mittelwert | > europäischer Mittelwert |
| | | | | N | % | % | | % | |
| Hygieneziele definiert | | | | | | | | | |
| • Krankenhausweit | 275 | 244 | 89 | 93 | 90 | 90 | 80 | 89 | 88 |
| • Für bestimmte Stationen | 275 | 19 | 7 | 4 | 3 | 10 | 11 | 5 | 8 |
| • Nein | 275 | 12 | 4 | 4 | 7 | 0 | 9 | 6 | 3 |
| Hygieneziele | | | | | | | | | |
| • Verbesserung der Händehygiene | 275 | 239 | 87 | 82 | 92 | 91 | 83 | 83 | 90 |
| • Anstieg des HDM Verbrauchs ^c | 275 | 139 | 51 | 48 | 39 | 65 | 46 | 49 | 52 |
| • ABS ^{c,d} | 275 | 181 | 66 | 87 | 81 | 54 | 33 | 82 | 53 |
| • Reduktion von NI ^c | 275 | 230 | 84 | 87 | 86 | 90 | 67 | 85 | 82 |
| ○ Reduktion BSI ^c | 275 | 180 | 65 | 73 | 69 | 68 | 46 | 65 | 66 |
| ○ Reduktion BAP ^{c,d} | 275 | 147 | 53 | 69 | 49 | 53 | 35 | 60 | 48 |
| ○ Reduktion WI ^c | 275 | 183 | 67 | 79 | 66 | 65 | 50 | 71 | 63 |
| ○ Reduktion HWI ^{c,d} | 275 | 133 | 48 | 69 | 37 | 45 | 33 | 60 | 40 |
| ○ Reduktion CDI ^c | 275 | 121 | 44 | 39 | 68 | 35 | 39 | 39 | 48 |
| ○ Reduktion MRSA ^c | 275 | 172 | 63 | 69 | 73 | 63 | 41 | 67 | 59 |

ABS, Antibiotic Stewardship; BAP, Beatmungs-assoziierte Pneumonie; BSI, Blutstrominfektion; CDI, *Clostridium difficile* assoziierte Infektion; HDM, Händedesinfektionsmittel; HWI, Harnwegsinfektion; PROHIBIT, Prevention of Hospital Infections by Intervention and Training; MRSA, Methicillin-resistent *Staphylococcus aureus*; WI, Wundinfektion

^aEuropäische Regionen entsprechend der Gruppierung der Vereinten Nationen (UN) ⁵¹; Ost Europa (n = 88), Nord Europa (n = 73), Süd Europa (n = 83), West Europa (n = 65)

^bNiedrige und hohe Gesundheitsausgaben definiert als Anteil des Bruttonationalprodukts \leq / \geq des Europäischen Durchschnitts in 2010 (9%) ⁵²; niedrige Gesundheitsausgaben (n = 135), hohe Gesundheitsausgaben (n = 174).

^cUnterschiede zwischen UN Regionen $P < 0.05$ (Chi-square).

^dUnterschiede zwischen niedrigen und hohen Gesundheitsausgaben $P < 0.05$ (Chi-square).

In der überwiegenden Mehrheit der Krankenhäuser wurden wiederholte Verletzungen von Hygieneregeln nicht sanktioniert. Auch hier zeigten sich signifikante Unterschiede, die sich jedoch nur auf die Regionen und nicht auf die Ausgaben der Länder für das jeweilige Gesundheitswesen bezogen.

In der weiteren Analyse der Umfrage wurden ausgewählte Parameter zu den Themen Infektionsprävention und Sicherheitskultur in Kooperation mit der Universität Genf und dem Imperial College London in einem „Infection-Control (IC)-Assessment-Tool“ zusammen geführt. Dieses Tool bietet Krankenhäusern die Möglichkeit, hygienerelevante Aspekte der Sicherheitskultur zu erheben und die eigenen Daten mit den Daten anderer Krankenhäuser im Sinne eines externen Benchmarkings vergleichen zu können.

Quelle:

Hansen, S., Zingg, W., Ahmad, R., Kyratsis, Y., Behnke, M., Schwab, F., Pittet, D., Gastmeier, P. on behalf of the PROHIBIT study group. Organization of Infection Control in European hospitals, Journal of Hospital Infection, 12/2015, 268-273, 91(4).

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2015.07.011>

2.5 Hygiene und Sicherheitskultur in deutschen Krankenhäusern

S. Hansen, F. Schwab, A. Gropmann, Michael Behnke, Petra Gastmeier, PROHIBIT Consortium. Hygiene und Sicherheitskultur in deutschen Krankenhäusern. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2016; 59: 908-15.

Für eine stärkere Etablierung von sicherheitskulturellen Strukturen im Gesundheitswesen wurde das auf der Basis des europaweiten PROHIBIT-Surveys „Infection-Control (IC)-Assessment-Tool“ im Jahr 2014 erstmalig den Krankenhäusern des KISS angeboten.

Mithilfe der Angaben zu folgenden Schwerpunkten des Tools konnten Krankenhäuser ihre Rahmenbedingungen für eine effektive Infektionsprävention erfassen und mögliche Defizite identifizieren:

- Hygienerichtlinien und ihre Implementierung
- Unterstützendes Arbeitsumfeld
- Formulierung und Kommunikation von Hygienezielen
- Allgemeine Verantwortung für Infektionsprävention und Hygiene
- Lern- und Fehlerkultur
- Kommunikation mit Patienten und der Öffentlichkeit im Hinblick auf Hygiene

Vierzig Prozent der 1330 eingeladenen Krankenhäuser nahmen an der fragebogenbasierten Erhebung teil und ermöglichten erstmals einen umfangreichen Einblick in die Sicherheitskultur deutscher Krankenhäuser. Das leitende Hygienefachpersonal beantwortete die Fragen auf der Krankenhausebene. Fast alle teilnehmenden Krankenhäuser verfügten über interne Hygienerichtlinien, die überwiegend durch ein multidisziplinäres Team erarbeitet wurden. Vorrangig waren dies Richtlinien zur Vermeidung der Übertragung von und / oder Infektionen mit multiresistenten Erregern und seltener Richtlinien hinsichtlich der Prävention spezifischer Infektionen oder ABS Programmen.

An der Erstellung und Implementierung interner Hygienerichtlinien waren in erster Linie Mitarbeiter der Hygiene und weniger häufig andere Mitarbeiter des Krankenhauses beteiligt (siehe Abbildung 4).

