

4. DISKUSSION

4.1. Bakteriologische Untersuchung

4.1.1. Bakteriologische Tupferabstriche und Anzuchtung

Zur Beurteilung der hygienischen Situation in öffentlichen Toiletten ist die Kenntnis der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung sowie die örtliche Verteilung der bakteriellen Oberflächenflora von fundamentaler Bedeutung.

Dies gilt in uneingeschränktem Maße auch für öffentliche Toilettenanlagen, in denen Personen aller gesellschaftlicher Schichten verkehren, ein ständiger Kontakt mit Oberflächen stattfindet und somit eine fortwährende Gefahr der Übertragung fakultativ oder obligat pathogener Krankheitserreger besteht, was erhebliche hygienische Probleme nach sich ziehen kann.

Hygienische Maßnahmen in öffentlichen Toilettenanlagen müssen sich auf ein vertretbares Maß beschränken, da Aufwendungen für eine Desinfektion in einem ökonomischen Verhältnis zum Ergebnis stehen sollten.

Hieraus ergibt sich zwangsläufig, dass bei Untersuchungen der Oberflächenkeimkontamination öffentlicher Toilettenanlagen eine qualitative Fragestellung allein nicht ausreichen kann, sondern zur Beurteilung der hygienischen Situation auch der Anzahl der nachgewiesenen Mikroorganismen eine entscheidende Bedeutung zukommt.

An das Verfahren zur Keimzahlbestimmung an Oberflächen sind einige grundlegende Forderungen zu stellen. So sollten neben qualitativen auch quantitative Aussagen getroffen werden können und es sollte das Maximum an Keimen von der Oberfläche gewonnen werden. Die Methode sollte für eine Vielzahl von Oberflächen reproduzierbar sein und das angewandte Verfahren muß standardisierbar sein und nicht zuletzt auch ökonomischen Forderungen standhalten.

Grundsätzliche Voraussetzung für diese Untersuchung der Oberflächenkontamination durch Bakterien und Viren ist die Standardisierbarkeit der eingesetzten Untersuchungsmethodik. D.h. alle Faktoren, welche auf das Ergebnis der Untersuchung Einfluss nehmen können,

müssen exakt messbar sein. Damit kann gewährleistet werden, dass Unterschiede in den qualitativen und quantitativen Ergebnissen nicht auf methodisch bedingte Ursachen zurückgeführt werden können.

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, all diesen Forderungen mit der eingesetzten Methodik gerecht zu werden.

Es wurde die Tupfermethode eingesetzt, um zu gewährleisten, dass zum Einen auch schwer zugängliche Oberflächen auf ihren Keimgehalt überprüft werden können, zum Zweiten handelt es sich um ein Verfahren, das den finanziellen Rahmen nicht über Gebühr beansprucht.

Auch trotz der Hinweise verschiedener Autoren (SPICHER und PETERS, 1976), dass es sich bei dem Tupferverfahren um eine Technik handelt, mit der nur ein Bruchteil der Keime von Oberflächen gewonnen werden können (ca.1%), wird in der hier diskutierten Untersuchung darauf zurückgegriffen, da diese Methode vor allem im Hinblick auf ihre Handhabung den anderen Arbeitsweisen teilweise sehr stark überlegen ist. Sie wiesen darauf hin, dass mit der Tupferabstrich - Methode nur ein Bruchteil der Population überlebender Keime erfasst wird. Beim Abreiben des Tupfers auf der zu untersuchenden Oberfläche wird nur ein gewisser Teil der Population am Tupfer haften bleiben und beim Abschütteln wird wiederum nur ein gewisser Prozentsatz auf die Nährbouillon übergehen. Trotz deren Empfehlung, mit der Abklatschmethode zu arbeiten, wurde hier am Tupferverfahren festgehalten, da neben dem qualitativen auch der quantitative Keimnachweis bei der Aufgabenstellung eine wichtige Rolle spielt.

Da die gesamte Probennahme von immer derselben Person durchgeführt wurde, ist auch dem Anhaltspunkt von BORNEFF (1977) genüge getan, der darauf hinweist, dass zwischen verschiedenen Personen trotz gleicher Methodik aufgrund von Technikunterschieden andere Ergebnisse erhalten werden.

Zusätzlich wurden die Tupfer in steriler Kochsalzlösung angefeuchtet, um eine bessere Keimrückgewinnung zu ermöglichen (KELCH und FRIESS, 1959).

CORETTI (1966) empfiehlt sowohl die Tupfer- als auch die Abspülmethode, um den Keimgehalt von Oberflächen zu beurteilen. Er rät von dem Abklatschverfahren ab, da trotz des Vorteils einer fehlenden Zwischenmanipulation, die beim Tupferverfahren mit dem Aufbewahrungsmedium nötig ist, eine quantitative Keimbestimmung bei Oberflächen mit

einem höheren Keimgehalt durch die Gefahr der Überwucherung schwierig werden kann. Da auch in dieser Untersuchung mit großer Wahrscheinlichkeit teilweise hohe Keimzahlen zu erwarten waren, ist hier ebenfalls von dem Abklatschverfahren Abstand genommen worden. Der Vorteil der Tupfermethodik besteht in der einfacheren Anwendung als das Abspülverfahren.

Eine Untersuchung des ADAC (2000) wurde unter Verwendung von Rodac-Platten durchgeführt. Neben dem oben erwähnten Problem der Rasenbildung ist, wie auch bei der Tupfermethode, auf einen gleichmäßigen Druck bei der Probennahme zu achten.

Das Problem vieler bisheriger Analysen mit einer ähnlichen Problematik besteht in den oft unebenen zu untersuchenden Oberflächen (siehe Abb.2, S.43). So benutzte FLUK (1992) Schablonen aus Pappe, welche für bestimmte Entnahmepunkte wie Türklinke, Wasserhahn oder ähnliches unbrauchbar waren und der Autor, wie auch MENDES und LYNCH (1975), diese Flächen ohne Schablone untersuchte und die Größe der Fläche auf unebenen Oberflächen schätzte.

Eine ähnliche Schwierigkeit hatten auch NOLTE und OSTERTAG (1978). Sie verwandten im Unterschied zu den oben erwähnten Autoren die Abklatschmethode für ihre Untersuchungen und beschrieben, dass sie die Türklinken im Gegensatz zu den ebenen Oberflächen mit dem Agar „abgewischt“ haben.

WEIDENFELLER et al. (1993) gingen dem Problem dadurch aus dem Weg, dass sie für ihre Oberflächenuntersuchungen nur ebene Flächen herangezogen haben.

In dieser Studie wurden Schablonen aus Leichtmetall eingesetzt, deren Vorteil darin bestand, dass sie flexibel und biegsam waren und sich somit unebenen Oberflächen anpassen konnten. Außerdem wurden sie in verschiedenen Formen hergestellt, was den Vorteil hatte, dass auch Türklinken und Wasserhähne mittels Schablonen abgetupfert werden konnten und eine Standardisierung der Oberfläche gewährleistet war. Außerdem waren sie durch ihre Sterilisierbarkeit uneingeschränkt wiederverwendbar.

