

# Kontrolle von Umgebungsbedingungen in einer Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP)

B. Hornei, M.-Th. Linner, A. Jones

FA HBT: A. Carter, K. Wiese, M. Schick-Leisten, A. Wentzler, U. Haffke, M. Scherrer

E-mail: hbt@dgsv-ev.de

## ■ Vorwort

Der Fachausschuss Hygiene, Bau und Technik (FA HBT) der Deutschen Gesellschaft für Sterilgutversorgung e.V. (DGSV) hat gemeinsam mit dem Vorstand der DGSV e.V. 2016 und 2017 Experten zu Gesprächen eingeladen, um diese Thematik grundsätzlich zu diskutieren.

Beteiligt waren Mikrobiologen aus Hygielaboratorien, Krankenhaushygieniker, Hygienefachkräfte, Leiter von AEMP, Experten aus dem Gebiet der Zertifizierung und als Gast ein Vertreter des RKI.

Danke an die Teilnehmer der „Expertenrunden“!

## ■ Einleitung

Anlass für diese Veröffentlichung sind Anfragen an den Fachausschuss Hygiene, Bau und Technik (FA HBT) über die Notwendigkeit und über Möglichkeiten der Kontrollen der Umgebungsbedingungen. Es gibt Unsicherheiten bzgl. der Methoden der Kontrolle, der zu untersuchenden Positionen, der Häufigkeit von Kontrollen und deren Bewertung. Häufig ist unklar, wer für die Durchführung und Bewertung der Kontrollen zuständig ist. Im Rahmen von Zertifizierungen von Aufbereitungseinheiten für Medizinprodukte (AEMP) wird immer wieder festgestellt, dass eine Kontrolle der Umgebungsbedingungen nicht oder nicht ausreichend erfolgt.

Ziel der Veröffentlichung ist es, Informationen über den Stand des Wissens, bestehende Anforderungen und Erfahrungen von Seiten der Krankenhaushygiene, der Mikrobiologie und Erfahrungen aus Audits darzustellen. Anforderungen an die Luftqualität (mikrobiologisch, physikalisch) und Aspekte des Arbeitsschutzes werden nicht betrachtet.

Sowohl die Betreiber von Aufbereitungseinheiten für Medizinprodukte (AEMP), die Leitungen der AEMP wie auch Krankenhaushygieniker, Hygienefachkräfte und Aufsichtsbehörden sind angesprochen.

## ■ Gibt es Vorgaben zu Umgebungsbedingung in einer AEMP?

„Die Kontamination der Umgebung im Rahmen der Aufbereitung von Medizinprodukten muss soweit wie möglich vermieden werden ...“ gemäß KRINKO/BfArM-Empfehlung „Anforderung an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ [1].

Es wird auch verwiesen auf die KRINKO-Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“ [8]: „Bei der Bewertung des unbelebten Umfeldes (alle den Patienten und das Personal umgebenden Flächen) müssen unter dem Gesichtspunkt von Infektionsrisiken berücksichtigt werden: die ubiquitäre Präsenz von Mikroorganismen und die Persistenz und Infektiosität der Erreger (im unbelebten Umfeld) und deren Übertragungswege sowie die Infektionsdosis ...“. „Sichtbare Verunreinigungen sind für die Beurteilung des Kontaminationszustands von unbelebten Flächen als alleiniges Kriterium

um ungeeignet [8, 9]. Zum Beispiel kann in nicht mehr sichtbaren Verunreinigungen mit Blut eine Hepatitis-B-Viruslast von  $10^2$ – $10^3$  infektiösen Einheiten vorhanden sein [10].“

„Nach Reinigungs- und Desinfektionsverfahren erfolgt, abhängig von den Nutzungsbedingungen, innerhalb von wenigen Stunden eine Rekontamination der Flächen [56, 69, 70, 72], überwiegend zunächst mit wenig infektiionsrelevanten Umweltkeimen [68].“

Die Verpflichtung zum Qualitätsmanagement (QM) ist gesetzlich verankert (SGB V §135a). Ein QM wird unabhängig von der Risikoeinstufung vorausgesetzt; die Aufbereitung soll nach anerkannten Regeln der Technik erfolgen, siehe Verweis auf Normen (KRINKO/BfArM Abschnitt 1) [1].