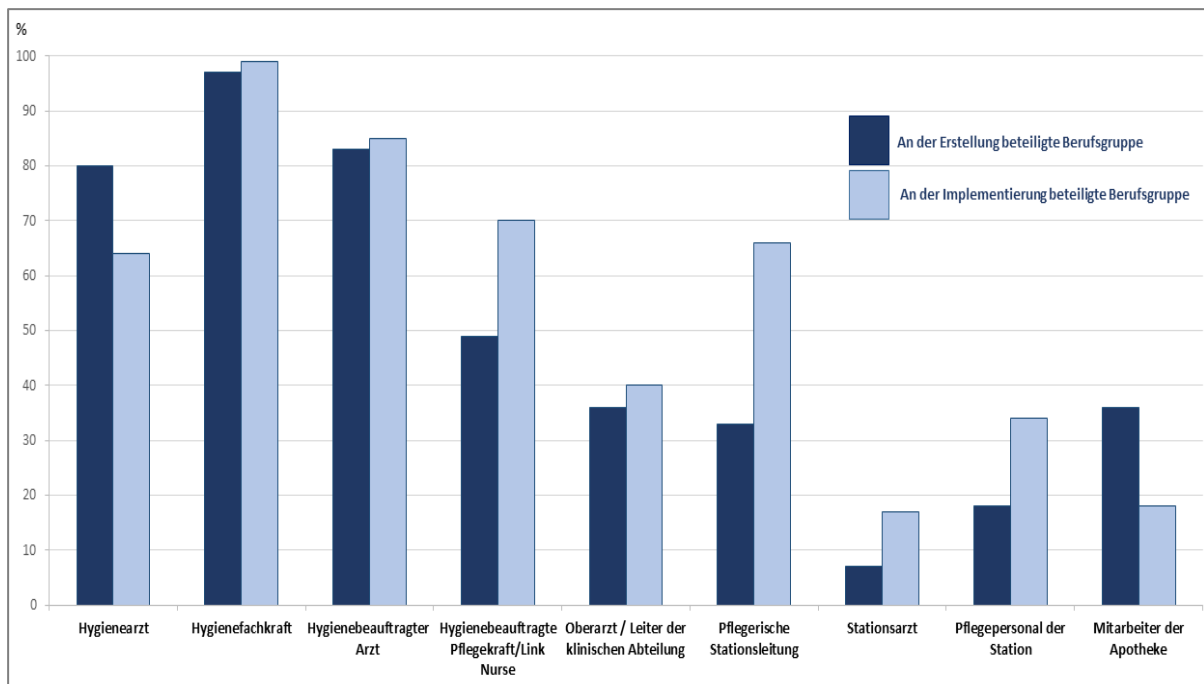


Abbildung 4: An der Erstellung und Implementierung interner Hygienerichtlinien beteiligte Berufsgruppen (in %), aus: Hansen et al. Bundesgesundheitsblatt 2016

Die Formulierung von Hygienezielen wurde von der überwiegenden Mehrheit der Krankenhäuser angegeben (82%), jedoch wurden diese Ziele vorrangig durch die Krankenhaushygiene und nicht durch die Krankenhausleitung festgelegt. Die Bekanntgabe der Hygieneziele erfolgte nur im geringeren Teil durch eine offizielle Kommunikation z. B. im Jahresbericht der Krankenhäuser (34%); häufig wurden die Ziele im Rahmen von Teambesprechungen bekannt gegeben (80%). Für den Fall, dass Ziele nicht erreicht wurden, wurden in 69% der Häuser in den überwiegenden Fällen Maßnahmen umgesetzt, in 27% der Häuser erfolgten Maßnahmen nur „manchmal“ oder „selten“. Die am häufigsten angebotenen Maßnahmen waren Schulungen (94%), gefolgt von Audits (44%). Die Umsetzung von Präventionsmaßnahmen im Sinne einer „guten Praxis“ im Bereich Hygiene wurde in knapp jedem vierten Krankenhaus anerkannt oder belohnt. In der überwiegenden Mehrheit der Krankenhäuser erfolgte keine Anerkennung.

Quelle:

Hansen, S., Schwab, F., Gropmann, A., Behnke, M., Gastmeier, P. und das PROHIBIT Consortium. Hygiene und Sicherheitskultur in deutschen Krankenhäusern. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 07/2016, 908-15, 59(7).

<https://doi.org/10.1007/s00103-016-2373-0>

3. Diskussion

Im Rahmen verschiedener netzwerkbasierter Studien zum Thema Hygiene und Infektionsprävention konnten europaweite Daten zu Struktur-, Prozess- und Ergebnisindikatoren erhoben werden. Diese Daten ermöglichten den beteiligten Krankenhäusern, ihre Situation zu prüfen und mit den Daten anderer Krankenhäuser zu vergleichen. Häufig führt erst ein Vergleich mit anderen nationalen oder internationalen Daten dazu, Unterschiede oder eigene Defizite identifizieren zu können. So zeigte sich zum Beispiel im Rahmen der HELICS-Studie zusätzlich zu Unterschieden im Umsetzungsgrad spezifischer Hygienemaßnahmen, dass auf deutschen ITS die Untersuchung von Blutkulturen (BK) viel seltener erfolgt als in anderen europäischen Ländern. Die Abnahme und Analyse von BK ist die Methode der Wahl zum Nachweis ätiologischer Erreger bei einer Vielzahl infektiöser Erkrankungen. Erst die Identifizierung des Erregers inklusive seiner Antibiotika-Empfindlichkeit erlaubt eine gezielte antibiotische Therapie [54]. Da im Rahmen der Infektionserfassung in KISS bisher davon ausgegangen wurde, dass alle ITS bei Patienten mit Symptomen einer möglichen Infektion in ähnlichem Umfang BK Untersuchungen veranlassen würden und zudem erhobene BSI-Raten auch für das Qualitätsmanagement genutzt werden, wurde mit den Daten des KISS eine Studie zur Häufigkeit von BK-Analysen durchgeführt. In dieser Studie wurde auch die Korrelation zwischen Untersuchungshäufigkeit und der Erfassung der primären BSI untersucht. Hierbei zeigte sich im Median eine Frequenz der analysierten BK von 60/1000 Patiententage (PT) und eine große Variationsbreite von 3,2 bis 680 BK/1000 PT. Ein jeweiliger Anstieg der Blutkultivierungsfrequenz um 100 BK/1000 PT führte zu einem 1,27-fachen Anstieg der Inzidenzdichte der primären Sepsis ($KI_{95\%}$ 1,01–1,26) [55]. In einer weiteren Analyse der KISS-Daten zeigte sich eine Blutkultivierungsfrequenz von 87 BK/1000 PT ($KI_{95\%}$ 54-120) als Schwellenwert, ab dem durch eine Zunahme untersuchter BKs kein weiterer Anstieg der primären Sepsisrate zu erwarten ist [56]. Die Autoren sprachen sich daher für den Fall, dass Daten der primären Sepsis für ein externes Benchmarking genutzt werden, für eine Adjustierung der Infektionsrate entsprechend der untersuchten BK aus. Zusätzlich wurde die Etablierung einer ausreichenden Blutkultur-Abnahmefrequenz als Qualitätsparameter in der Intensivmedizin empfohlen [55].