Überdies wurden während der gesamten Versuchsreihe immer an den gleichen Lokalisationen die Tupferproben entnommen. Ausnahmen hier galten nur für sichtbar stark fäkal verschmutzte Oberflächen.

Dies zeigt, dass Bestimmungen des Oberflächenkeimgehaltes unter Praxisbedingungen immer nur erlauben den gegenwärtigen Status zu erfassen. Eine zuverlässige Aussage über die Keimbelastung von Oberflächen kann somit nur durch regelmäßige und in großer Anzahl durchgeführte Probennahmen erfolgen.

Aufgrund der verschiedenartigen zu untersuchenden Oberflächen und der Einfachheit der Handhabung wurde für die durchgeführten Untersuchungen das Tupferverfahren bevorzugt. Als Abschüttelflüssigkeit kam physiologische Kochsalzlösung zur Anwendung. Als Aufbewahrungsmedium nach Kontakt mit der Oberfläche wurde Standard-I-Bouillon eingesetzt.

Auch die Empfehlungen von MURMANN und HEYDE (1994) wurden im Versuchsaufbau berücksichtigt. Sie zeigten, dass bei Transport unter Raumtemperatur innerhalb eines Tages die Keimzahlen bereits um 2 bis 3 Zehnerpotenzen steigen können. Sie empfehlen außerdem eine Standardisierung der Tupferführung und des Druckes sowie die Verwendung steriler Schablonen. Beides wurde genauso wie ein gekühlter Transport ins Labor beachtet.

Das darauffolgend verwendete Verfahren der Filtrierung wird unter anderem auch von PITZURRA et al. (1997) als vorteilhaft betrachtet, da es bei hoher Kontamination die genaueste Methode darstellt. Ursache hierfür ist das langsame Wachstum auf dem Membranfilter, was ein exaktes Auszählen erlaubt, wogegen beim Wachstum direkt auf dem Agar schnell ein Bakterienrasen entsteht. Die Erfahrungen dieser Versuchsreihe bestätigen die Ergebnisse der Untersuchung von PITZURRA et al. (1997) und können dessen Aussage nur unterstreichen.

4.1.2. Keimgehalte auf Oberflächen in öffentlichen Toilettenräumen

Insgesamt wurden von Oberflächen öffentlicher Toiletten 619 Tupferabstriche genommen. Davon entfielen 532 Proben auf öffentliche städtische Anlagen und durch organisatorische Gründe bedingt, nur 87 Proben auf selbstreinigende Toiletten.

4.1.2.1. Städtische öffentliche Anlagen

Die mikrobiologische Beurteilung einer Umgebung und umgebenden Oberflächen ist im Gegensatz von zum Beispiel mikrobiellen Beurteilungen von Endprodukten der Lebensmittelindustrie relativ schwierig.

Während für letzteres gesetzlich festgelegte Anforderungen bestehen, ist dies für die mikrobiologische Beurteilung der Umgebung nur begrenzt möglich, da keine festgelegten Normwerte vorhanden sind und man sich zur Beurteilung mangels Alternativen an historischen Daten, früheren Publikationen aus einschlägiger Fachliteratur oder sonstigen bestehenden Standards orientiert.

Verschiedene Studien auf Toiletten von öffentlichen Einrichtungen oder Haushalten haben gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen der Umgebungskontamination und Infektionen besteht, wobei die Festsetzung der potentiellen Gefahr nicht nur von dem Potenzial des Reservoir abhängt, sondern auch, welche Personengruppe damit in Kontakt tritt.

Die Gesamtbakterienghalte auf Oberflächen der 3 untersuchten öffentlichen Anlagen lagen mit 3 Ausnahmen auf einem sehr niedrigen Niveau (siehe Tab. 3). 13 Proben (26%) der Entnahmestelle 2 (Boden vor Toilette), 7 (23%) Proben der Entnahmestelle 10 (Urinal) sowie 5 (10%) Proben des Entnahmepunktes 1 (Toilettenbrille) waren mit über 10^5 KBE / 40 cm^2 deutlich erhöht. Die übrigen Standorte waren in dieser Größenordnung mit nur max. 2 Proben (Wasserhahn) vertreten.

Der Boden vor den Toiletten und die Toilettenbrille, welche am häufigsten in direktem Kontakt mit den Benutzern stehen und das Urinal, welches in der Regel ein ständig feuchtes Milieu darstellt und somit damit hervorragende Voraussetzungen für die Ansiedlung großer Keimmengen, bzw. deren Überleben bietet, stehen nicht unerwartet an der Spitze im quantitativen Vergleich der Entnahmepunkte.

Unterschiede im Keimgehalt im Hinblick auf verschiedene Materialien der untersuchten Oberflächen konnten nicht in dem Maße festgestellt werden, dass daraus geschlossen werden kann, dass oligodynamische Effekte metallischer Oberflächen Einfluß auf den Gesamtbakterienghalt oder die Konzentration bestimmter Keimspezies ausüben.

Enterobacteriaceae, die ihren natürlichen Standort v.a. im Darmtrakt von Mensch und Tier haben, wurden an allen Entnahmepunkten in zumindest einer Probe nachgewiesen. Das gleiche trifft auf den Nachweis von *Escherichia coli* zu. In 5 der genommenen Tupferproben,

dies entspricht 0,9% der Gesamtprobenmenge, konnten *Shigella spp.* gefunden werden, wobei sich diese Proben alle auf eine untersuchte Toilette beschränken und zum gleichen Zeitpunkt genommen wurden, was auf eine Kontamination durch eine ausscheidende Person zurückgeführt werden kann, worauf auch die Lokalisationen hindeuten (Toilettenbrille, Boden vor der Toilette, Spülknopf und Wasserhahn), zumal alle übrigen Untersuchungspunkte frei waren von Shigellen - oder Salmonellenkontaminationen.

Am häufigsten, d.h. in 48% bzw. 46% der Proben wurden Enterobacteriaceae erwartungsgemäß auf dem Boden vor der Toilette bzw. auf der Toilettenbrille selbst gefunden, was auf eine direkte fäkale Kontamination durch Benutzer zurückzuführen ist. Daneben ist der Anteil an Proben mit über 10^5 Enterobacteriaceae/ 40 cm^2 am Boden mit 8% am höchsten. Auf der Toilettenbrille wurden mit 18% der Proben die meisten *E. coli* nachgewiesen, während der Anteil an colipositiven Proben an den übrigen Entnahmestellen durchschnittlich 5,5% beträgt.

Gefolgt wird dies vom Waschbecken mit 40% positiven Proben auf Enterobacteriaceae und dem Urinal sowie der Klinke der Kabinentür mit 37% bzw. 36% Enterobacteriaceae in den Proben.

