

➤ Schlüsselwörter

Nosokomiale Infektionen
Selbstdesinfizierender
Hygienegeruchsverschluss
Wasserkeime
Inzidenz
Biofilm
Keimemission
Infektionsreservoir

➤ Keywords

Nosocomial infections
Self-disinfectant siphon trap
Water borne microorganisms
Incidence
Biofilm
Emission of pathogens
Source of pathogens and
infections

Balla Sissoko, Rolf Sütterlin

Oberlausitz-Kliniken gGmbH
Flinzstraße 1, 02625 Bautzen

Martina Blaschke, Jan Flicker, Alexander Schluttig

BIOREC
Nordstr. 18, 02991 Lautau
www.biorec.de

B. Sissoko, R. Sütterlin, M. Blaschke, J. Flicker und A. Schluttig*

Infektionsreservoir Geruchsverschluss: Prävention nosokomialer Infektionen¹

Sink Drains as a Source of Pathogens and Infections:
Prevention of Nosocomial Infections

Summary

Microbiological investigations of 106 siphons of washing basins at several wards have been shown that sink drains are emitting water borne microorganisms during regular use of washing basins. Therefore siphons are "active" sources of pathogens and infections.

The possibility to prevent nosocomial infections by eliminating sink drains as potential source of pathogens is under a long term investigation. Until now, within a period of 33 months the influence of the self-disinfecting siphon on the number of nosocomial infections at an intensive care unit of Oberlausitz-Kliniken gGmbH at Bischofswerda/Germany has been investigated. A systematic surveillance of nosocomial infections is carried out at this unit since three years. In August 2002 all common sink drains have been exchanged by self-disinfecting siphons BioRec®. Rates of microbial colonisation of patients as well as the rates of incidents of nosocomial infections were sharply decreased by use of self-disinfecting siphons. In November 2003 self-disinfecting siphons were replaced by common standard siphons. This exchange was followed by an increase of number of nosocomial infections. Since a renewed installation of self-disinfecting siphons in March 2004 a decreasing rate of nosocomial infections was observed.

These results show that siphons are relevant resources of pathogens and infections. Investigations will be continued.

Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Lebendkeimgehalte in den Sperrflüssigkeiten und der ausgeprägten Biofilmbildung stellen Geruchsverschlüsse unter Waschbecken bekanntermaßen ein offenes Keimreservoir dar. Anhand von 106 Keimemissionsmessungen an Waschbecken auf verschiedenen Stationen der Oberlausitz-Kliniken gGmbH in Bischofswerda wurde gezeigt, dass während des Ablaufens von Wasser aus den Waschbecken Keime aus den Geruchsverschlüssen als Aerosole in die Umgebungsluft gelangen. Geruchsverschlüsse unter Waschbecken sind somit „aktive“ Erregerreservoirs und damit potenzielle Infektionsquellen. Es wird untersucht, ob die Ausschaltung dieses Keimreservoirs mittels kontinuierlicher physikalischer Desinfektion eine Möglichkeit zur Prävention nosokomialer Infektionen ist. Die Untersuchungen werden in einer bislang 25 monatigen Studie auf der interdisziplinären Intensivstation der Oberlausitz-Kliniken gGmbH in Bischofswerda durchgeführt. Seit 33 Monaten werden auf dieser Station Erregerstatistiken geführt und die Erhebung nosokomialer Infektionen systematisch durchgeführt. Im August 2002 wurden alle Standardgeruchsverschlüsse unter den Waschbecken zu Testzwecken gegen selbstdesinfizierende Geruchsverschlüsse BioRec® (Fa. BIOREC, Lautau-Dresden) ersetzt. Sowohl die Erregerstatistiken als auch die Erhebung nosokomialer Infektionen zeigen seit dem Einbau der Testgeräte eine deutliche Abnahme der Kolonisierung von Patienten und des Auftretens nosokomialer Infektionen.

¹Vortrag auf der 12. Konferenz der GHU und der 8. Konferenz der ISEM, 3.- 5. Oktober 2004 in Halle / Saale.