Auch im Rahmen des europäischen *Antimicrobial Resistance Surveillance in Europe* (EARS) Netzwerk des ECDC zeigte sich in den Jahren 2014/15 für die knapp 20 beteiligten deutschen Krankenhäuser mit 16,3 BK-Paaren/1000 PT eine noch weit unterhalb des ermittelten Schwellenwertes und den nationalen und internationalen Empfehlungen liegende Blutkultur-Abnahmefrequenz [7, 54].

Diese Daten weisen auf ein bestehendes Defizit in der Durchführung einer adäquaten, leitliniengerechten mikrobiologischen Diagnostik der Sepsis und anderer Infektionen in den Krankenhäusern hin.

In einer weiteren Untersuchung im Rahmen von KISS konnte jedoch für die letzten Jahre ein Anstieg der Blutkultur-Abnahmefrequenz auf im Median 115,4 BK Paare/1000 PT (IQB 67,6; 177,4) beobachtet werden (KISS, unveröffentlichte Daten). Der wesentliche Grund hierfür ist in der 2007 zur Verhinderung von Fehlkodierungen initiierten Vorgabe des Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) zu sehen, in der die Kodierrichtlinien zur Abrechnung der Sepsis ausschließlich möglich ist, wenn bei den Patienten zwei BK analysiert wurden [57].

Ein zusätzlicher Einfluss kann auch die verstärkte Vermittlung der Notwendigkeit der mikrobiologischen Diagnostik von BK im Rahmen von ABS-Programmen sein.

Hinsichtlich der Umsetzung von ABS-Programmen zeigte sich jedoch im Rahmen des PROHIBIT-Projekts sowohl für deutsche Krankenhäuser als auch für europäische Krankenhäuser ein Defizit: Während fast alle teilnehmenden Krankenhäuser angaben, dass die Verbesserung der Händehygiene und die Reduktion von Infektionsraten ein formuliertes Hygieneziel ihrer Institution sei, lag der Anteil der europäischen Krankenhäuser, die die Umsetzung des *Antibiotic Stewardship* als Ziel formuliert hatten, bei 66%. In Deutschland lag der Anteil bei nur bei 17% [58]. Entsprechend der Daten der ersten europäischen PPS, die 2011/2012 in Deutschland umgesetzt wurde, zeigte sich die Notwendigkeit eines kritischen AB-Einsatzes für deutsche Krankenhäuser vor allem in den chirurgischen Bereichen: Im Rahmen einer perioperativen Prophylaxe (PAP) erfolgte die AB-Gabe in der überwiegenden Mehrheit der Abteilungen länger als empfohlen. Drei Viertel verabreichten die PAP über mindestens einen Tag. Dieses Ergebnis zeigt ein hohes Reduktionspotential von Antibiotika, was nicht nur zu Kosteneinsparungen, sondern zur Vermeidung der zunehmenden Selektion von Erregern und AB-assoziierten GI und CDI führen würde. Auch für die Dokumentation der Indikation aller AB-Gaben -

als Parameter für die Verschreibungsqualität der AB [39] - zeigte sich ein deutliches Verbesserungspotential.

In einer Vielzahl von internationalen und nationalen Kampagnen, Leitlinien und Projekten werden Maßnahmen zum kritischen Einsatz von AB empfohlen. Auf europäischer Ebene wurden im Rahmen eines ECDC-Projektes konkrete Empfehlungen zur PAP formuliert [59].

Doch nicht immer werden evidenzbasierte Empfehlungen umgesetzt [11, 12, 24]. Defizite in der Compliance mit Maßnahmen zur Prävention von NI auf deutschen ITS wurden 2005 von Vonberg et al. beschrieben, so dass die Autoren weitere qualitätssichernde Fortbildungen empfahlen [24].

In den Folgejahren (2007 und 2008) führte das NRZ – in Anlehnung an das 2006 von Pronovost et al. publizierte Michigan-Projekt [38]- die bereits beschriebene Intervention zur Sepsisprävention (ISEP) Studie in verschiedenen KISS-ITS durch [60]. Im Rahmen der eigenständigen Vermittlung der Fortbildungsinhalte zur Sepsisprävention berichteten einige Teilnehmer auch von einem durch die Intervention verstärkten Engagement der Mitarbeiter hinsichtlich der Wahrnehmung und der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen. Zum Beispiel wurden auf einigen beteiligten ITS regelmäßige Teambesprechungen zum Thema ZVK-assoziierte Sepsis in ungestörter Arbeitsatmosphäre abgehalten und auch außerhalb der ITS tätige Kollegen (z. B. im OP-Bereich und Aufwachraum) in die Schulungen mit einbezogen. Diese ITS hatten nach der Definition von Schein eine Kultur entwickelt oder verstärkt, in der sie ein gemeinsames Vorgehen zur Prävention der nosokomialen BSI definiert und umgesetzt hatten [61]. Die Schaffung einer Kultur des Engagements wurde von der Soziologin Dixon Woods in einer postinterventionellen Analyse des Michigan-Projekts als einer von mehreren Erfolgsfaktoren des Projektes identifiziert [62]. Eine Vielzahl weiterer Studien konnte zeigen, dass Verbesserungen der Compliance mit Hygienemaßnahmen möglich sind [63]. Häufig fokussieren diese Edukationsprogramme jedoch nur auf spezifische Infektionsarten oder auf eine generelle Hygienemaßnahme, wie z.B. der Händedesinfektion. Wünschenswert wäre eine generelle Verbesserung der Compliance mit Hygienemaßnahmen unabhängig von spezifischen und meist zeitlich begrenzten Schulungsprojekten oder Kampagnen. Die Implementierung von Maßnahmen ist in vielen Bereichen (weiterhin) schwierig: Im Rahmen der deutschlandweiten Beantwortung des IC Assessment Tools des PROHIBIT-Projekts

im Jahr 2015 gab ungefähr ein Drittel der Hygienefachkräfte an, dass einige Präventionsmaßnahmen in ihren Krankenhäusern nicht umsetzbar waren. Dies bezog sich vorrangig auf Maßnahmen im Bereich des ABS und die Verbesserung der Händehygiene aber auch auf die Vermeidung spezifischer NI sowie auf die Umsetzung von Isolierungsmaßnahmen. Als mögliche Ursache für die Schwierigkeiten bei der Umsetzung wurde vorrangig ein geringer Personalstand beim pflegerischen und ärztlichen Personal aber auch fehlende klinische Führung angegeben [64].