Unerwartet ist, dass der Spülknopf, der im Allgemeinen direkt nach der Toilettenbenutzung betätigt werden sollte, nur in 22% der Proben Enterobacteriaceae aufwies und nur in 2% *E. coli*, allerdings auch in 2% *Shigella spp.* entdeckt wurden. Da mit hoher Wahrscheinlichkeit der Großteil des Klientel den Spülknopf benutzen wird, ist anzunehmen, dass das Milieu, welches auf der Oberfläche vorherrschend ist, für das Überleben von Enterobacteriaceae ungünstig ist. Selbst auf der Oberfläche des Wasserhahns wurden in 26,5% der ausgewerteten Tupfer Enterobacteriaceae nachgewiesen, d.h. in 4,5% mehr Proben. Dafür können Milieubedingungen (höherer Feuchtigkeitsgrad) verantwortlich gemacht werden.

Insgesamt lagen die Zahlen an Enterobacteriaceae auf einem niedrigen Niveau. Nur 1,5% der Gesamttupferproben überschritt den Wert von 10^5 Enterobacteriaceae / 40 cm^2 . Jedoch sollte ein gehäuftes Auftreten Anlass für Nachforschungen hinsichtlich deren Ursache geben.

St. aureus wurde außer am Probenahmepunkt 9 auf allen Entnahmepunkten mindestens einmal nachgewiesen. Durchschnittlich waren 10,25 % der Proben positiv auf *St. aureus*. Aber nur 0,9% überschritten die Zahl von 10^5 KBE / 40 cm^2 . Zwei dieser Proben wurden am Urinal und eine weitere am Waschbecken gefunden. Insgesamt wurden am Urinal mit 17%,

gefolgt von der Türklinke der Eingangstür mit 16% und dem Wasserhahn mit 15% sowie der Toilettenbrille mit 14% am häufigsten *St. aureus* nachgewiesen.

Auch hier korrelieren die Menge an *St. aureus* - positiven Proben mit dem direkten Kontakt dieser Oberflächen mit der Haut des Benutzerklientels. Ausgangspunkt für deren Kontamination stellen offene oder schlecht abgedeckte eiternde Wunden dar, weitere Quellen sind aber auch Keimträger, die beim Husten oder Niesen *St. aureus* verbreitet werden.

Es zeigt sich hier, dass *St. aureus* in allen Bereichen der Toiletten zu finden ist, was auf mangelndes Hygienebewusstsein des Reinigungspersonals insbesondere bezüglich der Reinigungsmaßnahmen hindeutet.

Es ist dabei eindringlich darauf hinzuweisen, dass mit *St. aureus* kontaminierte Oberflächen eine bedeutende Quelle für mögliche Infektionen sind. Wofür nicht zuletzt ihre hervorragende Überlebensfähigkeit auch unter relativ ungünstigen Bedingungen ein wesentlicher Grund ist.

Die häufige Beteiligung von *St. aureus* an den verschiedensten Infektionen, gefährdet hier insbesondere Personen mit einem bereits vorgeschädigten Immunsystem und unterstreicht die permanente Möglichkeit einer Infektion für die Toilettenbenutzer.

Andererseits ist mit zunehmender Keimdichte auch das Risiko einer Keimübertragung nicht außer Acht zu lassen.

Mit der unter Kapitel 3.1.2.3. erläuterten Methode wurden die Tupferproben auch auf ihren Gehalt an Fäkalstreptokokken untersucht. 115 Proben, d.h. fast 22% waren positiv, wobei an jedem Entnahmepunkt zumindest einmal Fäkalstreptokokken nachgewiesen werden konnten.

Mit 57% positiven Proben lag das Urinal an erster Stelle, gefolgt vom Toilettenboden mit 50% und der Toilettenbrille mit 34%. Wobei nur drei der Proben den Wert von $10^5 / 40 \text{ cm}^2$ überschritten. Zwei dieser Proben wurden auf der Toilettenbrille und eine auf dem Boden nachgewiesen. Die übrigen Keimzahlen befanden sich alle unterhalb der Grenze von 2×10^3 KBE / 40 cm^2 .

Neben den Enterobacteriaceae werden auch Fäkalstreptokokken herangezogen, um fäkale Belastungen von Oberflächen, aber auch von Trink- und Abwasser sowie der Umgebung zu klassifizieren. Bis auf die oben erwähnten Ausnahmen ist dabei das Keimniveau als gering einzustufen.

Einer Studie von PINTO et al. (1999) zufolge, sind die Ergebnisse noch dahingehend abzustufen, dass bei genauerer biochemischer, serologischer und genetischer

Differenzierung der als Fäkalstreptokokken identifizierten Keime, ca. 10% davon nicht fäkalen Ursprungs sind und somit das Ergebnis noch nach unten korrigiert werden müsste. Der Autor plädiert aus diesem Grund auch dafür, die Taxonomie „Fäkalstreptokokken“ zu überarbeiten und ihrer Herkunft entsprechend die Vertreter in fäkal und nicht fäkal einzustufen.

In einer vom ADAC (2000) in Auftrag gegebenen Studie wurden europaweit Raststätten auf ihren Hygienestatus überprüft. Auch wenn aufgrund der Methodik und der nur geringen Probenahmestellen (Toilettensitz, Türklinkengriff und Wickeltisch) ein Vergleich der Ergebnisse mit den vorliegenden nur schwer möglich ist, konnten auf dem Toilettensitz und der Liegematte des Wickeltisches gehäuft coliforme Keime festgestellt werden. Am Türgriff wurden demgegenüber in der überwiegenden Zahl der Proben keine Beanstandungen festgestellt, in einigen Proben konnten allerdings Fäkalkeime nachgewiesen werden.

Im Hinblick auf die eigenen Untersuchungen lässt sich tendenziell ein ähnliches Ergebnis nachvollziehen. Auch auf diesen Toiletten sind auf dem Toilettensitz in 48% am häufigsten Enterobacteriaceae nachzuweisen, während der Türgriff des Eingangs mit nur 15% positiven Proben auf Enterobacteriaceae deutlich weniger betroffen ist.

WEIDENFELLER et al (1993) führten Vergleichsuntersuchungen in Haushalten, Kindergärten und Schulen durch. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Keimbelastungen in den öffentlichen Einrichtungen geringer sind als in den Privathaushalten, in letzterem aber aufgrund der Keimzahlen und –spektren auch nur ein geringes Infektionsrisiko besteht.

Bei Zugrundelegen dieser Aussage muß auch das in den eigenen Untersuchungen erhaltene Ergebnis unter diese Kategorie eingeordnet werden, da sich die Ergebnisse, *E. coli* und *St. aureus* betreffend, beim Toilettenabstrich stark ähneln und bei den Abstrichen des Waschbeckens die Werte der eigenen Untersuchung sogar deutlich darunter liegen.