Die Norm DIN EN ISO 17665-1 für Dampfsterilisation fordert eine Kontrolle der Umgebung, in der das Produkt hergestellt, zusammengesetzt und verpackt wird. Umgebungskontrollen in Bereichen, die Auswirkungen auf die Keimbelastung des Produkts haben, können periodisch sein.

Die Norm DIN EN ISO 13485 für QM-Systeme fordert die Festlegung der Anforderungen an die Arbeitsumgebung sowie die Überwachung, Lenkung und die Festlegung der Anforderungen an mikrobielle und partikuläre Reinheit bei sterilen Produkten und auch Maßnahmen, dass diese Anforderungen aufrechterhalten werden. „Wenn die Bedingungen für die Arbeitsumgebung die Produktqualität beeinträchtigen können, muss die Organisation die Anforderungen an die Arbeitsumgebung dokumentieren und die Verfahren für die Überwachung und Lenkung der Arbeitsumgebung dokumentieren.“

Es sind keine konkreten Vorgaben für AEMP vorhanden, im Gegensatz zum Arzneimittelrecht (Good Manufacturing Practice – GMP)[2]. Die Vorgaben für GMP Klasse D können aber Anhaltswerte liefern.

Bei desinfiziert zur Anwendung kommenden nicht sterilen Medizinprodukten bestehen hohe Anforderungen an Umgebung und Handling, um die Rekontamination zu vermeiden. Diese Maßnahmen müssen sich auf die Aufbereitungsprozesse beziehen und auf nachfolgende Prozesse wie Verpackung, Transport und Lagerung.

Es ist ein „risikobasiertes Hygienekonzept“ erforderlich inkl. der Fehlerbewertung, der Definition von Raumnutzungen und der hygienischen Zuordnung bzgl. Reinheitsanforderungen.

## ■ Umgebung - was ist das?

Alle Oberflächen in einer AEMP – ob belebt (Menschen) oder unbelebt (Raum, Einrichtung, Arbeitsmaterial) sind kontaminiert, eine Übertragung von Partikeln inkl. der Mikroorganismen erfolgt über Kontakte oder durch aerogene Verbreitung.

Eine Steuerung der Umgebungsbedingungen basiert auf der Trennung von Räumen oder Arbeitsbereichen/-zonen in „unrein“ und „rein“, um eine Übertragung von unerwünschten Mikroorganismen oder von sonstigen Kontaminationen wie z.B. Schmutz, Nässe aus dem Reinigungs- und Desinfek-

tionsbereich (R+D Bereich) in den Packbereich und Sterilisationsbereich zu verhindern.

### ■ Überblick über Flächenkategorien in einer AEMP

Flächen unbelebt in Einrichtungen/Räumen und auf Kontaktflächen:

- horizontal oder vertikal
- nass oder trocken
- rau oder glatt
- benutzt oder unbenutzt
- schmutzig
- gereinigt
- desinfiziert

Flächen auf Medizinprodukten (MP) und/oder deren Verpackung:

- kontaminiert („unrein“)
- gereinigt
- desinfiziert
- gepflegt (z.B. geölt)
- gelagert oder bereit gestellt für Aufbereitungsschritte
- unsteril oder sterilisiert

Flächen belebt:

- Hände – Unterarme
- Haare (Kopf/Bart)

Flächen mit Haut-/Handkontakt:

- Bereichskleidung
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- Türklinken
- Arbeitsflächen
- Transportmittel
- Medizinprodukte ...
- Bedienelemente
- weitere ...

### ■ Überblick über Kontaminationsarten der Umgebung in einer AEMP

Sichtbare Kontaminationen:

- biogener Schmutz (z.B. Blut, Sekrete, Organmaterial)
- Fremdmaterial (z.B. Fadenreste, Einmalmaterial, Arzneimittel)
- Insekten
- Schädlinge

Nicht sichtbare Kontaminationen:

- Mikroorganismen
  - Bakterien
  - Pilze
  - Viren
- Partikel
  - Eintrag mit der Zuluft
  - Abrieb von Hautschuppen, Haare, Tröpfchen
  - Aerosole

### ■ Bedeutung der Umgebung in einer AEMP für die Anwendung von Medizinprodukten am Patienten

Der Eintrag von unerwünschtem Fremdmaterial aller Art d.h. auch von sichtbaren Partikeln wie z.B. Hautschuppen, Haaren, Staub oder von nicht sichtbaren Partikeln in den Pa-

tienten ist zu vermeiden. Es können beim Patienten Allergien oder Fieber, Gewebeerregung und nicht infektiöse Entzündungserscheinungen ausgelöst werden, oder bei mikrobieller Kontamination Infektionen.