Neueste Ergebnisse nach Entfernung der Hygienesiphons und Ersatz durch Standardgeruchsverschlüsse zeigen einen Wiederanstieg der Inzidenzrate nosokomialer Infektionen. Damit wird gezeigt, dass Geruchsverschlüsse unter Waschbecken Infektionsquellen sind. Die Untersuchungen werden fortgesetzt. (Hyg Med 2004; 29[12]: 451–455)

Einleitung

Geruchsverschlüsse unter Waschbecken, Badewannen und Duschbecken werden seit längerem als Reservoir und potenzielle Infektionsquellen z. B. für Pseudomonaden beschrieben (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Die Sperrflüssigkeiten in Geruchsverschlüssen unter Waschbecken im Klinikbereich enthalten nach eigenen Untersuchungen durchschnittlich 10^5 – 10^{10} KBE/ml. Der Siphon unter dem Waschbecken im Patientenzimmer stellt somit eines der größten Erregerreservoirs außerhalb und in unmittelbarer Umgebung des Patienten dar (10). Nährstoff- und Sauerstoffangebot sowie Temperaturen zwischen 20 und 40 °C ermöglichen die Ausbildung eines Biofilms und die schnelle Vermehrung von Mikroorganismen in der Sperrflüssigkeit.

Mittels unterschiedlicher Typisierungsmethoden konnte gezeigt werden, dass Patienten durch *Pseudomonas aeruginosa* aus dem Geruchsverschluss besiedelt wurden (1, 2, 8, 11). Döring et al. (10) stellten fest, dass bei Keimzahlen von $>10^5$ KBE/ml Sperrflüssigkeit die Übertragung von Keimen der Sperrflüssigkeit des Geruchsverschlusses auf die Hände des Pflegepersonals erfolgt. Der aus dem Geruchsverschluss auf die Hände des Pflegepersonals übertragene *Pseudomonas aeruginosa* persistiert bis zu 70 Minuten auf den Händen des Pflegepersonals und kann somit in dieser Zeit lebend auf den Patienten übertragen werden.

Das Ziel unserer Untersuchungen ist die Prävention nosokomialer Infektionen aus dem Geruchsverschluss. Durch Untersuchungen von 106 Waschbecken mittels der Luftkeimsammlertechnik sollte unter klinischen Bedingungen überprüft werden, ob während des Zulaufes von Leitungswasser in die Geruchsverschlüsse Wasserkeime aus denselben emittiert werden. Desweiteren

wurde untersucht, ob Anzahl und Artenspektrum der emittierten Keime in Korrelation zum Keimgehalt der Sperrflüssigkeit im Inneren der Geruchsverschlüsse stehen.

Das Primärgeschehen dieser möglichen Emission ist die Aerosolbildung. Beim Auftreffen von Flüssigkeit auf die Oberfläche der Sperrflüssigkeit im Inneren des Geruchsverschlusses bilden sich Aerosole, deren einzelne Tröpfchen Keime der Sperrflüssigkeit enthalten (9). Durch die Verdrängung der über der Sperrflüssigkeit stehenden Luftsäule nach oben gelangen diese keimhaltigen Aerosole nach außen in den Luftraum des Waschbeckens und damit auch an Hände und in die umgebende Raumluft. Durch Vermeidung des direkten Auftreffens eines Wasserstrahles auf den Ablauf der Waschbecken lässt sich die Aerosolbildung wohl verringern, jedoch nicht unterbinden.

Die Häufigkeit des Auftretens nosokomialer Infektionen vor und nach Ausschaltung des Keimreservoirs Geruchsverschluss durch den Hygieneeruchsverschluss BioRec®, in dem die Bildung eines Biofilms und damit die Vermehrung von Mikroorganismen durch eine Kombination unterschiedlicher Desinfektionsmechanismen unterbunden wird, wurde untersucht.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen der Keimemissionen aus Geruchsverschlüssen wurde ein Luftkeimsammler der Fa. Klotz verwendet. Die Lebendkeimzahlen der Raumluft des Patientenzimmers wurden

- in 1,5 m Entfernung vom zu untersuchenden Waschbecken,
- im Waschbecken, 10 cm über dem Waschbeckenauslauf im Ruhezustand,
- im Waschbecken, 10 cm über dem Waschbeckenauslauf während des Wasserablaufes und
- im Waschbecken, 10 cm über dem Waschbeckenauslauf nach dem Wasserablauf

gemessen.

Zur Erfassung der typischen Wasserkeime wurde Testplatten mit MacConkey-Agar (Fa. Heipha) verwendet. Vor Beginn der Messungen wurden Proben aus der Sperrflüssigkeit entnommen und die Lebendkeimzahlen mittels Cult-Dip plus®-Tauchnährböden (Merck) halbquantitativ ermittelt.

