

Aus dem Institut für  
Umwelt- und Tierhygiene sowie Tiermedizin mit Tierklinik  
Universität Hohenheim  
Fachgebiet: Umwelt- und Tierhygiene  
Leiter: Prof. Dr. R. Böhm

Eingereicht über das  
Institut für Tier- und Umwelthygiene  
der Tierärztlichen Fakultät der Freien Universität Berlin  
Lehrstuhl: Univ.-Prof. Dr. W. Müller

**Qualitative und quantitative  
bakteriologische und virologische Untersuchungen  
zur Erhebung des Hygienestatus  
verschiedener öffentlicher Toilettenanlagen  
einer südwestdeutschen Großstadt**

**I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n**

Zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Ingo Keiper  
Tierarzt aus Döbeln

Berlin 2002

Journal-Nr.:2621

Gedruckt mit Genehmigung  
des Fachbereiches Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Schmidt  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Müller  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Böhm  
Dritter Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Schlenker

Tag der Promotion: 11.07.2002

Für Cornelia und Luca

1. Einleitung .....	1
2. Literaturübersicht.....	4
2.1. Hygienische Beurteilung von Toilettenanlagen .....	4
2.1.1. Vorkommen von pathogenen Keimen auf Oberflächen .....	5
2.1.2. Mikroorganismen in sanitären Einrichtungen .....	12
2.1.3. Den Oberflächenkeimgehalt beeinflussende Faktoren .....	12
2.2. Überlebensfähigkeit von Bakterien auf Oberflächen, Einfluss von Umweltfaktoren.....	13
2.3. Überleben von Viren auf Oberflächen, Einfluss von Umweltfaktoren .....	16
2.4. Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes.....	19
2.5. Infektionswege.....	23
2.5.1. Kontaktinfektion, Schmierinfektion.....	23
2.5.2. aerogene Infektionen .....	25
2.5.3. Sonstige Vektoren .....	26
2.6. Indikatororganismen.....	28
2.6.1. Enterobacteriaceae .....	28
2.6.1.1. Coliforme Keime.....	29
2.6.1.2. Salmonellen.....	31
2.6.2. Fäkalstreptokokken .....	33
2.6.3. Staphylokokken .....	34
2.6.4. Hefen .....	35
2.6.5. Weitere Keime.....	35
2.6.6. Viren .....	36
2.6.6.1. Enteroviren .....	38
2.6.6.1.1. Poliomyelitisvirus .....	39
2.6.6.1.2. Coxsackivirus .....	39
2.6.6.1.3. ECHO-Virus.....	40
2.6.6.2. Rotavirus .....	40
2.6.6.3. Adenovirus.....	40
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN.....	42
3.1. Material und Methoden .....	44
3.1.1. Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes mittels Tupferabstrichen.....	44
3.1.1.1. Methodik.....	44
3.1.1.2. Untersuchte Oberflächen .....	45
3.1.2. Bakteriologische Arbeitsmethoden zur Probenauswertung .....	51
3.1.2.1. Bestimmung der Anzahl aerober Gesamtbakterien .....	52
3.1.2.2. Bestimmung der Anzahl an Enterobacteriaceae .....	53

3.1.2.2.1. Bestimmung der Anzahl coliformer Keime .....	54
3.1.2.2.2. Untersuchung auf Salmonellen.....	54
3.1.2.3. Bestimmung der Anzahl an Fäkalstreptokokken.....	58
3.1.2.4. Bestimmung der Anzahl an Staphylokokken .....	58
3.1.2.5. Bestimmung der Anzahl an Hefepilzen .....	58
3.1.2.6. Weitere Keimdifferenzierung.....	59
3.1.3. Weitere Untersuchung .....	59
3.1.4. Virologische Arbeitsmethoden .....	61
3.1.4.1. Verwendetes Testvirus.....	61
3.1.4.2. Zellkulturen und Virusvermehrung.....	61
3.1.4.3. Virustitration, Bestimmung des Virustiters.....	62
3.1.4.4. Virologische Laboruntersuchungen .....	63
3.1.4.4.1. Methodik des Laborversuches.....	64
3.1.5. Virologische Untersuchungen auf öffentlichen Toiletten .....	65
3.2. Versuchsergebnisse.....	65
3.2.1. Tupferabstriche in öffentlichen Toiletten.....	65
3.2.1.1. Häufigkeitsverteilung der Gesamtbakteriengehalte auf städtischen Toiletten.....	65
3.2.1.2. Häufigkeitsverteilung einzelner Keime auf städtischen Toiletten.....	67
3.2.1.2.1. Häufigkeitsverteilung von Staphylokokkus aureus .....	69
3.2.1.2.2. Häufigkeitsverteilung von Enterobacteriaceae .....	70
3.2.1.2.3. Häufigkeitsverteilung von Corynebacterium spp.....	71
3.2.1.2.4. Häufigkeitsverteilung von Fäkalstreptokokken.....	72
3.2.1.2.5. Häufigkeitsverteilung von Pseudomonas spp. und Aeromonas spp.....	73
3.2.1.2.6. Häufigkeitsverteilung von Candida spp. ....	74
3.2.1.3. Ergebnisse Herrentoilette und Damentoilette .....	77
3.2.1.4. Ergebnisse vor und nach der Reinigung .....	88
3.2.2. Ergebnisse der Untersuchung des Wischlappens der städtischen Toiletten.....	99
3.2.3. Ergebnisse der Untersuchung selbstreinigender Toiletten .....	100
3.2.3.1. Häufigkeitsverteilung weiter differenzierter Keime.....	101
3.2.3.2. Häufigkeitsverteilung von Enterobacteriaceae .....	102
3.2.3.3. Häufigkeitsverteilung von Fäkalstreptokokken .....	103
3.2.3.4. Häufigkeitsverteilung von Aeromonas spp. und Pseudomonas spp.....	104
3.2.3.5. Häufigkeitsverteilung von Candida spp. ....	105
3.2.4. Ergebnisse virologischer Untersuchungen .....	107
3.2.4.1. Ergebnisse der virologischen Laboruntersuchungen .....	107
3.2.4.1.1. Stahloberfläche .....	107
3.2.4.1.2. Kunststoffoberfläche .....	111

3.2.4.2. Ergebnisse des virologischen Feldversuches .....	114
4. DISKUSSION .....	115
4.1. Bakteriologische Untersuchung .....	115
4.1.1. Bakteriologische Tupferabstriche und Anzuchtung .....	115
4.1.2. Keimgehalte auf Oberflächen in öffentlichen Toilettenräumen .....	118
4.1.2.1. Städtische öffentliche Anlagen.....	119
4.1.2.2. Selbstreinigende öffentliche Toiletten.....	128
4.2. Virologische Untersuchungen .....	130
4.2.1. Virologische Arbeitsmethodik.....	130
4.2.2. Virologische Ergebnisse des Feldversuches .....	131
4.2.3. Ergebnisse der virologischen Laboruntersuchungen .....	133
4.3. Problematik des Händewaschens und Händetrocknens .....	135
5. ZUSAMMENFASSUNG .....	137
6. SUMMARY .....	139
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	141
8. LITERATURVERZEICHNIS .....	143
9. ANHANG .....	163

## 1. Einleitung

Bestimmte bakteriologische und virologische Infektionskrankheiten befinden sich in den industrialisierten Ländern aus verschiedenen Gründen wieder auf dem Vormarsch.

Ein zentraler Punkt um Infektionen zu vermeiden oder im negativen Sinne Erreger zu übertragen, ist das hygienisch korrekte Verhalten sowohl von erkrankten als auch von gesunden Personen. Die Tatsache, dass Menschen in der heutigen Zeit in einer mehr oder weniger großen, auch örtlich und zeitlich wechselnden Gemeinschaft zusammenleben, bringt es zwangsläufig mit sich, dass dadurch auch vermehrt Möglichkeiten der direkten (Händedruck) oder indirekten Berührung (Armaturen, Türen etc.) geschaffen werden. Orte, an denen durch wirkungsvolle Hygienemaßnahmen die Ausbreitung von bestimmten Infektionskrankheiten beeinflusst werden kann, sind öffentliche Toilettenanlagen.

Das Risiko der Seuchenausbreitung innerhalb der Bevölkerung durch menschliche Ausscheidungen war Gegenstand vielfältiger Forschungen. Während die Infektionsgefährdung durch ungeklärte Abwässer sowie bei der großtechnischen Abwasserentsorgung häufig untersucht wurde, sind etwaige Risiken am primären Ort der Abgabe der Fäkalien, den Toiletten, nur in vereinzelten Experimenten erforscht worden

Laut PLATEN (2000) treffen an diesen Orten mehrere Faktoren aufeinander, die für ein erhöhtes Übertragungspotenzial sorgen, das sind zum Einen, eine hohe Zahl an verschiedenen Benutzern in kurzer Zeit, und somit ein Zusammenkommen eines Erregerspektrums, welches sonst nicht in dem Maße zu kombinieren wäre. Zum Zweiten die Ausscheidung von Fäkalien, die ein großes Erregerreservoir darstellen. Zum Dritten das Vorhandensein von Bereichen, über die eine Keimverschleppung über Oberflächen leicht möglich ist und Viertens sind viele dieser Oberflächen dauerhaft feucht und stellen somit ein gutes Milieu für das Überleben von Erregern dar.

Unter der Bevölkerung gibt es zahlreiche gesunde Ausscheider von pathogenen Infektionserregern. Nach Literaturangaben (DE WIT und ROMBOUTS, 1992) beträgt allein der durchschnittliche Anteil gesunder Salmonellenausscheider in den westlichen Industrieländern ständig zwischen etwa 0,15 und 5,0 %. In afrikanischen und asiatischen Staaten liegt diese Quote teilweise bedeutend höher bei bis zu 70 %. Ferner spielt natürlich auch die Ausscheidung der weltweit verbreiteten Ruhrbakterien, sowie Polioviren, Coxsackieviren und ECHO-Viren eine Rolle. Auch wenn die Erregerzahlen zu gering sein sollten, um bei dem Infizierten selbst eine Krankheit auszulösen, stellt die Person unter Umständen infolge einer hierbei erworbenen Erregerausscheidung oder in der Eigenschaft

als erstes Glied einer nachfolgenden Infektionskette einen bedeutsamen seuchenhygienischen Faktor dar.

Die Zielsetzung jedweder Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen muss sein, mit geringem Aufwand ein Höchstmaß an Sauberkeit und damit an Hygiene zu erreichen. Vor diesem Hintergrund müssen Maßnahmen zur Risikovermeidung bzw. zum Risikomanagement so gezielt und effizient wie möglich eingesetzt werden.

Steigende Frequentierungen verlangen dabei eine stärkere Beachtung hygienischer Belange, nicht nur in Gaststätten und Hotels, sondern eben auch in öffentlichen Toilettenanlagen.

Dabei müssen die Hygienemaßnahmen sinnvoll und erfolgreich sein. Zum einen ist zwar die visuelle Feststellung von Ordnung und Sauberkeit ein wichtiges Kriterium, zum anderen ist aber die mikrobiologische Kontrolle viel objektiver, weil eine makroskopisch einwandfreie Oberfläche dennoch mikrobiell stark verunreinigt sein kann. Für die Prüfung und Bewertung der Oberflächenkontamination ist der Nachweis der überlebenden Keime von grundlegender Bedeutung.

Neben der Unterbindung der Übertragung von Keimen durch die Luft ist vor allem die Herabsetzung der Keimverschmutzung von Oberflächen von wichtigem Belang. Das Ergebnis von Reinigungsmaßnahmen in Toiletten hängt nicht nur von der Art der zu säubernden Materialien, deren Oberflächenbeschaffenheit und baulichen Zustandes sowie dem Reinigungspersonal, sondern auch vom Reinigungsregime ab.

In den letzten Jahrzehnten entstand wieder verstärktes Interesse an der Hygiene von Sanitäreinrichtungen, insbesondere mit dem vermehrten Auftreten von Hospitalinfektionen und teilweise alarmierenden Antibiotikaresistenzen von Enterobakterien und Staphylokokken, die dort, wo hochentwickelte Technologien zum Einsatz kommen (Industrie, Krankenhäuser), erhebliche Schäden anrichten können.

Zu diesem Problemkreis wurden inzwischen einige Untersuchungen, die Keimbelastung in öffentlichen Anlagen verschiedenster Art betreffend, durchgeführt.

Die Angaben in der Literatur, die Bedeutung der Kontamination der Oberflächen in Toiletten mit pathogenen Keimen betreffend, gehen weit auseinander. Verschiedene Autoren weisen darauf hin, dass Oberflächen in öffentlichen Toiletten kontaminiert sein können (NEWSOM, 1972; GEBRA et al., 1975; MÜLLER und RUDOLPH, 1975; NOLTE und OSTERTAG, 1978; WEHR, 1986; HARPS et al., 1988). Außerdem hängt die Bewertung potentieller

Gesundheitsgefahren nicht allein davon ab, dass die Oberflächen ein mögliches Reservoir pathogener Mikroorganismen sind, sondern u.a. auch von der Disposition der Kontaktpersonen.

Untersucht wurden hier drei öffentliche Toiletten einer südwestdeutschen Großstadt, die alle an mehr oder weniger stark frequentierten S-Bahnstationen gelegen sind. Es ist davon auszugehen, dass es zu großen Unterschieden in der Keimkonzentration in den 3 untersuchten Toiletten und innerhalb dieser auch an verschiedenen Lokalisationen zu schwankenden Konzentrationen kommt. Dies spielt insbesondere für obligat oder fakultativ pathogene Keime eine Rolle, da davon auszugehen ist, dass sich auch das Spektrum der die Toiletten aufsuchenden Individuen auf immunologisch unbedenkliche bis mehr oder weniger immungeschwächten Personen ausdehnt. Daraus ergibt sich insbesondere für die zuletzt angesprochene Personengruppe ein eventuell erhöhtes Infektionsrisiko.

Die Abb.1 zeigt den gelegentlichen Zustand des Damenbereiches einer Toilette vor der Reinigung.



*Abb. 1: gelegentlicher Zustand öffentlicher Toiletten vor den Reinigungsmaßnahmen*

Vor dem Hintergrund der stetigen Zunahme an infektiös bedingten Enteritiserkrankungen in den neunziger Jahren besonders hinsichtlich ansteigender Salmonelleninfektionen, soll u.a.

auch eine Aussage über die epidemiologisch bedeutsamen Salmonellen in den drei ausgewählten öffentlichen Toiletten gemacht werden.

Die Bestimmung des Keimgehaltes der verschiedensten Toiletten wurde mit Tupferabstrichen auf einer definierten Fläche an verschiedenen Einrichtungsgegenständen (Toilettenbrille, Spülknopf, Türklinke, Waschbecken etc.) durchgeführt.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Hygienische Beurteilung von Toilettenanlagen**

Bisher ist es noch weitestgehend ungeklärt, welches Gefahrenpotenzial im Hinblick auf eine etwaige Infektion von öffentlichen Toiletteneinrichtungen ausgeht.

Dazu kommt, dass nur wenige Untersuchungen in denen darüber eine Aussage getroffen wird bestehen und die Meinungen bei der Interpretation der Ergebnisse weit auseinander gehen. Im Allgemeinen wird von einem nur geringen Infektionsrisiko ausgegangen. Das mag Ursache dafür sein, warum dieses Thema auch in den Fachbüchern wenig Beachtung findet.

Die Festsetzung der potentiellen Gefahr hängt dabei nicht nur von dem Keimgehalt des Reservoirs ab, sondern auch, welche Personengruppe damit in Kontakt tritt. Sind es gesunde Personen in der Gesellschaft, oder zum Beispiel Krankenhauspersonal, welches mit Risikopatienten in Berührung kommt. Verschiedene Studien auf Instituts-, Haushalt- und öffentlichen Toiletten, u.a. KOOPMAN (1978), WEIDENFELLER et al. (1993) und AKHTER et al. (1995), haben gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen der Umgebungskontamination und Infektionen besteht.

Der menschliche Stuhl enthält nach STANIER et al. (1970) durchschnittlich  $10^{10}$  aerobe Keime / g. Davon sind ca.  $10^8$  coliforme Keime (THOMSON, 1954). Im Stuhl infizierter Personen können bis zu  $10^9$  Salmonellen / g (THOMSON, 1954) und  $10^6$  bis  $10^9$  Shigellen (NEWSOM, 1972) enthalten sein. Eine gewisse Anzahl dieser Mikroorganismen kann während des Spülvorganges über Tröpfchenbildung in die Umgebung der Toiletten gelangen.

Des weiteren ist es für den Vergleich verschiedener Untersuchungen auch notwendig, die zugrundeliegenden Voraussetzungen und Untersuchungsmethoden zu beachten. So bewertet NEWSOM (1972) die fäkale Kontamination von Oberflächen nur anhand des Nachweises von *Escherichia coli*, obwohl dieser Keim relativ empfindlich auf

Umwelteinflüsse reagiert und andere Fäkalkeime deutlich länger als Indikatoren nachzuweisen sind und somit eine bessere Aussagekraft haben.

Die Übertragung von Krankheitserregern in bzw. durch öffentliche Toilettenanlagen kann über verschiedene Wege erfolgen. Einmal durch direkten Kontakt mit kontaminierten Oberflächen der sanitären Einrichtungen (Spülknopf, Wasserhahn, Türklinke etc.), zum Zweiten sind auch Infektionen über tierische Vektoren, wie Fliegen, Schaben, Nager, etc. möglich und Drittens sind auch die Gefahren durch aerogene Infektionen nicht zu vernachlässigen. Es bestehen Untersuchungen (GERBA et al., 1975), in denen gezeigt wird, dass, in Abhängigkeit von der Tröpfchengröße, Aerosole bis in die tiefen Atemwegsregionen vordringen können.

Prinzipiell ist die Gefahr, sich mit Erregern einer meldepflichtigen Erkrankung und damit für diese Abhandlung besonders relevanten Erregern zu infizieren, relativ gering. Wird davon ausgegangen, dass sich wie zum Beispiel 1997 253000 Personen mit meldepflichtigen Infektionskrankheiten infizierten, von denen allein 42% auf die Salmonellen entfielen, bedeutet das eine durchschnittliche Infektion von ca. 700 Personen täglich. Wird berücksichtigt, dass nicht jede dieser Personen täglich öffentliche sanitäre Einrichtungen benutzt, und weiterhin ein Teil dieser Gruppe erkrankt, bettlägerig oder ähnliches ist, sinkt die Gefahr sich über Oberflächen mit Erregern einer meldepflichtigen Erkrankung zu infizieren, sehr stark. Nichts desto trotz geht ein Risiko natürlich auch von den übrigen fakultativ pathogenen Keimen aus, denen in allen Studien ebenfalls ein hohes Maß an Aufmerksamkeit geschenkt wird.

### **2.1.1. Vorkommen von pathogenen Keimen auf Oberflächen**

Oberflächen mit fäkaler Kontamination müssen als Gesundheitsrisiko angesehen werden, obwohl einige Oberflächen häufig nur in geringem Maße kontaminiert sind. Dies betrifft im Allgemeinen trockene Flächen, da darauf ein Großteil der Viren und Bakterien aufgrund ihrer Anfälligkeit gegenüber Austrocknung eine nur kurze Überlebenschance haben.

Verschiedene Studien beweisen, dass Infektionen von Toiletten ausgehen können. HUTCHINSON (1956) bewies, dass Ausbrüche von Dysenterie durch Infektionen mit *Shigella sonnei* verursacht wurden. MCCULLAGH (1953) zeigte, dass der Hauptgrund einer *Trichomonas vaginalis* – Infektion der Sitz des Wasserklosetts war. Das Produzieren von bakterienbeladenen Aerosolen durch die Toilettenspülung war der Grund einer Studie von DARLOW & BALE (1959). WILLIAMS et al. (1966) zeigten, dass die Toiletten, besonders bei

Benutzung durch Personen, die gastrointestinale Infektionen in sich tragen oder mit Staphylokokken infiziert sind, ein signifikantes Risiko für Infektionen darstellen,.

Bereits 1973 befasste sich BRAUSS mit dem Problem der Gaststätten – und der Hotelhygiene und ging dabei im Hinblick auf die Infektionsgefahr darauf ein, dass Papierbeläge für die Toilettensitze, Einmalhandtücher und möglicherweise auch Waschbecken in den WC – Kabinen bereit gestellt werden sollten, um eine Verschmutzung der Türklinken zu vermeiden. Des Weiteren sind kontaktfreie oder mit dem Fuß auszulösende Spülungen zwar aufwendiger, aber vom hygienischen Standpunkt aus den herkömmlichen Armaturen vorzuziehen.

GERBA et al. (1975) untersuchten, wie DARLOW & BALE bereits 1959, die Aerosolbildung und die damit verbundene Oberflächenkontamination nach dem Spülen. Sie gingen davon aus, dass neben der Keimübertragung über Tröpfchen (Husten, Niesen), auch über Aerosole, die bei der Toilettenspülung entstehen, eine Kontamination von umgebenden Oberflächen mit Bakterien und Viren stattfindet, bzw. ein Persistieren von im Kot vorkommenden Mikroorganismen in der Toilettenschüssel zur Folge hat, die auch durch das Spülwasser nicht zu eliminieren sind.

MÜLLER und RUDOLPH (1975) konnten bei der Untersuchung von Toilettenbrillen in öffentlichen Toiletten, in Hotels und Restaurants sowie in Flugzeugen auf Inlands- und Auslandsflügen nur eine erstaunlich geringe Zahl von relevanten Keimen finden und treffen die Aussage, dass es sich bei der Diskussion um die Toilettenhygiene in den meisten Fällen um ein ästhetisches Problem handelt.

Doch auch sie befürworteten Wegwerfartikel, wie Papierhandtücher oder elektrische Handtrockner um die Gefahr einer Keimverschleppung möglichst zu minimieren. Weiterhin konnten sie in zusätzlichen Untersuchungen zeigen, dass Aborte ohne Brillen ein Verspritzen von fäkal verunreinigtem Spülwasser auf den Toilettensitz erleichtern und somit der Toilettenbrille eine nicht zu unterschätzende Schutzfunktion zukommt.

Eine intensive Untersuchung über das Überleben von Bakterien auf verschiedenen Positionen innerhalb von Toiletten führten auch MENDES UND LYNCH (1976) durch.

Dabei wurden Männer- und Dament Toiletten an für Kreuzinfektionen relevanten Stellen untersucht, und eine Vielzahl von Keimen fäkalen Ursprungs gefunden. Sie entdeckten z.B. die Fäkalflora (*Escherichia coli*, coliforme Keime, Enterokokken) am häufigsten am Wasserhahn und an Türgriffen, da die nach dem Händewaschen berührt werden, und die Feuchtigkeit deren Überleben begünstigt. Weiterhin waren das Waschbecken, Toilettensitze

und das Wasser im Toilettenknie hochbelastet. Spülgriffe und Türschlösser waren am wenigsten kontaminiert. Salmonellen und Shigellen wurden nicht isoliert. Außerdem konnten außer dem alleinigen Nachweis von Diphtheriebakterien keine Unterschiede im Keimniveau von Herren- und Damentoiletten festgestellt werden. Im übrigen wurde das gesamte Spektrum an Keimen, die im menschlichen Kot vorhanden sind, gefunden. Das Waschbecken (90%) und die Toilettenbrille zeigten die häufigste Kontaminationsrate, letztere teilweise jedoch nur mit geringen Keimzahlen. Unerklärlich ist hier, warum die Toilettenschüsseln der Damentoilette geringer kontaminiert sind, als die der Herrentoilette, obwohl die Damentoilette sowohl für das Urinieren, als auch für den Stuhl benutzt wird.

Nach NOLTE und OSTERTAG (1978) sind etwa ein Drittel der Toilettenanlagen an Bundesautobahnen mit Bakterien fäkaler Herkunft und ein Drittel mit *St. aureus* kontaminiert. Nach Ansicht der Autoren sind damit zusammen mehr als die Hälfte der Toilettenanlagen an Bundesautobahnen hygienisch bedenklich und als potentiell gesundheitsgefährdend einzustufen. So fanden sie bei stichprobenartigen Kotuntersuchungen in 10% der Proben gefährliche Krankheitserreger. Ca. 30% der Türgriffe wiesen *St. aureus* auf. Enterobacteriaceae wurden mit über 30% am häufigsten auf den Toilettenbrillen gefunden, davon an drei Stellen Salmonellen, ohne Anreicherung. In fünf weiteren Fällen wurden Shigellen auf Toilettenbrillen und Türgriffen gefunden. Auch widerlegen NOLTE und OSTERTAG die bisherige Aussage, dass auf Türklinken aus Metall nur wenig Keime zu finden sind.

Die Waschraumdrücker waren stärker mit Enterobacteriaceae behaftet, als die WC-Türdrücker. Die beiden Verfasser stellen die Hypothese eines potentiellen Infektionsrisikos auf, und gehen dabei davon aus, dass bei Vorhandensein fakultativ pathogener Keime auch die Anwesenheit obligat pathogener Erreger nicht ausgeschlossen werden kann.

Ebenfalls 1978 traf KOOPMAN im Rahmen einer Studie über die Zusammenhänge zwischen Durchfallerkrankungen und der Toilettenhygiene in Schulen die Aussage, dass schon mit einfachen Mitteln, wie robuste Toiletten, Spülkästen mit minimaler Wassermenge, regelmäßigem Wartungsservice und einer ausreichenden Bereitstellung von Toilettenpapier, Seife und Handtüchern, die deutliche Beziehung zwischen der Toilettenhygiene und dem Auftreten von Durchfallerkrankungen unterbrochen werden kann.

Eine 1985 veröffentlichte Untersuchung von SCOTT und BLOOMFIELD (1985) befasste sich mit der Effizienz von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen auf Toilettenoberflächen. Die gefundenen Keimspektren entsprechen denen bereits bestehender Untersuchungen. Es wurden keine Salmonellen und Shigellen gefunden, aber ein breites Spektrum an

fakultativen Enterobacteriaceae. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass eine Beziehung zwischen dem Vorkommen von zum Beispiel *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae und *Pseudomonas aeruginosa* in der Toilette und darauffolgend auch auf umgebenden Oberflächen besteht, d.h. eine Übertragung über Aerosole aus der Toilettenschüssel mit dem Spülen stattfindet.

Auf Grund ihrer Untersuchungsergebnisse gehen die Autoren davon aus, dass ein regelmäßiges Reinigen der Toiletten ausreicht, um das Keimniveau auf einem akzeptablen niedrigen Level zu halten und nur in Seuchenfällen, d.h. bei Ausbrüchen von epidemischen Zuständen oder gezielt in der Toilettenschüssel selbst und der unmittelbaren Umgebung eine zusätzliche Desinfektion sinnvoll ist.

GÜNTHER et al. (1984) befassten sich mit den Türklinken als Keimüberträger, da die Hand von allen Möglichkeiten der Keimübertragung und Keimverschleppung diejenige ist, welche die größte Rolle spielt. Sie konnten feststellen, dass sich Metalle und Kunststoffe in ihrem Einfluss auf Mikroorganismen unterschiedlich verhalten. Die von mehreren Autoren zuvor bereits beschriebenen bakteriziden Wirkungen der Metallklinken werden zum einen auf die Adsorption von positiv geladenen Metallionen an negativ geladene Bakterienzellen zurückgeführt, zum zweiten mit Fermentblockaden in der Mikrobenzelle erklärt. Dagegen konnte auf Kunststoffklinken eine positive Wirkung auf das Bakterienwachstum festgestellt werden. Ergebnis dieser Studie ist, dass die den Metallionen zugesprochene keimhemmende oder abtötende Wirkung nur im feuchten Zustand eine geringe Rolle spielt, der Aufwand im Vergleich zur Stärke des Effektes in keinem Verhältnis steht, d.h. es nicht notwendig ist auf Metallklinken zu bestehen, wenn stattdessen eine regelmäßige Reinigung der Toiletten ohnehin mit der Reinigung der Klinken einhergeht. In Risikobereichen ist das handlose Öffnen durch Fußbedienung oder Lichtschranke als Möglichkeit vorzuziehen.

WEHR (1986) zeigte ein erhöhtes Infektionsrisiko von Sanitäreinrichtungen in Autobahntoiletten und weist neben den gesundheitlichen Beeinträchtigungen auch auf die wirtschaftliche Bedeutung dieser Krankheiten hin.

In dieser Arbeit wurden Türgriffe in Toilettenanlagen an Bundesautobahnen untersucht. Dabei wurden auf 1,4 % der Türklinken *Escherichia coli*, auf 4,5 % coliforme Keime und auf 20,3 % der Türdrücker *St. aureus* nachgewiesen werden. Es wurden zwar keine obligat pathogenen Keime gefunden, der Autor betont aber, dass teilweise auf Grund des Keimaufkommens unmißverständliche Hinweise auf eine Infektionsgefahr bestehen und dies durch die regelmäßige Anwesenheit von Reinigungspersonal gesenkt werden kann.

HARPS et al. (1988) erforschten das Spülwasser in Toilettenbecken und den Beckenrand von Toiletten mittels Tupferabstrichen. Aus 59% der Spülwasserproben konnte *Escherichia coli* und aus 7% *Pseudomonas aeruginosa* isoliert werden. Am häufigsten wurden Enterokokken am Beckenrand gefunden. Die Menge lag jedoch nur bei einem Drittel bis einem Fünftel der Konzentration im Spülwasser.

Auch FLUK (1992) konnte anhand seiner Ergebnisse über die Untersuchung von Autobahntoiletten ein gesundheitliches Risiko nicht ausschließen.

Der Autor untersuchte Oberflächen in Toiletten von Reiseverkehrsmitteln und von Autobahnenraststätten. Hierbei wurden neben bakteriologischen auch virologische Proben untersucht. Die virologischen Ergebnisse waren jedoch allesamt negativ. Interessant war bei den bakteriologischen Ergebnissen die häufig stärkere Verschmutzung der Toiletten mit  $10^3$  bis  $10^6$  KBE / ml in den Reisezugwagen nach der Reinigung festzustellen. An den Autobahnraststätten waren erwartungsgemäß die Böden vor dem Urinal und der Toilette die Entnahmestellen mit den höchsten Werten von bis zu  $10^7$  KBE / ml. Wobei zwischen den Keimgehalten auf den verschiedenen Oberflächen teilweise erhebliche Unterschiede bestanden, dabei aber Herren – und Damentoiletten vergleichbare Ergebnisse zeigten. Auffallend waren die quantitativ hohen Keimzahlen von Enterobacteriaceae an den Spülknöpfen der Handwaschbecken.