Die Korrelation eines niedrigen Pflegeschlüssels mit dem Auftreten von NI konnte in mehreren Studien gezeigt werden [65, 66]. Für einen ausreichenden Pflegeschlüssel formulierte die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) 2010 mindestens 0,5 Vollbeschäftigungs-Äquivalente (VB) pro ITS Bett pro Schicht. Dieser Pflegeschlüssel sollte in speziellen Situationen (z.B. hoher Anteil (>60%) an beatmeten Patienten oder Dialysepatienten, Einsatz extrakorporaler Lungenersatzverfahren) auf 1 VB pro ITS Bett pro Schicht angehoben werden [67].

Eine Untersuchung der KISS-Daten 2007 und 2015 zeigte jedoch, dass der Pflegeschlüssel in vielen Krankenhäusern unterhalb dieser Empfehlung liegt und zudem rückläufig ist: Während 2007 noch 0,53 VB pro ITS Bett pro Schicht (IQB 0,44, 0,63) tätig waren, zeigte die erneute Umfrage in KISS in 2015 nur 0,51 VB pro ITS Bett pro Schicht (IQB 0,44, 0,60) [66, 68].

Im europäischen Vergleich konnten die Daten des PROHIBIT-Surveys zeigen, dass die VB pro Patient in deutschen ITS geringer ausfällt als in vielen anderen europäischen Ländern. So betrug die VB pro ITS Bett pro Frühschicht in Ländern wie Schweden oder Irland 1,13 (IQB 0,70; 1,88) bzw. 1,00 (IQB 0,8; 1,00) und auf den beteiligten deutschen ITS nur 0,42 (IQB 0,36; 0,50). Am geringsten war die VB in Ungarn und Bulgarien mit 0,38 (0,28; 0,48) und 0,33 (IQB 0,20; 0,58) pro ITS Bett pro Frühschicht (PROHIBIT, unveröffentlichte Daten).

Zander et al. beschrieben im Rahmen der *Nurse Forecasting: Human Resources Planning in Nursing* (RN4Cast) Studie die Wechselwirkung von Rationierung von Pflegeleistungen mit dem jeweiligen Arbeitsumfeld. Neben der psychosozialen Versorgung zeigte sich auch die besonders für beatmete Patienten wichtige Mundpflege als rationierungsanfällige Pflegetätigkeit, wohingegen Tätigkeiten wie Schmerzmanagement und zeitgerechte Medikation weniger oft rationiert werden. Als

fördernd für die konsequente Ausführung von Pflegetätigkeiten beschrieben die Autoren eine sorgfältige Dokumentation, Organisation und Einteilung der Pflegearbeit, ausreichend Zeit und eine adäquate Personalbesetzung.

Die Autoren empfahlen, rationierungsanfälligeren Pflegetätigkeiten besser in Pflegepläne zu integrieren [69].

Entsprechend der Daten des PROHIBIT-Surveys liegt der Anteil der ITS, auf denen die Mundpflege in festen Intervallen durchgeführt wird mit 88% höher als im europäischen Vergleich (82,5%). Auf 12% der deutschen teilnehmenden ITS erfolgte diese Tätigkeit jedoch nur nach dem individuellen Ermessen des jeweiligen zuständigen Mitarbeiters. Daten für den nicht intensivmedizinischen Bereich wurden nicht erhoben [70].

Die von den deutschen Hygienefachkräften aufgeführte mögliche Barriere der fehlenden klinischen Führung wurde in den vergangenen Jahren vermehrt als ein die Compliance mit Hygienemaßnahmen beeinflussender Faktor (sog. *leadership*) beschrieben [44-48]. *Leadership* - häufig der guten Führung durch das Krankenhausmanagement gleichgesetzt - beschreibt generell gute Führung in verschiedenen Bereichen und verschiedenen Ebenen, z.B. gute Führung in den klinischen Bereichen oder im Bereich der Hygiene oder des Qualitätsmanagements. Saint et al. identifizierten im Zusammenhang mit der Implementierung von Hygienemaßnahmen gute Führung als Schaffung einer Kultur der klinischen Exzellenz und einer guten Kommunikation, Identifizierung und Überwindung von Barrieren, Inspiration der Mitarbeiter und interdisziplinärer Zusammenarbeit. Der Zusammenhang zwischen organisationskulturellen Faktoren und hygienerelevanten Prozessen wurde im Rahmen einer multizentrischen Studie zur Prävention von MRSA von Sinkowitz-Cochran et al beschrieben [47]. Die Autoren erfragten unter anderem die Ausprägung von *hospital leadership* und des Engagements der Mitarbeiter und konnten zeigen, dass höhere Werte hinsichtlich des Engagements und guter Führung unter anderem mit einer besseren HH Compliance einherging [47]. Fan et al. konnten eine Assoziation der Sicherheitskultur und der Entstehung postoperativer Wundinfektionen zeigen. Auch für die Dimensionen *management support for patient safety* und *supervisor/manager expectations and actions promoting safety* konnte ein Einfluss auf einer geringeren Wundinfektionsrate gezeigt werden [72]. Im Rahmen des IC Assessment Tools des