Eine Maßnahme ist, eine Sichtkontrolle der Medizinprodukte unmittelbar vor dem Packprozess durchzuführen und im Falle von Beanstandungen Maßnahmen, wie im QM festgelegt, zu treffen.

*Anmerkung:* auch bei der Herstellung von Hochrisiko-Medizinprodukten gibt es bzgl. Partikel keine darüberhinausgehenden Anforderungen (Sichtkontrolle mit 2,5facher Vergrößerung – keine Partikel, DIN EN ISO 10555-1).

Die Kontamination der Flächen und von Verpackungsmaterial in einer AEMP ist zu minimieren, ebenfalls die Rekontamination der Medizinprodukte nach deren Reinigung und Desinfektion.

### ■ Kontrolle der Umgebung in einer AEMP für Flächen - Material und Methoden

Zielsetzung der Kontrollen

Voraussetzung für die Festlegung von Kontrollverfahren ist eine Zielgröße, die vom Verfahren abgebildet wird. Da, wie oben beschrieben, konkrete normative Vorgaben bisher nicht festgelegt sind, sollte die Zielgröße inhaltlich abgeleitet werden.

In verschiedenen Bereichen der technischen Hygiene sind Zielvorgaben auf Basis unterschiedlicher Konzepte festgelegt worden, die als Vergleich herangezogen werden können.

Als naheliegendes Konzept sind oft Gesamtkeimzahlen untersucht worden. Dazu gibt es Festlegungen aus dem Normen des GMP bei der Herstellung von Arzneimitteln unterschiedlicher Reinheitsgrade.

Mit Gesamtkeimzahlen wird auch zur Charakterisierung von Wasser, insbesondere Wasser zum menschlichen Gebrauch (vergl. Trinkwasserverordnung) gearbeitet. Auch im Lebensmittelbereich und bei der Kontrolle von RLT-Anlagen (nach VDI 6022) werden Gesamtkeimzahlen als Zielvorgaben definiert. Diese Festlegungen basieren auf epidemiologischen Ableitungen und Erfahrungswerten, sind stark abhängig von den verwendeten Medien und kommen zu unterschiedlichen Referenzwerten z.B. 5 KBE/Abklatsch-Platte für Reinraumklasse B, 25 KBE/Abklatsch-Platte für Reinraumklasse C, 4–10 KBE für Flächen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen. Zur Probengewinnung können Tupferabstriche oder Abklatschuntersuchungen durchgeführt werden. Das Abklatsch-Verfahren zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl ist in der DIN 10113-3 und das semiquantitative Tupferverfahren in der DIN 10113-2 beschrieben.

Für die Definition von Reinheit wurde auch im Kontext von Reinigungs- und Desinfektionsverfahren zur Prävention nosokomialer Infektionen versucht, einen Grenzwert zu etablieren. Für Flächen, die häufig berührt werden, könnte die Benchmark bei 2,5 – 5 KBE pro cm<sup>2</sup> liegen. Es wurde gezeigt, dass bei höheren KBE die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination mit *S. aureus* und MRSA steigt. Für Routinekontrollen ist dieser Grenzwert aber bisher nicht etabliert [9] und bezöge sich auch auf Flächen aus der direkten Patientenversorgung.

Die Anforderungen einschlägiger Pharmakopöen können für Medizinprodukte nicht direkt herangezogen werden, da

sie sich auf eine Gewicht- oder Volumeneinheit des Produktes beziehen.

Aus den Anforderungen zur Aufbereitung von Medizinprodukten, die generell eine Minimierung der Infektionsrisiken für Patient, Anwender und Dritte fordern bzw. z.T. konkret eine Kontrolle der Umgebungsbedingungen fordern, kann als Ziel die Minimierung der Gesamtkeimzahlen abgeleitet werden. Das angestrebte akzeptable Niveau der Kontamination wäre durch Serienuntersuchungen noch festzulegen, da es keine universell anwendbaren Grenzwerte für „reine oder unreine Flächen“ gibt.