Eine Bewertung des Hygienezustandes von häuslichen Oberflächen versuchten FINCH et al. (1978), um eine Aussage über das Überleben von Bakterien an verschiedenen Stellen des Haushaltes diskutieren zu können. In allen Bereichen wurden Enterokokken und *Bacillus spp.* unabhängig vom Feuchtigkeitsgrad der Oberflächen gefunden. Am Küchenboden wurden zwischen  $10^5$  und  $10^{11}$  *E. coli* / 500 ml gefunden. Im Wohnraum konnten keine Enterobacteriaceae und nur in einem Wohnzimmer *Pseudomonas aeruginosa* entdeckt werden.

WEIDENFELLER et al. (1993) verglichen in ihren Untersuchungen die mikrobielle Belastung von Sanitärbereichen in öffentlichen Gebäuden und Privathaushalten. Dabei zeigte sich, dass die Keimbelastung auf Toiletten in den Schulen durchschnittlich um ein Drittel niedriger war als in den Kindergärten und Privathaushalten. Überall wurden *St. aureus*, Streptokokken und Enterobacteriaceae relativ häufig angezüchtet. In den Haushalten waren die gefundenen Enterokokken dreimal so hoch, und die isolierten Colibakterien fünfmal so hoch wie in den öffentlichen Toiletten. Die Ergebnisse lassen die Autoren schlussfolgern, dass nur eine geringe Infektionsgefahr besteht, wobei die Risiken in den Schulen und Kindergärten noch geringer sind als im Privathaushalt. Abgesehen von starker fäkaler Verschmutzung,

hochfrequentierten öffentlichen Toilettenanlagen und der ständigen Benutzung durch Ausscheider, ist somit die regelmäßige und gründliche WC-Reinigung als ausreichend, die zusätzliche Routinedesinfektion von Klosett - und Waschbecken hingegen eher als umweltbelastend und überflüssig zu bewerten.

BECKMANN et al. (1997) untersuchten das Keimaufkommen in einem lebensmittelproduzierenden Betrieb vor der Reinigung zum Zeitpunkt der größten zu erwartenden Kontamination und direkt nach der Reinigung. Dabei konnte festgestellt werden, dass an 7 der 10 Entnahmestellen nach der Reinigung das Keimniveau gleich oder höher war. Die Autoren vermuten, dass zum einen unsachgemäßer Umgang mit Reinigungsutensilien und zum anderen unsachgemäße oder falsche Anwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln dafür verantwortlich sind. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass die mikrobiologische Beurteilung der Umgebung relativ beschwerlich ist, da im Gegensatz zur mikrobiologischen Beurteilung von Endprodukten, keine festgelegten Normwerte vorhanden sind.

POTASMAN et al. (1999) gelang es nachzuweisen, dass durchaus auch Toiletten die Ursache für die Übertragung von Sexuallykrankheiten sein können, deren nichtsexuelle Übertragung bisher als nicht möglich angenommen wurde, da das Argument bestand, diese Krankheitserreger können außerhalb des Organismus nicht überleben. In 10% der von ihm untersuchten Proben wurden *Ureaplasma urealyticum* oder *Mycoplasma hominis* gefunden. Für eine erfolgreiche Infektion über die Toilette ist allerdings notwendig, dass der Keim mindestens einige Minuten auf der Toilettenschüssel überlebt, am besten direkter Kontakt mit dem Penis stattfindet und die Infektionsdosis mindestens  $5 \times 10^4$  Keime beträgt, um eine Urethritis auszulösen. Dies lässt die Autoren schlussfolgern, dass es notwendig ist, die Toiletten besser zu designen, bessere Spülmechanismen zu entwickeln oder wie bereits andere Autoren vorgeschlagen haben, auswechselbare Papiersitze zur Verfügung zu stellen.

Der ADAC DEUTSCHLAND hat im Jahre 2000 eine Studie veröffentlicht, in der 75 Autobahnraststätten Europas auf ihre mikrobielle Kontamination und gegebenenfalls ihre Gesundheitsgefährdung überprüft wurden. Die Proben wurden mittels Abklatschplatten an relevanten Stellen, wie Toilettensitz, Türgriff, Toilettentür und Wickelraum, entnommen. 23,5% der Toilettensitze wurden als „gesundheitsgefährdend“ mit einem Keimgehalt an pathogenen Erregern (*St. aureus*, *Ps. aeruginosa*, *E. coli*, *Proteus*, *Candida*) von mehr als 100 KBE eingestuft, wogegen weitere 59,7% als „mangelhaft gereinigt“ klassifiziert wurden, wenn mehr als 30, aber ubiquitär vorkommende Keime, gefunden wurden. Die Türgriffe waren im Gegensatz zu vielen anderen Studien zu 90,6% hygienisch „unbedenklich“ und nur

3,4% „gesundheitsgefährdend“. Insgesamt konnten keine obligat pathogenen Keime gefunden werden.

PLATEN et al. (2000) untersuchte Sanitäranlagen auf ihre Hygienesituation. Dabei spielten in dessen Studie neben bakteriologischen Untersuchungen auch der Versuch des Nachweises von Viren eine Rolle.

Die am häufigsten kontaminierten Oberflächen waren die Toilettenbrille (40%), die Armaturen am Waschbecken (25%) und die Betätigungsknöpfe im WC-Bereich (12%). Es wurde ausgesagt, dass keine Unterschiede bestehen zwischen Damen - und Herrentoilette, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Keimgehalten verschiedener Materialien bestehen und dass im Gegensatz zu der Schlussfolgerung von WEHR (1986) die Anwesenheit von Reinigungs - oder Aufsichtspersonal keinen positiven Einfluss auf die Hygienesituation hat. Dabei wurden „echte“ Krankheitserreger nur selten nachgewiesen. Von 1500 Proben war nur in einer Salmonellen zu finden. Daraus schließt auch PLATEN, dass eine flächendeckende Verunreinigung mit Salmonellen oder ähnlich pathogenen Krankheitserregern sehr unwahrscheinlich ist, was aber weniger auf die überragende hygienische Situation in den öffentlichen Anlagen zurückzuführen ist, als vielmehr darauf, das in Deutschland der Durchseuchungsgrad der Bevölkerung gering und die medizinische Versorgung gut ist. Die Rolle, die kontaminierte Oberflächen in öffentlichen Sanitäreinrichtungen bei der Übertragung nichtmeldepflichtiger Infektionskrankheiten, besonders bei verschiedenen Erregern von Magen-Darm-Grippen, die im wesentlichen von Rotaviren ausgelöst werden, spielen, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit größer.

### **2.1.2. Mikroorganismen in sanitären Einrichtungen**

Die Bedeutung der Frage der Lebensfähigkeit der Mikroorganismen außerhalb des Organismus ist unumstritten. Sowohl aus epidemiologischer Sicht, als auch für die Ausarbeitung eines wirkungsvollen Reinigungs- und Desinfektionsregimes ist eine Kenntnis über das quantitative und qualitative Keimaufkommen unbedingt notwendig.

Primär spielt die Frage eine Rolle, welche Keime auf öffentlichen Toiletten von Bedeutung sind. Dazu gehören vor allem die Keime, die zwangsläufig da, wo Menschen leben, mit der Umgebung in Kontakt kommen, d.h. die normale Hautflora, die im Allgemeinen als nichtpathogen eingestuft werden kann. Dazu kommen Mikroorganismen, die über den Kot und Urin ausgeschieden werden und zur normalen Keimflora gehören. Zusätzlich im Falle von Erkrankungen gegebenenfalls auch pathogene Erreger.

Das Risiko einer Erkrankung durch die Übertragung von Keimen der ersten Gruppe spielt nur eine untergeordnete Rolle, da diese überall durch menschlichen Kontakt übertragen und weitergegeben werden, sei es durch direkten Kontakt oder durch Tröpfchen. Das Hauptaugenmerk bei der Beurteilung der Hygienesituation und des Gesundheitsrisikos ruht daher auf der zweiten Gruppe von Mikroorganismen, wobei hier vor allem die Fäkalbakterien in Betracht gezogen werden, da Infektionskrankheiten des Harntraktes nur eine geringere Bedeutung haben.

### **2.1.3. Den Oberflächenkeimgehalt beeinflussende Faktoren**

Generell sind mehrere Faktoren für die Überlebensfähigkeit verschiedener Mikroorganismen nicht nur auf den umgebenden Oberflächen, sondern auch für deren Widerstandsfähigkeit auf der Haut von Bedeutung.

Es muß davon ausgegangen werden, dass Mikroorganismen, sobald sie den Darm verlassen, sich in für sie völlig neuen Lebensbedingungen befinden, die insbesondere im Bezug auf Feuchtigkeit, Temperatur und Sauerstoffgehalt starke Unterschiede zum menschlichen Verdauungstrakt aufweisen. Dies hat zur Folge, dass je nach Widerstandsfähigkeit, die Keime mehr oder weniger schnell absterben. Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Untersuchungen, die sich damit beschäftigt haben, die Oberflächen- und Klimabedingungen in den sanitären Einrichtungen so zu verändern, dass zusätzlich zu den bereits bestehenden für die Keime schlechteren Umweltbedingungen, möglichst durch Beeinflussung dieser Faktoren, eine Keimreduzierung erreicht wird.

## 2.2. Überlebensfähigkeit von Bakterien auf Oberflächen, Einfluss von Umweltfaktoren

Für die Überlebensfähigkeit von pathogenen Bakterien auf Oberflächen spielt vor allem die Keimart, Keimdichte, die Korrelation mit anderen Keimspezies, die Expositionsdauer und die Umgebungstemperatur eine Rolle. Hinzu kommen in trockener Umgebung die relative Luftfeuchtigkeit, die Zusammensetzung der Luft, die Stärke und Dauer der Lichteinwirkung sowie das Material und der Verschmutzungsgrad der Oberflächen. Untersuchungen hierzu wurden u.a. von MÜLLER und DINTER (1986), SMITH et al. (1996) und ROBINE et al. (2000) durchgeführt.

Die Fähigkeit einer Zelle in der Atmosphäre zu überleben, hängt direkt mit der Durchlässigkeit seiner Zellmembran zusammen. So haben Keime, die normalerweise im feuchten Milieu leben, wie z.B. *E. coli* oder *Salmonella spp.*, durchlässigere Zellwände und damit eine geringere Überlebensfähigkeit. Im Gegensatz dazu besitzen z.B. *St. aureus* und *Corynebacterium diphtheriae* relativ undurchlässige Zellwände. Auch kapselbildende Bakterien, wie Klebsiellen, besitzen bessere Überlebenschancen als nicht bekapselte Erreger.

Auch die Luftfeuchtigkeit fließt in die Voraussetzungen für ein Überleben auf Oberflächen mit ein. Es wird angenommen, dass bei geringer Luftfeuchtigkeit viele Keime absterben, da Stoffwechselprodukte auf der Oberfläche trocknen und dies toxische Effekte nach sich zieht. Der Einfluss der Temperatur lässt sich nur im Zusammenhang insbesondere mit der relativen Luftfeuchtigkeit sehen, da hohe Temperaturen gemeinhin mit einem kritischen Wassergehalt einhergehen.

Weiterhin muss in Bezug auf die öffentlichen Toiletten deren Frequentierung und die Häufigkeit der Reinigung berücksichtigt werden.

Dies ist auch in Bezug auf die Infektion über die Atemwege von Bedeutung. Untersuchungen haben gezeigt, dass noch Minuten nach der Benutzung einer Toilette, der durch den Luftzug einer Person aufgewirbelte kontaminierte Staub zu einem erhöhten Infektionsrisiko führen kann. Dies macht es notwendig, dass feucht und möglichst in kurzen Zeitabständen aufgewischt wird.

Bereits 1970 beschäftigten sich GUNDERMANN & JOHANNSEN mit der Überlebensdauer von Mikroorganismen auf Oberflächen und der Möglichkeit ihrer Beeinflussung. So sank zum Beispiel die Keimzahl unter dem Einfluß von Tageslicht durchschnittlich um 40%, wobei zwischen den hier verwendeten Keimen, *St. aureus*, *Escherichia coli* und *Klebsiellen*, keine deutlichen Unterschiede zu erkennen waren.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung einer neuen Prüfmethode für Flächendesinfektionsmittel führten RATHMACHERS und BORNEFF (1977) eine Studie durch, welche die natürliche Absterberate auf Oberflächen und deren Beeinflussung betraf. Aus ihren Untersuchungen geht hervor, dass Temperaturveränderungen zwischen 20°C und 37°C die Rückgewinnungsrate kaum beeinflussen. Wogegen eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit von 11% auf 53% die Inaktivierung der Testkeime (*St. aureus*, Streptokokken, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* und *Pseudomonas aeruginosa*) stärker fördert. Eine weitere Erhöhung auf 85% hat wiederum nur noch einen geringen Einfluss.

Bei Untersuchungen von KLEINER und PROF? (1985) zeigte sich, dass *St. aureus* unabhängig von den Milieubedingungen gegenüber *E. coli* und *Pasteurella aeruginosa* die größte Überlebensfähigkeit besitzt. Innerhalb von 24 Stunden sank die Keimzahl maximal um eine Zehnerpotenz, was auf die hohe Austrocknungsresistenz zurückzuführen ist. Wogegen die ursprünglich im feuchten Milieu angesiedelten *E. coli* und *Pasteurella aeruginosa* gegenüber Austrocknung sehr empfindlich reagieren. Gleichzeitig werden hier auch Aussagen über die Überlebensrate auf unterschiedlichen Materialien getroffen. So wird gezeigt, dass die Überlebensfähigkeit von Mikroorganismen von Blech, über Beton bis zu Holz zunimmt. Auch hier nimmt die Anzahl an *St. aureus* gegenüber den „Nasskeimen“ im gleichen Zeitraum um ca. 2 Zehnerpotenzen weniger ab. Nicht außer acht zu lassen ist dabei aber das Ergebnis, dass sich die Überlebensdauer von Enterobacteriaceae unter der Anwesenheit von trocknungsresistenten Kokken vergrößert, die folglich eine Schutzfunktion ausüben.

MÜLLER und DINTER (1986) wiesen nach, dass die Überlebensrate von *E. coli* im luftgetragenen Zustand sehr stark unter dem Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit steht. So besitzt *E. coli* bei 22°C und 85% Luftfeuchtigkeit die größte Halbwertszeit. Diese sank bei Erhöhung der Temperatur auf bis zu 40°C genauso ab, wie bei einer Senkung der Luftfeuchte auf 30-40%. Wobei *E. coli* insgesamt stärker von der Luftfeuchtigkeit als von Temperaturveränderungen abhängig ist, jedoch auch sensibel auf Temperaturerhöhungen zwischen 22 und 40 °C reagiert. Im Vergleich zu Kokken wird die Überlebensfähigkeit von *E. coli* als gering eingestuft. Die gleichen Autoren untersuchten 1988 die Überlebensfähigkeit von Pasteurellen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Lebensfähigkeit dieser Keime bei hoher Luftfeuchtigkeit mit dem Ansteigen der Temperatur sinkt und bei trockener Luft sowohl hohe als auch niedrige Überlebensraten zu finden sind.

BÖHM (1993) untersuchte die Überlebensfähigkeit von verschiedenen Salmonellenspezies in der Umwelt. Da für Salmonellen die fäkal-orale Übertragung den Regelfall darstellt, besitzt

die Überlebensfähigkeit fäkal ausgeschiedener Salmonellen hierbei die entscheidende Bedeutung. Milieubedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit und pH-Wert spielen dabei eine große Rolle. Salmonellen stellen aber, wie heute bekannt ist, nur geringe Ansprüche an das sie umgebende Milieu. So liegt die Temperaturspanne für die beiden im Folgenden erwähnten Spezies bei 6,5 – 47°C. Während *S. enteritidis* auf glatten Oberflächen bei ca. 50% Luftfeuchte nur 2 Tage bzw. *S. typhimurium* nur ca. 14 Tage überleben, erhöht sich dieser Wert in einem Schutzmedium um ein Vielfaches. Laut HESS et al. (1974) sind Salmonellen z.B. in getrocknetem Kot über 900 Tage überlebensfähig. Außerdem besteht auch ein Übertragungsrisiko über tierische Vektoren, insbesondere über Schadinsekten, in denen *S. typhimurium* ein natürliches Wirtsreservoir besitzt. Insekten spielen vor allem in den Sommermonaten eine Rolle, was dort eine intensive Ungezieferbekämpfung notwendig macht.

FRYKLUND et al. (1995) verglichen die Überlebensfähigkeit und die Übertragung von *Escherichia coli* und *Klebsiellen* auf Händen und Oberflächen miteinander. Sie kamen zu dem Schluss, dass *E. coli* in der Kurzzeitbilanz generell besser überlebte als die *Klebsiellen*. Die Zeit in der 50% der Keime an der Luft bei 22°C abstarben, war bei *E. coli* länger als bei *Klebsiella spp.* Auf der Haut wurden dafür 6 bzw. 2 min, auf Glas 15 bzw. 8 min benötigt. Bei der Definierung des Langzeitüberlebens *Klebsiella spp.* aber das größere Überlebenspotenzial zeigten.

JAWAD et al. (1996) untersuchten den Einfluß von relativer Luftfeuchtigkeit auf *Acinetobacter spp.*, da diese mit wachsender Frequenz für nosokomiale Infektionen in Krankenhäusern verantwortlich gemacht werden, und wiesen nach, dass sich auch bei *Acinetobacter spp.* eine höhere Luftfeuchtigkeit positiv auf das Überleben auswirkt.

Ebenfalls mit dem Hauptaugenmerk auf nosokomiale Infektionen, untersuchten SMITH et al. (1996) den Einfluss verschiedener Oberflächen auf die Lebensfähigkeit von Staphylokokken und gramnegativen Bakterien. *St. aureus* war auf PVC-Oberflächen nach 5 Wochen nicht mehr nachweisbar, auf Baumwolle und auf proteinhaltigen Oberflächen aber noch 3 Monate zu finden. Dabei sank die Keimkonzentration aber nach 6-8 Wochen massiv ab. *Pseudomonas aeruginosa* und *Escherichia coli*, als Vertreter der gramnegativen Keime, waren nach 1 bzw. 2 Wochen nicht mehr nachweisbar. Schlussfolgerung dieser Studie war, dass Oberflächen, die mit Proteinen verunreinigt sind, eine gefährliche Quelle für Infektionen darstellen und es zu gewährleisten ist, dass nicht nur in Krankenhäusern, sondern auch in sanitären Einrichtungen darauf geachtet wird, dass die Oberflächen dauerhaft frei sind von biologischem Material (fäkale Verunreinigungen).

FUKUSHIMA et al. (1999) erörtern die Überlebensfähigkeit von shigatoxinproduzierenden *Escherichia coli* bei 5, 15 und 25°C im Rinderkot. Dieser Keim verursacht beim Menschen in wachsender Zahl hämorrhagische Colitiden und das hämolytisch-urämische Syndrom. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass *E. coli* bei 15°C am längsten überlebte, wobei eine höhere Konzentration von Mikroorganismen, die in das Probenmaterial eingebracht wurde, das Überleben von 1-8 Wochen auf bis zu 18 Wochen steigern kann. Dies lässt den Schluss zu, dass kontaminierter Kot unter Umständen eine gefährliche Infektionsquelle darstellen kann.

Das Überleben von Bakterien-aerosolen auf Glas, Plastik und Stahl stand im Mittelpunkt einer Studie von ROBINE et al. (1999). Unter den Überlegungen, dass ein Überleben von Mikroorganismen von den Kolonisationsmöglichkeiten auf Oberflächen abhängt, stellten die Verfasser fest, dass auf PVC die Mortalitätsrate, gefolgt von Glas und Stahl am höchsten ist. Bei 0% Luftfeuchtigkeit und 25°C konnten von aufgetragenen *Enterococcus faecalis* nach 96h nur noch 10% zurückgewonnen werden.

### **2.3. Überleben von Viren auf Oberflächen, Einfluss von Umweltfaktoren**

Viren sind in der Umgebung eine Gefahr, auch wenn sie sich außerhalb lebender Organismen nicht vermehren. Die zunehmende Konzentration von Menschen und Tieren in der heutigen Zeit bedeutet eine deutliche Begünstigung der Übertragung von respiratorischen und enteralen Viren und erklärt die Schwierigkeit der Prävention der Übertragung. Bei der Übertragung spielen drei Punkte eine entscheidende Rolle. Zum Einen das ursprüngliche Agens, zum Zweiten der empfängliche Wirt und zum Dritten die Umgebungsbedingungen. Besonders die Bedeutung des letzten Punktes ist noch weitestgehend unklar.

Ausbrüche von Hepatitis A und akuter Gastroenteritis sind oft der Grund für die Besorgnis für viele Institutionen (Krankenhäuser, Kindertagesstätten, Schulen, etc.). Diese Viren sind in hohem Maße im Kot infizierter Personen zu finden, so dass eine Übertragungsgefahr besteht. Zum Beispiel ist die Übertragung von Enteroviren über kontaminiertes Wasser, Speisen und Oberflächen ein bekanntes Problem. Bei vielen Ausbrüchen spielen dabei kontaminierte Oberflächen als übertragendes Agens eine wichtige Rolle.

GWALTNEY & HENDLEY (1982) untersuchten die experimentelle Übertragung von Rhinoviren von einer Oberfläche auf gesunde junge Erwachsene. Dabei wurden Kunststoffoberflächen und Kaffeetassen mit Rhinoviren kontaminiert und nach Kontakt der Probanden Proben von Nasenschleimhaut und Konjunktiva untersucht. Bei 50% der

Probanden entwickelte sich nach dem Kontakt mit der Kaffeetasse eine Infektion, 56% infizierten sich nach dem Kontakt mit den Kunststoffoberflächen.

BEAN et al. (1982) untersuchten das Überleben von Influenzaviren auf Oberflächen, um Rückschlüsse über die Übertragung auf Hände schließen zu können. Sowohl Influenza A Viren, als auch Influenza B Viren überlebten auf nichtporösen Oberflächen wie Stahl oder Plastik 24 – 48 Stunden. Auf Stoff oder Papier aber nur 8 – 12 Stunden. In Nasen- und Rachensekreten und dem damit verbundenen Proteinschutz erhöhte sich die Überlebensfähigkeit auf einige Wochen. Nach der Übertragung auf Hände überlebte das Virus nur noch 5 Minuten. Experimentelle Studien zeigen, dass ein Mensch im Anfangsstadium der Erkrankung genug Influenzavirus ausscheidet, um umgebende Oberflächen schwer zu kontaminieren (DOUGLAS, 1975; HALL et al., 1979).

Mit dem Überleben von Rotaviren auf Oberflächen beschäftigten sich KESWICK et al. (1983). 16% der untersuchten Oberflächen und Hände des Personals in einer Kindertagesstätte waren positiv auf Rotavirus. Eine zusätzliche Untersuchung zeigte, dass Polioviren gegen Austrocknung resistenter sind als Rotaviren. Erstere waren von trockenen Oberflächen noch nach 90 Minuten zurückzugewinnen, Rotaviren dagegen nur bis zu 30 Minuten. Auf Grund der Daten seiner Untersuchung, kommt der Autor zu dem Schluss, dass Viren auf Oberflächen ausreichend lang überleben, um auf andere übertragen zu werden.

SATTAR et al. (1986) verglichen das Potenzial von Oberflächen bei der Übertragung von Rotaviren bei 4°C oder 22°C und Luftfeuchtigkeiten von 25%, 50% oder 85%. Auf nichtporösen Oberflächen wie Glas, Stahl oder Plastik kommt es bei Luftfeuchtigkeiten von 85% innerhalb von 2 Stunden zu einem rapiden Abfall der Virusaktivität. Auf porösen Oberflächen wie Baumwolle, Pappe und Papier sind die Ergebnisse sehr unterschiedlich. Vom Papier sind nach dem Eintrocknen von 3 Stunden noch 50 - 80% zurückzugewinnen, später aber keine Raten mehr realisierbar.

Der selbe Autor beschäftigte sich 1988 mit Enterovirus-70 und seiner Überlebensfähigkeit auf Stahl bei unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten. Der Vergleich mit anderen nichtporösen Oberflächen wurde vernachlässigt, da bei vorhergehenden Untersuchungen keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden konnten. Das Ergebnis war typisch für Picornaviren, d.h. sie werden schnell inaktiviert bei geringen und mittleren Luftfeuchtigkeiten, und überleben länger bei hoher Luftfeuchtigkeit (SATTAR, 1988).

Das Hepatitis A - Virus und der Effekt von relativer Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur auf dessen Überleben stand im Mittelpunkt einer Studie von MBHITI et al. (1991). Dabei war das

Überleben des Virus umgekehrt proportional zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Dies steht damit in direktem Kontrast zu den sonst nur geringen Überlebenschancen anderer Enteroviren bei geringer Luftfeuchtigkeit. Es erklärt auch, warum saisonale Ausbrüche von Polio-, Coxsackie- und Echoviren gehäuft im Sommer auftreten, Hepatitis A-Peaks im Allgemeinen aber im Winter liegen. Die Autoren stellen die These auf, dass der Grund für die höhere Stabilität der Hepatitis A-Viren auf deren Fähigkeit beruhen, Assoziationen mit zellulären Lipiden einzugehen.

Auch bei ABAD et al. (1994) steht ein Vergleich des Verhaltens verschiedener Enteroviren auf diversen Oberflächen und unter unterschiedlichen Bedingungen im Vordergrund. Auch hier ist man zu dem Schluss gekommen, dass die Austrocknung der entscheidende Faktor für das Überleben ist. Adenoviren und Polioviren zeigen deutliche Titerverminderungen, während die Titer von Hepatitis A-Viren und Rotaviren langsamer absinken. Die Anwesenheit von Kot wirkt sich bei Adenoviren und Polioviren auf nichtporösen Oberflächen positiv, auf porösen Oberflächen negativ aus. Des Weiteren lassen sich Adenoviren auf porösen Oberflächen von der relativen Luftfeuchtigkeit nicht beeinflussen.

## 2.4. Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes

Für die Erstellung des Hygienestatus einer öffentlichen Toilette in Bezug auf den Oberflächenkeimgehalt ist sowohl ein quantitativer als auch ein qualitativer Keimnachweis erforderlich. Es stehen die verschiedensten Methoden für den Erregernachweis zur Verfügung. Leider ist jede Methode mit Fehlern behaftet, so dass, abhängig von der Aufgabenstellung, die für den jeweiligen Versuchsaufbau relevante, die erforderliche Genauigkeit besitzende und ökonomischste Methode eruiert werden muss. Was es wiederum erschwert, die durch verschiedene Studien mit unterschiedlichen Methoden erhaltenen Werte zu vergleichen und einen Standard für die hygienische Situation auf Oberflächen an den verschiedensten Lokalisationen zu erarbeiten.

CORETTI (1966) veröffentlichte eine Abhandlung, in der er feststellte, dass die Verwertbarkeit wissenschaftlicher Untersuchungsergebnisse sehr wesentlich von der Methodik abhängt und zur Lösung eines Problems unter Umständen mehrere Methoden in Betracht gezogen werden müssen. Das Tupferabstrichverfahren eignet sich demnach besonders für qualitative und / oder grob quantitative Untersuchungen, bei denen es lediglich um den Nachweis bestimmter Keime oder Keimgruppen geht. Eine gewisse Standardisierbarkeit wird zusätzlich dadurch erreicht, dass Schablonen verwendet werden und mit Hilfe von z.B. Calciumalginat - Watte, welche sich in der Suspensionsflüssigkeit auflöst, das Problem mit der Dunkelziffer von am Tupfer verbleibenden Keimen gelöst wird. Der Vorteil des Abklatschverfahrens beruht in der fehlenden Zwischenmanipulation, da die Oberfläche direkt mit dem Agar in Kontakt gebracht wird. Es wird aber auch erwähnt, dass hiermit eine quantitative Aussage auch nur bei geringem Keimauftreten getroffen werden kann, da es sonst zu Rasenbildung kommt und eine Auszählung nicht mehr möglich ist. Die beiden übrigen Verfahren eignen sich nur bedingt unter Praxisbedingungen. Das Abschwemmverfahren besitzt zwar eine gute Rückgewinnungsquote, beschränkt sich aber auf Behälter oder kleine Gegenstände und die destruktive Abschab- oder Abkratzmethode geht mit einer Zerstörung der Oberflächen einher und ist somit im Allgemeinen Laborversuchen vorbehalten.

Daneben erkannten KELCH und FRIESS bereits 1959, dass die kulturelle Ausbeute mit angefeuchteten Tupfern wesentlich erhöht werden kann und hier vor allem mit 0,1% tryptisch verdaulichem Pepton angereicherte Kochsalzlösung höhere Werte erwarten lässt, als reine physiologische Kochsalzlösung, in der Mikroorganismen ihre Lebensfähigkeit bereits nach kurzer Zeit einbüßen. Im Gegensatz dazu führt eine Verwendung von Nährbouillon zum Anfeuchten des Tupfers zu einer Keimvermehrung.

GUNDERMANN (1967) schließt sich der allgemeinen Meinung über das Tupferverfahren an und plädiert bei einer notwendigen quantitativen Bestimmung ebenfalls für die Abklatschmethode und untersuchte selbst die Möglichkeit dieses Verfahren zu modifizieren. Er kam zu dem Ergebnis, dass bei Verwendung einer Abklatschfolie (Löschpapier, Velours), diese den Vorteil hat, dass sie sich auch an unebene Oberflächen anpassen kann und die Möglichkeit besteht, bei nachfolgendem Kontakt mit dem Agar und der damit stattfindenden Keimübertragung, genauso viel Keime zu gewinnen wie bei dem direkten Abklatsch. Vorteilhaft hat sich dabei ausgewirkt, wenn die Folie vorher in Nährbouillon getränkt wurde.