PROHIBIT-Projekts gaben 70% der Befragten an, dass sie sich von der Krankenhausleitung (z.B. Geschäftsführung, Vorstand) bei der Umsetzung einer evidenzbasierten Hygieneempfehlung unterstützt fühlten. Dieser relativ hohe Anteil darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine Unterstützung hinsichtlich der Implementierung von Präventionsmaßnahmen noch weitaus besser sein könnte: In den meisten Fällen erfolgte die Unterstützung lediglich durch die Unterzeichnung von Verfahrensanweisungen oder begleitenden Hinweisen (z. B. Verfahrensregeln) und nur in der Hälfte durch eine aktive Hilfe im Einführungsprozess, die auch die bloße Teilnahme an Schulungs-, Informationsveranstaltungen beinhaltete. Eine mündliche oder schriftliche Motivation erfolgte in einem guten Drittel, doch nur in 15% beinhaltete die Unterstützung Budgetzuweisungen für die Hygiene und Infektionsprävention. Das von Dixon Woods beschriebene Engagement für Prävention ist für eine dauerhafte Umsetzung von Maßnahmen nicht ausreichend und eine unterstützende – möglicherweise Ressourcen benötigende- Struktur, wie z.B. Ausstattung mit Händedesinfektionsmitteldispensern nach WHO-Vorgabe auf Bereichs- und Stationsebene notwendig. Von den über 500 Krankenhäusern, die das IC-Assessment Tool nutzten, sahen nur 32% das Ausmaß der Ressourcen (z.B. Gelder, Personal, Zeit, Schulungen) zur Umsetzung der Ziele im Bereich Infektionsprävention und Hygiene als ausreichend an; 5% empfanden die Ressourcen als großzügig (unveröffentlichte Daten). Auf Leitungsebene gibt es jedoch noch einen weiteren wichtigen Aspekt der Sicherheitskultur: Ärzte und Pflegekräfte in Führungspositionen weisen eine starke Vorbildfunktion in der Durchführung von Präventionsmaßnahmen, z.B. der Händehygiene auf [73]. Diese Vorbildfunktion hinsichtlich der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen wird jedoch nicht immer voll umgesetzt. So zeigten die Daten des PROHIBIT-Surveys, dass nach der Einschätzung des leitenden ITS und nicht ITS-Personals die Chefarzte weniger häufig die Klinikmitarbeiter auf eine nicht durchgeführte Händedesinfektion ansprechen als umgekehrt [74].

In einer weiteren Analyse der europäischen PROHIBIT-Daten zeigte sich, dass Krankenhäuser in *high-income* Ländern [75] und Ländern mit einem nationalen Curriculum oder Programm für das Training von Hygienefachkräften [76] den höchsten Verbrauch an alkoholischem Händedesinfektionsmittel (HDM) pro Patiententag aufwiesen. Als weitere unabhängige Faktoren für einen hohen HDM-Verbrauch konnten Krankenhäuser mit privater Trägerschaft und Universitätskliniken

identifiziert werden. Kulturelle Faktoren, wie die länderspezifischen Dimensionen des nationalen Kultur-Modells nach Hofstede [77] zeigten keinen Einfluss [Manuskript in Vorbereitung].

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Daten der vorliegenden Erhebungen im Rahmen von fragebogenbasierten Surveys gewonnen wurden. Somit ist immer ein Bias hinsichtlich sozial erwünschter Antworten möglich.

Auch die Tatsache, dass überwiegend Krankenhäuser des KISS oder anderer nationaler Surveillance-Netzwerke teilnahmen, ist dahin gehend einzuordnen, dass in diesen Häusern von einem stärker ausgeprägten Hygienebewusstsein auszugehen ist als in anderen nicht teilnehmenden Krankenhäusern.

Die Umsetzung der Erhebungen in nationalen und internationalen Netzwerken bietet jedoch die Chance, einer effektiven Gestaltung und Koordination der Surveys und Datenanalysen. Aufgrund gemeinsamer Ziele können Ressourcen besser genutzt und eine hohe Beteiligung der Krankenhäuser erreicht werden.

Durch eine hohe Teilnahme der eingeladenen Krankenhäuser und Netzwerke in verschiedenen Projekten konnten im Rahmen der beschriebenen Untersuchungen wichtige Punkte zur Verbesserung der Versorgung europäischer Patienten erkannt werden, die auch für deutsche Krankenhäuser relevant sind:

- Für den Vergleich von Infektionsraten sollten wichtige Voraussetzungen zur Infektionserkennung wie bzw. die Häufigkeit durchgeführter Blutkulturen berücksichtigt werden.
- Infektionsraten unterschiedlicher Netzwerke sollten vor einem Vergleich durch eine zusätzliche Infektionserfassung validiert werden.
- Das Risikobewusstsein für NI und die Verantwortung für Hygiene und Infektionsprävention im Gesundheitswesen müssen weiter gesteigert werden.
- Die Umsetzung infektionspräventiver Empfehlungen zur Vermeidung von Selektion resistenter Erreger, Transmission von Erregern und NI sollte weiter gefördert und das pflegerische und ärztliche Personal stärker in die Implementierung der Richtlinien eingebunden werden.
- Hierfür sollten neben Schulungen auch verstärkt Audits genutzt werden, um

den Umsetzungsgrad der Maßnahmen erkennen und weiter verbessern zu können.

- Zusätzlich müssen sicherheitskulturelle Aspekte wie ein unterstützendes Arbeitsumfeld und eine offene Fehler- und Lernkultur stärker als bisher in den Krankenhäusern implementiert und Strukturen für die Umsetzbarkeit von Hygienemaßnahmen geschaffen werden.
- Vor allem die Leitungsebene sollte die Bedeutung des Einflusses guter Führung und der Vorbildfunktion nutzen und die Umsetzung von Hygienemaßnahmen auch mit entsprechenden Ressourcen in den Krankenhäusern weiter stärken.