Mit dieser Versuchsanordnung wurde überprüft, ob während des Zulaufes von Wasser in den Siphon Keime daraus emittiert werden und ob die Menge der emittierten Keime in Korrelation zur Lebendkeimzahl der Sperrflüssigkeit steht (Publikation in Vorbereitung).

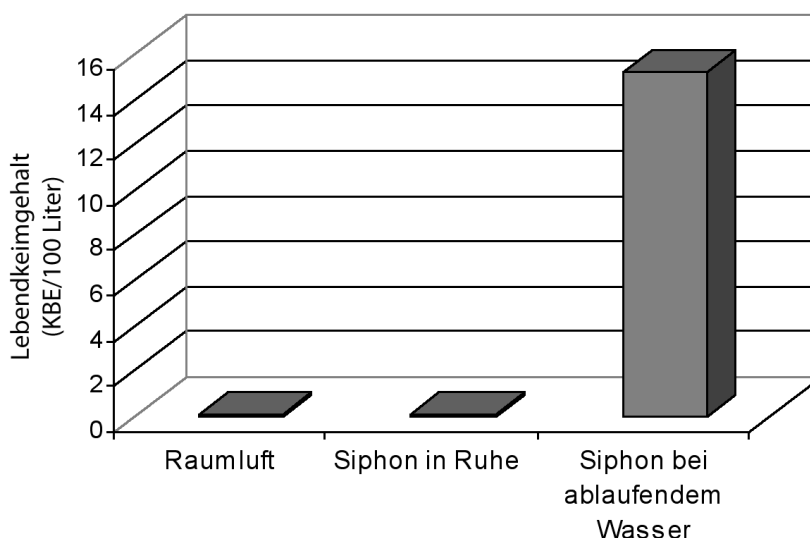


Abbildung 1: Keimgehalte der Raumluft und der Luft des Waschbeckens in Ruhe und bei ablaufendem Wasser (Durchschnittswerte aus 18 Einzeluntersuchungen mit MacConkey-Agar).

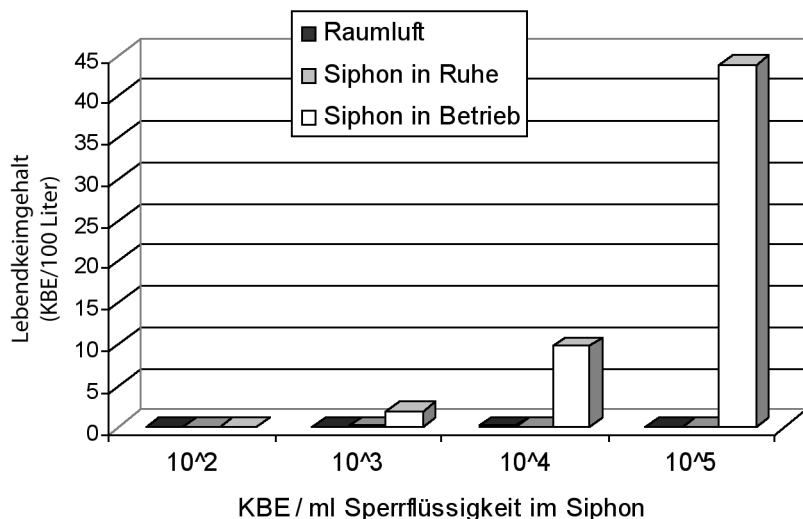


Abbildung 2: Keimemission aus dem Siphon in Abhängigkeit vom Lebendkeimgehalt in der Sperrflüssigkeit des Geruchsverschlusses.

Der getestete selbstdesinfizierende Hygienesiphon BioRec® ist ein vollautomatisches, chemikalien- und wartungsfrei arbeitendes Gerät, dessen Wirkung in einer neuartigen Kombination dreier verschiedener Dekontaminations- und Desinfektionsmechanismen besteht: Zum einen werden die Keime in der Sperrflüssigkeit *thermisch* bei 85 °C vollständig abtötet und gleichzeitig durch ein *Vibrationssystem* und eine *antimikrobielle Beschichtung der Innenwand* die Bildung eines Biofilms im Geruchsverschluss verhindert (10).