Nach MACHMERTH und BÜCHNER (1972) ist die destruktive Methode heute veraltet und wird nicht mehr angewandt. Die Abspülmethode ist aufwendig und besitzt eine große Streubreite. Das Problem der Tupfermethode liegt in der Frage der Effektivität der Keimaufsammlung der zu untersuchenden Fläche und das Kontaktverfahren (indirekte oder direkte Abklatschverfahren) hat seinen Nachteil bei der Untersuchung unebener Oberflächen.

SPICHER und PETERS (1976) fanden heraus, dass mit der Tupferabstrichmethode die Keimpopulation nur zu einem Bruchteil erfasst werden kann und bei der weiteren Bearbeitung, z.B. dem Schütteln der Probe, auch wieder nur ein gewisser Teil zurückgewonnen wird. Sie schließen sich dem Vorschlag anderer Autoren an, und empfehlen zur Abklatschmethode überzugehen, da die überlebenden Keime in größerem Ausmaß erfasst werden können.

Bei Versuchen, die zum Ziel hatten, eine Untersuchungsmethode zur bestmöglichen Keimrückgewinnung zum Zwecke der Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes zu definieren, erwiesen sich bei BORNEFF (1977) grundsätzlich Staphylokokken als die besseren Modellkeime im Vergleich zu *Escherichia coli*, da sie weniger empfindlich sind als diese. Gleichzeitig plädiert auch sie für einen verstärkten Einsatz der Abdruck- oder Abspülmethode, da bei dem Abstrichverfahren bereits Unterschiede in den Ergebnissen verschiedener Untersucher auftraten, was auf unterschiedliche Techniken zurückzuführen ist und eine Standardisierbarkeit erschwert.

KAMPF (1979) stellte durch elektronenmikroskopische Aufnahmen fest, dass auch auf scheinbar glatten Oberflächen noch genügend Unebenheiten für Bakterien existieren, die sie in die Tiefe eindringen lassen und sie sich dadurch dem kulturellen Nachweis entziehen. Dies birgt die Gefahr in sich, dass bei Kontrollen nach der Reinigung ein gutes Desinfektionsergebnis vorgetäuscht wird, aber tiefer liegende Bakterien nur in geringer Zahl

abgetötet wurden. Aus diesem Grund verlangt die Beurteilung der Wirksamkeit eines Flächendesinfektionsmittels die Festlegung einer Keimreduktionsrate. In Tabelle 1 sind die Vor- und Nachteile verschiedener Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes zusammengestellt.

BÖHM und KRAUS (1983) untersuchten auf der Grundlage der Feststellung, dass neben der stetigen Veränderung des Keimgehaltes und der Keimpopulation auf Oberflächen, auch eine Reihe von Fehlern bei der Probennahme auftreten können, die Leistungsfähigkeit des Thran-Bakterienkollektors und verglichen sie mit anderen Verfahren zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass die Absprühmethode mit dem Thran-Bakterienkollektor gegenüber den in der Praxis häufiger angewendeten Abstrich- und Abklatschtechniken deutliche Vorteile in Form einer höheren Rückgewinnungsrate hat. Außerdem ergaben die Analysen, dass diese Rückgewinnungsleistung bei hoher und niedriger bakterieller Kontamination gleichbleibend gut ist. Ebenbürtig war dem Kollektor bei den hier beschriebenen Untersuchungen nur das Abklatschverfahren mit Rodac-Platten.

Tab. 1: Untersuchungsmethoden für Oberflächen (nach Thran, 1979)

Verfahren	Vorteil	Nachteil
<b>Agar-Kontaktverfahren</b> <b>(verschiedene Modifikationen)</b> Ein flächenmäßig definierter fester Nährboden wird mit der zu untersuchenden Oberfläche in Kontakt gebracht	leichte Handhabung, preiswert, Schnellbewertung der Keimdichte, z.B. nach Reinigung und Desinfektion	nur auf ebenen oder geringgradig gewölbten und auf glatten Flächen anwendbar, bei nassen und rauen Flächen schlecht anwendbar, nicht standardisierbar
<b>Tupferverfahren</b> mit steriler Baumwollwatte werden Abstriche von mittels Schablone definierten Flächen hergestellt	leichte Handhabung, Erfassung von mehr Mikroorganismen als beim Agar-Kontaktverfahren, günstig bei schlecht zugänglichen Orten	große Ungenauigkeit bei rauen Oberflächen, Art der Tupferführung und Druckintensität können schwanken, nicht standardisierbar
<b>Destruktives Verfahren</b> Abschaben oder Ausstanzen einer flächenmäßig definierten Oberfläche	nach Homogenisation der Probe ist eine Keimzahlbestimmung exakt möglich	nicht routinemäßig möglich, genaue Flächendefinition nur beim Ausstanzen, die Oberfläche wird zersört, nicht bei allen zu untersuchenden Oberflächen möglich, nur beim Ausstanzen Standardisierung möglich
<b>Abspül-Verfahren</b> Abspülen oder Abschwemmen einer definierten Oberfläche und Weiteruntersuchung der Flüssigkeit	relativ einfach, billig, schnell, es wird ein grober Überblick erreicht	nur auf horizontalen Flächen möglich, es werden alle Keime erfasst, nicht routinemäßig möglich, Standardisierbarkeit ist schlecht möglich
<b>Absprüh-Verfahren</b> Absprühen einer definierten Fläche mit Spülflüssigkeit unter hohem Druck und Untersuchung der aufgefangenen Flüssigkeit	je nach Oberflächenart und angewandtem Druck werden zum Teil sämtliche Keime erfasst	bisher nur Untersuchung vertikaler Flächen möglich, Methode und Geräte nicht praxisreif

1994 beschäftigten sich MURMANN & HEYDE mit dem Einfluss von Temperatur und Zeit auf den Keimgehalt von Abstrichtupfern. Sie gehen davon aus, Tupfer vor allem an Orten

einzusetzen, die für die Reinigung und Desinfektion nur schwer zugänglich sind. Ergebnis ihrer Studie ist, dass es bereits nach einem Tag bei 20°C zu einer Keimvermehrung von zwei bis drei Zehnerpotenzen kommt, wogegen nach Kühlung keine signifikante Vermehrung festgestellt werden konnte. Nur Pseudomonaden vermehrten sich bei 4°C nach zwei Tagen noch um eine Zehnerpotenz. Schlussfolgerungen dieser Studie sind somit, eine unbedingte Kühlung der Proben bei längeren Transporten zu gewährleisten, um eine Ergebnisverschiebung zu vermeiden.

Eine neue Methode zur Feststellung des Oberflächenkeimgehaltes untersuchten PIZURRA et al. (1997). Sie platzierten Membranfilter direkt auf einer festen Oberfläche und entfernten sie bei Bedarf, um sie direkt auf einen Nährboden zu legen. Dies hatte den Vorteil, dass die, die Oberfläche kontaminierenden Keime, direkt auf der Stelle wachsen konnten, auf der sie sich niedergeschlagen haben, ohne die bei vielen anderen Untersuchungsverfahren üblichen Zwischenschritte. Ihre Tests mit Membranfiltern ergaben, dass man damit vor allem bei hohen Keimgehalten eine größere Anzahl von Bakterien zurückgewinnen kann und eine Unterschätzung der mikrobiellen Verunreinigung vermieden wird. Dabei garantiert auch diese Methode nicht, dass sämtliche abgelagerten Keime erfasst werden, aber sie ermöglicht eine definierte und einfache Probennahme. Ein weiterer Vorteil ist das langsame Wachsen der Mikroorganismen. Deshalb können hier bis zu 4000 Kolonien ausgezählt werden, wogegen auf Agar bereits 1000 Kolonien einen geschlossenen Rasen bilden und damit einzelne Kolonien nicht mehr differenzierbar sind.

## **2.5. Infektionswege**

### **2.5.1. Kontaktinfektion, Schmierinfektion**

Beide Begriffe sind im medizinisch - hygienischen Bereich weit verbreitet und beschreiben prinzipiell den gleichen Vorgang. Es handelt sich um die Aufnahme von Krankheitserregern durch Kontakt. Dieser kann dabei sowohl direkt von Organismus zu Organismus, oder indirekt unter Zwischenschaltung eines Gegenstandes erfolgen. Der Begriff der Schmierinfektion ist wohl der ältere und wahrscheinlich auf die Vorstellung von fäkalen Verunreinigungen zurückzuführen.

Ausgangspunkt für eine Schmier- oder Kontaktinfektion ist ein Keimträger der den Erreger ausscheidet, also selbst infiziert ist und auch erkrankt sein kann, dies aber nicht sein muß. Eine wichtige Komponente, eine Kontaktinfektion betreffend, ist der Anteil an infizierten und ausscheidenden Personen in der Bevölkerung. Das heißt, je höher der Durchseuchungsgrad ist, umso größer ist die Gefahr mit diesen Personen in Kontakt zu kommen, oder sich über von diesen kontaminierte Oberflächen selbst zu kontaminieren.

Berücksichtigung finden müssen weitere Faktoren. Zum einen der Weg über den die Erreger ausgeschieden werden, zum anderen die Fähigkeit der Keime auf verschiedensten Oberflächen zu überleben.

Die hier hauptsächlich in die Betrachtungen einbezogenen öffentlichen Toiletten spielen natürlich vor allem für Keime eine Rolle, die mit dem Stuhl oder Urin ausgeschieden werden. Aber auch die Oberflächenkontamination über den Speichel und nicht zuletzt über das Blut sind keinesfalls zu vernachlässigen.

Die Überlebensfähigkeit außerhalb des Organismus ist natürlich im Hinblick auf die indirekte Infektion von Bedeutung. Je robuster der Erreger gegen Austrocknung, Sauerstoff und Sonneneinstrahlung ist, um so länger kann er infektiös bleiben. Zusätzlich spielt auch die Oberflächenbeschaffenheit und die Anwesenheit organischen Trägermaterials eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Wichtigstes Kontakt - und damit Übertragungsorgan sind die Hände, die mit regelmäßiger Häufigkeit bei Toilettenbenutzungen mit kontaminierten Oberflächen in Kontakt treten und damit Ausgangspunkt für Infektionen sein können. Wobei auch hier die Oberflächenbeschaffenheit des Materials eine bedeutende Komponente darstellt. So ist laut PLATEN (2000) davon auszugehen, dass glatte Oberflächen sich zwar gut reinigen lassen, da es den Keimen nur in geringerem Maße gelingt, sich in Mikroporen zurückzuziehen, andererseits aber bei schlecht gereinigten oder deutlich bakteriologisch kontaminierten Oberflächen eine Übertragung im gleichen Maße auch gefördert wird.

Aber auch wenn die Übertragung auf die Hände stattgefunden hat, ist die Infektion erst dann erfolgreich wenn ein Transport zu einer Körperöffnung (in der Regel ist dies der Mund) erfolgreich stattfindet. Hierfür spielt natürlich zum Einen das hygienische Verhalten des Rezipienten und seine persönliche Prädisposition eine entscheidende Rolle. Zum Anderen ist die für den jeweiligen Keim notwendige minimale Infektionsdosis ausschlaggebend für das Entstehen einer Erkrankung.

PLATEN (2000) fasst die Faktoren, die zur Beschreibung des Infektionsweges „Kontakt- oder Schmierinfektion“ notwendig sind, wie folgt zusammen, und betont, dass das Zusammenspiel aller Faktoren für die Infektionsgefahr entscheidend ist.

- „Durchseuchungsgrad“ in der Bevölkerung
- Freisetzungshäufigkeit durch Ausscheidung
- Häufigkeit der Verschleppung auf Oberflächen
- Überlebenszeit auf Oberflächen
- Kontakt der verunreinigten Oberflächen durch Rezipienten
- Eintritt des Erregers in den Körper des Rezipienten
- Infektionsdosis
- Invasivität des Krankheitserregers
- Infektionsanfälligkeit des Rezipienten/Immunstatus

### **2.5.2. aerogene Infektionen**

Eine aerogene Infektion erfolgt nach Inhalation und Abscheidung der Erreger in den Respirationstrakt. Die Effektivität einer aerogenen Infektion wird dabei neben der Virulenz und Infektionsdosis von der Eindringtiefe der Partikel in den Atmungsorganen bestimmt.

DARLOW et al. (1961) wiesen zum Beispiel nach, dass die letale Dosis von *S.typhimurium* bei respiratorischen Infektionen geringer ist als auf oralem Wege. Sie weisen daraufhin, dass aus diesem Grund die in der Luft vorzufindenden Keimzahlen als Infektionsursachen nicht unterzubewerten sind. Zum Beispiel ist laut DuPONT et al. (1961) für *S.flexerie* bereits die Aufnahme von weniger als  $10^2$  Keimen als Initialdosis ausreichend.

### 2.5.3. Sonstige Vektoren

Als übrige Vektoren spielen Schadnager, Insekten und im Hinblick auf die hygienische Situation vieler Autobahntoiletten auch Wildtiere eine Rolle.

Bereits 1964 bestätigte GREENBERG die bisher nur theoretische Infektionskette Fäkalien-Fliege-Mensch für *S.typhimurium*. Dies ist insbesondere für die Autobahnrastplätze von Bedeutung. Hier wurden von EFFENBERGER (1976) aus 10,9% der untersuchten Stuhlproben Salmonellen isoliert. Bei FLUK (1992) waren nur 4 der 127 untersuchten Kotproben salmonellenpositiv.

Die Wahrscheinlichkeit, durch zufälliges Hineintreten in salmonellenhaltige Fäkalien seine Schuhsohlen und damit seine häusliche Umgebung mit Salmonellen zu kontaminieren, ist mit Sicherheit deutlich höher, als durch Fliegen mit pathogenen Keimen infiziert zu werden. Jedoch ist die Gefahr nicht von der Hand zu weisen.

So untersuchte BUSS (1979) in verschiedenen Naherholungsgebieten über 1500 Fliegen hinsichtlich ihrer bakteriologischen Kontamination. Er konnte zwar keine obligat pathogenen Keime nachweisen, fand aber eine Vielzahl sonstiger Keime fäkalen Ursprungs. 16% der gefundenen Bakterien waren *Escherichia coli*, 11% *Staphylococcus spp.* und ebenfalls 11% *Enterococcus faecalis*.

Auch SIMMONDS und STEIN (1981), WEBER und STEIN (1981) sowie STEIN (1982) untersuchten Fliegen auf Fäkalkeime. Hier waren die Zahlen der gefundenen *E. coli* - Keime mit 49% und die gefundenen *Enterococcus faecalis* mit 18% sogar noch höher.

MITSCHERLICH & MARTH (1984) untersuchten die Überlebenszeit von *S. enteritidis* und *S. typhimurium* in und auf Insekten. In Schaben waren beide Spezies 17 bzw. 16 Tage überlebensfähig. In Fliegen betrug das Überleben nur 7 bzw. 5 Tage.

Die Ergebnisse lassen somit den Schluss zu, dass besonders in Gebieten mit hohem Fliegenaufkommen mit einer bakteriellen Kontamination von Lebensmitteln zu rechnen ist.

*S. typhimurium* hat ein natürliches Reservoir in Schadnagern. ANDERSSON und NILSSON (1991) sind sogar der Ansicht, dass durch verstärkte Anwendung von Schadnagerbekämpfungen, *S. typhimurium* und *S. enteritidis* erst in das Ökosystem eingebracht werden und so der Ausgangspunkt für Infektionen von Nutztieren geschaffen wird. Bei Ratten muß mit einer Befallsrate mit Salmonellen von 4% bis 30% gerechnet werden.

Auch wenn bei Insekten das Salmonellengeschehen nicht in vergleichbarem Maße stattfindet wie bei Schadnagern, so können sie sich doch in epidemiologische Kreisläufe einschalten, wie z.B. der Getreideschimmelkäfer beim Geflügel.

## 2.6. Indikatororganismen

### 2.6.1. Enterobacteriaceae

Unter dem Begriff der Enterobacteriaceae werden Keime zusammengefasst, die hauptsächlich im Darmtrakt von Menschen und warmblütigen Tieren, teils als normale Bewohner, teils als Krankheitserreger vorkommen, aber auch in der Außenwelt zu finden sind (HALLMANN und BURKHARDT, 1974). Die Familie der Enterobacteriaceae besteht aus gramnegativen aeroben oder fakultativ anaeroben Stäbchen. Diese Mikroorganismen lassen sich im Wasser, Boden, in der Luft und auch auf Lebensmitteln nachweisen.

Die Enterobacteriaceae sind 2-3 Mikrometer lange und etwa 0,5 Mikrometer breite, teils durch peritriche Begeißelung bewegliche, teils unbewegliche sporenlose Stäbchen und wachsen gut auf gewöhnlichen Nährböden. Sie bauen Glucose auf oxydativem und fermentativem Weg unter Gas- und Säurebildung ab und reduzieren Nitrat zu Nitrit.

Die Einteilung der Familie in Gattungen erfolgt aufgrund biochemischer und physiologischer Eigenschaften. Die pathogenen Arten verursachen Darmerkrankungen und Septikämien. Die in den letzten Jahren mehrmals gewechselte Klassifizierung kann auch heute noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Echte Krankheitserreger bei Mensch und Tier sind Arten der Gattung *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Escherichia* und *Klebsiella*, andere rufen nur unter bestimmten Bedingungen Krankheiten hervor (*Citrobacter*, *Enterobacter*, *Edwardsiella*, *Proteus*, *Serratia*) und gelten deshalb als bedingt pathogen (LINDNER, 1986).

In der Systematik der Bakterien nach Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (BRENNER, 1974) werden der Familie der Enterobacteriaceae derzeit zwölf Gattungen zugeordnet, die hinsichtlich ihrer Pathogenität in zwei Gruppen eingeteilt werden und sich leicht von der Klassifizierung durch LINDNER (1986) unterscheidet.

Tab.2: Einteilung der Enterobacteriaceae (BRENNER, 1974)

A	B
<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia</i>
<i>Shigella</i>	<i>Edwardsiella</i>
<i>Salmonella</i>	<i>Citrobacter</i>
<i>Arizona</i>	<i>Klebsiella</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Enterobacter</i>
	<i>Serratia</i>
	<i>Proteus</i>
	<i>Providencia</i>
	<i>Yersinia</i>

Die unter Gruppe A aufgezählten Gattungen können dabei weitgreifende Epidemien oder sporadische Fälle von Darmerkrankungen auslösen, während Vertreter der Gruppe B gelegentlich begrenzte oder sporadische Krankheitsausbrüche von Diarrhöen, v.a. beim Menschen verursachen können (ROLLE und MAYR, 2001).

Schon seit vielen Jahren wird der Nachweis von Enterobacteriaceae als Indikatorfunktion dazu genutzt, die mikrobielle, speziell die fäkale, Kontamination darzustellen und damit den Hygienestatus von Oberflächen oder Substraten zu charakterisieren.

### 2.6.1.1. Coliforme Keime

Der Begriff ‚coliforme Keime‘ ist in der bakteriologischen Taxonomie nicht ausgewiesen. Nach BORNEFF (1987) stellt er eine Hilfskonstruktion dar, deren Verwendung mit dem großen Aufwand eines exakten Nachweises von *Escherichia coli* zu erklären ist. Allen Definitionen für coliforme Keime ist gemeinsam, dass sie sich auf laktosevergärende Enterobacteriaceae beziehen, wobei nähere Anzüchtungskriterien nicht vereinheitlicht werden. Nach BECKER und TERPLAN (1987) werden sowohl die klassischen Coliformen der Gattungen *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* und *Citrobacter* als auch die seltener nachgewiesene Gattung *Lluyvera* sowie die laktosenegativen Spezies *Hafnia alvei* und *Serratia liquifaciens* erfasst.

Nach der Verordnung über Trinkwasser und Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkWVO; ANONYM, 1986) werden coliforme Keime u.a. zur Beurteilung deren Qualität herangezogen, wobei in Trinkwasser in 100 ml keine coliformen Keime enthalten sein dürfen.

Der wichtigste Vertreter dieser Gruppe, vor allem aus hygienischer Sicht, ist mit Sicherheit *Escherichia coli*. Dieser Keim ist ein normaler Darmbewohner, der alle Säuglinge nach der Geburt kolonisiert, und für den Rest des Lebens ein Teil seiner Darmflora bleibt und im Allgemeinen bei Umgebungsuntersuchungen herangezogen wird, um eine fäkale Verunreinigung zu beweisen. Ihm kommt also als Indikator eine maßgebliche Bedeutung zu. Z.B. untersuchten deWIT und ROMBOUTS (1992) die Übertragung von *E. coli* über die Hand und kamen dabei u.a. zu dem Schluss, dass *E. coli* aufgrund seiner geringeren Lebensfähigkeit, den besseren Indikator gegenüber Salmonellen oder anderen Enterobacteriaceae darstellt. Laut HALLMANN und BURKHARDT (1974) wird der Anteil der Colibakterien an der Gesamtdarmflora im Mittel auf etwa 5% geschätzt. Die Zahlen pro Gramm Stuhl schwanken

dabei zwischen  $10^5$  und  $10^9$  Keimen. ROLLE und MAYR (2001) gehen mit durchschnittlich 1% und  $10^4$  bis  $10^9$  Keimen pro Gramm von geringeren Zahlen aus. DE WIT und ROMBOOTS (1992) sprechen von  $10^7$ - $10^9$  Keimen pro Gramm Kot. *E. coli* repräsentiert zusammen mit den Enterokokken die Begleitflora. Die meisten Stämme sind apathogene, harmlose Kommensalen. Gewisse Colitypen können aber auch als fakultativ oder obligat pathogene Krankheitserreger in Erscheinung treten und enterotoxische oder enterotoxämische Darmerkrankungen und Septikämien verursachen. Coli-Infektionen können in jedem Organ auftreten und demzufolge kann das durch den Infektionsprozess ausgelöste Krankheitsbild völlig unterschiedlich sein. Prädilektionsorte sind aber der Bereich der Harnorgane und die Gallenblase (HALLMANN und BURKHARDT, 1974).

Bezüglich der pathogenen Mechanismen werden verschiedene Gruppen von *E. coli* – Stämmen unterschieden. Bei Säuglingen die enteropathogenen *E. coli* (EPEC), die in den ersten Lebensmonaten die gefürchtete Säuglingsdyspepsie verursachen und ohne antibiotische Therapie eine bis zu 50%ige Letalität erreichen können. Diese Erkrankung tritt aber vorwiegend in Ländern mit mangelhafter Hygiene auf. Bei Erwachsenen treten die enteropathogenen *E. coli* in zunehmenden Maße als Erreger von Darmerkrankungen in Erscheinung. Dies sind auch hier EPEC, die aber nur selten in Erscheinung treten, und einen fieberhaften Brechdurchfall verursachen, des weiteren enterotoxigene *E. coli* (ETEC), die Durchfall, z.B. die Reisewasserstühle verursachen, enteroinvasive *E. coli* (EIEC), die eine der Shigellenruhr ähnelnde Durchfallerkrankung verursachen und enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC), die erst in den letzten 20 Jahren verstärkt in Erscheinung getreten sind und schwere blutige Durchfälle mit lebensbedrohlichen postinfektiösen Syndromen wie dem hämolytisch-urämische Syndrom (HUS) verursachen (ROLLE und MAYR, 2001). Obwohl die meisten Patienten die Infektion klinisch mit leichten bis mittleren Durchfällen überstehen, ist für Risikogruppen wie Kinder und Senioren eine Gefahr gegeben. Derartige *E. coli*-Stämme rücken den immer noch auf Platz eins stehenden Enteritis-Salmonellen epidemiologisch immer näher (TSCHÄPE, 1997).

Zur Höhe der Infektionsdosis gibt es keine einheitlichen Angaben. Im Allgemeinen scheinen Dosen von mindestens  $10^5$  Keimen erforderlich. Für EHEC reichen allerdings bereits  $< 10^2$  Erreger aus.

Abschließend sei erwähnt, dass es diesem Organismus trotz des Wandels in den Lebensbedingungen des Menschen und seiner Umgebung stets gelungen ist, sich nicht nur zu behaupten, sondern über Jahre hinweg eine kritische Situation aufrechtzuerhalten.

### 2.6.1.2. Salmonellen

Salmonellen gehören aufgrund ihrer Pathogenität nicht zu den Indikatorkeimen, werden aber an dieser Stelle mit erwähnt, da sie in vielen Publikationen, so zum Beispiel bei MENDES und LYNCH (1976), Newsom (1972), Wehr (1986) und FLUK (1992), für die seuchenhygienische Beurteilung verschiedenster Einrichtungen und Medien herangezogen werden.

Heute sind sieben *Salmonella*-Subspezies bekannt, von denen aber nur die Subspezies *enterica* für den Menschen und warmblütige Tiere von Bedeutung ist. Alle der über 2300 Serovare der Gattung *Salmonella* sind als potentiell pathogen anzusehen (ROLLE und MAYR, 2001; FEHLHABER und JANETSCHKE, 1992). Die durch sie hervorgerufenen Erkrankungen zählen zu den weltweit häufigsten Zoonosen. Nicht als Zoonosen werden die beim Menschen auftretenden septischen Allgemeinerkrankungen angesehen, die durch *S.typhi* und *S.paratyphi* hervorgerufen werden.

Salmonellen sind fakultativ aerobe gramnegative Stäbchen, die in der Regel peritrich begeißelt sind und sich auf einfachen Nährmedien gut anzüchten lassen. Sie sind außerhalb des menschlichen oder tierischen Organismus lange lebensfähig. Am Boden, in offenen Gewässern oder Abwässern können sie sich wochenlang am Leben erhalten. Laut HESS et al. (1974) sind sie z.B. im Rinderkot über 3 Jahre überlebensfähig. In Nahrungsmitteln überstehen sie Einfrieren und Tiefkühlen und sterben z.B. bei 60°C erst nach 30 min ab.

Die für den Menschen gefährlichen Salmonelloseerkrankungen werden nach ROLLE und MAYR (2001) in zwei Gruppen unterteilt:

- Allgemeininfektionen:

Verursacht werden diese durch *S.typhi* und *S.paratyphi*. Nach einer relativ geringen Infektionsdosis von ca.  $10^3$  Keimen kommt es nach einer Inkubationszeit von durchschnittlich 14 Tagen zu hohem Fieber, Schüttelfrost, und anderen schwerwiegenden Krankheitssymptomen.

- Gastroenteritische Salmonellosen (im Dünndarm lokalisierter Brechdurchfall, ohne Septikämie):

Von ihnen geht die größte Bedeutung aus. Zu dieser Gruppe gehören u.a. die Serovare *S.typhimurium* und *S.enteritidis*. Diese als hochvirulent bekannten Erreger führen bei Mensch und Tier zu schweren gastroenteritischen und enterocolitischen Erkrankungen. Nach HARTUNG (1992) sind diese beiden Serovare mit einer Beteiligung von 95% die häufigsten Verursacher von menschlichen Erkrankungen durch Salmonellen. Die klinische Symptomatik äußert sich, in Abhängigkeit von der Infektionsdosis, laut ROLLE und MAYR (2001) mindestens  $10^6$  Keime, nach einer Inkubationszeit von ein bis drei Tagen durch Brechdurchfall, Abgeschlagenheit, Kopf- und Bauchschmerzen und hohes Fieber. Im allgemeinen klingen die Symptome nach wenigen Tagen ab, die Ausscheidung bleibt jedoch über unterschiedlich lange Zeiträume erhalten. Als Dauerausscheider werden Menschen bezeichnet, bei denen Salmonellen länger als ein Jahr im Stuhl nachweisbar sind (SANDER, 1993).

Der Hauptinfektionsweg bei Mensch und Tier erfolgt über die orale Aufnahme der Keime. Es werden aber auch aerogene Infektionen erwähnt (PIETZSCH, 1981), bei denen Staubpartikel als Vehikel dienen. Ein schwerer Verlauf ist von Dehydration begleitet und kann bis zu Koma und Tod führen. Die Mortalitätsrate ist jedoch gering (<1%). Besonders empfänglich sind Säuglinge, abwehrgeschwächte Personen, z.B. in Verbindung mit einer therapeutischen Immunsuppression, alte Menschen, HIV-Infizierte, etc. Aber auch gesunde Erwachsene können manchmal schwer erkranken.

Laut Statistik sind im Jahr 1997 253.000 Fälle von meldepflichtigen Erkrankungen bekannt geworden, von denen 106.000 Fälle, d.h. 42% auf Salmonellen zurückzuführen waren. Wobei, laut KÜHN (1993) der dramatische Gesamtanstieg der Salmonella-Infektionen des

Menschen auf einen Erregerwechsel zu *S. enteritidis* zurückzuführen ist. Geht man laut KRUG und REHM (1983) von einer 10-12fachen Dunkelziffer aus, so erkrankten 1997 1.060.000 – 1.272.000 Menschen an durch Salmonellen verursachten Gastroenteritiden. Eine lediglich scheinbare Zunahme aufgrund verbesserter Nachweismethoden oder einer vermehrten Meldequote ist dabei nicht anzunehmen, da sich weder die mikrobiologischen Routineverfahren noch die Meldepflicht innerhalb der letzten Dekade verändert haben (KIST, 1991).

### 2.6.2. Fäkalstreptokokken

Fäkalstreptokokken gehören zur Familie der Streptococcaceae, sind jedoch taxonomisch nicht definiert. CLAUSSEN et al. (1977, zit. nach Fluk, 1992) verstehen darunter alle Streptokokken, die in signifikanten Mengen aus den Faeces von Mensch und Tier isoliert werden können. Viele Autoren weisen darauf hin, dass dazu nicht nur solche Spezies wie *Enterococcus faecalis* oder *E. faecium* zählen, die ihren natürlichen Standort im Darm haben, sondern alle Passanten des Magen-Darm-Traktes. Dazu gehören vor allem auch Streptokokken oralen Ursprungs. PINTO et al. (1999) legten im Gegensatz dazu Wert darauf, Streptokokken oralen und fäkalen Ursprungs klar zu trennen und zu identifizieren, um sich bei der Definierung von fäkalen Kontaminationen nur auf die fäkalen Streptokokken zu beziehen.