Ein anderes Ziel verfolgen Vorher-Nachher-Untersuchungen oder solche mit Testanschmutzungen, die die Wirksamkeit von Reinigungs- und Desinfektionsverfahren belegen können. Hiermit wird keine Aussage zum Ist-Zustand getroffen, sondern ob die angewendeten Verfahren unter den konkreten Bedingungen richtig angewendet werden und dadurch ein Zielzustand erreicht werden kann. Reinigungs- und Desinfektionsverfahren führen zu einer Verminderung von Mikroorganismen auf den behandelten Flächen, wobei eine alleinige Reinigung zu einer ca. 50–80%igen Reduktion führen kann. Eine statistisch signifikante Reduktion auf mindestens 84–99,9% wird durch wirksame Desinfektionsverfahren erreicht [6].

Die Zielvorgabe wäre demnach der Wirksamkeitsnachweis der Reinigungs- bzw. Desinfektionsverfahren, der kombinierbar mit Anwendungsbeobachtungen und Feedback an die Anwender wäre [15, 16, 17, 18]. Nach Reinigungs- und Desinfektionsverfahren erfolgt allerdings nach Beginn der Wiederbenutzung innerhalb von wenigen Stunden eine Rekontamination der Flächen, überwiegend jedoch zunächst mit wenig infektiionsrelevanten Umweltkeimen [6]. Die strukturierte Beobachtung der Durchführung von Reinigung/Desinfektion sowie die Beobachtung bzgl. des vermeidbaren Eintrags von Partikeln über Fenster und Türen oder Material kann demnach ebenfalls die Umgebungsbedingungen kontrollieren und sichern. Die Zielvorgaben wären in diesem Falle Häufigkeit und Umfang der Maßnahmen und die Einhaltung von Zugangsregelungen.

Ein weiteres Ziel könnte der optische Zustand der Flächen in der Umgebung bzw. der aufbereiteten Medizinprodukte vor der Verpackung sein, wobei auch mikroskopische Methoden zur Detektion von Partikeln herangezogen werden könnten. ATP-Biolumineszenz-Messungen sind vielfach zur Messung von Reinheit untersucht worden, allerdings ist die Standardisierung schwierig, da Rückstände von Desinfektionsmitteln, Reinigungsutensilien u.a. die Ergebnisse verfälschen können. Außerdem ist die Assoziation zu kulturellen Untersuchungen nicht linear [9, 13].

Vielversprechender ist die Anwendung von Fluoreszenzmarkern, die vor der Reinigung aufgebracht werden. Sie sind leicht zu entfernen und für das Reinigungspersonal nicht sichtbar, zeigen also auf, ob die untersuchten Flächen in den Prozess einbezogen wurden. Studien haben gezeigt, dass durch diese Kontrollsysteme die Compliance der Reinigung verbessert und Nachweisbarkeit von nosokomialen Pathogenen reduziert werden konnten [10, 11, 12, 14]. Insgesamt ist die Korrelation dieser Methoden im Vergleich zu mikrobiologischen Methoden sowohl bezüglich der Sensitivität als auch Spezifität begrenzt, so dass auch visuelle Inspektionen als ausreichend erachtet werden können, zumal sie die kosten-

günstigere Variante darstellen [15]. Zielvorgabe könnte die Abwesenheit von sichtbaren Verunreinigungen und ggf. die Beseitigung der Fluoreszenzchecks sein.

Ein anderer Ansatz ist die Überwachung von Indikatororganismen. Auch hier sind Parallelen zur Untersuchung von Wasser zum menschlichen Gebrauch und Lebensmitteln zu sehen. Die Indikatororganismen sollen ein bestimmtes Risiko, zum Beispiel *E. coli* als Hinweis auf fäkale Verunreinigung in der Wasserversorgung, charakterisieren oder stellen selbst eine Gesundheitsgefährdung dar.