Aus diesem Grund plädiert der Autor dazu, unter Einbeziehung der ökonomischen Komponente, auf regelmäßige Desinfektionsmaßnahmen zu verzichten, und sich diese für besondere Situationen, wie zum Beispiel Seuchenausbrüche aufzusparen, um die Umwelt nicht unnötig mit schwer abbaubaren Chemikalien zu belasten und die Kosten nicht unnötig zu steigern. Wenn die Ergebnisse dieser Arbeit aus demselben Gesichtspunkt betrachtet, kommt man zu dem Schluss, das auch hier im Hinblick auf die gefundenen Keimmengen nicht auf eine routinemäßige Desinfektion plädiert werden kann, sondern das Hauptaugenmerk auf sorgfältig durch zuführende Reinigungsmaßnahmen gelegt werden muß oder wenn nötig die Desinfektion, wie bereits von SCOTT und BLOOMFIELD, 1985,

vorgeschlagen, auf bestimmte Standorte innerhalb der Toilette beschränkt wird. Dies wären im Bezug auf die vorliegende Analyse der Toilettenboden, die Toilettenbrille und das Urinal.

Bereits 1992 untersuchte FLUK den Hygienestatus verschiedenster Toilettenanlagen. U.a. auch Autobahnraststätten mit WC. Dabei kam auch er zu einem vergleichbaren Ergebnis, insbesondere den Anteil enterobacterpositive Proben auf den Toilettenbrillen betreffend. Er fand in 46,7% der Proben Enterobacteriaceae. In den hier wiedergegebenen Untersuchungen waren es 46%. Auf dem Boden vor dem Leibstuhl fand der Autor sogar in 73% der Proben Enterobacteriaceae, d.h. in 25% mehr Proben, was eventuell je nach dem Zeitpunkt der Untersuchung auf eine höhere Frequentierung oder auf die Temperatur- und Witterungsverhältnisse zurückgeführt werden kann.

Da bei der eigenen Untersuchung gezielt auch direkt nach der Säuberung durch das entsprechende Personal an den gleichen Stellen erneut Proben genommen wurden, lassen sich die Erfolge der Innenreinigung der Toilettenräume darstellen.

Dabei ist auffällig, dass zum Teil nach der Reinigung deutlich höhere Keimzahlen als vorher ermittelt werden konnten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von BECKMANN (1997), der an 7 von 10 untersuchten Stellen nach der Reinigung genausoviel oder mehr Keime nachweisen konnte. Hier war dies insbesondere auf der Toilettenbrille und der Klinke der Eingangstür war dies auffallend.

So ist der Prozentsatz an Proben, deren Gehalt an hygienisch relevanten Keimen nach der Reinigung 10^3 KBE / 40 cm^2 überschritten, nach der Reinigung mit 22,4% fast doppelt so hoch wie vor den Reinigungsmaßnahmen (siehe 3.2.1.3., Tab.14).

In 27 der Proben der Herrentoilette und in 26 Proben der Damentoiletten wurden nach der Reinigung mehr Enterobacteriaceae gefunden als vorher. Wobei dies besonders auf den Boden vor der Toilette zutrifft. In 9 bzw. 8 Proben wurden nach der Reinigung mehr *St. aureus* gefunden als vorher, und in 23 Proben sowohl auf der Herren- als auch auf der Damentoilette nach dem Säuberungsprozess mehr Fäkalstreptokokken. Wobei dies besonders das Waschbecken, den Boden vor der Toilette und das Urinal angeht.

Mit Ausnahme der Pseudomonaden ist kein erkennbarer Unterschied zwischen Damen – und Herrentoilette festzustellen. Die Anzahl an Proben, die nach der Reinigung eine höhere Keimzahl aufweisen, ähneln sich sowohl bei der Gesamtbakterienzahl, als auch bei einzelnen Keimarten sehr stark oder gleichen sich sogar. Einzige Ausnahme bildet hier der Nachweis von unterschiedlichen Arten von Pseudomonaden, die auf der Herrentoilette in 26 Proben nach der Reinigung vermehrt gefunden wurden, auf der Damentoilette nur in 9

Proben und zusätzlich auch die Schwankungen in der Quantität auf der Herrentoilette bei Vergleich vor und nach der Reinigung deutlich größer war.

Die im Allgemeinen erkennbare stärkere Verschmutzung der Herrentoilette vor der Reinigung im Vergleich zum Damenbereich ist sicherlich größtenteils auf die deutlich stärkere Frequentierung zurückzuführen, wogegen die in beiden Bereichen teilweise stärkere Verkeimung nach dem Reinigungsprozess mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Schwächen im Reinigungsregime begründet werden kann. D.h. dies ist möglicherweise auf einen unsachgemäßen Umgang mit Reinigungsutensilien, wie Lappen und Bürsten usw. oder auf falsche Anwendung von Reinigungs – und Desinfektionsmitteln zurückzuführen, so dass durch das Reinigungsregime zusätzlich Keime auf die Oberflächen verbracht werden.

Die Pseudomonaden und *Aeromonas spp.* sind Keime, die v.a. in feuchtem Milieu und in Nasszonen (Urinal, Waschbereich, Fußboden) optimale Wachstumsbedingungen finden und sich auch bei tieferen Temperaturen noch vermehren. Treten diese Keime gehäuft auf, so wie es in diesen Untersuchungen insbesondere nach der Reinigung der Fall war, ist dies ein Hinweis auf eine unzureichende Hygiene, hier vermutlich auf Mängel in der sachgerechten Reinigung und dem Umgang mit der Reinigungsflüssigkeit.

Einen Hinweis zur Bestätigung dieser Vermutung zeigt die Abb.50. Auf der ist im Personalraum der Toiletten ein Eimer mit benutztem Wischwasser zu sehen, nachdem die Reinigungsmaßnahmen des Personals abgeschlossen waren und diese die Toilette bereits wieder verlassen hatten. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass dieser Eimer und die Reinigungslösung wiederholt Verwendung finden, was natürlich eine Keimeinschleppung und Keimverschleppung begünstigt.



Abb.50: Wischeimer mit bereits benutztem Reinigungswasser nach Verlassen des Raumes durch das Personal

Das Vorkommen von *St. aureus* ist kritischer zu bewerten. Ausgangspunkt für eine Keimübertragung ist in den meisten Fällen der Mensch und nur selten ein tierischer Keimträger. Ausgehend von offenen oder eiternden Wunden können Oberflächen direkt kontaminiert werden. Des Weiteren ist eine Verbreitung von *St. aureus* auch über Niesen oder Husten möglich. *St. aureus* wurde in allen Bereichen der Toiletten gefunden, was auf mangelnde Hygiene des Benutzerklientels zurückzuführen ist, wogegen der verstärkte Nachweis dieses Keims nach der Reinigung auch hier mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einer Verschleppung beruht.

Das trifft auch auf den teilweise höheren Gehalt an Fäkalstreptokokken und Enterobacteriaceae auf den untersuchten Oberflächen nach der Reinigung zu.

Nicht außer acht gelassen werden darf auch der häufige Nachweis von Hefepilzen, besonders auf den feuchten Oberflächen. Bei Erkrankungen mit Hautpilzen besteht durch den Kontakt der Hände mit erkrankten Hautstellen die Möglichkeit, dass Erreger auf

125

Oberflächen, z.B. Spülknopf, Wasserhahn, Türklinke, übertragen werden, wo sie aufgrund des meist feuchten Milieus für einen längeren Zeitraum überleben können. Es ist jedoch fraglich ob die Übertragung von Pilzen über die Armaturen oder andere Oberflächen ausreicht bei einem gesunden Menschen eine Pilzinfektion auszulösen. Für das bereits häufiger erwähnte Risikoklientel stellen sie aber mit Sicherheit eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar. Da in den untersuchten Wischlappen aber neben verschiedenen Bakterien auch Hefepilze gefunden wurden, lässt sich die Gefahr einer Infektion auch hier wahrscheinlich mit Änderungen im Reinigungsregime, z.B. trockene Lagerung der Wischlappen, deutlich minimieren.