Ergebnisse

Emission von Keimen aus Geruchsverschlüssen

Die Lebendkeimgehalte typischer Wasserkeime in der Raumluf der untersuchten Patientenzimmer sind im Durchschnitt gering (0,5–1 KBE/100 Liter Raumluf), im Waschbecken, in unmittelbarer Nähe der Geruchsverschlüsse, liegen diese bei ruhendem Geruchsverschluss ebenfalls bei 0,5–1 KBE/100 Liter Raumluf. Wird der Wasserhahn geöffnet und das Wasser fließt über den Siphon aus dem Becken ab, steigt der Gehalt an

typischen Wasserkeimen im Luftraum des Waschbeckens an.

Die in Abb. 1 dargestellten Ergebnisse zeigen einen massiven, 30–50 fachen Anstieg der Keimzahlen typischer Wasserkeime innerhalb des Luftraumes des Waschbeckens während des Wasserablaufes. Damit wird gezeigt, dass während des Gebrauches des Waschbeckenablaufes Keime aus dem Siphon in den Luftraum emittiert werden.

Vor Beginn der Messungen mit dem Luftkeimsammler wurden Proben steril aus der Sperrflüssigkeit der Siphons entnommen und die Lebendkeimzahlen ermittelt. Es zeigte sich, dass die Menge der aus dem Siphon bei Gebrauch austretenden Wasserkeime vom Lebendkeimgehalt der Sperrflüssigkeit des betreffenden Geruchsverschlusses abhängig ist (Abb. 2).

In selbstdesinfizierenden Geruchsverschlüssen BioRec® wurden während der bisher 25 Testmonate Keimzahlen von 0 bis maximal 10³ KBE/ml gemessen. Für diese Keimdichte wurde eine Keimemission von 0 bis maximal 15 % der Emission festgestellt, die aus Geruchsverschlüssen mit 10⁵ und mehr Lebendkeimen pro Milliliter Sperrflüssigkeit festgestellt wurde.

Nosokomiale Infektionen

Die Häufigkeit des Auftretens nosokomialer Infektionen pro Patientengruppe (Inzidenzrate) oder pro Pflgetag (Inzidenzdichte) wurde im Kliniktest bislang über einen Zeitraum von 33 Monaten erfasst. Inzidenzraten und Inzidenzdichten nosokomialer Infektionen unterlagen bei Anwendung von Standardsiphons von Januar 2002 bis August 2002 starken Schwankungen. Maximalwerte traten in den Sommermonaten Juni bis September auf. Im achten Versuchsmonat (August 2002) erfolgte der Austausch aller Standardsiphons durch selbstdesinfizierende Hygienegeruchsverschlüsse BioRec®. Alle anderen Hygienemaßnahmen auf der Station blieben im gesamten Untersuchungszeitraum unverändert.

Nach Einbau der Desinfektionsapparatur (Abb. 3, Pfeil nach unten) im August 2002 kam es zur einer starken Reduzierung der Inzidenzraten. Insbesondere die saisonalen Sommerspitzen von Mai bis September traten nicht mehr auf. Nach dem Entfernen der selbstdesinfizierenden

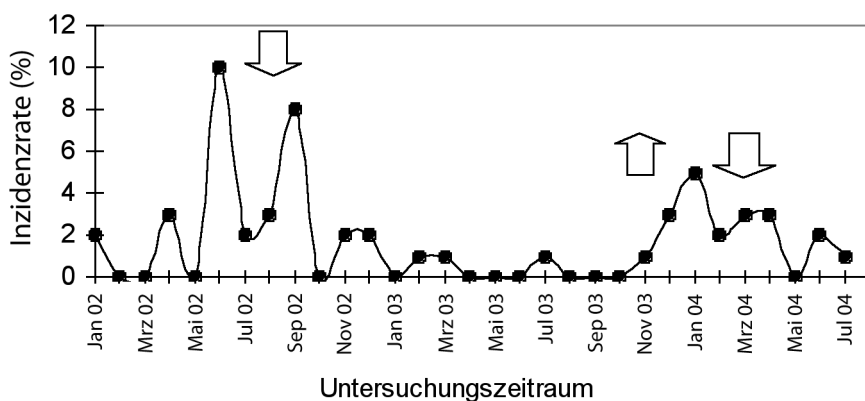


Abbildung 3: Verlauf der Inzidenzrate nosokomialer Infektionen auf der untersuchten Intensivstation in Abhängigkeit von der Ausschaltung des Keimreservoirs Geruchsverschluss durch Einbau des selbstdesinfizierenden Hygienesiphons BioRec®. Pfeil nach unten: Einbau der Testgeräte im August 2002, Pfeil nach oben: Ausbau der Testgeräte im November 2003, Wiedereinbau (Pfeil nach unten) März 2004.