Als Indikatororganismen kommen in der AEMP solche in Frage, die Hinweise auf eine ungenügende Aufbereitung der Flächen oder eine Rekontamination geben oder auf aufbereiteten Medizinprodukten eine direkte Gesundheitsgefährdung darstellen würden.

Die KRINKO-Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“ [8] definiert den Begriff Desinfektion wie folgt: „Desinfektion ist ein Prozess, durch den die Anzahl vermehrungsfähiger Mikroorganismen infolge Abtötung/Inaktivierung unter Angabe eines standardisierten, quantifizierbaren Wirkungsnachweises reduziert wird mit dem Ziel, einen Gegenstand/Bereich in einen Zustand zu versetzen, dass von ihm keine Infektionsgefährdung mehr ausgehen kann. Ziel der Desinfektion ist definitionsgemäß nicht die Eliminierung nicht infektiionsrelevanter Umweltkeime, sondern die definierte Verminderung der Anzahl pathogener oder fakultativ-pathogener Mikroorganismen.“

Bei Untersuchungen zur Etablierung von Grenzwerten für Routinekontrollen wurde gezeigt, dass bei >1 KBE pro cm<sup>2</sup> nosokomiale Pathogene wie MRSA, VRE und *C. difficile* häufiger *S. aureus* (MRSA+ MSSA) auf den Handberührungsfleichen nachweisbar war. Die Abwesenheit von *S. aureus* (MSSA und MRSA) scheint Reinheit am besten zu detektieren, während koagulasenegative Staphylokokken als Indikator für Hautkontakte gesehen werden [9].

Auch für keimarm zu Anwendung kommende Medizinprodukte existieren meist keine verbindlichen Vorgaben. In Anlehnung an die Anforderungen der Europäischen und US-Amerikanischen Pharmakopöe könnte für Medizinprodukte, die auf den Schleimhäuten von Nase, Oropharynx oder vaginal zur Anwendung kommen, die Abwesenheit von *S. aureus* und *P. aeruginosa* gefordert werden [14].

Die Zielvorgabe wäre demnach die Detektion bzw. Abwesenheit von „unerwünschten“ Mikroorganismen mittels Abklatschuntersuchungen oder Tupferabstrichen.

Dieses Ziel wäre am besten mit Untersuchungen zur Wirksamkeit, Anwendungsbeobachtungen und der Untersuchung von Indikatormikroorganismen abzubilden.

### ■ Durchführung der Kontrollen der Umgebung in einer AEMP

**System** Kontrollplan gemäß QM auf der Grundlage der oben ausgewiesenen Forderungen

- Wiederholte innerbetriebliche Routine Begehungen/Beobachtung von Abläufen
- Festlegung von critical points und anlassbezogene Einsichtnahme in Dokumente
- Mikrobiologische Untersuchungen

**Personen** Hygienefachkräfte (HFK)/Benannte mit Sachkenntnis

Positionen für mikrobiologische oder Fluoreszenz-Kontrollen  
*Critical points:*

1. Handkontaktflächen im Packbereich
2. Arbeitsflächen im Packbereich und Ablageflächen im Packbereich
3. Desinfizierend aufbereitete Medizinprodukte, die nicht sterilisiert werden (nur mikrobiologische Kontrollen)

**Häufigkeit Referenzwertbildung:**

- mikrobiologische Kontrollen mind. 3× z.B. 20 je nach Raumgröße
- Referenzwertbildung für Gesamtkeimzahl aus dem Median der Referenzserie + Standardabweichung
- <1 KBE pro cm<sup>2</sup> von nosokomialen Pathogenen wie gramnegative Stäbchen, *S. aureus*, Enterokokken bei Untersuchung während des Arbeitsprozesses
- Routine: viertel- oder halbjährlich nach Risikobewertung, Begehungen und mikrobiologische Kontrolle

**Dokumentation - Probennahme**

- Datum, Uhrzeit, Raum, Fläche,
- im Arbeitsprozess in einem Zeitfenster von 30 – 60 Minuten nach Desinfektion
- Probennehmer

**Material**

- Abklatschplatten
- Casio-Agar als gut etablierter Universalagar (GMP)
- Verwendung von Enthemmern, weil das Flächendesinfektionsmittel auf der Fläche verbleibt und damit die Ergebnisse nach unten verfälschen könnte

**Auswertung mikrobiologisches Labor**

1. KBE-Zahl pro cm<sup>2</sup>
2. Differenzierung gramnegative Stäbchen, *S. aureus*, Enterokokken inclusive quantitativer Angabe in KBE/cm<sup>2</sup>

**Bewertung**

Intern festgelegte Referenzwerte, bei Abweichungen Zuziehung der Hygiene.