Enterokokken werden in jüngster Zeit als die, die Begleitflora repräsentierenden Streptokokken mit dem Gruppen-Antigen D, als selbständige Gattung *Enterococcus* ausgegrenzt (ROLLE und MAYR, 2001) und bilden den Hauptanteil der Streptokokkenflora der menschlichen Faezes.

Streptokokken weisen gegenüber Umwelteinflüssen eine sehr hohe Resistenz auf. Am widerstandsfähigsten sind die Enterokokken (Serogruppe D). Alle beim Menschen als Krankheitserreger vorkommenden Arten sind nicht in der Lage, außerhalb des Darmes über längere Zeit am Leben zu bleiben. Sie sind ferner Indikatoren für die Verunreinigung von Trink- und Brauchwasser und werden aufgrund ihres Resistenzverhaltens zur Bestimmung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln für verschiedene Materialien herangezogen. Aus lebensmittelhygienischen Gesichtspunkten kommt ihnen zwar eine Bedeutung als unspezifischer Lebensmittelvergifter zu, sie spielen aber als eigentlicher Krankheitserreger nur eine untergeordnete Rolle (BISPING und AMTSBERG, 1988).

Demgegenüber spielen Enterokokken und Fäkalstreptokokken laut KNUDTSON und HARTMAN (1992) bei menschlichen Infektionen, so z.B. bei Endocarditiden und Bakteriämien, sowie Durchfallerkrankungen von Neugeborenen eine Rolle.

### 2.6.3. Staphylokokken

Zur Gattung *Staphylococcus* gehören grampositive Kokken, die ubiquitär in der Natur verbreitet sind. Sie zeigen eine kräftige Katalasereaktion, spalten Zucker fermentativ, vermögen fakultativ anaerob zu wachsen (HALLMANN und BURKHARDT, 1974) und lassen sich auf allen einfachen Nährböden anzüchten.

Sie besitzen eine sehr stabile Zellwand und gehören aus diesem Grund zu den resistentesten Keimen unter den nichtsporenbildenden Bakterien. Sie sind sowohl gegen Hitze und Sonneneinstrahlung als auch gegenüber Austrocknung (KLEINER und PROF?, 1985) sehr resistent. Ihre Toleranz gegenüber hohen Salzkonzentrationen wird für diagnostische Zwecke genutzt. Der hohe Gehalt an Salz in Selektivmedien wird nur von Staphylokokken und z.T. von Streptokokken vertragen.

Sie besiedeln vor allem die Haut und die Schleimhäute. Wobei dies nicht immer klinische Erscheinungen zur Folge hat. Aus medizinischen Aspekten spielt v.a. *St. aureus* eine entscheidende Rolle. Als fakultativ pathogener Keim ist er an einer Vielzahl von Krankheitsbildern beteiligt und oft die Ursache für Wund- oder Allgemeininfektionen. So sind für den Menschen u.a. Furunkelbildung, Impetigo, Osteomyelitis, Endocarditis, Abszesse und Bakteriämie beschrieben (ROLLE und MAYR, 2001). Die Übertragung erfolgt im Allgemeinen durch den direkten Kontakt, wobei offene Abszesse oder Wunden das Hauptinfektionsreservoir darstellen. Aber auch aerogene Übertragungen sind bedeutsam (DINTER, 1985). Hinzufügend sei erwähnt, dass Staphylokokken bereits bestehende Krankheitsverläufe in ungünstigen Fällen negativ beeinflussen können, wobei hierfür eine lokale Schwäche der Hautoberfläche oder eine allgemeine Abwehrschwäche die Voraussetzung ist.

Klinisch äußert sich eine Staphylokokkeninfektion in Form von Hautentzündungen, Schleimhauterkrankungen (Bronchitis, Tonsillitis) oder als Allgemeinerkrankung (Septikämie). Als Enterotoxinbildner spielen einige Stämme auch als Lebensmittelvergifter eine Rolle (ROLLE und MAYR, 2001).

BOYCE et al. (1997) stellten in ihren Untersuchungen u.a. fest, dass in der Umgebung von Personen mit infizierten Wunden oder mit *St. aureus* im Urin die Frequenz der kontaminierten Oberflächen sechsmal größer war, was für die Oberflächen als Übertragungsweg spricht.

#### **2.6.4. Hefen**

Es handelt sich bei den zur Candidagruppe gehörenden Arten um dünnwandige, grampositive, kapsellose und nichtsporenbildende Hefen von ovaler Form. Diese Gruppe zählt ca. 30 Arten, die fast alle unter bestimmten Umständen als Krankheitserreger in Erscheinung treten können, wobei *Candida albicans* bei weitem an der Spitze steht. *Candida albicans* ist ubiquitär verbreitet und auch bei gesunden Personen zu einem gewissen Prozentsatz nachzuweisen. Die letzten Jahrzehnte sind dadurch gekennzeichnet, dass die medizinischen Praktiken sich ständig geändert haben und mehr invasive diagnostische und therapeutische Maßnahmen durchgeführt werden. In Verbindung damit kommt es auch zu einem wachsenden Antibiotikaeinsatz und damit steigt die Gefahr von Infektionen mit opportunistischen Keimen, inklusive *Candida spp* (RANGEL-FRAUSTO et al., 1994).

Klinisch tritt *Candida albicans* erst dann in Erscheinung, wenn zusätzliche Faktoren wie langandauernde Antibiotikabehandlung, Schwächung der Widerstandskraft, höheres Lebensalter, aber auch häufige Befeuchtung von Körperstellen hinzukommen.

Bevorzugte Orte der Lokalisation sind zum einen der Mund (Soormykose), der Darm (intestinale Candidose) und nicht selten auch die Lunge (Lungenmykosen).

#### **2.6.5. Weitere Keime**

Neben den oben beschriebenen Indikatorkeimen sind auf Oberflächen verschiedentlich noch eine Vielzahl anderer Mikroorganismen zu finden, die nicht zur Charakterisierung fäkaler Verunreinigungen herangezogen werden, aber zur Beschreibung und Darstellung der Sauberkeit auf Oberflächen und zur Ermittlung des Hygienestatus von z. B. sanitären Einrichtungen mit bedacht werden müssen.

Den Hauptteil nehmen hierbei Pseudomonaden ein, gefolgt von *Acinetobacter*.

### Pseudomonaden:

Bakterien dieser Gattung sind in der Natur weit verbreitet und kommen im Boden, im Süß- und im Meerwasser vor. Einige Arten können bei Mensch und Tier unter Umständen zu Infektionen führen. Sie sind aufgrund ihrer ausgeprägten Resistenz gegen viele Antibiotika und Desinfektionsmittel als Erreger von Hospitalinfektionen und als Lebensmittelvergifter gefürchtet, wobei diese Keime, mit Ausnahme von *Ps.mallei*, als fakultativ pathogen anzusehen sind. Es handelt sich um gramnegative Stäbchen, die polar begeißelt und damit beweglich sind.

*Ps.aeruginosa* ist der heute am weitesten verbreitete Keim, während *Ps.mallei* und *Ps.pseudomallei* nur noch standortgebunden auftreten (ROLLE und MAYR, 2001).

*Ps.aeruginosa* ist als Saprophyt ubiquitär verbreitet und kann häufig auch in geringen Mengen in der normalen Darmflora gefunden werden. Zusammen mit anderen Keimen ist er als Sekundärerreger oft an Infektionen des Urogenitaltraktes oder bei Verbrennungen beteiligt. Primärinfektionen spielen nur bei geschwächten Individuen (Sepsis, Meningitis) eine Rolle (HALLMANN und BURKHARDT, 1974).

KLEINER und PROF? (1985) zeigten, dass *Ps.aeruginosa* relativ empfindlich auf Austrocknung reagiert, sich bei Anwesenheit von umhüllenden und nutritiv wirkenden Substanzen seine Überlebenszeit aber deutlich verlängern lässt.

### Acinetobacter:

Diese apathogenen, gramnegativen Bakterien sind weit verbreitet und kommen besonders im Wasser und im Boden aber auch auf Schleimhäuten vor.

JAWAD (1996) isolierte sie von der Haut von Patienten, Krankenhauspersonal, trockenen unbelebten Objekten und verschiedenen Gegenständen. Die Überlebensrate war dabei bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit höher als bei niedriger.

### **2.6.6. Viren**

Im Gegensatz zu Bakterien sind Viren nicht in der Lage, sich aufgrund eigener Stoffwechsellleistungen zu vermehren. Sie bedürfen vielmehr für ihre Entwicklung lebende Zellen in die sie eindringen können, und die sie mit Hilfe ihres eigenen Genoms, Desoxyribonucleinsäure (DNS) oder Ribonucleinsäure (RNS), dazu zwingen, virusspezifische Substanzen zu produzieren (HALLMANN und BURKHARDT, 1974).

Dieser Nucleinstrang wird von einem Proteinmantel, Kapsid, umgeben. Viren die nur aus diesen beiden Elementen bestehen, werden als „unbehüllt“ bezeichnet. Bei einem erheblichen Teil der Viren wird das Kapsid noch von einer mehr oder weniger dicken Lipoproteinschicht umgeben. Diese Viren werden als „behüllt“ bezeichnet. Außerhalb von Zellen sind Viren nicht vermehrungsunfähig, d.h. sie werden erst infektiös und krankmachend, wenn sie in eine Wirtszelle gelangen.

Nur eine Minderheit von Viren ist für Mensch und Tier als pathogen zu bezeichnen. Die Mehrheit von ihnen erweist sich entweder als fakultativ pathogen oder apathogen (HORSCH, 1987).

Alle Versuche, Viren außerhalb lebender Zellen bzw. Organismen und, ähnlich den Bakterien, auf Nährböden zu züchten, schlugen fehl. Ihre Kultivierung ist nur mit Hilfe lebender, für die einzelnen Virusarten geeigneter Zellen möglich.

Die Wichtigkeit von Viren als Infektionsquelle ist unumstritten. Die Bedeutung als Ursache für im Krankenhaus übertragene Infektionen wird zunehmend mehr erkannt und beachtet. Bis zu 5% aller nosokomialen Infektionen sind viralen Ursprungs (WOLFF, 1992).

Die Virusverbreitung erfolgt dabei im Allgemeinen über Körperflüssigkeiten, die häufig von kontaminierten Oberflächen, auf denen die Keime überleben, auf anfällige Wirte transferiert werden. In Laboruntersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Überlebensfähigkeit von Viren außerhalb des Wirtsorganismus vom Virustyp, ob unbehüllt oder behüllt, von der Luftfeuchtigkeit und von der Struktur der Oberfläche abhängig ist (BELLAMY, 1998). Nach GERBA (1984) ist inzwischen auch bekannt, dass ein Haupteffekt ihrer Persistenz, die Assoziation zu umgebenden Partikeln darstellt. KESWICK, 1983, z.B. stellte fest, dass sich unter Anwesenheit von Kot, das Überleben von Viren vergrößert und Schutz vor Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen bietet. Dieser Meinung allerdings widersprechen ABAD et al, 1994, die in ihrem Versuch feststellen, dass die Anwesenheit von Kot die Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Oberfläche eher negativ beeinflusst.

AKHTER et al. (1995) die das Virusaufkommen in einem Krankenhaus untersuchten, stellten fest, dass das Auftreten von Rotaviren, weltweit die Hauptursache kindlicher Diarrhöen, auf Oberflächen mit der Anzahl an infizierten Patienten korreliert, wobei vielfach infizierte Erwachsene ein Reservoir für Kinder darstellen.

### 2.6.6.1. Enteroviren

Enteroviren gehören zur Gruppe der Picornaviridae. Es sind kleine überwiegend sehr widerstandsfähige, chloroform- und ätherstabile, kubische, unbehüllte, einsträngige RNS-Viren mit einer Größe von 22 bis 30 nm (ROLLE und MAYR, 2001). Mit Ausnahme der Hepatoviren sind sie relativ hitzeempfindlich und verlieren bei 55°C bereits nach 30 min ihre Infektiosität.

In der Gruppe der Enteroviren sind Viren zusammengefasst, die zusätzlich zu ähnlichen Krankheitserscheinungen auch die gemeinsame Eigenschaft besitzen, sich im Magen-Darm-Trakt zu vermehren. Sie werden mit dem Kot, gelegentlich auch mit Speichel oder Nasensekret, ausgeschieden und direkt über Kontakt oder indirekt durch Vektoren, wie Trinkwasser oder Nahrung, übertragen.

Nach ROLLE und MAYR (2001) sind 72 verschiedene Serotypen bekannt. Menschenpathogene Vertreter sind dabei das Poliomyelitisvirus, das Coxsackievirus und das ECHO-Virus (HALLMANN und BURKHARDT, 1974). Das Hepatitis-A-Virus des Menschen, welches früher den Enteroviren zugeordnet war, gibt heute einem neuen Genus *Hepatovirus* seinen Namen.

Infektionen mit Enteroviren sind weltweit verbreitet und verlaufen zum größten Teil subklinisch. Treten Fälle mit klinischen Symptomen auf, so zeigen sich diese manchmal als harmlose fieberhafte Erkrankungen, manchmal treten ernste und bleibende Lähmungen auf, manchmal enden sie tödlich. In gemäßigten Zonen treten Erkrankungen vor allem im Spätsommer und Herbst auf. Die Kontrolle der Poliomyelitisinfektionen durch die in den 50er und 60er Jahren eingeführten Impfstoffe, führte dazu, dass ein Großteil der Industrieländer frei ist von Poliomyelitiserkrankungen und sich das Hauptaugenmerk den Nicht-Polio-Enteroviren (NPEV) zugewandt hat. Allein in den USA infizieren sich jährlich 5 - 10 Millionen Menschen an NPEV, wobei v.a. Kinder betroffen sind und das Infektionsrisiko mit dem Alter der Personen sinkt.

#### **2.6.6.1.1. Poliomyelitisvirus**

Die letzte schwere Poliomyelitisepidemie fand in der BRD 1961 statt. Durch die Einführung des oral zu verabreichenden Lebendimpfstoff nach *Sabin* und unter dem Eindruck dieser schweren Epidemie kam es zu einer konsequenten Umsetzung dieses Impfschutzes ab 1962 (WINDORFER und FEIL, 2000). Ergebnis dieser Vaccinierung ist, dass das Poliovirus laut der World Health Organisation so gut wie ausgerottet ist (HSIUNG, 2000).

Der Mensch ist der einzige Wirt für Polioviren und in Umweltmedien wie Abwasser ist es nicht langfristig überlebensfähig. Ein wesentliches Problem zur endgültigen Polio-Eradikation ist jedoch, dass nur etwa eine von 100 infizierten Personen manifest erkrankt, so dass in Bevölkerungen mit Impflücken das Virus prinzipiell vorhanden sein kann und immer wieder manifeste Erkrankungen auftreten können (WINDORFER und FEIL, 2000).

In den meisten Fällen verläuft eine Infektion, es wird per Tröpfchen oder fäkal-oral übertragen, inapparent oder mit milden klinischen Erscheinungen, wie Fieber, Kopfschmerz und Erbrechen. In ca. 1% der Fälle führt es zu einer schwerwiegenden klinischen Erkrankung mit dem Befall des Zentralnervensystems und der damit verbundenen aseptischen Meningitis und einer paralytischen Poliomyelitis.

#### **2.6.6.1.2. Coxsackivirus**

Die meisten menschlichen Coxsackievirusinfektionen verlaufen mild in Form von leichten Erkältungserscheinungen, können aber auch in seltenen Fällen zu schweren Lähmungen, Myocarditiden und Meningitiden führen.

### **2.6.6.1.3. ECHO-Virus**

Auch diese Viren kommen im Darm vor und entsprechen hinsichtlich ihrem Infektionsweg und dem epidemiologischen Verhalten dem der anderen Enteroviren, d.h. sie werden oral aufgenommen und mit dem Stuhl ausgeschieden (HALLMANN und BURKHARDT, 1974). Durch sie werden vorwiegend bei Kindern Durchfallerkrankungen hervorgerufen, respiratorische Infekte und auch abakterielle Meningitiden verursacht. Meist verlaufen die Infektionen aber inapparent.

### **2.6.6.2. Rotavirus**

Rotaviren sind weltweit verbreitete Viren, bei denen bisherige epidemiologische Studien auf einen hohen Durchseuchungsgrad in der Bevölkerung hinweisen. Diese Viren verursachen bei Neugeborenen streng auf den Darmtrakt lokalisierte Infektionen, die häufig als Bestandteil von Mischinfektionen auftreten.

Die Virusausscheidung erfolgt über den Kot und kann nach den ersten klinischen Symptomen 3 bis 10 Tage andauern. Die Infektion geschieht hauptsächlich über den oralen Weg. Infektionen werden im Herbst und Winter häufiger beobachtet, wobei häufig ältere Personen mit inapparent verlaufenden Infektionen das Virusreservoir darstellen (ROLLE und MAYR, 2001).

Rotaviren sind relativ widerstandsfähig und wie Enteroviren chloroform- und ätherstabil. ANSARI et al. (1988) zeigten, dass Rotaviren auf unbelebten Oberflächen und auf Händen über mehrere Stunden ihre Infektiosität behalten und so auch indirekt übertragen werden können. Wobei nach SATTAR et al. (1986) den Umgebungsbedingungen eine große Bedeutung zukommt. So sinkt die Virusaktivität bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85% rapide ab.

### **2.6.6.3. Adenovirus**

Menschliche Adenoviren sind weltweit verbreitet und stehen im Zusammenhang mit akuten Atemwegserkrankungen, Infektionen der Augen und Durchfallerkrankungen bei Kindern. Vielfach verlaufen Infektionen aber auch symptomlos (HALLMANN und BURKHARDT, 1974)



### 3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Ziel dieser Untersuchungen war es einerseits, den mikrobiologischen Zustand von öffentlichen Sanitäranlagen zu charakterisieren bzw. zu überprüfen und eine eventuelle Gesundheitsgefährdung der Bevölkerung festzustellen. Andererseits ging es aber auch darum, gegebenenfalls Schwächen, wartungsbedingte Mängel oder auf technischen Ursachen beruhende Unzulänglichkeiten festzustellen und Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten.

Zusätzlich fanden im Labor virologische Untersuchungen statt, deren Ziel es war, Unterschiede in der Überlebensrate von Viren auf zwei üblicherweise auch in Toilettenanlagen verwendeten Materialien, Edelstahl und PVC, zu vergleichen, sowie die Rückgewinnungsrate mit der angewandten Untersuchungsmethode zu ermitteln.

Zur Probennahme wurden drei öffentliche Toilettenanlagen einer südwestdeutschen Großstadt herangezogen. In diesen Anlagen wurden sowohl bakteriologische als auch virologische Untersuchungen durchgeführt. Die Abb.2 stellt den Waschbereich einer der untersuchten Toiletten mit einigen Probenahmestellen dar.



*Abb.2: Waschbereich einer der untersuchten öffentlichen Toiletten*

Des weiteren fanden drei selbstreinigende Toiletten in derselben Großstadt Berücksichtigung. Hier beschränkte sich die Untersuchung allerdings auf das bakteriologische Screening.

Die öffentlichen Toiletten befinden sich allesamt im Bereich von S-Bahn-Stationen und werden im Allgemeinen rege frequentiert.

Zur Untersuchung der selbstreinigenden Toiletten wurden ebenfalls die zwei am häufigsten benutzten Anlagen der Innenstadt verglichen. Eine dieser Einrichtungen ist auf der Abb.3 dargestellt. Es wird, wie auf der Abbildung ersichtlich, versucht, dass sich die Anlagen in das allgemeine Bild des Stadtzentrums einfügen. Zusätzlich wurde eine behindertengerechte Anlage untersucht, die weniger genutzt wird, da hier nur zutrittsberechtigte Personen einen Schlüssel besitzen.



*Abb.3: selbstreinigende Toilette einer südwestdeutschen Großstadt*

Die Untersuchungen an den S - Bahn-Stationen fanden jeweils direkt vor der Reinigung, d.h. zum Zeitpunkt der größten zu erwartenden Verschmutzung, sowie unmittelbar nachdem das

Reinigungspersonal die Toiletten verlassen hat statt, um den Effekt der durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen auf deren Wirksamkeit überprüfen zu können. Diese Toiletten werden vom Reinigungspersonal routinemäßig Montag bis Freitag 1x täglich, die am stärksten frequentierte Toilette 2x täglich gereinigt. Zusätzlich wird diese Toilette auch am Wochenende täglich 2x gereinigt.

Bei den Automatikoiletten erübrigte sich ein zweiter Umlauf nach dem Reinigen, da sich diese Toiletten direkt nach jeder Benutzung verriegeln und erst nach einer Selbstreinigung wieder für eine weitere Person öffnen. Allerdings beschränkt sich dieser Selbstreinigungsprozess auf eine Säuberung der Toilettenbrille und einem Abspritzen des Bodens durch direkt darüber angebrachte Düsen. Das hier tätige Personal wartet diese Toiletten von Montag bis Samstag mindestens 1x täglich, Montag bis Freitag gegebenenfalls auch 2 x täglich. Wobei sich deren Aufgaben vor allem auf die technische Betreuung der Anlagen beschränken, da eigentlich der Benutzer nur mit Bereichen direkt in Kontakt kommen muss, die bereits automatisch einer Säuberung zugeführt werden. Die übrige Umgebung in der Kabine bleibt dagegen bei richtigem Verhalten des Benutzers von direktem Kontakt verschont. Zusätzlich werden von den Mitarbeitern natürlich optische Verunreinigungen beseitigt.

### **3.1. Material und Methoden**

#### **3.1.1. Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes mittels Tupferabstrichen**

##### **3.1.1.1. Methodik**

Die Keimgewinnung von den Oberflächen wurde mittels des Tupferverfahrens durchgeführt.

Um definierte Oberflächen zu erhalten und die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, wurden Schablonen hergestellt. Ziel war es, eine vergleichbare Fläche zu erhalten. FLUK (1992) fertigte Schablonen aus Pappe an. In den vorliegenden Untersuchungen wurden Schablonen mit der Größe 8x5 cm (40 cm<sup>2</sup>) für ebene und gleichmäßige Oberflächen und 2x10 cm (20 cm<sup>2</sup>) für kleinere Flächen angefertigt. Als Material kam Leichtmetall zur Anwendung, das flexibel genug war, es z.B. an eine Türklinke anzupassen oder eventuelle Unebenheiten der unterschiedlichen Oberflächen auszugleichen.

Während der Untersuchung wurden die durch die sterilen Schablonen definierten Flächen mit ebenfalls sterilen Baumwolltupfern abgestrichen, die vorher in 0,9%iger NaCl - Lösung (MERCK) als Abschüttelflüssigkeit angefeuchtet wurden.

Die Tupfer wurden nach dem Abbrechen des vorderen unberührten Teils direkt in sterile Standard - I -Bouillon gegeben und um eine bessere Keimausbeute zu gewährleisten, eine ungewollte Keimvermehrung aber auf ein Mindestmaß zu beschränken, gekühlt ins Labor transportiert und dort bei 4°C 24h geschüttelt. Danach wurden jeweils 10 ml der Bouillon für die entsprechenden Nährböden filtriert und die Filter auf dem jeweiligen Selektivagar aufgebracht.

Der Vorteil des Filtrierens liegt laut PIZURRA et al. (1997) u.a. in dem nur langsamen Wachsen der Mikroorganismen, was sie als kleine Punkte gegenüber dem direkten Bewachsen des Agars als Nährboden besser auszählbar macht (siehe Abb.9).

#### **3.1.1.2. Untersuchte Oberflächen**

Alle Tupferabstriche wurden auf aerobe Gesamtbakterien, coliforme Keime, Enterobacteriaceae, Streptokokken, Staphylokokken, Hefepilze und Salmonellen untersucht.

Die drei städtischen Sanitäreinrichtungen wurden je fünfmal vor und nach der Reinigung untersucht. Zwei der Toiletten sind in Damen- und Herrenbereiche unterteilt. Eine Anlage gliederte sich in Urinal und Sitztoilette auf. Der Sitzbereich dieses WC ist auf Abb.4 dargestellt.



*Abb. 4: Innenraum einer öffentlichen Toilette einer südwestdeutschen Großstadt*

In den Toiletten wurden insgesamt 526 Abstriche für die bakteriologische Untersuchung genommen, die sich auf die verschiedenen Oberflächen wie folgt verteilen:

- Toilettenbrille (50 Abstriche)
- Boden vor der Toilette (50 Abstriche)
- Spülknopf (50 Abstriche)
- Fläche der Kabinentür (58 Abstriche)  
(bzw. bei deren Fehlen, die Innenseite der Eingangstür)
- Waschbecken (58 Abstriche)
- Wasserhahn (34 Abstriche)
- Seifenspender (58 Abstriche)
- Urinal (30 Abstriche)
- Klinke der Eingangstür innen und außen (58 Abstriche)
- Klinke Kabine (14 Abstriche)

- Handtrockner (38 Abstriche)
- Mülleimerklappe (28 Abstriche)

Bei der Toilette 2 wurde statt des Trockners die Mülleimerklappe herangezogen und der Wasserhahn entfiel. Bei den Damentoiletten entfiel der Entnahmepunkt Urinal. Eine Übersicht der Probenahmepunkte können der Abb.5 entnommen werden.

Zusätzlich zu diesen Abstrichen wurden an folgenden Standorten auch Tupfer für die virologische Auswertung entnommen:

- Toilettenbrille (25 Abstriche)
- Spülknopf (25 Abstriche)
- Klinke der Eingangstür innen und außen (30 Abstriche)
- Boden vor der Toilette (25 Abstriche)

Die ausgewählten Standorte wurden sowohl vor als auch nach der Reinigung durch die städtischen Mitarbeiter kontrolliert. Die virologischen Proben beschränkten auf den Zeitraum vor der Reinigung (siehe Abb.7). Die bakteriologische Auswertung der Tupferabstriche erfolgte nach den unter 3.1.2. beschriebenen Methoden. Die virologischen Arbeiten werden unter 3.1.4. dargestellt.

Abb.5: Proben für bakteriologische Untersuchung städtischer öffentlicher Toiletten

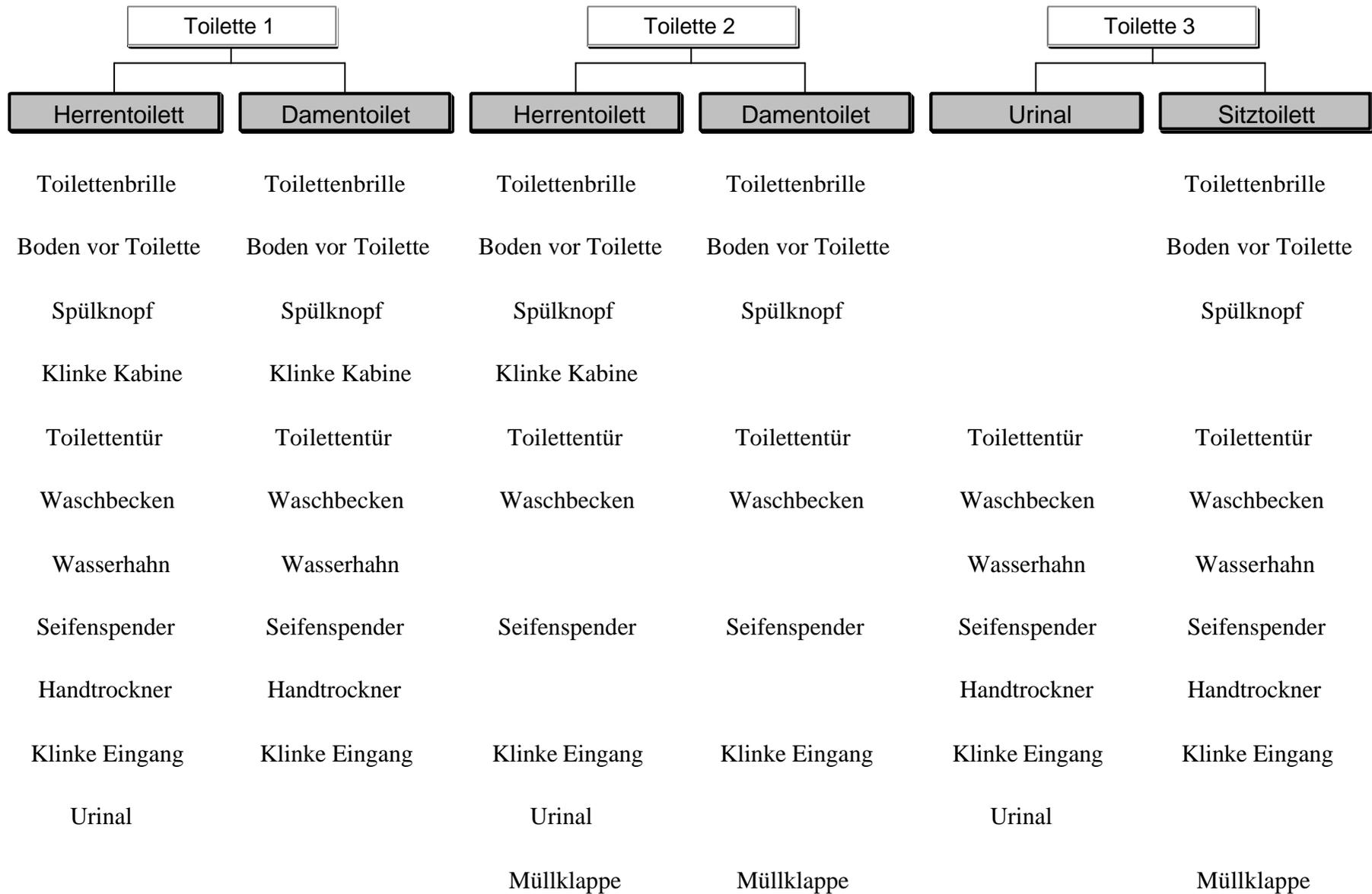
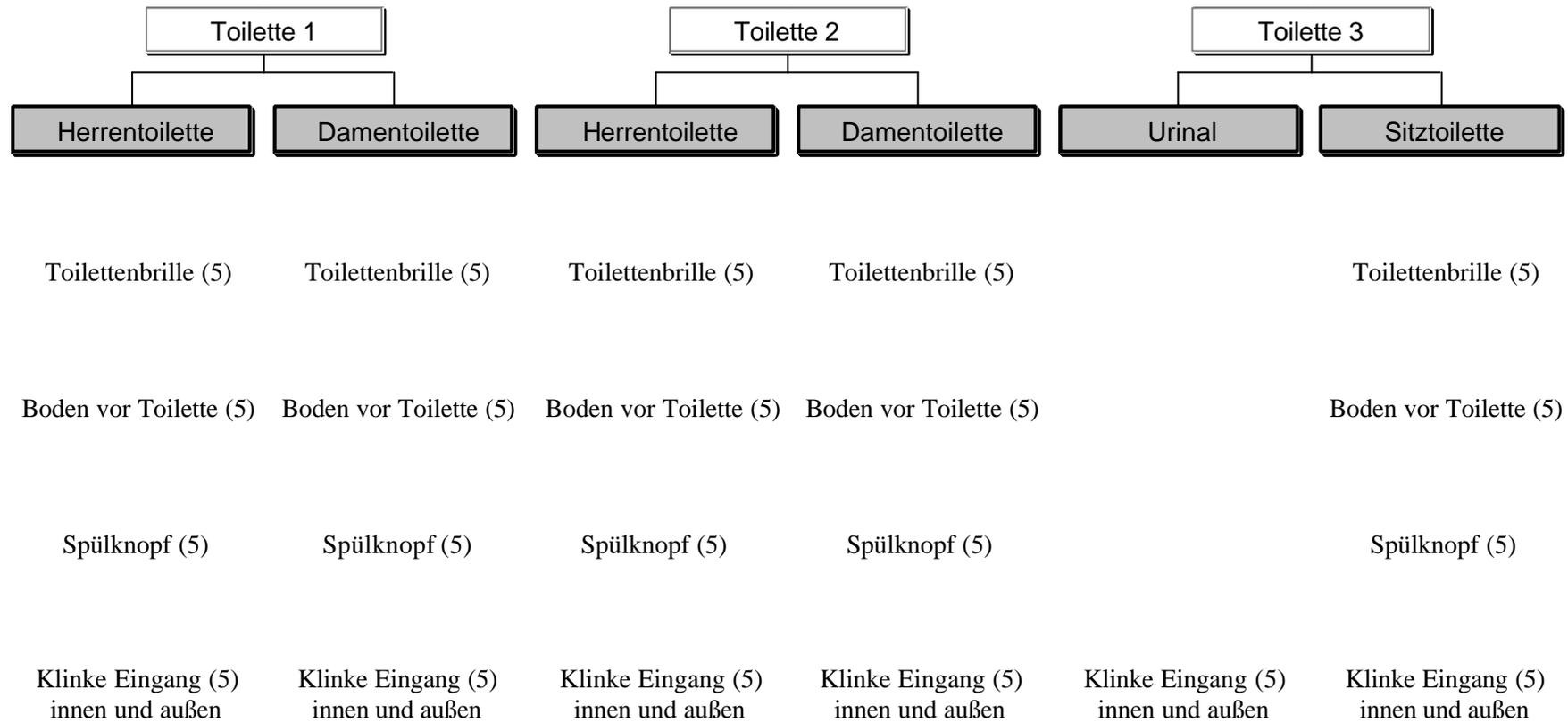


Abb.7: Proben für virologische Untersuchung städtischer öffentlicher Toiletten (Entnahmepunkte und Probenzahl)



Die Untersuchung der selbstreinigenden Toiletten fand in einem geringeren Probenumfang statt. Dies hatte zum einen organisatorische Gründe, zum anderen sind diese Toiletten nicht in Herren- und Damenbereiche unterteilt, besitzen u.a. kein Urinal und werden weniger frequentiert.