4. Zusammenfassung

Infektionen, die im Verlauf einer Krankenhausbehandlung auftreten (nosokomiale Infektionen (NI) oder *Healthcare-associated Infections* (HCAI)) haben eine große Bedeutung für betroffene Patienten und das Gesundheitssystem. Die Anwendung invasiver diagnostischer und therapeutischer Verfahren begünstigt die Entstehung der häufigsten NI wie katheterassoziierter Blutstrominfektionen (BSI) und Harnwegsinfektionen, beatmungsassoziierter Infektionen der unteren Atemwege, postoperativer Wundinfektionen und mit dem Bakterium *Clostridium difficile*-assoziierter Gastroenteritiden. Die weltweit zunehmenden Antibiotikaresistenzen bei nosokomialen Infektionserregern verstärken die Problematik der NI, da sie die Therapieoptionen reduzieren und Morbidität, Mortalität und Kosten weiter erhöhen. Für eine Reduktion der jährlich ungefähr 2,6 Millionen NI Fälle in Europa und 400 000 bis 600 000 NI Fälle in deutschen Krankenhäusern ist die Umsetzung von Hygienemaßnahmen von hoher Bedeutung. Neben unterschiedlichen bereichs- und infektionsspezifischen Empfehlungen gibt es eine Vielzahl von allgemeinen Maßnahmen, durch die Erregerübertragungen und NI vermieden werden können. Hierzu zählen z.B. Mitarbeiterschulungen, eine konsequente Händehygiene, der kritische Einsatz von Antibiotika und eine strenge Indikationsstellung für Devices sowie die Durchführung einer Surveillance, durch die Lücken in der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen erkannt und behoben werden können. Insbesondere der Vergleich mit den Daten anderer Teilnehmer hilft, mögliche Problembereiche zu identifizieren, die im alleinigen zeitlichen Vergleich eigener Daten nicht erkennbar gewesen wären. Die seit Ende der 1980er Jahre in Europa etablierten nationalen Surveillancesysteme bieten die Möglichkeit, Infektionsraten und Daten zur Struktur- und Prozessqualität auf nationaler und internationaler Ebene zu analysieren und wissenschaftlich darzustellen. Besonders die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Infektionsprävention ist hilfreich, um mögliche regionale Unterschiede der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen, von NI und Resistenzen in Europa standardisiert zu erfassen und auf dieser Basis Empfehlungen für die Prävention von NI und AB-Resistenzen formulieren zu können.

Mit Hilfe verschiedener Studien im Rahmen des deutschen Netzwerkes KISS sowie anderer europäischer Netzwerke konnten Daten zu europäischen Unterschieden in der Häufigkeit von NI und der Anwendung von Antibiotika sowie in der Prozess- und

Strukturqualität und zur Wirksamkeit von Interventionen zur Reduktion von NI erhoben und analysiert werden. Für den intensivmedizinischen Bereich konnten neben signifikant unterschiedlichen Raten der zentralvenösen Katheter (ZVK)-assoziierten BSI eine große Varianz der durchgeführten Blutkulturen (BK) und Unterschiede in der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen gezeigt werden. Auch für die deutschen Intensivstationen zeigten sich Defizite in der Prävention der ZVK-assoziierten BSI. Für die Anwendung von Antibiotika wurden in deutschen Krankenhäuser Aspekte nachgewiesen, die ebenfalls weiter verbessert werden können. Dass Verbesserungen in der Prävention möglich sind, konnte im Rahmen der multizentrischen Intervention Sepsis (ISEP) Studie gezeigt werden. Wichtige kulturelle Faktoren, die die Durchführung von Hygienemaßnahmen auf Dauer begünstigen -wie zum Beispiel ein unterstützendes Arbeitsumfeld und eine offene Fehler- und Lernkultur- sind jedoch nicht in allen Krankenhäusern vorhanden. Nur selten werden Hygieneziele auf Krankenhausebene formuliert und erkennbar kommuniziert.

Die hohe Teilnahme an den unterschiedlichen Erhebungen zeigt jedoch, dass viele Krankenhäuser an einer weiteren Verbesserung der Infektionsprävention interessiert sind. Hierfür sollten neben allgemeineren hygienerelevanten Themen auch Maßnahmen zur Prävention spezifischer NI und zu ABS-Programmen in die Hygienerichtlinien aufgenommen werden. Zusätzlich sollte das pflegerische und ärztliche Personal stärker in die Implementierung der Empfehlungen eingebunden werden. Krankenhausleitungen sollten konkrete Hygieneziele verstärkt formulieren, diese Ziele effektiv in den Krankenhäusern kommunizieren und das Erreichen der Ziele in den klinischen Bereichen fördern.

5. Literaturverzeichnis

1. Burke JP: Infection control – a problem for patient safety. *N Engl J Med* 2003; 348: 651–6.
2. Arefian H, Hagel S, Heublein S et al.: Extra length of stay and costs because of health care-associated infections at a German university hospital. *Am J Infect Control* 2016; 44: 160-6.
3. Cassini A, Plachouras D, Eckmanns T et al.: Burden of Six Healthcare-Associated Infections on European Population Health: Estimating Incidence-Based Disability-Adjusted Life Years through a Population Prevalence-Based Modelling Study. *PLoS Med* 2016; 18:13:e1002150. doi: 10.1371/journal.pmed.1002150.
4. European Centre for Disease Prevention and Control: Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals. Stockholm: ECDC; 2013.
5. Wiegand PN, Nathwani D, Wilcox MH et al.: Clinical and economic burden of *Clostridium difficile* infection in Europe: a systematic review of healthcare-facility acquired infection. *J Hosp Infect* 2012; 81: 1-14.
6. Gastmeier P, Geffers C: Nosokomiale Infektionen in Deutschland. Wie viele gibt es wirklich? *Dtsch Med Wochenschr* 2008; 133: 1111-5.
7. European Centre for Disease Prevention and Control: Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2014. Annual Report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm: ECDC; 2015.
8. Ammerlaan HS, Harbarth S, Buitung AG et al.: Secular trends in nosocomial bloodstream infections: antibiotic-resistant bacteria increase the total burden of infection. *Clin Infect Dis* 2013; 56: 798-805.
9. Harbarth S, Sax H, Gastmeier P: The preventable proportion of nosocomial infections: an overview of published reports. *J Hosp Infect* 2003; 54: 258-66.
10. Gastmeier P, Brunkhorst F, Schrappe M et al.: How many nosocomial infections are avoidable? *Dtsch Med Wochenschr* 2010; 135: 91–3.

11. Moro ML, Jepsen OB: Infection control practices in intensive care units of 14 European countries. The EURO.NIS Study Group. *Intensive Care Med* 1996; 22: 872-9.
12. Struelens MJ, Wagner D, Bruce J et al.: Status of infection control policies and organisation in European hospitals, 2001: the ARPAC study. *Clin Microbiol Infect* 2006; 12: 729-37.
13. Langmuir AD: The surveillance of communicable diseases of national importance. *N Engl J Med* 1963; 268: 182–92.
14. Haley RW, Culver DH, White JW et al.: The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 182-205.
15. Geubbels EL, Bakker HG, Houtman P et al.: Promoting quality through surveillance of surgical site infections: five prevention success stories. *Am J Infect Control* 2004; 32: 424-30.
16. Gastmeier P, Schwab F, Sohr D et al.: Reproducibility of the surveillance effect to decrease nosocomial infection rates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30: 993-9.
17. Gaynes R, Richards C, Edwards J et al.: Feeding back surveillance data to prevent hospital-acquired infections. *Emerg Infect Dis* 2001; 7: 295-8.
18. Gastmeier P, Sohr D, Schwab F et al.: Ten years of KISS: the most important requirements for success. *J Hosp Infect* 2008; 70 Suppl 1: 11-6.
19. Astagneau P, L'Heriteau F.: Surveillance of surgical-site infections: impact on quality of care and reporting dilemmas. *Curr Opin Infect Dis* 2010; 23: 306-10.
20. Schröder C, Schwab F, Behnke M et al.: KISS: Epidemiology of healthcare associated infections in Germany: Nearly 20 years of surveillance. *Int J Med Microbiol* 2015; 305: 799-806.