Auf 5 Oberflächen einer untersuchten Toilette wurden *Shigella spp.* in geringen Mengen gefunden. Diese zu den obligat pathogenen Keimen zu zählenden Enterobacteriaceae wurden auf der Toilettenbrille, dem Boden davor, dem Spülknopf und dem Wasserhahn vor der Reinigung gefunden und auch auf der Toilettenbrille nach der Reinigung. Die durch Shigellen ausgelöste Ruhr gehört zu den meldepflichtigen Erkrankungen und spielt epidemiologisch vor allem in Form der symptomarmen atypischen Form, der chronisch Kranken und der Rekonvaleszenten eine Rolle, die über Monate noch Shigellen über den Stuhl ausscheiden können und somit die Umgebung kontaminieren. Wenn in Betracht gezogen wird, dass die Shigellenruhr eine noch seltener auftretende Erkrankung ist, als die Salmonellose, muß hier davon ausgegangen werden, dass es sich um einen Zufallsbefund handelt, dessen geringe Keimzahlen kaum ausreichen dürften, eine Symptomatik auszulösen, aber es zeigt, dass auf den öffentlichen Toiletten zwar ein geringes aber doch ein zu bedenkendes Risiko für eine Übertragung auch obligat pathogener Keime besteht und somit die regelmäßigen Reinigungsmaßnahmen einen wichtigen Bestandteil der Hygienemaßnahmen darstellen.

Werden Vergleiche der hier vorliegenden Untersuchung mit den Ergebnissen anderer Studien angestellt, die sich mit der hygienischen Situation auf Toiletten beschäftigten, kommt man teilweise zu ähnlichen und teilweise zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen.

So fand FLUK (1992) in 12,9% der Proben von Toilettenbrillen Enterobacteriaceae, NOLTE und OSTERTAG (1978) in durchschnittlich 31% und in der hier diskutierten Studie wurden sogar in 54% der Proben von Toilettenbrillen Enterobacteriaceae nachgewiesen (vgl. Tab. 4). Wahrscheinlich ist dieser Unterschied vor allem davon abhängig, wie stark die Frequentierung insbesondere der Autobahntoiletten zum Zeitpunkt der Untersuchungen war und welche klimatischen Bedingungen vorherrschten.

Im Gegensatz zu den Unterschieden auf den Toilettenbrillen ähnelt sich das Ergebnis der Türklinken im Bezug auf Enterobacteriaceae. In der eigenen Untersuchung wurden in 16% der Proben Enterobacteriaceae gefunden und bei NOLTE und OSTERTAG waren es 13% positive Proben.

Werden auch für *St. aureus* diese beiden Entnahmepunkte zugrundegelegt, wurden hier auf den öffentlichen Toiletten mit jeweils 16% *St. aureus* – positiven Proben nur ca. halb so oft diese Keime nachgewiesen, was sich durchaus mit der veränderten hygienischen Situation in der Bevölkerung erklären lassen könnte.

Besonderes Augenmerk soll hier auch der Türklinke als Keimüberträger zukommen, da die Keimverschleppung über die Hand mit Sicherheit eine große Rolle spielt.

Bei den eigenen Untersuchungen konnten an der Klinke der Eingangstüren auf jeweils 16% *St. aureus* und Enterobacteriaceae gefunden werden (siehe Tab. 4). Ähnliche Werte fanden sich auch auf dem Wasserhahn und dem Waschbecken. Während diese Werte an letzteren genannten Entnahmepunkten dadurch erklärbar ist, dass die Nutzer zum Waschen der Hände den Wasserhahn kontaminieren müssen, erklärt sich dies auf der Klinke nicht damit. Es muß also davon ausgegangen werden, dass die Hände nach der Toilettenbenutzung nicht gewaschen werden und damit die Keime aus der Toilettenanlage hinausgetragen werden.

GÜNTHER et al. (1984) zeigten in ihren Untersuchungen, dass das Material der Türklinke für deren Keimgehalt relativ gleichgültig ist, da die bakterizide Wirkung metallischer Klinken nur von Bedeutung ist wenn sie immer feucht gehalten werden. Aus diesem Grund befürworten auch diese Autoren eine häufigere Reinigung um Keimübertragungen vorzubeugen.

MENDES und LYNCH (1976), die sich ebenfalls mit dem Gesundheitsrisiko durch fäkale Kontamination auseinandersetzten, fanden über 70% der Toilettensitze fäkal kontaminiert. Wobei sich die Autoren auf Fäkalstreptokokken sowie Enterobacteriaceae als Indikatoren beriefen, da diese aufgrund unterschiedlicher Überlebenszeiten eine größere Aussagekraft besitzen. Der oben erwähnte Wert deckt sich mit dem Ergebnis der eigenen Studie.

Nicht außer acht gelassen werden darf die Kontamination der direkten Umgebung der Toiletten durch den Spülvorgang. Hygienisch relevante Keime wurden auf dem Boden vor der Toilette am häufigsten und auch mit den quantitativ höchsten Keimzahlen nachgewiesen. Dies ist zum Einen sicherlich auf das Schuhwerk zurückzuführen, über welches Keime transportiert werden können. Zum anderen ist das Spritzwasser und Aerosolbildung ein

sicherlich entscheidender Faktor für die hohe Keimbelastung des Toilettenbodens. GERBA et al. (1975) stellten fest, dass trotz kontinuierlichen Spülens eine persistierende Fraktion an Bakterien und Viren nicht aus dem Toilettenwasser entfernt werden konnte.

Eventuell ist, bezugnehmend auf den Autor, davon auszugehen, dass Teile der nachgewiesenen Keime auf der Toilettenbrille, dem Spülknopf, der Klinke der Kabine oder der Fläche der Toilettentür nicht auf eine direkte Kontamination durch den Benutzer, sondern auf eine Übertragung von Mikroorganismen durch die Luft zurückzuführen ist.

MÜLLER und RUDOLPH (1975) schlussfolgerten, dass die Toilettenbrille selbst beim Spülvorgang eine nicht zu unterschätzende Schutzfunktion gegen den Übertritt von Spülwasser auf die Sitzfläche hat.

4.1.2.2. Selbstreinigende öffentliche Toiletten

Mit der gleichen Untersuchungsmethodik wurden ebenfalls drei selbstreinigende Toiletten eines privaten Unternehmens untersucht, um Aussagen über deren Hygienestatus treffen zu können.

Wie bereits erwähnt, konnten hier aus organisatorischen Gründen Proben nur in begrenztem Maße genommen werden, so dass die hier erhaltenen Ergebnisse nur eine Tendenz darstellen können und durch weiterführende Untersuchungen erhärtet werden müssen.