Es wurden ebenfalls drei Anlagen untersucht. Von diesen sind zwei in der Innenstadt gelegen und werden relativ stark in Anspruch genommen. Eine dritte Toilette ist ein behindertengerechtes Modell, welches auch nur von Personen mit einem entsprechenden Schlüssel benutzt werden kann und demzufolge geringer frequentiert wird. In diesen Anlagen reinigen sich die Toilettenbrille und der Boden nach jeder Benutzung selbständig, die übrigen Kontaktpunkte bedürfen aber einer manuellen Reinigung, auch wenn durch das hohe technische Niveau dieser Toiletten bis auf die beschriebenen Bereiche kaum ein Kontakt zu umgebenden Materialien notwendig ist.

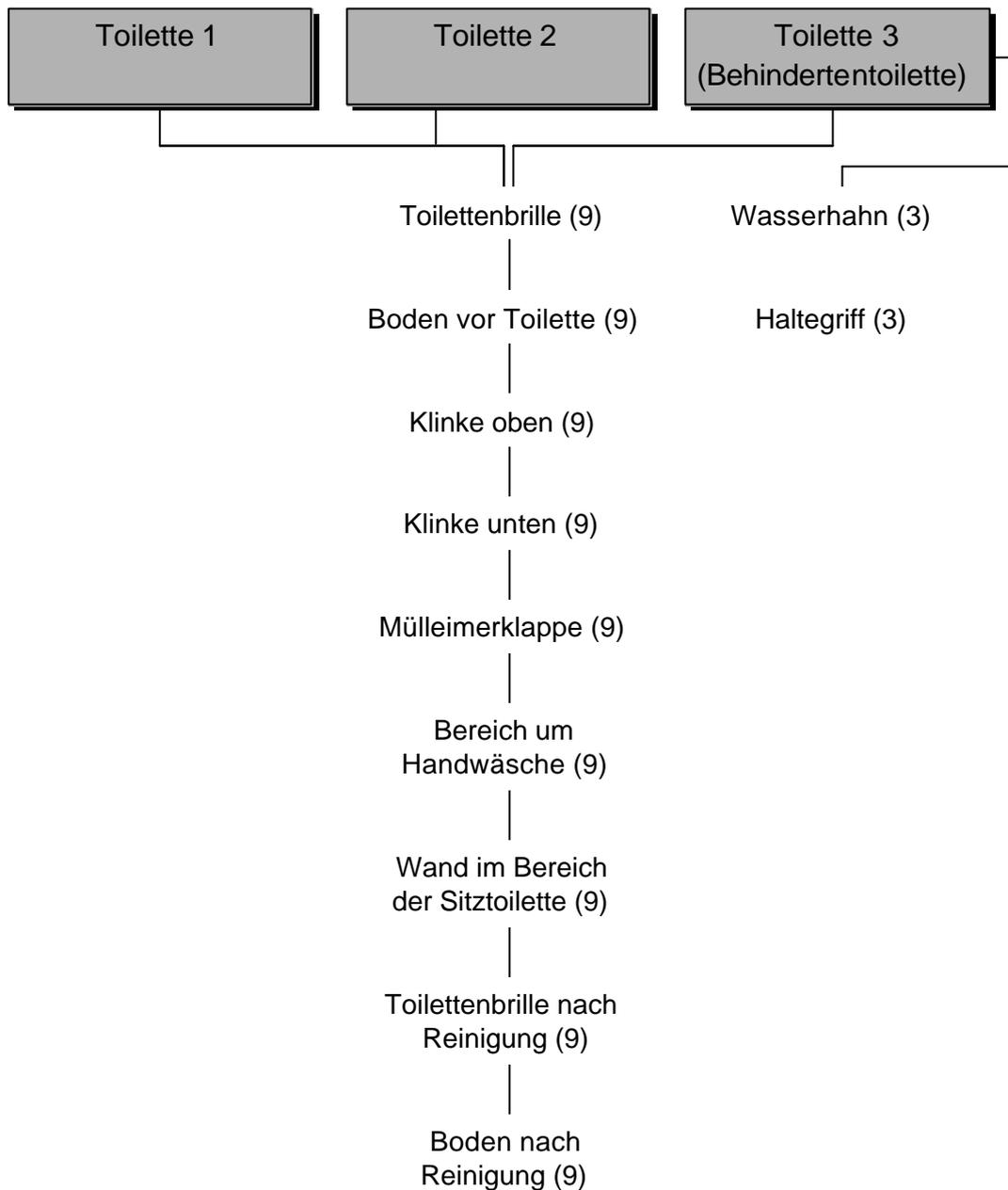
Die Entnahmepunkte der 87 Proben schlüsseln sich wie folgt auf:

- Toilettenbrille (9 Abstriche)
- Boden vor Toilette (9 Abstriche)
- Klinke oben (9 Abstriche)
- Klinke unten (9 Abstriche)
- Mülleimerklappe (9 Abstriche)
- Bereich um automatische Handwaschanlage (9 Abstriche)
- Wand im Bereich der Sitztoilette (9 Abstriche)
- Toilettenbrille nach automatischer Reinigung (9 Abstriche)
- Boden nach automatischer Reinigung (9 Abstriche)
- Wasserhahn (3 Abstriche)
- Haltegriff (3 Abstriche)

Die behindertengerechte Anlage besitzt einen Wasserhahn, sowie einen Haltegriff, so dass dort diese zwei Entnahmepunkte hinzukommen (Abb.7).

Die Untersuchung bezog sich hier nur auf die bakteriologische Befunderhebung, die ebenfalls mit den oben erwähnten Methoden durchgeführt wurden.

Abb.7: Proben für bakteriologische Untersuchung selbstreinigender Toiletten  
(Entnahmepunkte und Probenzahl)



### **3.1.2. Bakteriologische Arbeitsmethoden zur Probenauswertung**

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der bakteriellen Flora auf Oberflächen in sanitären Einrichtungen ist das entscheidende Kriterium für eine Einschätzung der Hygienesituation von Toiletten. Es ist also notwendig, eine Methode zu nutzen die für den Zweck dieser Untersuchung die bestmöglichen Ergebnisse erwarten lässt.

Auf Grund der Aufgabenstellung musste eine Methode ausgewählt werden, mit der nicht nur qualitativ sondern auch quantitativ verwertbare Ergebnisse erwartet werden konnten. Es zeigte sich in Voruntersuchungen, dass, auf Grund des zu erwartenden Keimaufkommens, diesen Voraussetzungen die Membranfiltermethode am gerechtesten wird.

Dafür wurde die verwendete Nährbouillon mit Hilfe einer Filtrieranlage (SARTORIUS) in Verbindung mit einer Vakuumpumpe durch Membranfilter (SARTORIUS) filtriert, die Keime direkt auf dem Filter zurückgehalten und dieser unmittelbar auf den jeweiligen Selektivnährboden aufgebracht (DIN 38 411, Teil 5). Die dafür verwendete Filtrieranlage ist in Abb. 8 dargestellt.

Das Prinzip dieser Methode besteht darin, dass durch den Filter die Nährstoffe nach oben diffundieren und die Koloniebildung ermöglichen.

Die Artikelnummern aller bisher oder im Folgenden erwähnten Arbeitsmittel und Nährmedien können der Tabelle A7 im Anhang entnommen werden.



*Abb. 8: Filtrieranlage der Firma Sartorius*

### **3.1.2.1. Bestimmung der Anzahl aerober Gesamtbakterien**

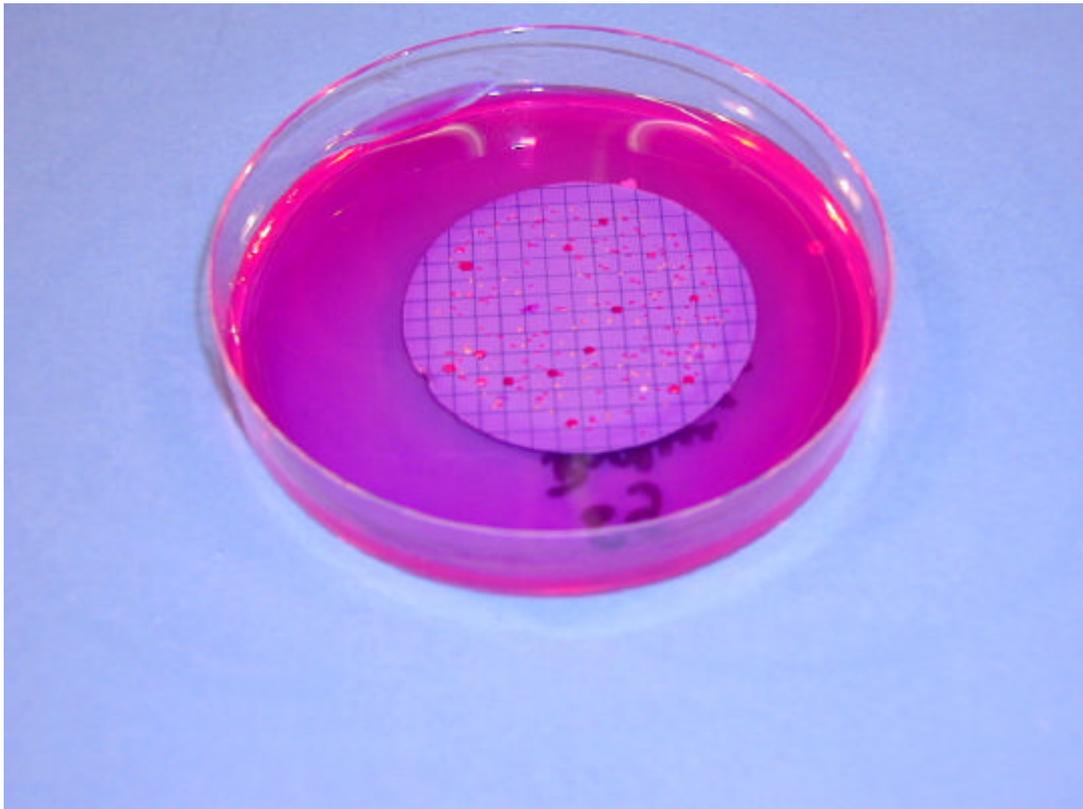
Die Bestimmung der aeroben Gesamtbakterienzahl erfolgte, wie auch die Ermittlung der Werte für die einzelnen Keime mittels Membranfiltermethode. Nach der Probennahme wurde der Tupfer in ein Gefäß mit 60 ml Standard-I-Bouillon (MERCK) gegeben und unter Kühlung bei ca. 4°C in das Labor verbracht. Die Aufrechterhaltung ist für die Genauigkeit der Ergebnisse von großer Wichtigkeit, da laut Untersuchungen von MURMANN und HEYDE (1994) bei 20°C eine sofortige Keimvermehrung einsetzt, bei 4°C zumindest für einen Tag keine relevante Keimvermehrung stattfindet und ein Überleben sichergestellt ist.

Im Labor wurden die Probenflaschen bei 4°C für weitere 24h geschüttelt, um zu gewährleisten, dass durch die kontinuierliche Umspülung des Tupfers mit Medium ein Höchstmaß an Bakterien von diesem wieder gelöst wird und der Auswertung mittels der

Filtration zugänglich gemacht werden kann. Nach einem Tag erfolgte dann die Filtration von je 10 ml der Probe auf die jeweiligen Selektivnährböden.

Zur Bestimmung der aeroben Gesamtbakterienzahl wurde der Filter auf Standard-I-Agar (MERCK) gegeben, für 48h bei 37°C bebrütet und danach die gewachsenen Kolonien ausgezählt.

Auf der Abb.9 ist eine Petrischale mit MPK-Agar und den nach 48-stündiger Bebrütung gewachsenen kleinen Kolonien zu sehen, die gut voneinander unterscheidbar und somit leicht auszuzählen sind.



*Abb.9: MPK – Agar mit Membranfilter nach 48 – stündiger Inkubation*

### **3.1.2.2. Bestimmung der Anzahl an Enterobacteriaceae**

Der Nachweis der Enterobacteriaceae erfolgte auf Mac Conkey - Agar (DIFCO), einem Selektivagar zur Isolierung von Salmonellen, Shigellen und coliformen Keimen. Durch den Zusatz von Gallensalzen und Kristallviolett wird die grampositive Begleitflora weitestgehend

gehemmt. Es wurden auch hier 10 ml der Probe verwandt und der Filter auf dem Agar für 48h bebrütet.

Die verschiedenen gewachsenen Kolonien wurden ausgezählt. Es wurden Reinkulturen auf Blutagar (MERCK) hergestellt, die weitere 24h bei 37°C bebrütet wurden. Folgend wurden Gram-Färbungen hergestellt, und mittels Cytochromoxidasetest (MERCK) die CO-Aktivität der verschiedenen Kulturen getestet, um die Gattungen Pseudomonas und Aeromonas von den Enterobacteriaceae trennen zu können. Die endgültige Differenzierung erfolgte dann für die CO-negativen Keime über das API 20 E (BIOMERIEUX) und für die CO-positiven Kulturen über das API 20 NE (BIOMERIEUX).

#### **3.1.2.2.1. Bestimmung der Anzahl coliformer Keime**

Coliforme Keime wurden auf Endo - Agar (MERCK) nachgewiesen. Durch den Fuchsingehalt zeigen coliforme Keime auf diesem Agar einen metallisch schimmernden Glanz, der durch saure Reaktionsprodukte bei der Laktosespaltung hervorgerufen wird.

Nach der 48h dauernden Bebrütung wurden auch hier die Kolonien ausgezählt, Reinkulturen auf Blutagar angelegt und nach 24h wiederum mittels Gram-Färbung und gegebenenfalls API 20 E ausdifferenziert. Hierbei sei erwähnt, dass neben den auf diesem Agar erwarteten coliformen Keimen in nicht unerheblichem Maße auch Staphylokokken nachzuweisen waren.

#### **3.1.2.2.2. Untersuchung auf Salmonellen**

Es gibt in der Literatur viele Veröffentlichungen über neue Methoden, um Salmonellen sicher nachweisen zu können. Wobei Versuche, Salmonellen praxisrelevant, schnell und unter Einsparung von Selektivmedien und Voranreicherungen zu identifizieren, nur einen teilweisen Erfolg brachten. Eine praxisrelevante Methode nach HECHELMANN und GAREIS (1995) besteht in einer Kombination aus kulturellen und immunochemischen Verfahren. Ohne allgemeine Voranreicherung werden die Proben selektiv angereichert und anschließend direkt auf eine Kombination aus zwei selektiven Nährböden, wie Modified Semisolid Rappaport - Vasiliadis (MRSV) - Medium und Xylose – Lysin - Tergitol 4 (XLT 4) - Agar, verbracht. Nach 18 bis 24h Inkubation wird das MRSV - Medium auf Schwärmzonen

und der XLT-4-Agar auf H<sub>2</sub>S-Bildung überprüft. Zweifelhafte Kolonien können dann mittels immunchemischen Schnelltests untersucht werden (zit. n. STEFFL, 1998). RAMBACH (1990) nahm die Grenzen der bekannten Medien (hohe Konzentration an Inhibitoren, die u.U. auch das Salmonellenwachstum einschränken, teilweise laktosenegative *Proteus spp.*, so dass eine Identifizierung von Salmonellen auf kommerziellen Medien nicht möglich ist, keine Identifizierung der Salmonellen anhand der Färbung) zum Anlass, ein neues Agarmedium herzustellen, was es erlaubt, *Salmonella spp.*, von anderen Mitgliedern der Enterobacteriaceae zu differenzieren. Er nutzte dabei die Möglichkeit, die Säurebildung aus Propylenglycol als Charakteristikum zur Salmonellenidentifizierung einzusetzen.

Der XLT – 4 - Agar wird, aufgrund seiner hohen Spezifität und Isolierungsrate, in der Untersuchung von Stuhl - und Umweltproben auf nicht - typhöse Salmonellen als eine Alternative zum MRSV - Medium angesehen (MILLER et al., 1991). Die Autoren äußern außerdem, dass eine Kombination aus zwei hochselektiven Nährböden, das Risiko von falsch negativen Resultaten reduziert.

In der vorgelegten Untersuchung erfolgte der Salmonellennachweis entsprechend des Anreicherungsverfahrens nach Rappaport, da nach Literaturangaben (RHODES und QUESNEL, 1986) dieses Verfahren die größte Isolierungsrate von Salmonellen erwarten lässt.

Dafür wurden die Tupfer direkt nach der Probennahme in 1%iges Peptonwasser gegeben, welches als Voranreicherung dient, und in dem subletal geschädigte Salmonellen wiederbelebt werden können. Diese Probe wurde danach 18 - 24 h bei 37°C bebrütet und anschließend 5ml davon mit 5ml Anreicherungsbouillon nach RAPPAPORT - VASSILIADIS (DIFCO) beimpft. Da laut Versuchen von FLUK (1992) keine Unterschiede im Wachstum bei den Temperaturen von 37°C oder 43°C Bebrütungstemperatur bestehen, wurde die höhere Temperatur gewählt, um das Wachstum der Begleitflora zu hemmen und die Probe weitere 24h diesmal bei 43°C bebrütet und anschließend filtriert. Zum Beispiel erkannten bereits REUßE et al. (1975), dass bei 43°C *Proteus spp.* nicht am Wachsen, aber am Schwärmen gehindert werden können, die höheren Temperaturen auf die Anreicherung der Salmonellen aber keinen überzeugenden Vorteil haben.

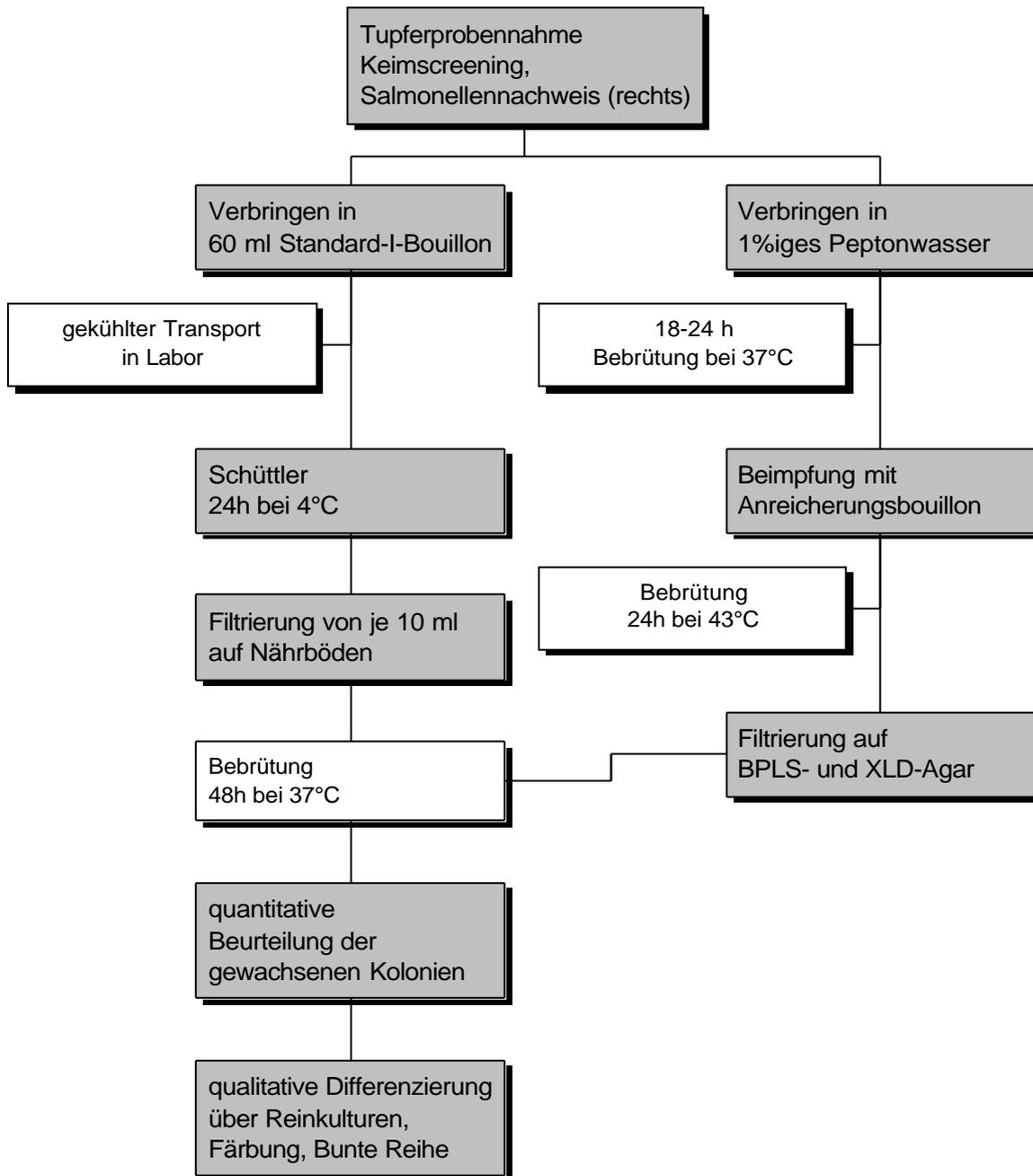
Die Filter wurden zum Zwecke der Isolierung von Salmonellen auf Brilliantgrün-Phenolrot-Saccharose-Agar (BPLS, DIFCO) sowie auf Xylose-Lysin-Desoxycholat-Agar (XLD, DIFCO)

verbracht und 48h bei 37°C inkubiert. BPLS dient selektiv zum Nachweis von Salmonellen außer *S.typhi*, die ebenso wie *Shigella spp.* durch das Brilliantgrün unterdrückt werden.

Der Nährboden XLD dient zur Prüfung der Xylose-, Lactose-, und Saccharose - Fermentation durch Farbumschlag des Indikators Phenolrot nach gelb. Die Begleitflora wird hier durch Natriumdesoxycholat und Citrat gehemmt, die eigentliche Selektivität dieses Agars ist aber gering.

Salmonellenverdächtige Kolonien wurden im Anschluss daran auf Blutagar ausgestrichen und nach Anzüchtung mittels Gramfärbung und API 20 E differenziert. Eventuell zu findende Salmonellen werden dann mittels Objektträgeragglutination überprüft. Eine endgültige Diagnose von Salmonellen - Serotypen findet dann in der Zentralstelle für veterinärmedizinische Salmonelloseforschung im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV) statt.

Abb.10: Übersicht über die Schritte der bakteriologische Auswertung der Tupferproben



### **3.1.2.3. Bestimmung der Anzahl an Fäkalstreptokokken**

Zur Bestimmung der Anzahl der Fäkalstreptokokken in der Probe wurde KAA - Agar (Kanamycin – Äsculin – Azid - Agar, MERCK) verwendet, um speziell auch die Enterokokken nachzuweisen, da deren Anwesenheit für die Charakterisierung einer fäkalen Verunreinigung entscheidend ist. Sie wachsen nach einer Bebrütungszeit von 48h bei 37°C als kleine grauschwarze Kolonien und wurden nach einer Reinkultivierung auf Blutagar, wo sie nur zarte Kolonien bilden, mittels Gramfärbung ausdifferenziert.

### **3.1.2.4. Bestimmung der Anzahl an Staphylokokken**

Die Bestimmung der Anzahl an Staphylokokken erfolgte mit Hilfe des Mannit – Phenolrot - Kochsalz – Agars (MPK, MERCK). Der hohe Salzgehalt hemmt das Wachstum der meisten anderen Bakterien, und weist demzufolge gegenüber anderen sowohl gramnegativen, als auch grampositiven Bakterien eine hohe Selektivität auf.

Auch diese Proben wurden 48h bei 37°C bebrütet und dann mittels Reinkulturen auf Blutplatten die einzelnen verschiedenen Kolonien ausdifferenziert und durch Gramfärbung identifiziert. Bereits auf der Blutplatte war eine optische Identifizierung von *St. aureus* in den meisten Fällen, aufgrund seiner goldgelben Pigmentierung, möglich. Der Verdacht wurde danach mittels Staphylase - Test (OXOID) gesichert. Grundlage dieses Tests ist das Enzym Plasmakoagulase, welches nur in *St. aureus* vorkommt und somit bei Kontakt einer Probe mit der Testflüssigkeit zu einem Gerinnen dieser führt. Damit ist eine sichere Abgrenzung zu „Nicht – Aureus – Staphylokokken“ möglich.

### **3.1.2.5. Bestimmung der Anzahl an Hefepilzen**

Die zum Nachweis der Hefepilze genutzten Filter wurden als einzige nicht bei 37 bzw. 43°C inkubiert. Da Pilze bei Zimmertemperatur bessere Wachstumsbedingungen vorfinden, wurden diese Proben bei Zimmertemperatur für 5-7 Tage gelagert und täglich kontrolliert, da die Gefahr des Überwucherns mit Schimmelpilzen bestand und somit ein Ablesen erst nach einer Woche nicht möglich gewesen wäre. Verwendet wurde der Selektivagar nach

Sabouraud (DIFCO). Dem Nährmedium wurde Chloramphenicol zugesetzt, um das Wachstum von bakteriologischen Begleitkeimen weitestgehend zu unterdrücken.

### **3.1.2.6. Weitere Keimdifferenzierung**

Neben der Suche nach in der Aufgabenstellung vorgegebenen Keimen brachte es die Versuchsdurchführung mit sich, dass auch Reinkulturen von weiteren Keimen hergestellt wurden, denen primär kein Augenmerk geschenkt werden sollte.

Zum Beispiel wurden auf dem Mac Conkey - Agar neben den gezielt gesuchten Enterobacteriaceae häufig auch *Pseudomonas spp.* und *Aeromonas spp.* isoliert. Auch auf anderen Selektivmedien fanden sich immer wieder Erreger, wie *Corynebacterium spp.*, die dann ebenfalls durch weitergehende Untersuchungen (API 20 NE; BBL CRYSTAL GP, BIOMERIEUX) ausdifferenziert wurden.

### **3.1.3. Weitere Untersuchung**

Zusätzlich zu den Oberflächenuntersuchungen wurde auch von jeder der drei städtischen öffentlichen Toiletten der momentan benutzte Wischlappen im Labor auf seinen Keimgehalt hin qualitativ untersucht.

Dieser Lappen wurde dafür in ein Gefäß mit NaCl (5 Liter) gegeben. Dieser Flüssigkeit wurde, da anzunehmen war, dass Reste der verwendeten Reinigungsmittel sich noch am Lappen befinden, mit 0,1% Histidin, 0,3% Lezithin und 3% Tween 80 versetzt und bei 4°C für 24h gerührt.