Hygienesiphons (Abb. 3, Pfeil nach oben) im November 2003 stiegen die Inzidenzraten nosokomialer Infektionen wieder an. Im März 2004 wurden die BioRec®-Testgeräte erneut in Betrieb genommen (Abb. 3, Pfeil nach unten). Im weiteren Verlauf ist wiederum eine Reduzierung der Inzidenzrate nosokomialer Infektionen zu verzeichnen.

Diskussion

Nachdem 2004 von Sissoko et al. (10) erstmals gezeigt werden konnte, dass die Beseitigung des Keimreservoirs Geruchsverschluss auf einer interdisziplinären Intensivstation zur Abnahme der Kolonisationsraten und zu einer Reduzierung von Inzidenzrate und Inzidenzdichte nosokomialer Infektionen führte, ergab die Fortsetzung der Untersuchungen, dass bei Wiedereinsatz von Standardgeruchsverschlüssen anstelle der selbstdesinfizierenden Hygienesiphons BioRec® eine erneute Zunahme nosokomialer Infektionen erfolgt (Abb. 4).

Mikrobiologische Untersuchungen zur Emission von Keimen aus Geruchsverschlüssen (Abb. 1 und 2) zeigten, dass Standardgeruchsverschlüsse aktive Keimreservoir darstellen, aus denen während des Waschvorganges Keime austreten. Der Gehalt an typischen Wasserkeimen im Luftraum des Waschbeckens während des Gebrauches des Geruchsverschlusses ist gegenüber dem Keimgehalt der Raum-

luft und der Waschbeckenluft im Ruhezustand auf das etwa 30–40fache erhöht.

Eine positive Korrelation zwischen den Lebendkeimzahlen typischer Wasserkeime in der Sperrflüssigkeit der Geruchsverschlüsse und der Anzahl der aus dem betreffenden Siphon emittierten Wasserkeime wurde festgestellt. Es zeigte sich, dass aus Siphons mit höheren Lebendkeimzahlen in der Sperrflüssigkeit größere Keimmengen austreten. Je höher die mikrobielle Belastung der Sperrflüssigkeit des Geruchsverschlusses ist, desto mehr Keime werden bei Gebrauch des Siphons durch Aerosolbildung in die Raumluft entlassen (Abb. 2).

Diese Ergebnisse bestätigen den 1991 von Döring et al. (9) für *Pseudomonas aeruginosa* vorgelegten Befund, dass für eine effektive Übertragung von Keimen aus der Sperrflüssigkeit auf die Hände des Pflegepersonals eine minimale mikrobielle Kontamination der Sperrflüssigkeit des Geruchsverschlusses (LKZ 10^5 KBE/ml) notwendig ist.

Die nun vorliegenden Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen stellen die wissenschaftliche Basis für die Beurteilung der hygienischen Wirksamkeit der zu testenden selbstdesinfizierenden Hygienegeruchsverschlüsse BioRec® in der Klinik dar.

Die Testung dieser Geräte, durch deren Einsatz der Geruchsverschluss als offenes Keimreservoir ausgeschaltet wird, ergab während der bisher 25 Testmonate eine deutliche hygienische Relevanz des Geruchsverschlusses für das Auftreten

nosokomialer Infektionen auf einer interdisziplinären Intensivstation.

Der Austausch der üblichen Standardgeruchsverschlüsse gegen den selbstdesinfizierenden Hygienesiphon BioRec® hatte einen Rückgang der Patientenkolonisation zur Folge. Auch Inzidenzrate und Inzidenzdichte nosokomialer Infektionen wurden durch Anwendung der Testgeräte stark reduziert (10).