21. Horan TC, White JW, Jarvis WR et al.: Nosocomial infection surveillance, 1984. *MMWR CDC Surveill Summ* 1986; 35: 17-29.
22. Chaberny IF, Sohr D, Rüden H et al.: Development of a surveillance system for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in German hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28: 446-52.
23. Meyer E, Jonas D, Schwab F et al.: Design of a surveillance system of antibiotic use and bacterial resistance in German intensive care units. *Infection* 2003; 31: 208-15.
24. Vonberg RP, Groneberg K, Geffers C et al.: Infection control measures in intensive care units. Results of the German Nosocomial Infection Surveillance System (KISS). *Anaesthesist* 2005; 54: 975–8.
25. Brandt C, Hott U, Sohr D et al.: Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Ann Surg* 2008; 248: 695-700.
26. Maechler F, Schwab F, Geffers C et al.: Antibiotic stewardship in Germany: a cross-sectional questionnaire survey of 355 intensive care units. *Infection* 2014; 42: 119-25.
27. Meyer E., Schröder C, Gastmeier P et al.: The reduction of nosocomial MRSA infection in Germany: an analysis of data from the Hospital Infection Surveillance System (KISS) between 2007 and 2012. *Dtsch Arztebl Int* 2014; 111: 331-6.
28. Meyer E, Schwab F, Jonas D et al.: Temporal changes in bacterial resistance in German intensive care units, 2001-2003: data from the SARI (surveillance of antimicrobial use and antimicrobial resistance in intensive care units) project. *J Hosp Infect* 2005; 60: 348-52.
29. Gastmeier P. European perspective on surveillance. *J Hosp Infect* 2007; 65(S2): 159-64.
30. Mertens R, Van den Berg JM, Veerman-Brenzikofer MLV et al.: International comparison of results of infection surveillance: The Netherlands versus Belgium. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994; 15: 574-80.

31. Coello R, Gastmeier P, De Boer A: Surveillance of hospital-acquired infection in England, Germany, and the Netherlands: Will international comparison of rates be possible? *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001; 22: 393-7.
32. Manniën J, van den Hof S, Brandt C et al.: Comparison of the National Surgical Site Infection surveillance data between The Netherlands and Germany: PREZIES versus KISS. *J Hosp Infect* 2007; 66: 224-31.
33. Suetens C, Savey A, Labeeuw J et al.: The ICU-HELICS programme: towards European surveillance of hospital-acquired infections in intensive care units. *Euro Surveill* 2002; 7: 127-8.
34. Suetens C, Morales I, Savey A et al.: European surveillance of ICU-acquired infections (HELICS-ICU): methods and main results. *J Hosp Infect* 2007; 65 (Suppl 2): 171-3.
35. Wilson J, Ramboerb I, Suetens C: Inter-country comparison of rates of surgical site infection opportunities and limitations. *J Hosp Infect* 2007; 65: 165–70.
36. Valles J, Ferrer R. Bloodstream infection in the ICU. *Infect Dis Clin North Am* 2009; 23: 557-69.
37. Gastmeier P, Schwab F, Sohr D et al.: Reproducibility of the surveillance effect to decrease nosocomial infection rates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30: 993-9.
38. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S et al.: An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006; 355: 2725-32.
39. Zarb P, Amadeo B, Muller A et al.: Identification of targets for quality improvement in antimicrobial prescribing: the web-based ESAC Point Prevalence Survey 2009. *J Antimicrob Chemother* 2011; 66: 443–4.
40. Ruden H, Gastmeier P, Daschner F et al.: Nosocomial infections in Germany. Their epidemiology in old and new Federal Lander. *Dtsch Med Wochenschr* 1996; 121: 1281–7.

41. PROHIBIT. Prevention of Hospital Infections by Intervention and Training.
<https://plone.unige.ch/prohibit> (Zugriff zuletzt 14.12.2016).
42. Beaujean DJ, Weersink AJ, Troelstra A et al.: A pilot study on infection control in 10 randomly selected European hospitals: results of a questionnaire survey. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21: 531-4.
43. Hansen S, Schwab F, Behnke M et al.: National influences on catheter-associated bloodstream infection rates: practices among national surveillance networks participating in the European HELICS project. *J Hosp Infect* 2009; 71: 66-73.
44. Saint S, Kowalski CP, Banaszak-Holl J et al.: The importance of leadership in preventing healthcare-associated infection: results of a multisite qualitative study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010; 31: 901-7.
45. DeBono S, Helling G, Borg MA. Organizational culture and its implications for infection prevention and control in healthcare institutions. *J Hosp Infect* 2014; 86: 1–6.
46. Edwards R, Sevdalis N, Vincent C et al.: Communication strategies in acute health care: evaluation within the context of infection prevention and control. *J Hosp Infect* 2012; 82: 25-9.
47. Sinkowitz-Cochran RL, Burkitt KH, Cuerdon T et al.: The associations between organizational culture and knowledge, attitudes, and practices in a multicenter Veterans Affairs quality improvement initiative to prevent methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control* 2012; 40: 138-43.
48. Fedorowsky R, Peles-Bortz A, Masarwa S: Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae carriers in acute care hospitals and postacute-care facilities: The effect of organizational culture on staff attitudes, knowledge, practices and infection. *Am J Infect Control* 2015; 43: 935-9.
49. Jarvis WR: The United States approach to strategies in the battle against healthcare-associated infections 2006: transitioning from benchmarking to zero tolerance and clinician accountability. *J Hosp Infect* 2007; 65(S2): 3–9.