Anschließend wurden Proben der Flüssigkeit nach der unter 3.1.2. beschriebenen Methode filtriert und die gewachsenen Keime ausdifferenziert.



### **3.1.4. Virologische Arbeitsmethoden**

#### **3.1.4.1. Verwendetes Testvirus**

Für die Laboruntersuchungen wurde als Testvirus folgendes Virus zum Einsatz gebracht:

- ECBO - Virus (Enteric Cytopathogen Bovine Orphan), ein unbehülltes RNS-Virus der Familie der Picornaviridae aus der institutseigenen Stammsammlung

Bei diesem Testvirus wurde ein Repräsentant der Enteroviren ausgewählt, der auch denen für den Menschen entscheidenden Viren dieser Gruppe in seiner Tenazität entspricht. Darüber hinaus ist das ECBO - Virus u.a. als Testvirus für die Desinfektionsmittelprüfung nach den Richtlinien der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft vorgeschrieben. Weiterhin war die relative Ungefährlichkeit für experimentelle Versuche ausschlaggebend.

#### **3.1.4.2. Zellkulturen und Virusvermehrung**

Für die Versuche wurden folgende Zellkulturen eingesetzt:

- MDBK (Madine und Darby Bovine Kidney cell) als permanente Rindernierzelle für die Laborversuche mit ECBO - Virus
- VERO (African Green Monkey kidney cell) als permanente Affennierzelle für die Auswertung der Proben aus den Felduntersuchungen

Für die Anzucht der verschiedenen Zellkulturen im CO<sub>2</sub>-begasteten Brutschrank (5% CO<sub>2</sub>) bei 37°C bestand das Zellkulturmedium aus MEM (Minimum Essential Medium; BIOCHROM), 5% fetalem Kälberserum (FKS; SEROMED), Penicillin, Streptomycin, Amphotericin, Gentamycin und Vancomycin. Zusätzlich wurde das Nährmedium regelmäßig mit NEA (Nichtessentielle Aminosäuren, SEROMED) versetzt. Sobald sich ein konfluenter einschichtiger Zellrasen gebildet hatte, wurden die Zellen mit Trypsinlösung abgelöst und in einem für die Zelllinie geeigneten Teilungsverhältnis (1:3 – 1:5) auf weitere Kulturflaschen (NUNC) verteilt. Die Zellen wurden täglich unter dem Lichtmikroskop auf Vitalität und Vermehrungsrate überprüft.

Auf den unter diesen Bedingungen in den Zellkulturflaschen gewachsenen konfluenten Zellrasen wurden nach Waschen mit MEM einige Milliliter Virussuspension aufgetragen und für etwa 1,5 Stunde in den Brutschrank verbracht. Nach dieser Zeit, in der unter mehrmaligem Schwenken die Adsorption der Viren an die Wirtszelle unterstützt wurde, wird der Überstand abpipettiert und die Flasche mit der deren Größe entsprechenden Menge an Erhaltungsmedium aufgefüllt. Nach 23 Tagen Inkubation bei 37°C wurde ein vollständiger cytopathischer Effekt (cpE) erreicht. Die Virussuspension wurde abgesaugt und für 10 min bei 3000 U/min und 4°C zentrifugiert. Nach dem Zentrifugieren konnte der zellfreie virushaltige Überstand abgenommen und in beliebigen Mengen geteilt, bei -80°C eingefroren werden.

### **3.1.4.3. Virustitration, Bestimmung des Virustiters**

Für die Laborversuche war es notwendig die Ausgangskonzentration der Virussuspension zu ermitteln. Dies erfolgte nach der Endverdünnungsmethode auf Zellkulturplatten mit 96 Vertiefungen, die jede einen konfluenten Zellrasen aufwiesen.

Die zu untersuchenden Proben wurden in geometrischer Reihe ( $\log_{10}$ ) bis zu einer Verdünnungsstufe von  $10^{-8}$  verdünnt. D.h. in 1,8 ml MEM wurden jeweils 0,2 ml der Ausgangsprobe bzw. der vorherigen Verdünnungsstufe gegeben. Die Abb.11 zeigt die vorbereiteten Titrationsröhrchen mit jeweils 1,8 ml MEM. 0,1 ml jeder Verdünnungsstufe wurden auf je 4 Vertiefungen mit den empfänglichen Zellen aufgebracht und die 96-Well-Platten (MULTIMED WICKER) dann bei 37°C und 5% CO<sub>2</sub> im Brutschrank inkubiert.



*Abb. 11: mit MEM gefüllte Röhrchen für Virustitration*

Täglich erfolgte eine mikroskopische Kontrolle, ob ein cpE zu beobachten war. Bei ECBO - Viren degenerierten die Zellen innerhalb von 26 Tagen und kugelten sich ab, so dass mit dem erhaltenen Ergebnis der Virustiter nach der Formel von SPEARMAN und KAERBER (zit. in MAYR et al., 1974) berechnet werden kann.

#### **3.1.4.4. Virologische Laboruntersuchungen**

Ziel dieser Untersuchung war es, zum einen die Überlebensfähigkeit von ECBO - Virus auf zwei verschiedenen Oberflächenmaterialien in Abhängigkeit von der Eintrocknungszeit zu ermitteln, zum anderen bestand der Zweck darin, herauszufinden, in welcher Konzentration Virus durch die nachfolgend beschriebene Methode noch nachgewiesen werden kann.

Es wurde eine PVC-Oberfläche, in Form einer handelsüblichen Toilettenbrille, und eine von dem Toilettenbetreiber zur Verfügung gestellte Edelstahloberfläche in Form eines

Waschbeckens verwendet, um mit den Ergebnissen auch möglichst praxisrelevante Aussagen treffen zu können.

#### **3.1.4.4.1. Methodik des Laborversuches**

Auf beiden Oberflächen wurden sowohl Versuche, die Konzentration, als auch die Zeit betreffend, durchgeführt. Um das Virus zurückzugewinnen wurden Abstriche mittels Wattetupfer genommen. Der Tupfer wurde vorher in MEM mit Antibiotikazusatz abgeschüttelt und dann über der Oberfläche sorgfältig abgestrichen. In Vorversuchen zeigte sich, dass auch wenn die Unterschiede gering waren, MEM zum Anfeuchten im Gegensatz zu Beef, PBS und PBS unter Zusatz von 0,05% Tween, die höchste Rückgewinnungsrate erwarten ließ.

Die Oberflächen der Objekte wurden mittels Schablonen in Felder mit je 1 cm<sup>2</sup> eingeteilt, in die je 0,01 ml Virussuspension mit einer bekannten Konzentration gegeben wurden. Um in Hinblick auf den Feldversuch eine einheitliche Methodik anzuwenden, wurden auch hier 6x0,01ml aufgetragene Virussuspension mit Tupfern abgestrichen und gemeinsam in ein Gefäß mit 1,44 ml MEM gegeben, um die Verdünnungsstufen im log<sub>5</sub> aufrechtzuerhalten. In diesem Gefäß wurde die Probe für 5 min, umgeben von Eis, ultraschallbehandelt und dann austitriert.

Bei der Untersuchung in Abhängigkeit von der Konzentration wurde von der üblichen Methodik der Titration im log<sub>10</sub> abgewichen, um möglichst viele Werte im Hinblick auf die Rückgewinnungsrate zu erhalten, d.h. 0,2 ml der Suspension, in welche die Tupfer nach dem Abstrich gegeben wurden, wurden in dem Fall in 0,8 ml MEM verdünnt, je 0,1 ml der Verdünnungsstufen auf 96-Well - Platten verbracht und im CO<sub>2</sub>-Brutschrank inkubiert. Es erfolgte täglich eine mikroskopische Kontrolle und nach 7 Tagen die Endablesung.

Für die Versuche in Abhängigkeit von der Zeit, wurden in die Felder je 0,01 ml einer bekannten Viruskonzentration aufgetragen und in 20-minütigen Abständen von 0 – 80 min nach der oben beschriebenen Methode, nur mit den Verdünnungsstufen des log<sub>10</sub> durchgeführt, zurückgewonnen.

Für die Versuche in Abhängigkeit von der Konzentration wurden Virussuspensionen bekannter Konzentrationen aufgetragen. Nach einer einheitlichen Eintrocknungszeit von 64

1 Stunde bei konstanten Umweltbedingungen von 30± 5°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 35± 5% wurden auch diese Proben mit der gleichen Methode ausgewertet.

### **3.1.5. Virologische Untersuchungen auf öffentlichen Toiletten**

Es wurden durch Schablonen definierte Flächen von je 1cm<sup>2</sup> mit einem angefeuchteten Tupfer abgetupfert. Jeweils 6 dieser Tupfer wurden dann in 1,44 ml MEM gegeben. Unter Aufrechterhaltung der Kühlkette wurden die Proben in das Labor verbracht und dort nach der Ultraschallbehandlung 0,1 ml je Well auf bereits vorbereitete 96-Well-Platten mit einem konvluenten Zellrasen an VERO - Zellen pipettiert. Die Reste der Proben wurden bei –80°C eingefroren, um bei Auftreten eines cpE diese zur Bestimmung des Virustiter heranziehen zu können.

Die Entnahmepunkte sind unter 3.1.1. aufgegliedert und können auch der Abb.8 entnommen werden. Dabei wurde hier ausschließlich nach Enteroviren gesucht.

## **3.2. Versuchsergebnisse**

### **3.2.1. Tupferabstriche in öffentlichen Toiletten**

Die Ergebnisse der Tupferabstriche von den Oberflächen der städtischen öffentlichen Toiletten im Einzelnen können der Tabelle A1 im Anhang entnommen und aufgrund der Verwendung von Schablonen direkt miteinander verglichen werden.

#### **3.2.1.1. Häufigkeitsverteilung der Gesamtbakteriengehalte auf städtischen Toiletten**

Die aerobe Gesamtbakterienzahl (GBZ) schwankt auf den verschiedenen Entnahmepunkten sehr stark von 0 bis 10<sup>5</sup> (Tab.3). Das geringste Keimniveau war dabei auf den Entnahmepunkten 4, 9, und 12 festzustellen, während die Probenahmestellen 1, 2, 5, und 10 am stärksten kontaminiert waren.

Während auf der Toilettenbrille und Türfläche der Kabine bzw. der Eingangstür in bis zu 8,6% der Proben keine Keime nachweisbar waren, sind auf dem Boden direkt vor der Toilette, auf dem Spülknopf und am Wasserhahn in jeder Probe Keime zu finden.

In mindestens 20% der Proben der Entnahmestellen 1, 2, 5, 10 bewegen sich die Keimzahlen zwischen  $10^3$  und  $10^5$ , während bei den übrigen untersuchten Lokalisationen maximal 13% der Proben diesen Wert überschreiten.

Ein Großteil der Keimzahlen bewegt sich in der Spanne bis  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ , vor allem die Oberflächen der Punkte 4, 7, 8, 9 und 12 sind hier zu erwähnen.

Tab.3: aerobe Gesamtbakterienzahl auf städtischen öffentlichen Toiletten je  $40 \text{ cm}^2$

	Anzahl der Proben	n.n.		bis 10		bis 100		bis 1000		bis 10000		bis 100000	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Toilettenbrille (1)	50	4	8%	0	0%	9	18%	16	32%	18	36%	3	6%
Boden v.Toil. (2)	50	0	0%	0	0%	3	6%	12	24%	27	54%	8	16%
Spülknopf (3)	50	0	0%	3	6%	13	26%	26	52%	6	12%	2	4%
Fläche Kab.tür (4)	58	5	8,60%	4	6,90%	40	80%	8	13,80%	0	0%	1	1,70%
Waschbecken (5)	58	2	3,50%	2	3,50%	6	10,30%	29	50%	16	27,60%	5	8,60%
Wasserhahn (6)	34	0	0%	0	0%	5	14,70%	16	47,10%	12	20,70%	1	2,90%
Handtrockner (7)	38	2	5,30%	2	5,30%	10	26,30%	14	36,80%	7	18,40%	0	0%
Seifenspender (8)	58	1	1,70%	1	1,70%	13	22,40%	29	50%	11	19%	2	3,40%
Müllklappe (9)	28	1	3,60%	1	3,60%	6	21,40%	18	64,30%	3	10,70%	0	0%
Urinal (10)	30	1	3,30%	1	3,30%	0	0%	9	30%	15	50%	5	16,70%
Klinke Eingang (11)	58	1	1,70%	1	1,70%	15	25,90%	31	53,40%	10	17,20%	1	1,70%
Klinke Kabine (12)	20	7	35%	3	15%	3	15%	7	35%	0	0%	0	0%

Über die in der Tab. 3 gezeigten Werte kann sich anhand der Abb. 12 ein Überblick verschafft werden und die in den Proben gefundenen Keimmengen der einzelnen Entnahmepunkte miteinander verglichen werden.

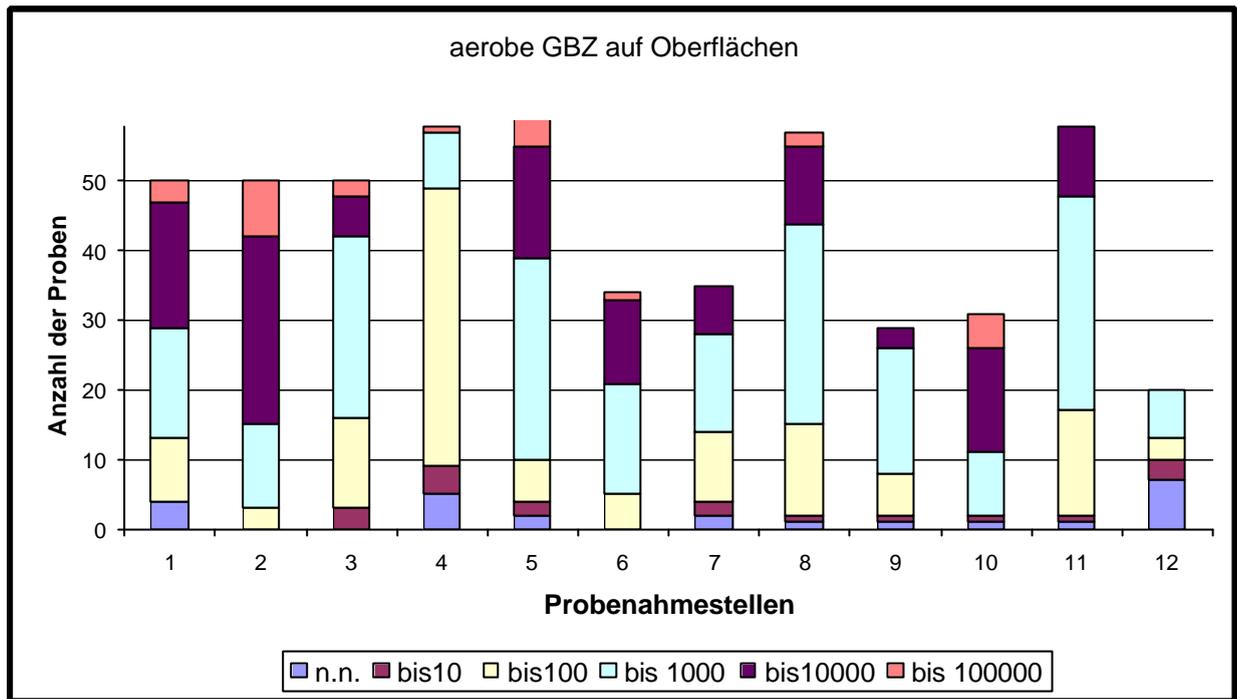


Abb.12: aerobe Gesamtbakterienzahl auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1 Toilettenbrille     | 7 Handtrockner       |
| 2 Boden vor Toilette  | 8 Seifenspender      |
| 3 Spülknopf           | 9 Mülleimerklappe    |
| 4 Fläche Toilettentür | 10 Urinal            |
| 5 Waschbecken         | 11 Klinke Eingang    |
| 6 Wasserhahn          | 12 Klinke Kabinentür |

### 3.2.1.2. Häufigkeitsverteilung einzelner Keime auf städtischen Toiletten

Im folgenden soll auf das Aufkommen einzelner ermittelter Keimspezies, die als hygienisch relevant eingestuft werden und infolge dessen, aus den gewachsenen Kolonien weiter herausdifferenziert wurden, im Vergleich zur Gesamtbakterienzahl, d.h. aller aerob gewachsener Keime, siehe auch Tab.4, näher eingegangen werden.

Insgesamt konnten in 27% der Proben Enterobacteriaceae nachgewiesen werden (Tab.5). Das Spektrum verschiedener Spezies, welche isoliert wurden, reicht dabei von obligat pathogenen Shigellen in 5 Proben, d.h. in ca. 1% der Proben, über fakultativ pathogene Enterobacteriaceae wie *E. coli* und *Klebsiella spp.* ( in 6 bzw. 2,2% der Proben) bis zu *Serratia spp.* in 5,3% der Proben (Tab.4).

*Pasteurella spp.* und *Aeromonas spp.* wurden nur in geringem Maße in 1,2 bzw. 1,9% der Proben entdeckt. Dagegen waren Fäkalstreptokokken mit 19,7%, *Pseudomonas spp.* mit 13,2% und *St. aureus* mit 12% positiven Proben weitaus häufiger nachweisbar (Tab.4).

Mit Abstand am häufigsten wurden Staphylokokken nachgewiesen. Sie konnten auf allen Oberflächen in hohem Maße gefunden werden. Die Werte schwanken dabei von 75% staphylokokkuspositiven Proben auf der Klinke der Kabinentür bis 98% auf dem Boden vor der Toilette. Durchschnittlich waren 90% der Proben staphylokokkuspositiv. In 12%, d.h. in 65 der Proben, war dabei auch *St. aureus* zu isolieren (Tab.4).

Tab.4: positive Proben nachgewiesener Mikroorganismen

	Anzahl positive Proben	in Prozent		Anzahl positive Proben	in Prozent
<b>Shigella spp.</b>	5	1,00%	<b>Past.hämol.</b>	4	0,80%
<b>E. coli</b>	32	6,0%	<b>Past.multoc.</b>	2	0,40%
<b>Erwinia spp.</b>	14	2,60%	<b>Pseud.spp.</b>	70	13,20%
<b>Enterob.cloac.</b>	3	0,56%	<b>Aerom.spp.</b>	10	1,90%
<b>Enterob.spp.</b>	19	3,60%	<b>Coryneb.diph.</b>	8	1,50%
<b>Citrob.freun.</b>	32	6,00%	<b>Coryneb.spp.</b>	32	6,00%
<b>Kleb.oxytoca</b>	11	2%	<b>Fäkalstreptok.</b>	105	19,70%
<b>Klebs.spp.</b>	1	0,20%	<b>Staph.aureus</b>	65	12,00%
<b>Hafnia alvei</b>	1	0,20%	<b>Staphyl.spp.</b>	479	90%
<b>Serratia spp.</b>	28	5,30%	<b>Candida.alb.</b>	322	60,50%

In der Abb.13 ist der Anteil weiter differenzierter Keime (Tab.4) am Gesamtbakterienaufkommen als Überblick dargestellt.

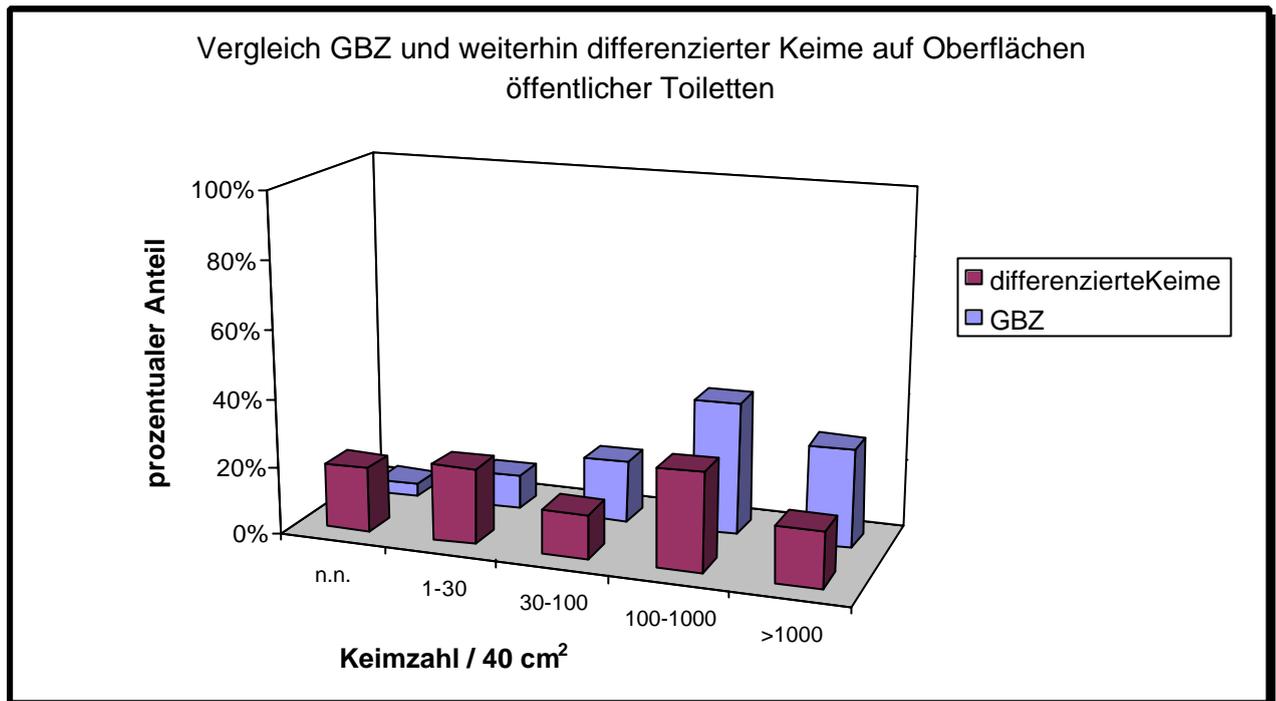
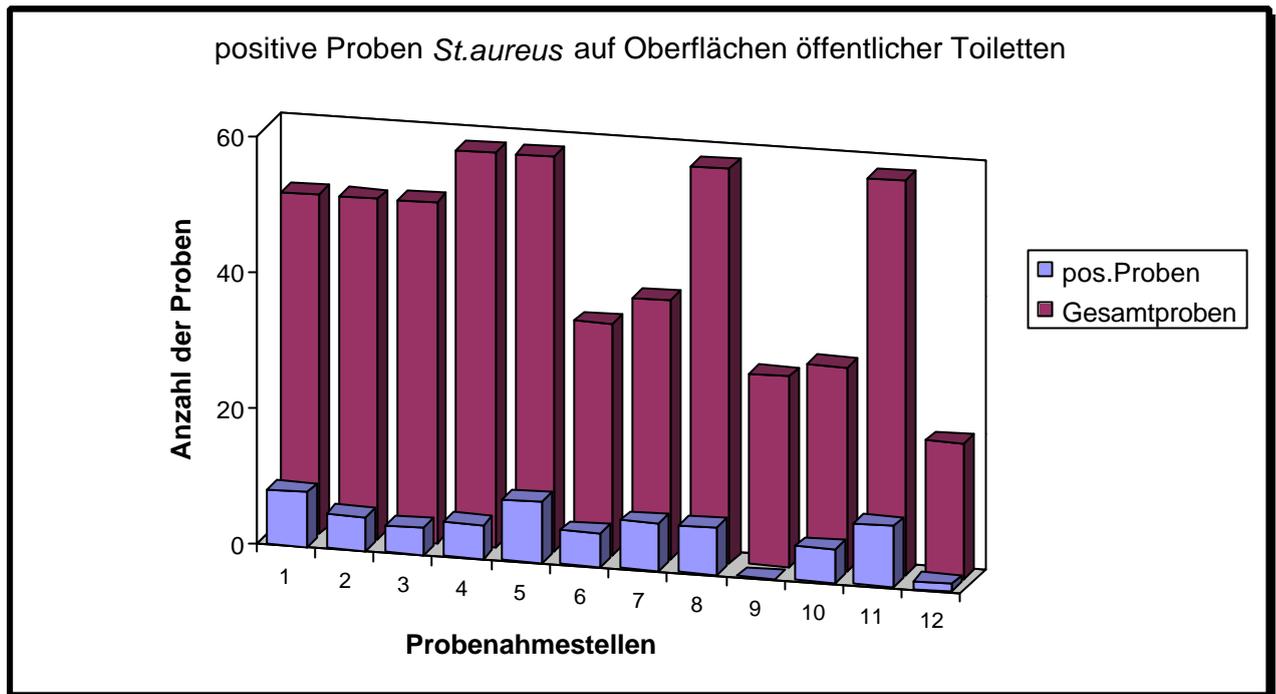


Abb.13: Vergleich der aeroben Gesamtbakterienzahl mit dem Anteil weiterhin differenzierter Keime

### 3.2.1.2.1. Häufigkeitsverteilung von *Staphylokokkus aureus*

Mit dem Handtrockner (18%), dem Urinal (17%), der Türklinke am Eingang, der Toilettenbrille sowie dem Waschbecken mit jeweils 16% wurde die höchste Frequenz der *St. aureus* positiven Proben dort erreicht, wo auch der häufigste direkte Hautkontakt stattfindet. Nur an der Mülleimerklappe konnte *St. aureus* in keiner der 28 untersuchten Proben nachgewiesen werden. Die höchsten Konzentrationen wurden dabei auf der Toilettenbrille mit ca.  $3 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und am Urinal mit ca.  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden. Im übrigen bewegten sich die gefundenen Werte zwischen  $1,2 \times 10^1$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  an der Fläche der Kabinentür und  $5,5 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  am Spülknopf.



(Legende siehe Abb.12)

Abb.14: Vorkommen von *St. aureus* auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### 3.2.1.2.2. Häufigkeitsverteilung von Enterobacteriaceae

Auf allen untersuchten Oberflächen konnten Enterobacteriaceae nachgewiesen werden. Auf der Toilettenbrille (54%) und dem Boden vor der Toilette (46%) wurden Enterobacteriaceae mit Abstand am häufigsten gefunden (Tab.4), gefolgt vom Urinal (37%), der Klinke der Kabine (30%), dem Waschbecken (29%), dem Wasserhahn (26%) sowie dem Spülknopf (24%). *Escherichia coli* und *Citrobacter freundii* waren dabei mit 6% die am zahlreichsten gefundene Spezies, gefolgt von 5,3% positiven Isolate von *Serratia spp* (Tab.6).

Auf der Toilette 3 konnten an den Lokalisationen 1, 2, 3 und 6 *Shigella spp.* mit max.  $9 \times 10^1$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden werden.

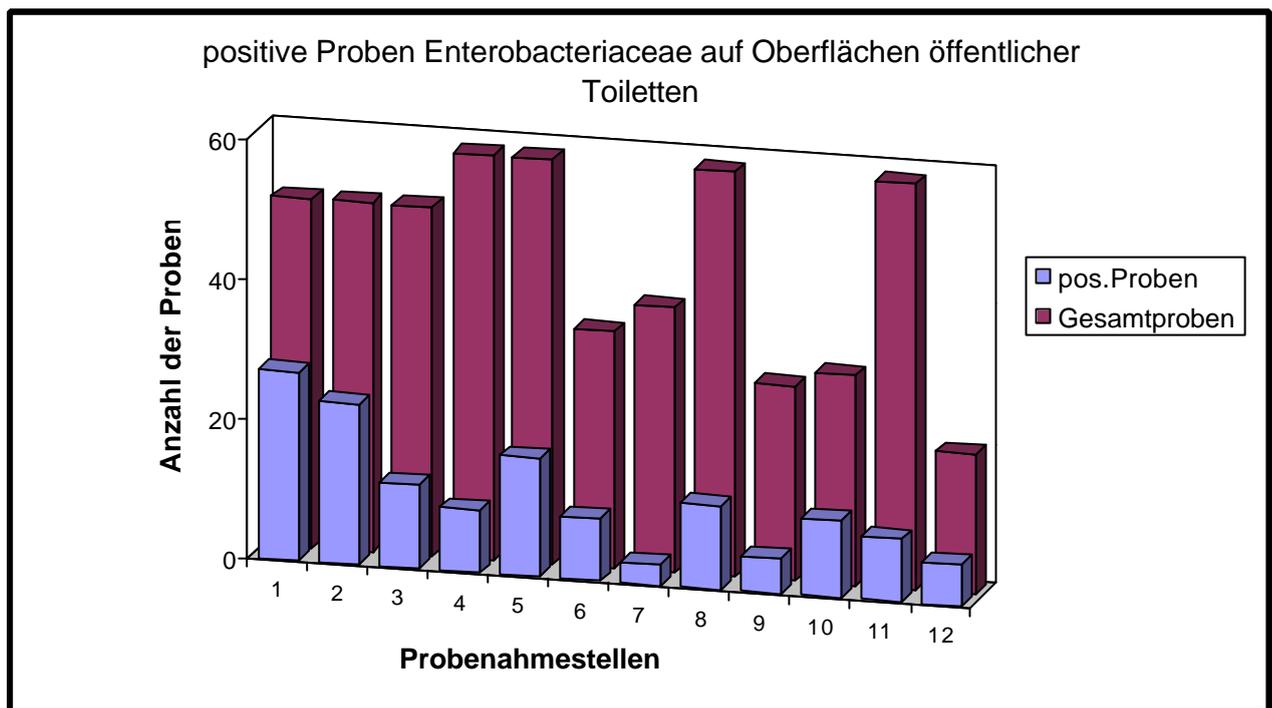
*Escherichia coli* wurde auf allen 12 Lokalisationen nachgewiesen, wobei auf der Toilettenbrille mit ca.  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und am Waschbecken mit  $2,3 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  die größten Mengen gefunden wurden. Die übrigen Entnahmestellen zeigten nur rückgewonnene *E. coli*-Mengen von  $6 \times 10^0$  (Probenahmepunkte 4, 9, 12) bis  $1 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  (8).