Da die Untersuchungen auf einer Intensivstation ohne direkten Kontakt des Patienten zum Waschbecken sehr deutliche Hinweise auf die Möglichkeit der Verminderung des Auftretens nosokomialer Infektionen durch Ausschaltung des Siphons als Keimquelle zeigen, ist anzunehmen, dass auf Stationen mit immunsupprimierten Patienten, die sich selbst waschen und somit direkten Kontakt mit dem Waschbecken haben, dieser Einfluss noch verstärkt nachweisbar sein wird.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Literatur

1. Chadwick P: Relative importance of airborne and other routes in the infection of tracheostomised patients with *P.aeruginosa*. In: Airborne transmission and airborne infection, eds. Hers JF and Winkler KC, 6th Intern. Symp. on Aerobiology. Oosthock Publ. Co., Utrecht/The Netherlands (1973).
2. Teres D, Schweers P, Bushnell LS, Hedley-Whyte P and Feingold DS: Sources of *Pseudomonas aeruginosa* infection in a respiratory/surgical intensive-therapy unit. *Lancet* 1973; 415–417.
3. Noone MR, Pitt TL, Bedder M, Hewlett AM and Rogers KB: *Pseudomonas aeruginosa* colonization in an intensive therapy unit: role of cross infection and host factors. *Br Med J* 1983; 286: 341–344.
4. Levin MH, Olson B, Nathan C, Kabis SA and Weinstein RA: *Pseudomonas* in the sinks in an intensive care unit in relation to patients. *J Clin Path* 1984; 37: 424–427.
5. Morrison AJ and Wenzel RP: Epidemiology of infections due to *Pseudomonas aeruginosa*. *Rev Infect Dis* 1984; 6: 627–642.
6. Botzenhart K and Rüden H: Hospital infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*. In: Basic research and clinical aspects of *Pseudomonas aeruginosa*, eds. Döring G, Holder IA and Botzenhart K. *Antibiot Chemother Vol. 39*, pp. 1–15, Karger-Verlag, Basel (1987).
7. Hoiby N, Pedersen SS, Shand GH, Döring G and Holder IA (eds.): *Pseudomonas* infection. *Antibiot Chemother Vol. 42*, Karger-Verlag, Basel (1989).

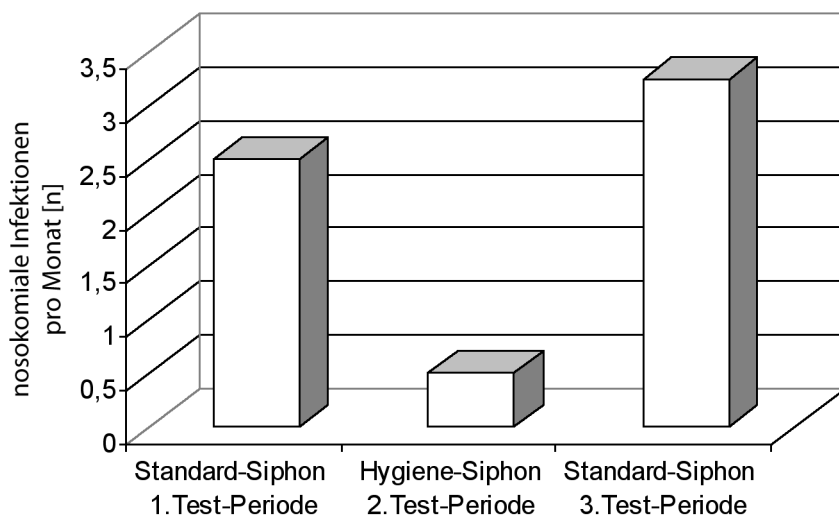


Abbildung 4: Vorkommen nosokomialer Infektionen (Anzahl pro Monat) in den unterschiedlichen Testabschnitten mit Standardsiphons (Testperioden 1 und 3) und mit dem Hygienesiphon BioRec® (Testperiode 2).

8. Worlitzsch D, Wolz C, Botzenhart K, Hansas M, Burgdörfer H, Ogle JW and Döring G: Molecular epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* urinary tract infections in paraplegic patients. *Zbl Hyg* 1989; 189: 175–184.
9. Döring G, Ulrich M, Müller W, Bitzer J, Schmidt-Koenig L, Grupp H, Wolz C, Stern M and Botzenhart K: Generation of *Pseudomonas aeruginosa* aerosols during handwashing from contaminated sink drains, transmission to hands of hospital personnel, and its prevention by use of a new heating device. *Zbl Hyg* 1991; 191: 494–505.
10. Sissoko B, Süttelin R, Stöber K und Schlut-
tig A: Prävention nosokomialer Infektionen aus Waschbecken-Abläufen. *Hyg Med* 2004; 29[1/2]: 20–24.
11. Brown DG and Baublis J: Reservoirs of *Pseudomonas* in an intensive care unit for newborn infants: mechanisms of control. *J Pediat* 1977; 90: 453–457.