50. WHO. World Health Organization.
http://www.who.int/patientsafety/research/online_course/en/ (Zugriff zuletzt 14.12.2016).
51. Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings. New York: United Nations Statistics Division; 2013 (revised 31st October 2013; cited 1st Feb 2015).
<http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm>. (Zugriff zuletzt 14.12.2016).
52. Organisation for Economic Co-operation and Development. Health at a glance: Europe 2012. Health expenditure in relation to GDP. Paris: OECD Publishing; 2012.
53. Hansen, S, Schwab, F, Behnke, M et al.: Umsetzung nationaler Empfehlungen zur Prävention zentraler Gefäßkatheter-assoziiertes Infektionen auf deutschen Intensivstationen. Dtsch med Wochenschr 2013; 138: 1706-10.
54. Seifert H, Abele-Horn M, Fätkenheuer G et al.: Blutkulturdiagnostik: Sepsis, Endokarditis, Katheterinfektionen. In Podbielski A, Herrmann M, Kniehl E, Mauch H, Russmann H (ed), Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MIQ). Elsevier, München, Germany, 2007.
55. Gastmeier P, Schwab F, Behnke M et al.: Wenige Blutkulturproben – wenige Infektionen? Anaesthesist 2011; 60: 902-7.
56. Karch A, Castell S, Schwab F et al.: Proposing an Empirically Justified Reference Threshold for Blood Culture Sampling Rates in Intensive Care Units. J Clin Microbiol 2015; 53: 648-52.
57. DIMDI: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
https://www.dimdi.de/static/de/klassi/faq/icd-10/icd-10-gm/faq_1007.htm (Zugriff zuletzt 14.12.2016).
58. Hansen S, Zingg W, Ahmad R et al.: Organization of infection control in European hospitals. J Hosp Infect 2015; 91: 338-45.

59. European Centre for Disease Prevention and Control: Systematic review and evidence-based guidance on perioperative antibiotic prophylaxis. Stockholm: ECDC; 2013.
60. Hansen S, Schwab F, Schneider S et al.: 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* 2014; 87: 220-6.
61. Schein EH: *Organizational Culture and Leadership*. 3rd Edition. San Francisco 2004.
62. Dixon-Woods M, Bosk CL, Aveling EL et al.: Explaining Michigan: developing an ex post theory of a quality improvement program. *Milbank Q* 2011; 89: 167–205.
63. Safdar N, Abad C: Educational interventions for prevention of healthcare-associated infection: a systematic review. *Crit Care Med* 2008; 36: 933-40.
64. Hansen S, Schwab F, Gropmann A et al.: Hygiene und Sicherheitskultur in deutschen Krankenhäusern. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2016; 59: 908-15.
65. Glance LG, Dick AW, Osler TM et al.: The association between nurse staffing and hospital outcomes in injured patients. *BMC Health Serv Res* 2012; 12: 247.
66. Schwab F, Meyer E, Geffers C et al.: Understaffing, overcrowding, inappropriate nurse: ventilated patient ratio and nosocomial infections: which parameter is the best reflection of deficits? *J Hosp Infect* 2012; 80: 133-9.
67. DIVI. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv und Notfallmedizin. <http://www.divi.de/empfehlungen/intensivmedizin> (Zugriff zuletzt 14.12.2016).
68. Rohde A: *Pflegepersonalausstattung und nosokomiale Infektionen: Aktuelle Studie aus deutschen Intensivstationen*. DGHM Workshop Krankenhaushygiene; Berlin, 22.01.2016.

69. Zander B, Dobler L, Bäuml M et al.: Implizite Rationierung von Pflegeleistungen in deutschen Akutkrankenhäusern – Ergebnisse der internationalen Pflegestudie RN4Cast. *Gesundheitswesen* 2014; 76: 727-34.
70. Hansen S, Zingg W, Schwab F et al.: Overview about what is really done in infection control in Europe, data from 24 countries (PROHIBIT Work Package 3). 23rd European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ECCMID); Berlin, 30.04.2013. S550.
71. Saint S, Kowalski CP, Banaszak-Holl J et al.: The importance of leadership in preventing healthcare-associated infection: results of a multisite qualitative study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010; 31: 901-7.
72. Fan CJ, Pawlik TM, Daniels T et al.: Association of Safety Culture with Surgical Site Infection Outcomes. *J Am Coll Surg* 2016; 222: 122-8.
73. Haessler S, Bhagavan A, Kleppel R et al.: Getting doctors to clean their hands: lead the followers. *BMJ Qual Saf* 2012; 21: 499-502.
74. Hansen S, Zingg W, Schwab F et al.: Do head physicians and frontline workers remind each other of hand hygiene performance? First results of the pan-European PROHIBIT Survey. 23rd European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ECCMID); Berlin, 27.04.2013. Poster 941.
75. <http://data.worldbank.org/about/country-and-lending-groups> (Zugriff zuletzt 21.01.2017).
76. Brusaferrero S, Cookson B, Kalenic S et al.: Training infection control and hospital hygiene professionals in Europe, 2010: agreed core competencies among 33 European countries. *Euro Surveill* 2014; 19: 45-54.
77. Hofstede G, Hofstede GJ, Minkov M: *Cultures and Organizations: Software of the Mind*. Revised and Expanded 3rd Edition. New York: McGraw-Hill USA, 2010.

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Manfred Rehner, Herrn Prof. Nib Soehendra, Herrn Prof. Peter Neuhaus, Frau Prof. Nada Rayes, Herrn Prof. Henning Rüden und Frau Prof. Petra Gastmeier für die wissenschaftliche Ausbildung und Prägung und die umfangreiche Inspiration.

Ich danke meinen Kollegen und Kolleginnen des Instituts für Hygiene und Umweltmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin und Herrn PD Dr. Walter Zingg und Herrn Dr. Carl Suetens für die Unterstützung, Inspiration und konstruktive Zusammenarbeit.

Ich danke Herrn Prof. Henning Rüden und Frau Prof. Petra Gastmeier für die mir mögliche Vereinbarkeit von „Familie und Beruf“.

Ich danke meiner Familie für die Unterstützung dabei.

Erklärung

§ 4 Abs. 3(k) der HabOMed der Charité

Hiermit erkläre ich, dass

- weder früher noch gleichzeitig ein Habilitationsverfahren durchgeführt oder angemeldet wurde,
- die vorgelegte Habilitationsschrift ohne fremde Hilfe verfasst, die beschriebenen Ergebnisse selbst gewonnen sowie die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern/Wissenschaftlerinnen und mit technischen Hilfskräften sowie die verwendete Literatur vollständig in der Habilitationsschrift angegeben wurden,
- mir die geltende Habilitationsordnung bekannt ist.

Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

.....

Datum

.....

Unterschrift