28 Proben, d.h. 5,3% der untersuchten Isolate wiesen *Serratia spp.* auf. Sie verteilten sich ebenfalls über alle Probenahmeplätze.  $1,7 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  wurden auf dem

Seifenspender als Höchstmenge gefunden. Auch *Hafnia alvei* wurde auf einem Entnahmepunkt, mit  $1,5 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf der Toilettenbrille isoliert.

Zusätzlich wurden verschiedentlich *Klebsiella* spp. isoliert. Auf dem Urinal war *Klebsiella oxytoca* 2x mit ca.  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  zu finden. Zusätzlich in kleineren Mengen von bis zu  $8 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auch auf den Probenahmestellen 1, 2, 8, 9 und 11. *Klebsiella ornithinolytica* wurde einmal auf dem Boden vor der Toilette mit ebenfalls ca.  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen.

Salmonellen waren nicht nachweisbar.



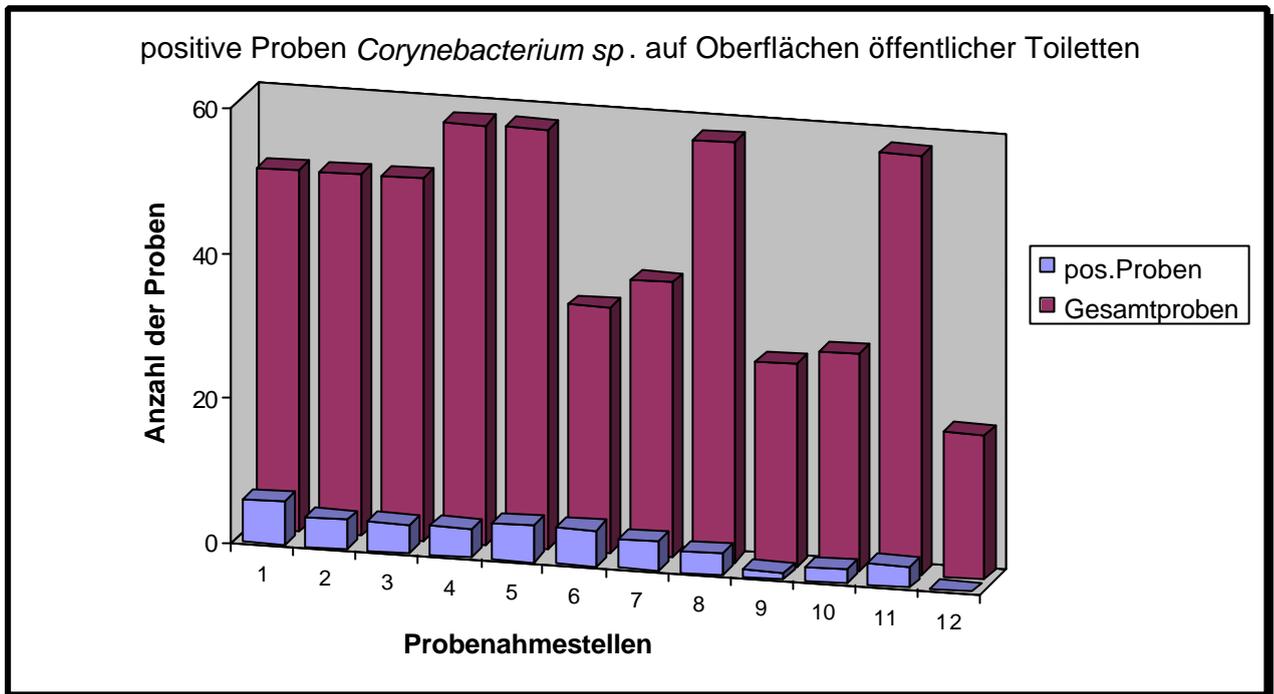
(Legende siehe Abb. 12)

Abb. 15: Enterobacteriaceae auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### 3.2.1.2.3. Häufigkeitsverteilung von *Corynebacterium* spp.

*Corynebacterium* spp. waren in 7,7% der Proben und damit häufiger als z.B. Enterobacteriaceae nachweisbar. Auf *Corynebacterium diphtheriae* entfielen dabei nur 1,5%, auf übrige *Corynebacterium* spp. 6,2% der positiven Isolate (Tab.6). *C.diphtheriae* wurde an den Probenahmeorten 3, 4, 5 und 6 mit max.  $1,4 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden, während die übrigen Spezies an allen Lokalisationen, außer Punkt 12, entdeckt wurden und auf der

Toilettenbrille und dem Spülknopf mit ca.  $1 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  ihre höchste Konzentration hatten.



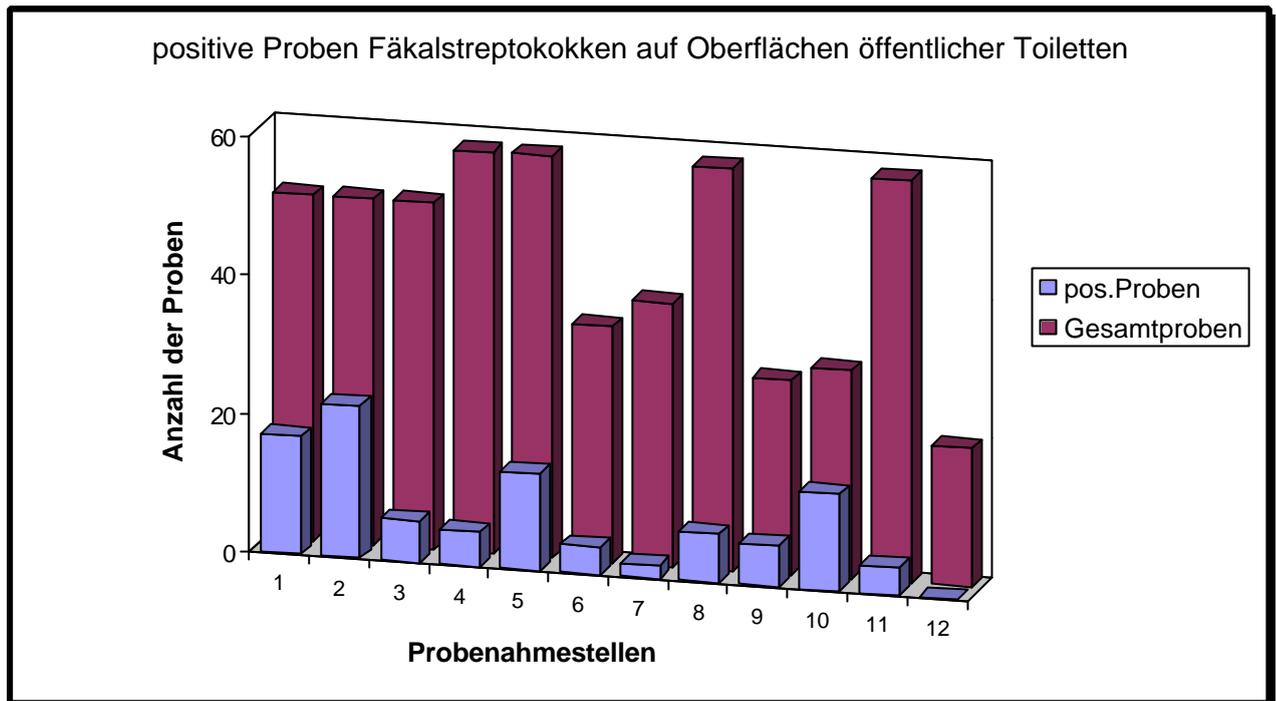
(Legende siehe Abb.12)

Abb.16: Vorkommen von *Corynebacterium spp.* auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

#### 3.2.1.2.4. Häufigkeitsverteilung von Fäkalstreptokokken

Außer auf dem Entnahmepunkt 12 konnten Fäkalstreptokokken auf allen anderen Lokalisationen isoliert werden. Auch hier wurden die deutlich höchsten Werte mit 44% auf dem Boden vor der Toilette, dem Urinal (42%) und mit 34% auf der Toilettenbrille gefunden (Tab.5). Die übrigen Entnahmepunkte lagen mit einem Anteil von maximal 24% (Waschbecken) an positiven Proben deutlich darunter.

Nicht nur die Frequenz der positiven Proben, sondern auch die Konzentrationen der isolierten Keime waren auf den Entnahmepunkten 1 und 2 mit jeweils ca.  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  am höchsten. Gefolgt vom Urinal mit ca.  $2 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und dem Spülknopf mit ca.  $5 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ .



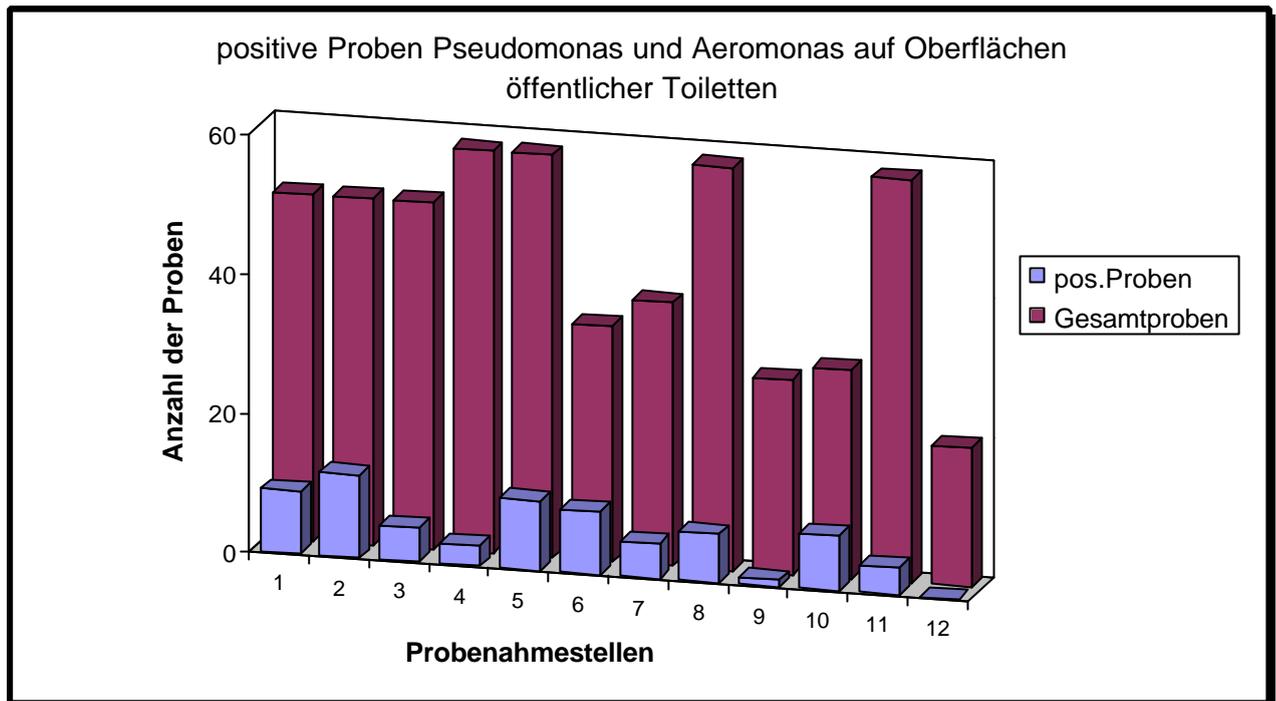
(Legende siehe Abb.12)

Abb.17: Vorkommen von Fäkalstreptokokken auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### 3.2.1.2.5. Häufigkeitsverteilung von *Pseudomonas* spp. und *Aeromonas* spp.

*Pseudomonas* spp. und *Aeromonas* spp. konnten in bis zu 27% der Proben (Urinal) gefunden werden. Durchschnittlich waren 14% der Tupferproben *Pseudomonas*-oder *Aeromonas*-positiv, wobei den Hauptteil mit ca. 13% dabei die *Pseudomonas* spp. darstellen. Der niedrigste Prozentsatz an positiven Proben wurde dabei neben der Klinke der Kabine mit 0% und der Fläche der Toilettentür mit 5% an der Klinke der Eingangstür mit 7% gefunden (Tab.5).

In einer Vielzahl der Fälle waren die gefundenen Mengen an Keimen im Verhältnis zum übrigen Keimniveau sehr hoch. Auf der Toilettenbrille, auf dem Boden, am Waschbecken, am Wasserhahn sowie am Urinal wurden teilweise mehrfach über  $10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  isoliert. Die niedrigsten Werte mit max.  $9 \times 10^1$  bzw. ca.  $3 \times 10^2$  wurden am Spülknopf und an der Mülleimerklappe gefunden.



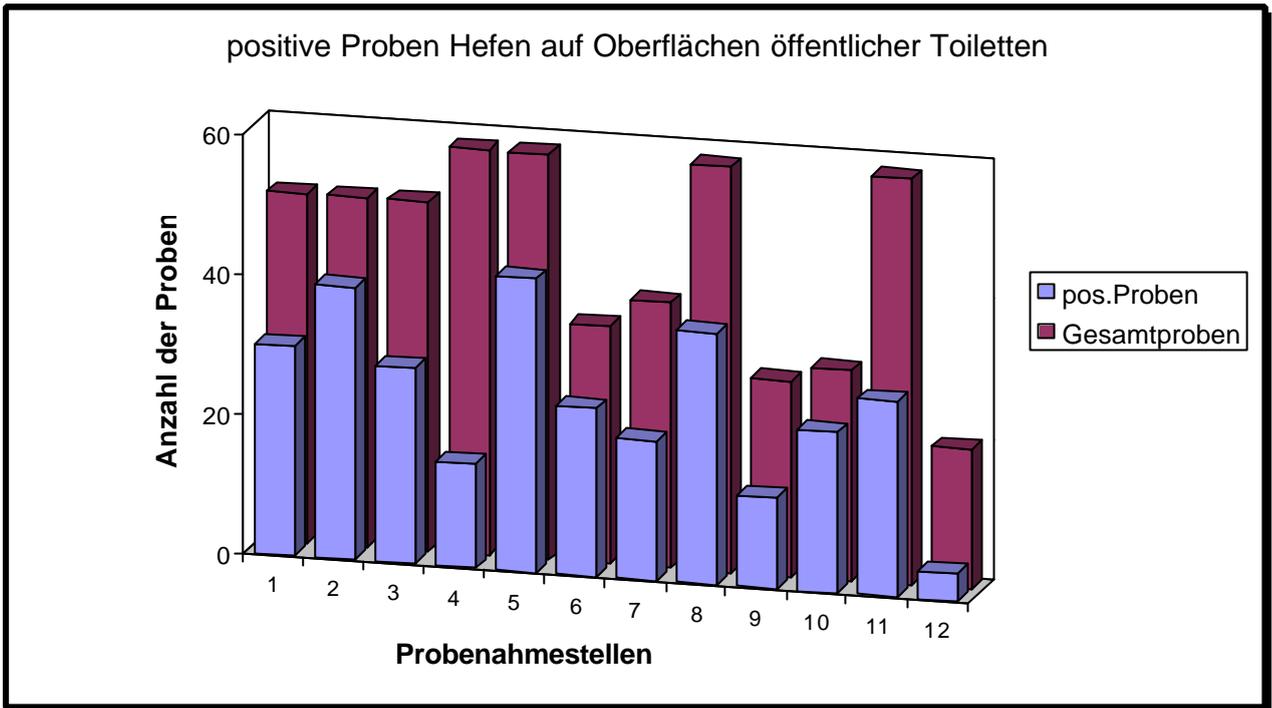
(Legende siehe Abb.12)

Abb.18: Vorkommen von *Pseudomonas* spp. und *Aeromonas* spp. auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### 3.2.1.2.6. Häufigkeitsverteilung von *Candida* spp.

*Candida* spp. sind die nach den Staphylokokken am häufigsten isolierten Spezies. Sie wurden an allen Standorten gefunden. Durchschnittlich in 60,5% der Proben waren Hefen nachweisbar. Die Maximalwerte lagen mit 78% bzw. 77% an den Probenahmestellen 2 und 10 (Tab.5).

Auch hier war an mehreren Lokalisationen eine häufig sehr hohe Keimmenge nachzuweisen. So wuchsen auf den Kulturen von Entnahmepunkt 2, 5 und 10 mehrmals über  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ . Auch an den Probenahmestellen 1, 2, 4, 6, und 7 waren mindestens  $2,4 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und bis zu  $6 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  zu finden. Die geringsten Mengen wurden an den Klinken sowie an der Mülleimerklappe mit nur bis zu ca.  $8 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen.



(Legende siehe Abb. 12)

Abb. 19: Vorkommen von *Candida* spp. auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

Tab.5: Staphylokokken, St. aureus und Enterobacteriaceae auf Oberflächen in städtischen öffentlichen Toiletten

	Proben	Staph.		St. aureus		Enterobacter.	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Toilettenbrille (1)	50	45	90%	8	16%	27	54%
Boden vor Toil. (2)	50	49	98%	5	10%	23	46%
Spülknopf (3)	50	46	92%	4	10%	12	24%
Fläche Kab.tür (4)	58	44	76%	5	9%	9	20%
Waschbecken (5)	58	54	93%	9	16%	17	29%
Wasserhahn (6)	34	32	94%	5	15%	9	26%
Handtrockner (7)	38	35	92%	7	18%	3	8%
Seifenspender (8)	58	56	97%	7	12%	12	21%
Müllklappe (9)	28	22	79%	0	0%	5	18%
Urinal (10)	30	27	90%	5	17%	11	37%
Klinke Eingang (11)	58	53	91%	9	16%	9	16%
Klinke Kabine (12)	20	15	75%	1	5%	6	30%
<b>Summe</b>	<b>526</b>	<b>478</b>	<b>89%</b>	<b>65</b>	<b>12%</b>	<b>143</b>	<b>27%</b>

Tab.6: Fäkalstreptokokken, Pseudomonas und Aeromonas sowie Candida spp. auf Oberflächen in städtischen öffentlichen Toiletten

	Proben	Fäkalstr.		Ps.+Aer.		Hefen	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Toilettenbrille (1)	50	17	34%	9	18%	30	60%
Boden vor Toil. (2)	50	22	44%	12	24%	39	78%
Spülknopf (3)	50	6	12%	5	10%	28	56%
Fläche Kab.tür (4)	58	5	9%	3	5%	15	30%
Waschbecken (5)	58	14	24%	10	17%	42	72%
Wasserhahn (6)	34	4	12%	9	26%	24	71%
Handtrockner (7)	38	2	5%	5	13%	20	53%
Seifenspender (8)	58	7	12%	7	12%	36	62%
Müllklappe (9)	28	6	21%	1	4%	13	46%
Urinal (10)	30	14	42%	8	27%	23	77%
Klinke Eingang (11)	58	4	7%	4	7%	28	48%
Klinke Kabine (12)	14	0	0%	0	0%	4	20%
Summe	<b>526</b>	<b>101</b>	<b>19%</b>	<b>73</b>	<b>14%</b>	<b>302</b>	<b>56%</b>

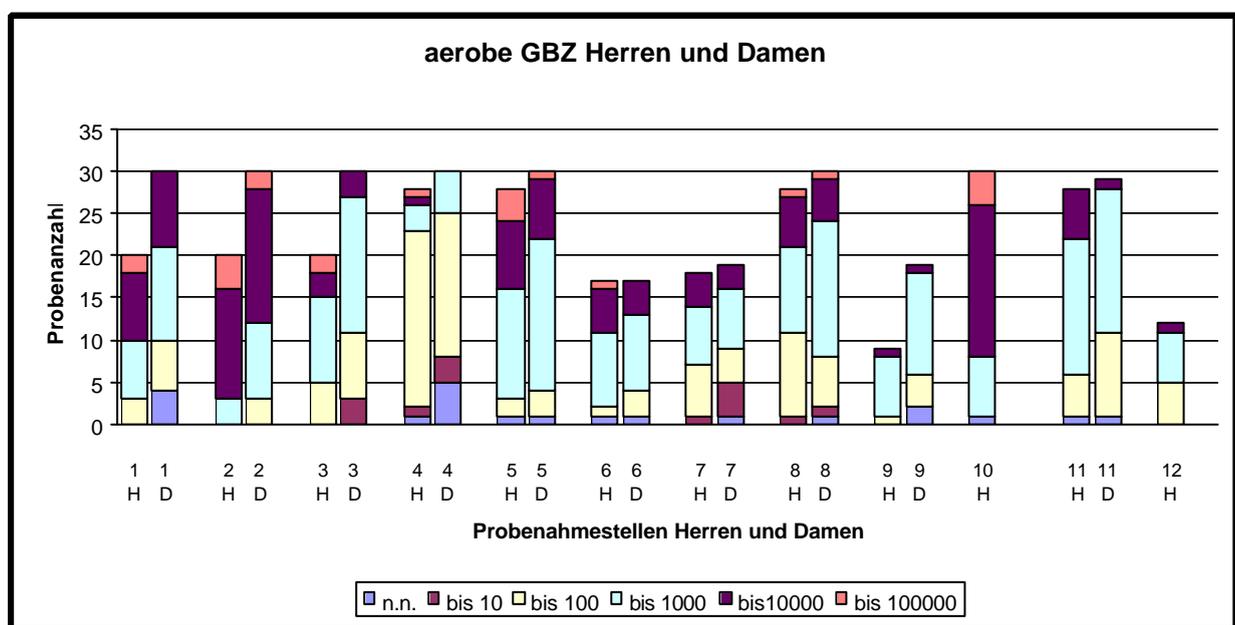
### 3.2.1.3. Ergebnisse Herrentoilette und Damentoilette

#### Gesamtbakterienzahl

Zwei der untersuchten Toiletten waren in Herren- und Damentoilette getrennt. Das dritte untersuchte Objekt fand seine Unterteilung in Sitztoilette und Urinal. Um die Werte vergleichen zu können wurde das Urinal dieser Toilettenanlage zur Herrentoilette und der Sitzbereich zur Damentoilette gezählt. Wie aus Abb.20 ersichtlich ist, sind die gefundenen Keimzahlen im Vergleich der Herren- und Damentoiletten besonders im unteren Sektor ähnlich. Auf der Herrentoilette sind 1,9% der Proben ohne Keimnachweis, während es auf der Damentoilette 6% sind. Auf der Herrentoilette fallen 90,7% und auf der Damentoilette

91,7% der gefundenen Keimmengen in den Bereich von  $10^0$  bis  $10^3$  KBE /  $40\text{ cm}^2$ . Auffällig ist, dass auf der Damentoilette insgesamt nur 1,5% der Proben eine Keimmenge /  $40\text{ cm}^2$  von über  $10^3$  aufwiesen, während dies auf der Herrentoilette für ca. 7,4% der Proben zutraf. 45,1% (Damentoilette) bzw. 38% (Herrentoilette) der Befunde ergaben Keimzahlen zwischen  $10^2$  und  $10^3$  KBE /  $40\text{ cm}^2$ .

Bei den Herren wiesen erwartungsgemäß der Boden vor der Toilette sowie das Waschbecken mit bis zu  $1,8 \times 10^4$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  und das Urinal mit ca.  $1,5 \times 10^4$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  am häufigsten die höchsten Werte auf, während auf der Damentoilette neben dem Boden der Seifenspender mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  die höchste Keimmenge aufzuweisen hatte. Die geringsten Kontaminationen waren sowohl bei den Herren als auch bei den Damen an der Toilettentür zu finden.



(Legende siehe Abb.12)

Abb.20: aerobe GBZ Herren und Damen auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

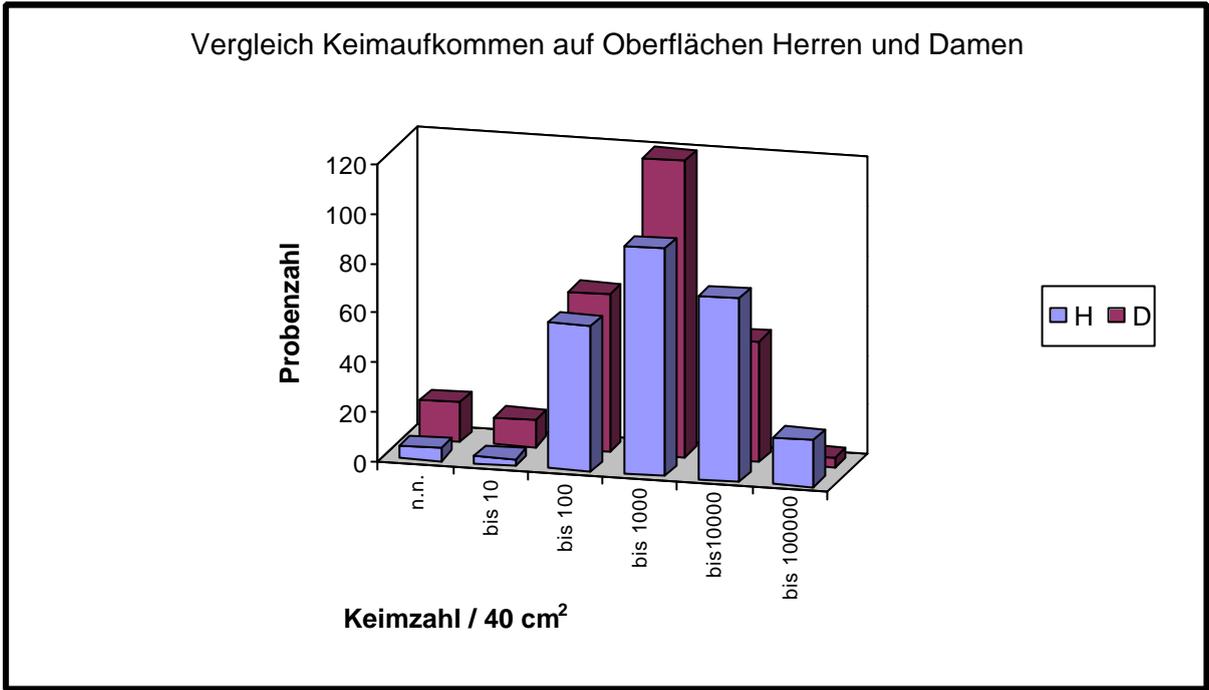


Abb.21: Vergleich Keimaufkommen Herren und Damen auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

Beim Vergleich der aeroben Gesamtbakterienzahl mit dem Anteil der differenzierten Keime, d.h. *St. aureus*, Enterobacteriaceae, Fäkalstreptokokken, Pseudomonaden, *Aeromonas spp.*, *Corynebacterium spp.*, Pasteurellen und *Candida spp.*, ist festzustellen, dass 22,5% der Proben der Herrentoiletten und 10,5% der Proben der Damentoiletten eine Anzahl differenzierter Keime von über  $10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> aufwiesen (Tab.7). In den übrigen Kategorien unterscheiden sich die gefundenen Keimmengen nur unwesentlich voneinander, weisen sogar im Bereich von  $10^2 - 10^3$  KBE identische Werte auf.

Tab.7: Vergleich weiterhin differenzierter Keime auf Herren- und Damentoiletten

KBE	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	17,40%	20,90%	12,50%	26,70%	22,50%
Damen	20,70%	29,30%	12,80%	26,70%	10,50%

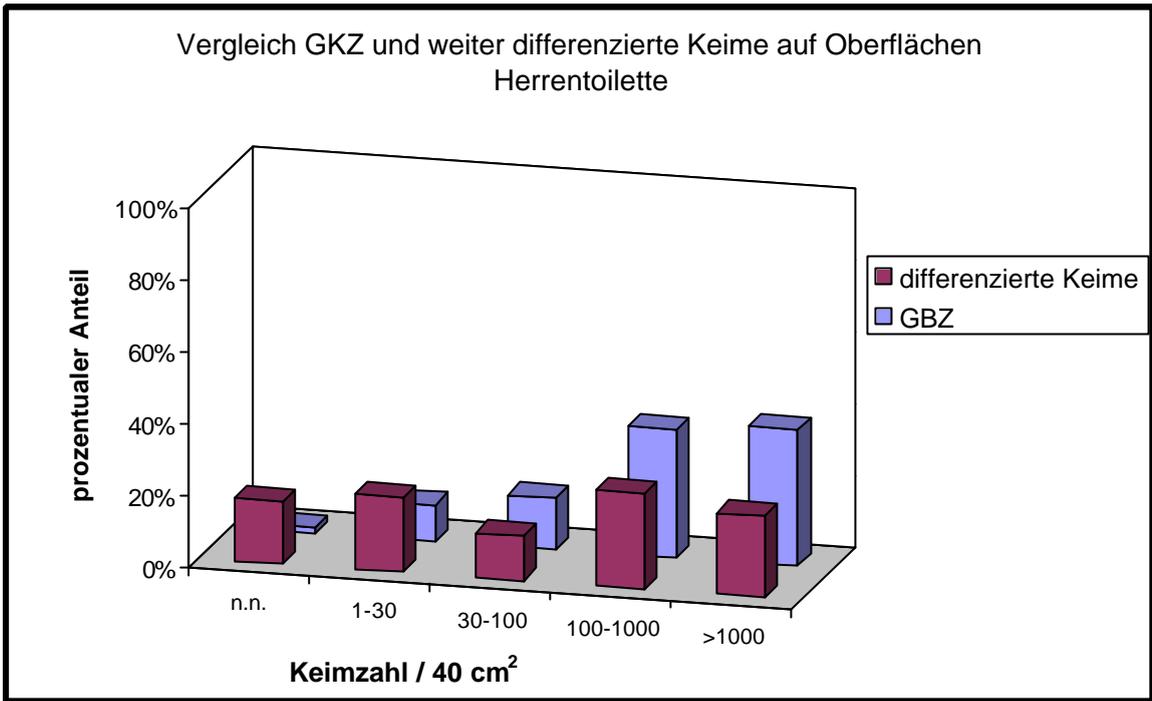


Abb.22: Vergleich GBZ und weiter differenzierte Keime der Herrentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

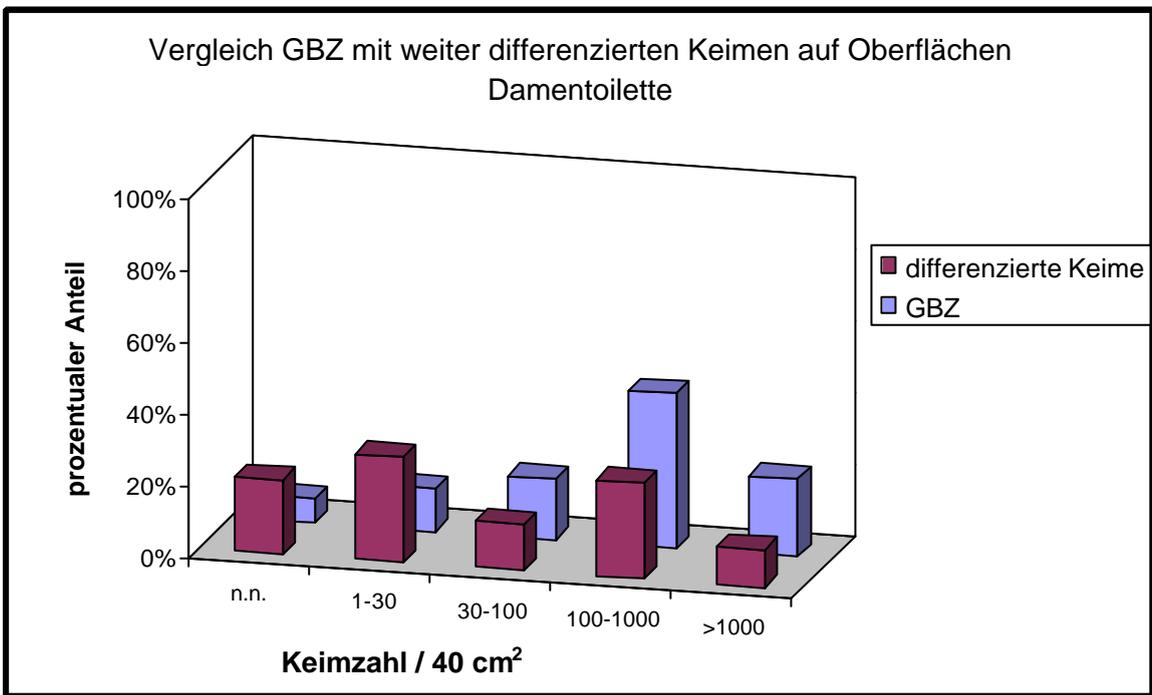


Abb.23: Vergleich GBZ und weiter differenzierte Keime der Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

## St. aureus

Auf durchschnittlich ca. 12% der untersuchten Oberflächen konnte *St. aureus* nachgewiesen werden. Dabei waren auf der Klinke an der Eingangstür, am Waschbecken, am Seifenspender, am Handtrockner und auf der Toilettenbrille 15% – 18% der Proben positiv (Tab.4). Durchschnittlich entfiel 12% der Keimzahlen auf den Bereich zwischen  $10^0$  und  $10^3$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  und nur 1% lag darüber. Quantitativ waren die Proben auf der Toilettenbrille und am Urinal mit  $3 \times 10^3$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  bis ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40\text{ cm}^2$  am größten.