**Wer?** Festgelegter Verantwortlicher

Festzulegende Maßnahmen für AEMP bei Abweichungen

**Wer?** AEMP Leitung/Betreiber zusammen mit Krankenhaushygieniker/Hygienefachkraft

### ■ Fazit

Die Kontamination der Umgebung in einer AEMP kann die Qualität der aufbereiteten Medizinprodukte beeinflussen. Die Kontrolle der Umgebungsbedingungen bei den Aufbereitungsprozessen von Medizinprodukten ist erforderlich. Es werden Wege aufgezeigt, wie diese Kontrolle durchgeführt und das Ergebnis bewertet werden kann.

### ■ Literatur

- 1 Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten, Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel, Bundesgesundheitsbl 2012; 55: 1244–1310. DOI 10.1007/s00103-012-1548-6

- 2 Anlage zur Bekanntmachung des Bundesministeriums für Gesundheit zu § 2 Nr. 3 der Arzneimittel und Wirkstoffherstellung vom 12. März 2008 (BAnz. S. 1217) „Anhang 1 zum EG-Leitfaden der Guten Herstellungspraxis“

- 3 DIN EN ISO 17665-1:2006 „Sterilisation von Produkten für die Gesundheitsfürsorge – Feuchte Hitze – Teil 1 Anforderungen an die Entwicklung, Validierung und Lenkung der Anwendung eines Sterilisierverfahrens für Medizinprodukte (ISO 17665-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 17665-1:2006

- 4 DIN EN ISO 13485:2016-08 „Medizinprodukte – Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen für regulatorische Zwecke (ISO 13485:2016); Deutsche Fassung EN ISO 13485:2016

- 5 DIN EN ISO 10555-1:2013-11 „Intravasculäre Katheter – Sterile Katheter zur einmaligen Verwendung. Teil 1 Allgemeine Anforderungen (ISO 10555-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 10555-1:2013)

- 6 DIN 10113-2:1997-07 „Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 2: Semiquantitatives Tupfverfahren“

- 7 DIN 10113-3:1997-07 „Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 3: Semiquantitatives Verfahren mit nährbodenbeschichteten Entnahmeverrichtungen (Abklatschverfahren)“

- 8 Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) Bundesgesundheitsbl 2004; 47: 51–61.

- 9 S.J. Dancer. Controlling Hospital-Acquired Infection: Focus on the Role of the Environment and New Technologies for Decontamination. *Clinical Microbiology Reviews* 2014; 27(4): 665–690.

- 10 Carling PC, Briggs JL, Perkins J, Highlander D. 2006. Improved cleaning of patient rooms using a new targeting method. *Clin. Infect. Dis.* 42: 385–388.

- 11 Carling P. 2013. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. *Am. J. Infect. Control* 41 (Suppl 5): S20–S25.

- 12 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: 593–599.

- 13 Watanabe et al. Visualization of hospital cleanliness in three Japanese hospitals with a tendency toward long-term care *BMC Research Notes* 2014, 7: 121.

- 14 Wai Khuan Ng How clean is clean: a new approach to assess and enhance environmental cleaning and disinfection in an acute tertiary care facility *BMJ Quality Improvement Reports* 2014; u205401.w2483 doi: 10.1136/bmjquality.u205401.w2483

- 15 Snyder et al. Effectiveness of visual inspection compared with non-microbiologic methods to determine the thoroughness of post-discharge cleaning *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 2013, 2: 26.

- 16 Anleitung für die Festlegung von Mindestkriterien zur Mikrobiologischen Reinheit von Medizinprodukten: Krüger/von Rheinbaben/Zschaler, Reinigungsgeräte 14 12 56, Behr's Verlag Hamburg

- 17 Ling et al. APSIC Guidelines for environmental cleaning and decontamination. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* (2015) 4: 58.

- 18 Boyce Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* (2016) 5: 10.