Ein Vergleich des Reinigungseffektes mit dem Keimgehalt vor der Reinigung erfolgte hier nur auf der Toilettenbrille und dem Toilettenboden, da dies auch die Bereiche sind, die nach jeder Benutzung einer automatischen Säuberung unterzogen werden.

Auffallend ist, dass insgesamt ein sehr niedriges Keimniveau vorherrscht. Von den 87 Proben waren im Bezug auf die Gesamtbakterienzahl in 5 Fällen mehr als 10^5 KBE / 40 cm^2 nachweisbar. Dies entspricht mit ca. 6% der Proben zwar fast den 6,2% der öffentlichen Toilettenanlagen, die Keimzahlen der übrigen Entnahmepunkte aber lagen bei weitem unter den Keimmengen der städtischen Toiletten. Sie überschritten mit einer Ausnahme den Wert von 1×10^3 KBE / 40 cm^2 nicht.

Ähnliches gilt auch für den Nachweis von Enterobacteriaceae. Auf 22% der untersuchten Oberflächen wurden Enterobacteriaceae nachgewiesen. Auf den Oberflächen öffentlicher Toiletten war es in 27% der Proben der Fall. Von keinem Entnahmepunkt konnten obligat

pathogene Enterobakterien oder *E. coli* isoliert werden. Die übrigen Entnahmepunkte wiesen mit drei Ausnahmen Keimzahlen von teilweise deutlich unter 1×10^3 KBE / 40 cm^2 auf.

St. aureus wurde auf keiner der selbstreinigenden Toiletten gefunden.

Fäkalstreptokokken konnten in 12,6% der Fälle aus den Tupferproben angezüchtet werden. Im Vergleich zu den 19,7% auf öffentlichen Toiletten liegt dieser Wert deutlich darunter. Zusätzlich sind die gefundenen Keimmengen mit max. 2×10^2 KBE / 40 cm^2 wesentlich geringer.

Ein deutlicher Unterschied besteht im Vergleich der Proben, welche pseudomonas - bzw. aeromonaspositiv waren. Auf 15,1% der Proben städtischer öffentlicher Toiletten konnte einer dieser Keime nachgewiesen werden, auf den selbstreinigenden Toiletten war dies nur in 5,7% der Proben der Fall. Interessant ist, dass drei der fünf positiven Proben auf der Toilettenbrille nach der Reinigung gefunden wurden, d.h. nach dem Kontakt mit der Reinigungsflüssigkeit. Vielleicht liegen hier ähnliche Probleme im Reinigungsregime vor, wie auf den öffentlichen Toiletten, wo die Zahl der pseudomonaspositiven Proben ebenfalls nach der Reinigung deutlich anstieg, da dort auch der übrige Sanitärbereich teilweise mehrmals täglich intensiv nass gereinigt wird. Dies würde das Ergebnis erklären und wäre ein Ansatz für Verbesserungen.

Alles in Allem kann den selbstreinigenden Toiletten ein gutes Zeugnis ausgestellt werden. Die Probenahmepunkte wiesen bis auf wenige Ausnahmen ein nur geringes Keimpotenzial auf und deren Gehalt an hygienisch relevanten Erregern lag bei weitem unter denen der öffentlichen Toiletten. Ursache hierfür könnten, neben den konsequenten Reinigungsmaßnahmen der relevanten Bereiche und der sonst vollautomatischen Bedienung, die einen fast berührungslosen Gebrauch gewährleistet, die relativ geringen Benutzerzahlen sein.

D.h. die im Allgemeinen von der Bevölkerung nur begrenzt angenommenen und genutzten selbstreinigenden Toiletten sind, vielleicht auch aus diesem Grund, eine zu empfehlende Alternative zu den gewohnten öffentlichen Sanitäreinrichtungen.

4.2. Virologische Untersuchungen

4.2.1. Virologische Arbeitsmethodik

Die Bedeutung von Viren als Ursache von Infektionserkrankungen ist zunehmend. Dabei können Viren neben dem direkten Kontakt, durch Blut- oder Blutprodukte oder auch über Schmierinfektionen übertragen werden. Wobei, ähnlich wie bei den bakteriellen Infektionen, auch bei den viralen Erkrankungen bestimmte Personengruppen besonders betroffen sind. Dies sind insbesondere immunsupprimierte Personen und solche, die in ihrer Immunreaktivität eingeschränkt sind, nicht zuletzt Aids-Patienten, die infolge ihrer HIV-Infektion Störungen in der Immunabwehr aufweisen.

So können z.B. von einer mit Hepatitis -A-Viren infizierten Person bis zu 10^9 Viruspartikel /g mit dem Stuhl ausgeschieden werden, bei Rotaviren bis zu 10^{10} /g.

In der hier vorliegenden Studie beschränkten sich die Untersuchungen auf den Versuch des Nachweises von Enteroviren.

Diese Viren können aus verschiedenen Körperflüssigkeiten, vom Rachen, über Kot und Urin bis zum Blut isoliert werden. D.h. mit all diesen Sekreten und damit mit dem Virus kann man auf Toiletten in Kontakt kommen.

Sie stellen in der Umgebung eine klinische Gefahr dar, obwohl sie sich außerhalb des lebenden Organismus nicht vermehren. Die zunehmende Konzentration von Menschen in der heutigen Zeit bedeutet eine deutliche Begünstigung der Übertragung von Viren und erklärt die Schwierigkeiten bei der Prävention.

Die meisten Untersuchungen, die sich mit der Problematik des Hygienestatus von öffentlichen Toiletten beschäftigen, beschränken sich auf Bakterien und beziehen nur selten Viren mit ein. Außerdem finden diese Studien nur selten in öffentlichen Toiletten oder in häuslicher Umgebung, sondern meist in Krankenhäusern statt.

Die Proben wurden nach der unter Kap.3.1.5. erläuterten Methodik genommen. Eine Vielzahl anderer Autoren beschreibt Verfahren, bei denen mittels Tupferproben Oberflächen auf Viren untersucht wurden, so zum Beispiel DAGAN (1986) oder CHONMAITREE (1988).

Aus diesem Grund und wegen der im Feldversuch einfachen Handhabung wurde auch bei den eigenen Untersuchungen auf die Tupferproben zurückgegriffen.

In Anlehnung an die Empfehlungen in der Literatur und den Erfahrungen der eigenen Untersuchungen ist die Virusisolierung in Zellkulturen die gegenwärtig geläufigste, sensibelste und zuverlässigste Methode um Enteroviren zu isolieren.

PLATEN (2000) beschreibt die Probenaufarbeitung mittels PCR-Technik. Dies ist jedoch ein sehr aufwendiges und in der Praxis noch nicht oder nur unter unverhältnismäßig hohem Kostenaufwand durchführbares Verfahren, auf welches aus diesen Gründen verzichtet wurde. Des weiteren kam der Autor zu dem Schluss, dass die klassischen Verfahren der Anzucht mit der PCR eine hohe Übereinstimmung zeigen.

PINA et al. (1998) fügen hinzu, dass der Virusnachweis über die PCR einer wichtigen Limitierung unterliegt. Es ist auch in dem Fall nicht bekannt, ob das Virus noch infektiös ist oder nicht. Außerdem unterstreichen die Autoren, dass die Laborvorschriften für Personal und Material sehr genau durchgeführt werden müssen, um falsch positive oder falsch negative Ergebnisse zu minimieren. Dann aber liegt auf der Hand, dass diese Methode auf einem höherem Spezifitätslevel arbeitet und sensibler ist, als die Isolation über Zellen.

4.2.2. Virologische Ergebnisse des Feldversuches

BELLAMY et al. (1998) ist es bei der Auswertung von 448 Tupferproben aus häuslicher Umgebung mittel Zellkulturen nicht und mittels PCR nur in 3 der Proben gelungen virale RNA nachzuweisen, PLATEN (2000) fand in keiner der 202 von ihm mittels PCR untersuchten Sanitäreinrichtungen Viren.

Im hier beschriebenen Feldversuch wurden auf keiner der 105 auf Viruskontamination untersuchten Oberflächen Enteroviren nachgewiesen.

Dieses Ergebnis lässt zum Einen die Schlussfolgerung zu, dass auf den untersuchten Oberflächen zum Untersuchungszeitpunkt keine Viren vorhanden waren, oder zum Zweiten diese aufgrund der nur geringen Widerstandsfähigkeit gegen Temperatur und Austrocknung bereits abgestorben waren. Da sich die hier beschriebenen Untersuchungen allerdings nur auf Enteroviren beschränken, ist nicht auszuschließen, dass sich auf den analysierten Oberflächen andere Virusspezies befunden haben, die hier verwendeten Zelllinien aber keine Spezifität für die entsprechenden Viren besitzen und diese sich somit auf diesen Zellen nicht anzüchten ließen.

Überdies können eventuell gefundene Viren auch im Transportmedium nicht überlebt haben oder sie haben durch Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen ihre Infektiosität bereits verloren.

Des Weiteren müssen Probleme der Probennahme und der Untersuchungsmethodik erwähnt werden. Aufgrund der eigenen Untersuchungen und in Verbindung mit bereits getätigten Veröffentlichungen anderer Autoren (BELLAMY 1998, PLATEN 2000), ist davon auszugehen, dass ein erfolgreicher Virusnachweis im Feldversuch neben einer Minimierung der oben genannten Fakten, die das Ergebnis negativ beeinflussen, verschiedene andere Größen berücksichtigt werden müssen. Dies ist ohne Zweifel die Untersuchungsmethodik. Es bleibt auch nach der hier diskutierten Untersuchung festzustellen, dass ein erfolgreicher Virusnachweis eine hohe Probenzahl voraussetzt, auch wenn moderne Verfahren, wie zum Beispiel die PCR, den Nachweis von viraler DNA und RNA erleichtern. Sie aber keinen Rückschluss auf die Lebensfähigkeit und noch vorhandene Infektionsfähigkeit des kompletten Virus zulassen. Außerdem war in den Laborversuchen festzustellen, dass die hier benutzte Methodik im Hinblick auf die Senkung der Nachweisgrenze noch Ansätze für Modifikationen bietet, um auch eventuell auf Oberflächen vorhandene geringere Viruskonzentrationen nachweisen zu können.

Zusätzlich stellt die bakterielle und fungale Kontamination der Proben ein wichtiges Problem dar und erschwert die Auswertung im Labor zusätzlich.

Aufgrund der eigenen Ergebnisse sowie der oben erwähnten Versuche von BELLAMY et al. (1998) und PLATEN (2000), lässt dies den Schluss zu, dass Viren, insofern sie nicht durch ein umgebendes Medium geschützt sind, trotz des Infektionsrisikos durch kontaminierte Oberflächen, außerhalb von Wirtszellen nur sehr begrenzt überlebensfähig sind und damit verbunden durch Tupferproben, aber auch durch aufwendigere Nachweisverfahren, wie die Analyse mittels PCR nur schwer nachweisbar sind.

Dies lässt weiterhin die Aussage zu, dass durch normale Reinigungs- und gegebenenfalls Desinfektionsmaßnahmen ein hoher Schutz gegen virale Infektionen besteht.

4.2.3. Ergebnisse der virologischen Laboruntersuchungen

In den Laboruntersuchungen sollte festgestellt werden, ob die Überlebensfähigkeit der Viren von unterschiedlichen Oberflächen abhängt und wo die Nachweisgrenze der hier angewandten Methodik lag.

Die Sensibilität der Tupfermethodik zur Rückgewinnung von Virus ist nicht festgelegt. Die hier angewandte Methodik ist nicht sensibel genug, um z.B. auf Rotaviren zu untersuchen, da die Infektionsdosis deutlich geringer ist, als für Enteroviren und dies demzufolge falsche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen nachsichziehen könnte.

Auf der Stahloberfläche mussten mindestens 4×10^6 Viren/ml aufgetragen werden, um nach dem direkten Abtupfern noch einen cytopathischen Effekt auf den MDBK-Zellen auszulösen. Die hierfür notwendige Konzentration auf der Plastikoberfläche war mit durchschnittlich $1,39 \times 10^6$ Viren/ml etwas geringer, lag aber ebenfalls im gleichen Potenzbereich.

Trotzdem bleibt festzuhalten, dass auf Plastikoberflächen mit den Tupfern bereits geringere Mengen an Enteroviren nachzuweisen waren als auf den Edelstahltoiletten, wie sie in den untersuchten Anlagen vorherrschten.

Da für beide Oberflächen die gleichen Umweltbedingungen geboten sind und die gleiche Methodik angewandt wurde, ist davon auszugehen dass die Oberflächenstruktur des Kunststoffes es den Viren weniger erlaubt, sich in Mikroporen dem Wattetupfer zu entziehen.

Ebenso interessant im Hinblick auf die Bewertung der hygienischen Situation auf den Toiletten sind die Ergebnisse im Bezug auf die Eintrocknungszeit der aufgetragenen Virussuspension.

Wenn die Oberflächen eine Rolle bei der Übertragung von Enteroviren spielen sollen, müssen diese auf ihr überleben.

Dabei betont GERBA (1984), dass die Empfindlichkeit des Virus meist auf der Basis des isolierten Virus beurteilt wurde, es heute aber bekannt ist, dass das Virus in der Umgebung Assoziationen mit umgebenden Partikeln eingeht und dies der Haupteffekt ihrer Persistenz und ihres Transportes in der Umgebung ist.

Dies wiederum bedeutet, dass den Reinigungs - und gegebenenfalls den Desinfektionsmaßnahmen der betroffenen Oberflächen eine noch größere Bedeutung zukommt.

Andererseits weisen ABAD et al. (1994) als Ergebnis ihrer Untersuchungen daraufhin, dass entgegen der allgemeinen Meinung, dass Faezes eine schützende Wirkung habe, der Kot in Abhängigkeit von der Oberfläche und der Austrocknung die Überlebensfähigkeit eher negativ beeinflusst.

Ein Ergebnis der eigenen Studie ist, dass in Abhängigkeit von der Zeit, bei gleichen Umweltbedingungen, von der Stahloberfläche weniger Viren zurückzugewinnen waren, als von der Plastikoberfläche.

Bisherige Veröffentlichungen machten im Allgemeinen keinen Unterschied zwischen Stahl – und Plastikoberflächen. Meist wurde eine dieser Materialien untersucht und die Ergebnisse auf alle anderen nichtporösen Oberflächen übernommen.

In der eigenen Untersuchung konnte aber auch zwischen den beiden Materialien ein erkennbarer Unterschied dargestellt werden.

Direkt nach dem Auftragen sind die zurückgewonnenen Virusmengen ähnlich und gut miteinander vergleichbar. Bereits nach 20 min ist die zurückgewonnene Virusmenge von Plastik doppelt so hoch und nach einer Stunde sind auf dem Edelstahl nur ein Viertel der Viren zurückzugewinnen wie auf dem Plastik.

Dies zeigt, dass auch die bisher meist als vergleichbar angesehenen nichtporösen Oberflächen unterschiedliche Milieubedingungen für Viren darstellen.

Eventuell spielen dabei, ähnlich wie bei den bakteriziden Wirkungen von Metallen, auch bei den Viren oligodynamische Prozesse eine Rolle und es treten Wechselwirkungen mit Metallionen auf.

Eine weitere Möglichkeit der Erklärung sind Unterschiede in der Mikrostruktur der Oberflächen, die es den Viruspartikeln erlauben, sich in den Poren des Metalls besser dem Tupfer zu entziehen, als auf dem Kunststoff. Die Resistenz gegen Austrocknung erscheint als Hauptkriterium der Überlebensfähigkeit auf Oberflächen.

Beides spricht für den Einsatz von Edelstahloberflächen in öffentlichen Toiletten. Entweder sterben die Viren schneller ab oder sie können beim Kontakt mit der benutzenden Person nicht so schnell übertragen werden, da es schwerer ist, sie aus den Mikroporen zu lösen.

In den hier untersuchten Anlagen werden diese Materialien bereits überwiegend eingesetzt und haben sich aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit und leichten Reinigung durchaus bewährt.

Im Bezug auf die Überlebensfähigkeit der Enteroviren fällt auf, dass die Zahlen der Virusrückgewinnung im Diagramm nicht linear absinken (siehe Abb. 46 und 49) sondern im Zeitraum zwischen 20 min und einer Stunde die Rückgewinnungsrate deutlicher abnimmt.

Da dies unabhängig von der Oberfläche der Fall ist, kann geschlussfolgert werden, dass Enteroviren, hier speziell die ECBO – Viren, ohne umgebende Schutzmaterialien bereits nach einer Stunde zu einem hohen Prozentsatz inaktiviert sind.

Auch die übrigen Milieubedingungen auf den öffentlichen Toiletten sind dem Überleben der Viren nicht zuträglich. So stellten SATTAR et al. (1988) bereits fest, dass hohe Luftfeuchtigkeiten das Überleben von Enteroviren fördern, womit sich auch das gehäufte Auftreten von Infektionen in tropischen Regionen erklären lässt und auch ABAD et al. (1994) weisen als Ergebnis ihrer Studie darauf hin, dass bei hoher Luftfeuchtigkeit und gleichzeitigen niedrigen Temperaturen die Stabilität der Viren größer ist, da die Austrocknungsgefahr sinkt.

Unter den hiesigen klimatischen Bedingungen wird dabei auf den Anlagen kaum ein Milieu erreicht, unter dem es den Viren erlaubt ist, längere Zeit zu überleben.

4.3. Problematik des Händewaschens und Händetrocknens

Händewaschen und Handtrocknung ist die wichtigste Prozedur zur Senkung des Übertragungsrisikos von Keimen nach der Toilettenbenutzung.

Gutes Händewaschen kann der Übertragung von Viren und Bakterien zwischen Kontaktpersonen und auf Oberflächen vorbeugen. So weisen KALTENTHALER et al. (1995) nach, dass in Einrichtungen in denen die Kinder bereits einer guten Handhygiene unterzogen werden, ein geringeres Infektionsrisiko vorherrscht.

Voraussetzung hierfür ist, dass Handwaschbecken in ausreichender Zahl vorhanden sind. Dies ist auf allen untersuchten Toiletten der Fall.

Das weitaus wichtigere Problem stellt die nur teilweise Nutzung der Waschvorrichtungen dar. Untersuchungen von z.B. VOSS (1997) zeigen, dass in Krankenhäusern nur ca. 40% der Angestellten sich regelmäßig die Hände waschen. Andere Autoren nennen Zahlen von nur 30% Toilettenbenutzern, welche die Waschgelegenheiten auch in Anspruch nehmen.

Es stellt sich bei diesen Zahlen die Frage, was hierfür die Ursache ist. Zum einen ist dafür mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gewisse Faulheit verantwortlich, wichtiger ist allerdings

das Argument der psychischen Barriere, die Armaturen zu benutzen. Aus diesem Grund plädierte BRAUSS bereits 1973 dafür Armaturen und Türen mit Lichtschranken zu versehen und eine berührungslose Anwendung zu ermöglichen.

Dies ist auf den untersuchten öffentlichen Toiletten noch nicht oder nur teilweise gegeben. Die selbstreinigenden Anlagen sind diesem Ziel schon einen Schritt näher gekommen und bieten, außer der Benutzung der Klinke zum Verlassen des Raumes, eine Bedienung, die einen Handkontakt mit Oberflächen unnötig macht und ihnen damit einen großen Vorteil einräumt.

Das zweite Problem der Handhygiene ist die Trocknung.

PATRICK et al. (1997) kamen zu dem Ergebnis, dass mit der feuchten Hand ein Vielfaches mehr an Mikroorganismen übertragen wird, als mit trockenen Händen.

Die Möglichkeit der Handtrocknung ist prinzipiell anzubieten, wobei Stoffhandtücher zu gemeinschaftlichen Nutzung generell abzulehnen sind, sie auch in keiner der Toiletten vorzufinden waren. Eine Alternative dazu stellen Papierhandtücher zur einmaligen Verwendung dar. Der Vorteil besteht darin, dass keine Keimübertragung zwischen dem Benutzerklientel möglich ist. Der Nachteil ist im finanziellen Aufwand für den Toilettenbetreiber und im eventuellen Ausgehen des Vorrates im Spender zu sehen.

Eine dritte und gleichzeitig hygienisch die zu favorisierende Möglichkeit, stellen automatische Trockner dar, die ohne direkten Kontakt über Lichtschranken eingeschaltet werden können.

Abschließend kann hierzu gesagt werden, dass auf allen, sowohl auf den städtischen, als auch auf den selbstreinigenden Toiletten, gute Voraussetzungen bestehen, dem Vorgang des Händewaschens und Händetrocknens nachzugehen und somit die Gefahr der Keimübertragung zu vermindern.