Tab.8: Vergleich Keimaufkommen *St. aureus* Herren- und Damentoilette

	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	84,50%	8,60%	2,90%	2,50%	1,50%
Damen	89,80%	4,90%	1,50%	3,40%	0,40%

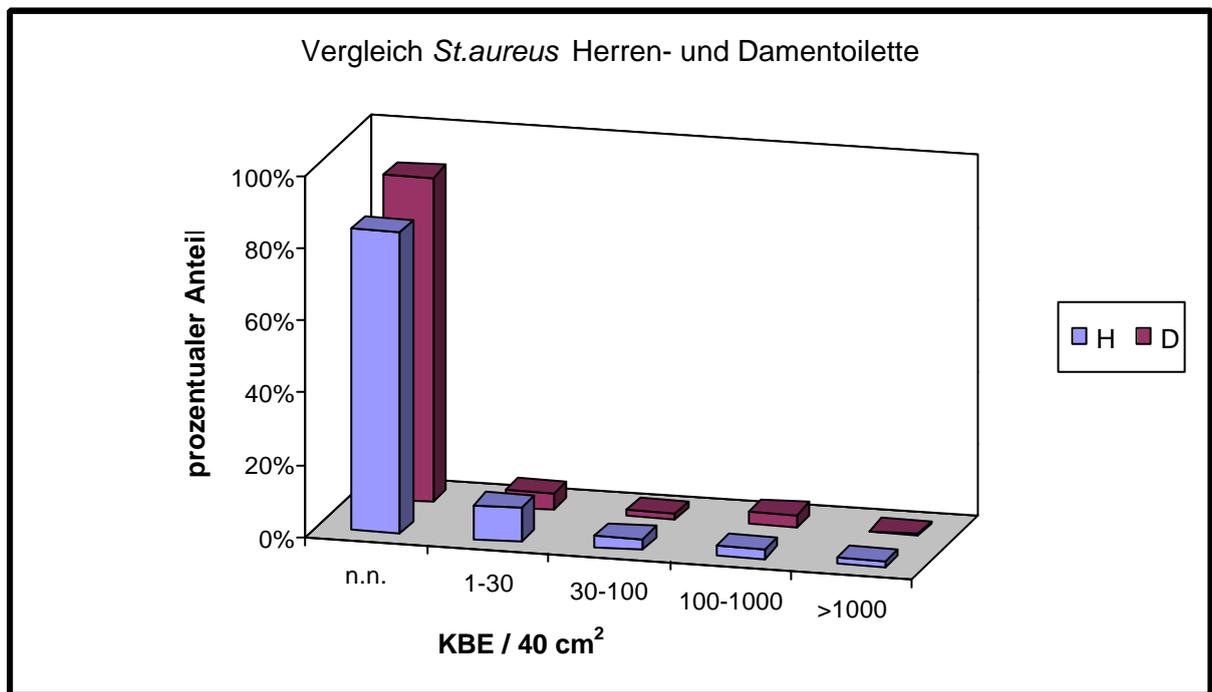


Abb.24: Vergleich *St. aureus* Herren- und Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

## Enterobacteriaceae

In durchschnittlich ca. 27% der Proben konnten Enterobacteriaceae nachgewiesen werden (Tab.4), wobei auf der Herrentoilette mit 36% positiven Proben der größere Teil gefunden wurde. Nur ca. 3% der Proben wiesen eine Keimzahl von mehr als  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  untersuchter Fläche auf (Tab.9).

Tab.9: Vergleich Keimaufkommen Enterobacteriaceae Herren- und Damentoilette

KBE	n.n.	1 - 30	30 - 100	100 - 1000	> 1000
Herren	64,00%	7,40%	13,80%	11,30%	3,50%
Damen	79,30%	3,40%	9,00%	5,30%	3,00%

Auf der Herrentoilette konnten mit 70% der Proben der Toilettenbrille, 66% der Proben des Urinals sowie 55% der Proben des Bodens vor der Toilette die meisten Proben als Enterobacteriaceae positiv nachgewiesen werden, wobei auch hier nur fünf der 31 positiven Proben den Wert von  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  überschritten. Der höchste Wert lag auf der Toilettenbrille bei  $1,2 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  in Form von *Enterobacter cloacae*. Am wenigsten positive Proben wurden an den Klinken mit 16,7% bzw. 17,9% sowie am Spülknopf mit 20% gefunden.

Auf den Damentoiletten wurden Enterobacteriaceae ebenfalls am Boden mit 46,7% positiven Proben, am Wasserhahn mit 38,5% und auch auf der Toilettenbrille mit 33,3% entdeckt. An den Flächen der Toilettentür wurden in keiner der Proben Enterobacteriaceae gefunden. Am Handtrockner und am Seifenspender lagen hier die Werte mit 10% am niedrigsten.

In 32 Proben, d.h. in 6% der Proben wurden *Escherichia coli* nachgewiesen (Tab.6). 28% davon wurden auf der Toilettenbrille gefunden, wo mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auch der höchste Wert nachzuweisen war. 15,6% der pos. Proben waren weiterhin am Waschbecken zu finden, sowie weitere je 9% am Urinal und auf dem Fußboden. Auf allen Probenahmestellen war *E. coli* zumindest einmal nachzuweisen.

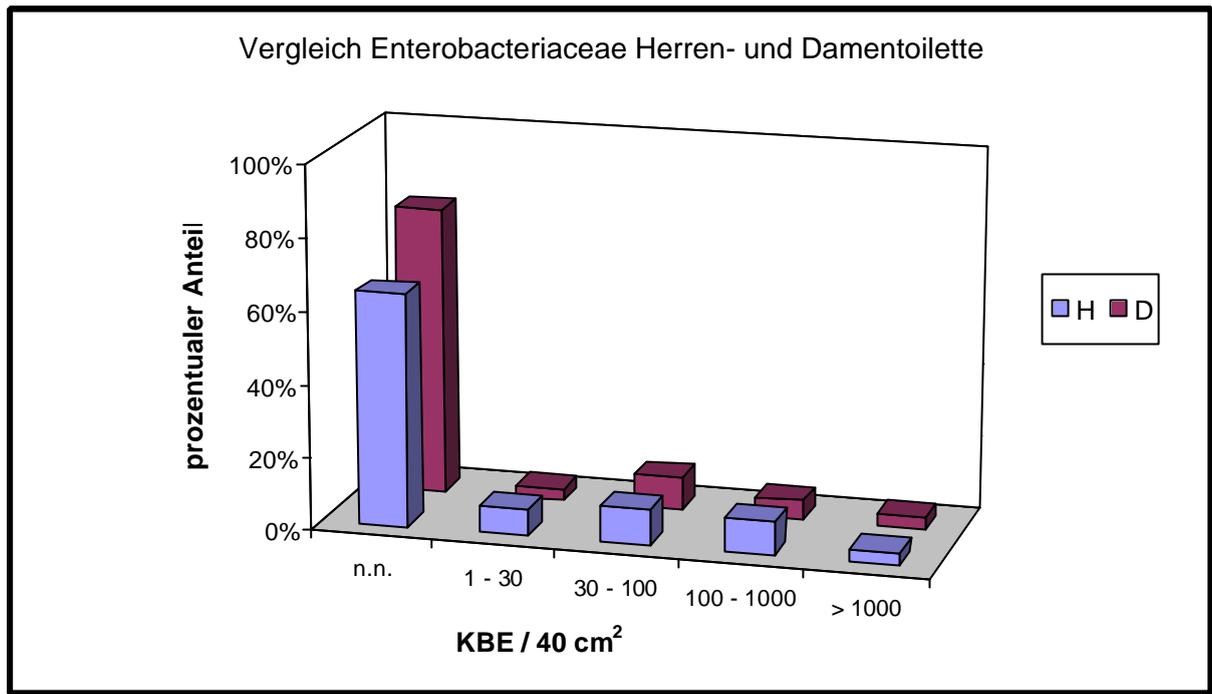


Abb.25: Vergleich Enterobacteriaceae Herren- und Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### Fäkalstreptokokken

Durchschnittlich in 21% der Proben wurden Fäkalstreptokokken isoliert. Davon vielen 19,6% in den Bereich zwischen  $1 \times 10^0$  und  $1 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup>. Nur 1,9% der ausgezählten Proben überschritten diesen Wert.

Tab.10: Vergleich Keimaufkommen Fäkalstreptokokken Herren- und Damentoilette

	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	75,20%	8,60%	7,60%	6,10%	2,50%
Damen	82,70%	12,40%	1,90%	2,60%	0,40%

Sowohl auf der Herrentoilette (60%) als auch auf der Damentoilette (46,7%) wurden am Boden vor der Toilette am häufigsten Fäkalstreptokokken gefunden (Tab.5). Im Männerbereich folgt mit 56,7% das Urinal mit der zweithäufigsten Menge an positiven Proben, bei den Frauen ist dies die Toilettenbrille mit 30%. Die quantitativ wenigsten positiven Proben wurden an der Türklinke zum Eingang (Herren 17,9%, Damen 0%), an der

Fläche der Toilettentür (Herren 10,7%, Damen 10%), am Handtrockner (11,1% bzw. 10%) und an der Mülleimerklappe (13,3% und 11,1%) nachgewiesen.

Mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  sind die Keimmengen auf der Toilettenbrille und auf dem Fußboden, sowie mit ca.  $2 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf dem Urinal am höchsten. Im größten Teil der Proben waren jedoch nur  $6 \times 10^0$  bis  $1 \times 10^1$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  zu finden.

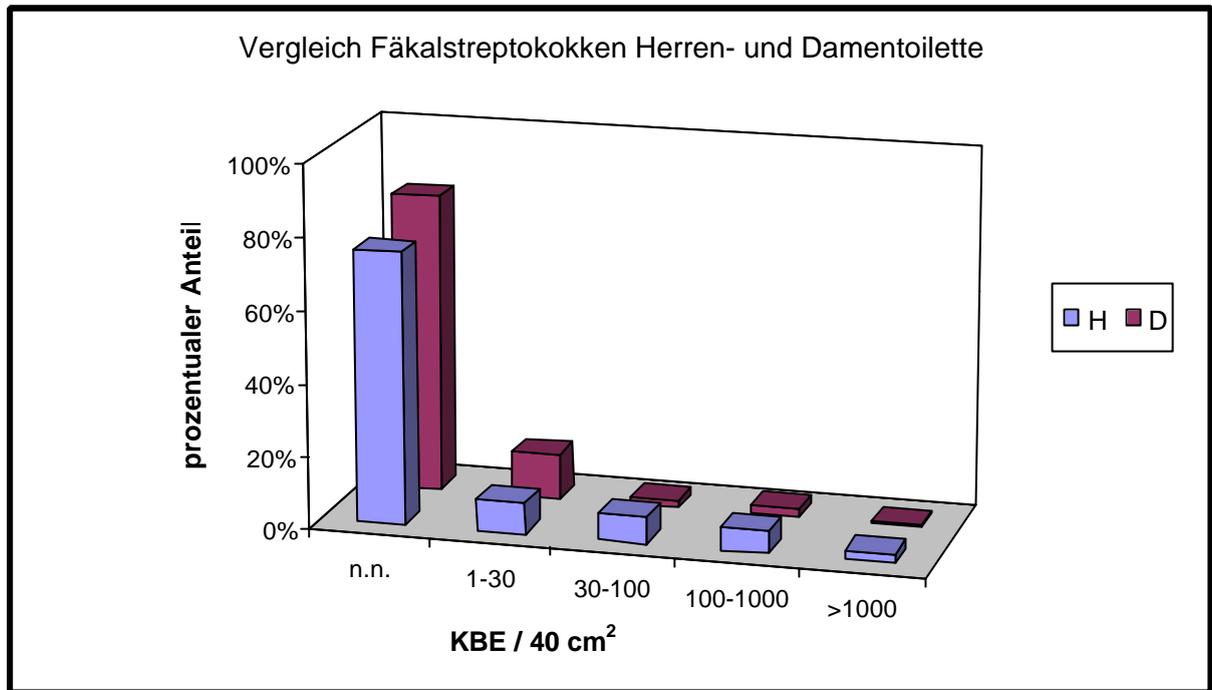


Abb.26: Vergleich Fäkalstreptokokken Herren- und Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

Aeromonas und Pseudomonas spp.

In durchschnittlich 14% der Proben wurden *Aeromonas spp.* oder *Pseudomonas spp.* gefunden (Tab.5). 87,3% der positiv untersuchten Oberflächen entfallen dabei auf die Pseudomonaden. Auf der Herrentoilette waren 17,3% der Proben positiv, auf der Damentoilette waren es nur 11,7% (Tab.11).

Tab.11: Vergleich Keimaufkommen *Pseudomonas spp.* und *Aeromonas spp.* Herren- und Damentoilette

	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	82,70%	2,50%	1,80%	5,40%	7,60%
Damen	88,30%	2,60%	1,90%	4,20%	3,00%

Die Spanne der erfolgreich isolierten *Pseudomonaden* und *Aeromonas spp.* reicht im Männerbereich von 0% an der Mülleimerklappe und an der Klinke der Kabinentür bis 37,5% positive Ergebnisse am Wasserhahn. Auf der Damentoilette schwankt das Ergebnis zwischen 3,3% an der Klinke der Eingangstür bis 23,3% auf dem Toilettenboden. An den übrigen Entnahmestellen wurden durchschnittlich je Oberfläche auf der Herrentoilette in 17,1% bzw. auf der Damentoilette in 11,1% der Proben *Aeromonas spp.* oder *Pseudomonas spp.* entdeckt.

Die quantitativ höchsten Keimzahlen waren auf der Toilettenbrille und dem Spülknopf mit  $6 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ , dem Boden vor der Toilette, dem Urinal und dem Waschbecken mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ , mit  $1,5 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  an der Fläche der Toilettentür und dem Wasserhahn mit  $1,8 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  der Herrentoiletten zu finden.

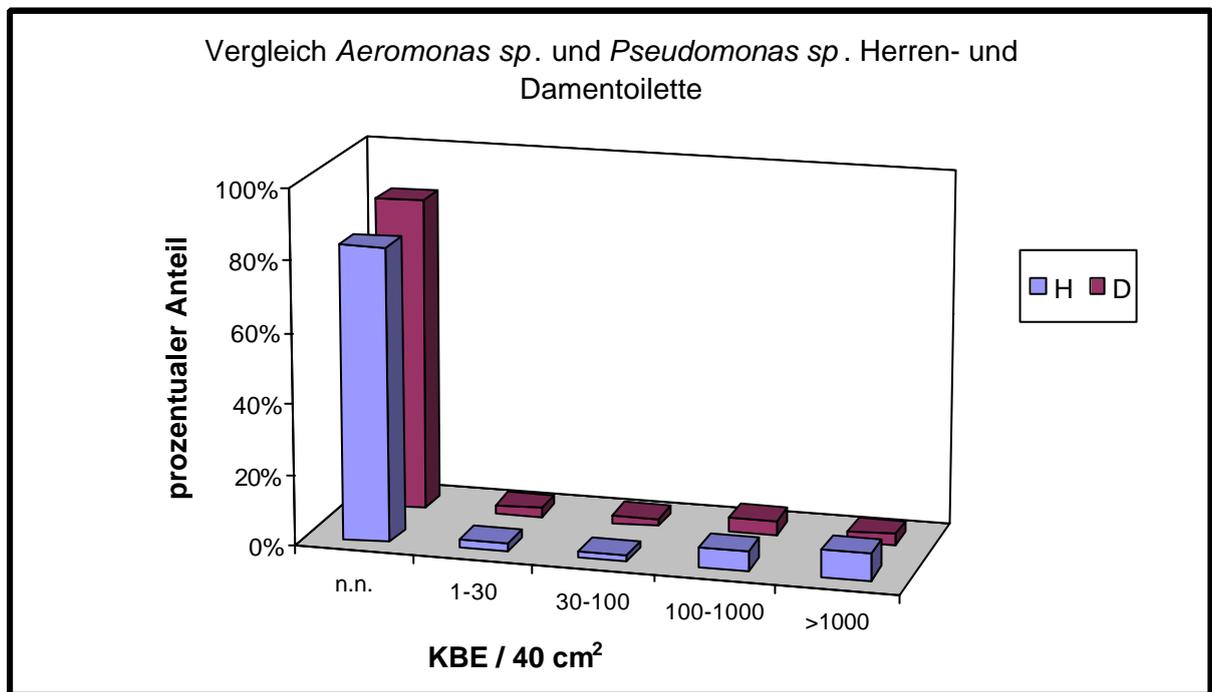


Abb.27: Vergleich *Pseudomonas spp.* und *Aeromonas spp.* Herren- und Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### Candida spp.

*Candida spp.* wurden in durchschnittlich 56% der Proben gefunden (Tab.5), wobei die Werte sich bei Herren- und Damentoiletten nur in geringem Maße unterscheiden. Auffällig ist nur, dass auf der Herrentoilette mit 10,8% mehr als doppelt soviel Proben über  $10^3$  Keime pro  $40 \text{ cm}^2$  aufwiesen als auf der Damentoilette (Tab.12).

Tab.12: Vergleich Keimaufkommen *Candida spp.* Herren- und Damentoilette

	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	41,00%	21,20%	10,40%	16,60%	10,80%
Damen	44,00%	24,70%	8,90%	17,50%	4,90%

Die Lokalisationen, wo diese hohen Keimzahlen gefunden wurden, waren in beiden Bereichen der Boden vor der Toilette, wo 33% (Herren), bzw. 21% (Damen) der positiven Proben diese Werte zeigten und die Toilettenbrille mit 21% bzw. 18,8%. Im Herrenbereich kommt hier noch das Waschbecken mit 30% als höchste Keimzahl und das Urinal mit 25% hinzu.

Die höchste Anzahl an positiven Proben waren im Herrenbereich mit 95% auf der Toilettenbrille, mit 90% am Boden und mit 80% am Spülknopf zu finden. Bei den Damen überwog mit 80% der Boden, gefolgt vom Waschbecken mit 73,3% und dem Wasserhahn mit 72,2% positiv auf *Candida spp.* untersuchten Oberflächen.

Der Boden vor der Toilette wies sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen mit mehrfach über  $1 \times 10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  die höchsten Werte auf, gefolgt von der Toilettenbrille, wo auf der Damentoilette maximal  $3,6 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden wurden.

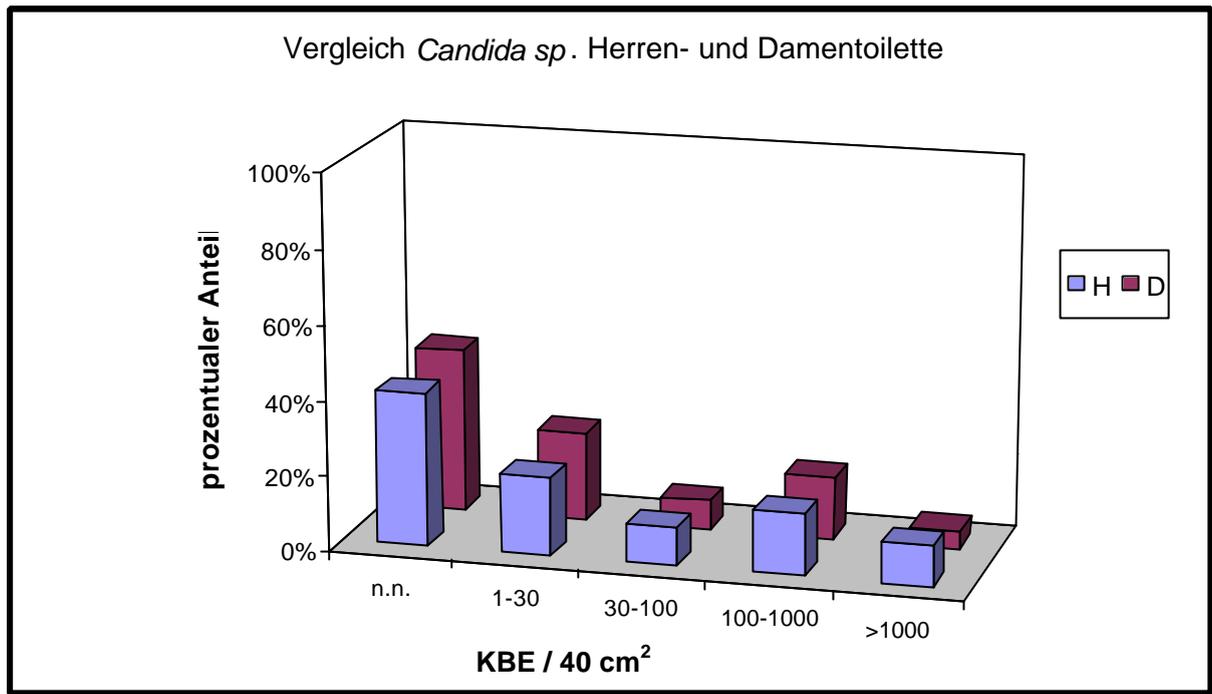


Abb.28: Vergleich *Candida spp.* Herren- und Damentoilette auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

*Corynebacterium spp.*

In 40 der Proben, d.h. in 6%, waren außerdem *Corynebacterium spp.* zu finden, wovon in 8 Proben *C. diphtheriae*, 3 davon am Waschbecken und 2 weitere am Spülknopf, in den übrigen *C. genitalium*, *C. propinquum* und *C. vaginale* nachzuweisen waren.

42,55% der positiven Proben wurden auf der Herrentoilette, 57,45% im Damenbereich isoliert. Die im Männerbereich mit je 3 positiven Proben am häufigsten kontaminierten Oberflächen waren die Toilettentür und der Wasserhahn. Im Frauenbereich waren auf der Toilettenbrille und am Waschbecken jeweils 4 mal *Corynebacterium spp.* zu finden.

Die höchsten Werte wurden auf der Toilettenbrille und am Spülknopf einer Damentoilette mit ca.  $1,1 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> erreicht.

Tab.13: Vergleich Keimaufkommen *Corynebacterium spp.* Herren- und Damentoilette

	n.n.	1-30	30-100	100-1000	>1000
Herren	93,90%	2,50%	1,40%	2,20%	0%
Damen	91,40%	3,70%	1,50%	2,60%	0,80%

## Weitere Keimflora

Weiterhin sei hier erwähnt, dass in 4 Proben *Pasteurella hämolytica* und in zwei Proben *Pasteurella multocida* gefunden wurden.

Die ersteren waren auf der Herrentoilette 2x auf dem Fußboden und je 1x auf dem Spülknopf und dem Waschbecken mit max.  $5 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  zu finden. *Pasteurella multocida* konnte im Frauenbereich ebenfalls auf dem Fußboden und am Seifenspender mit maximal  $9 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden werden.

### **3.2.1.4. Ergebnisse vor und nach der Reinigung**

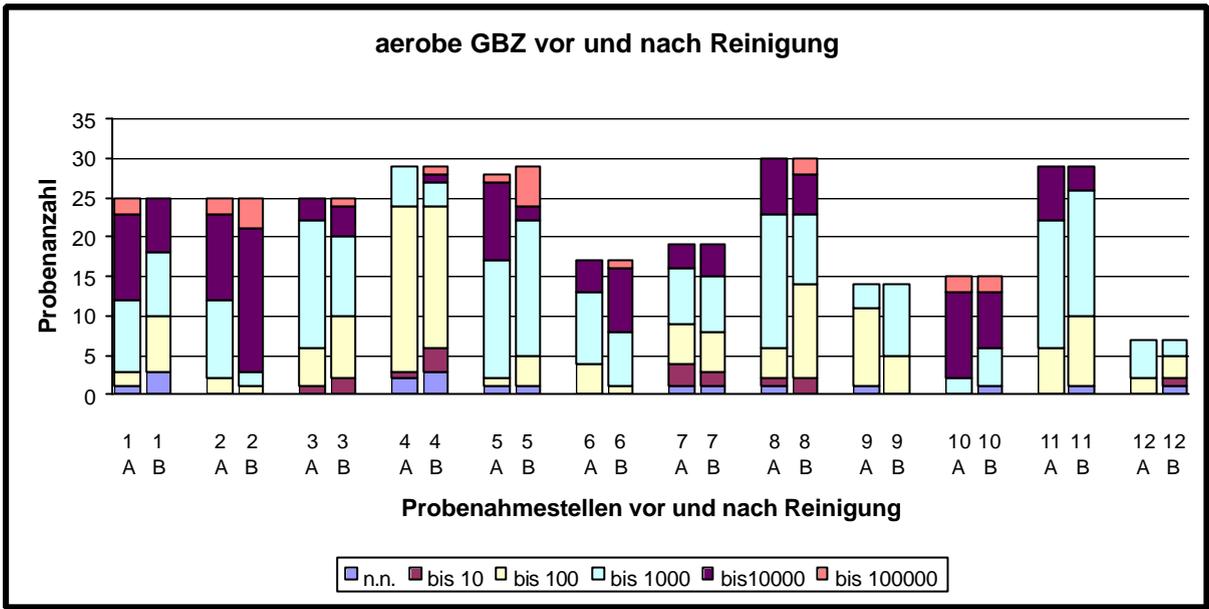
#### Gesamtbakterienzahl

Hier sollen die ermittelten Werte im Hinblick auf den Reinigungseffekt dargestellt werden.

Die prozentualen Ergebnisse der Gesamtbakterienzahlen in den Potenzbereichen  $10^0$  bis  $10^5$  schwanken nur um maximal 7,6%. Vor der Reinigung waren auf 2,7% der untersuchten Oberflächen keine Keime nachweisbar, nach der Reinigung auf 4,2%. In 2,3% (vor Reinigung) bzw. 3,8% (nach Reinigung) der Proben wurden nicht mehr als  $10^1$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden. 23,6% bzw. 27,8% wiesen weniger als  $10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf und im Bereich von  $10^2$  bis  $10^3$  waren nach der Reinigung in 35,7% der Proben und damit in 7,6% Proben weniger diese Keimmengen nachweisbar. Auch im Keimzahlbereich von bis zu  $10^4$  Keimen auf  $40 \text{ cm}^2$  ähnelten sich die gefundenen Keimmengen vor und nach der Reinigung mit 25,5% bzw. 22,4%. Keimzahlen von bis zu  $10^5$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  wurden nur in 2,7% der Proben vor der Reinigung und in 6,1% nach der Reinigung nachgewiesen (Abb.29).

Vor der Reinigung wurden die höchsten Werte mit ca.  $1,8 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf der Toilettenbrille, dem Fußboden und dem Waschbecken gefunden. Gefolgt vom Urinal mit max.  $1,5 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und der Türklinke zum Eingang mit ca.  $1,2 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  als Höchstwert. Am Wasserhahn konnten bis zu ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen werden.

Auch nach der Reinigung konnten mehrfach Werte in diesen Bereichen gefunden werden. So waren auf dem Seifenspender bis zu ca.  $1,9 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  zu finden. Der Toilettenboden und das Waschbecken wiesen auch nach der Reinigung bis zu  $1,8 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf. Sogar die Fläche der Toilettentür zeigte einmal einen Maximalwert von ca.  $1,5 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ .



(Legende siehe Abb.12)

A - vor Reinigung

B – nach Reinigung

Abb.29: aerobe Gesamtbakterienzahl vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

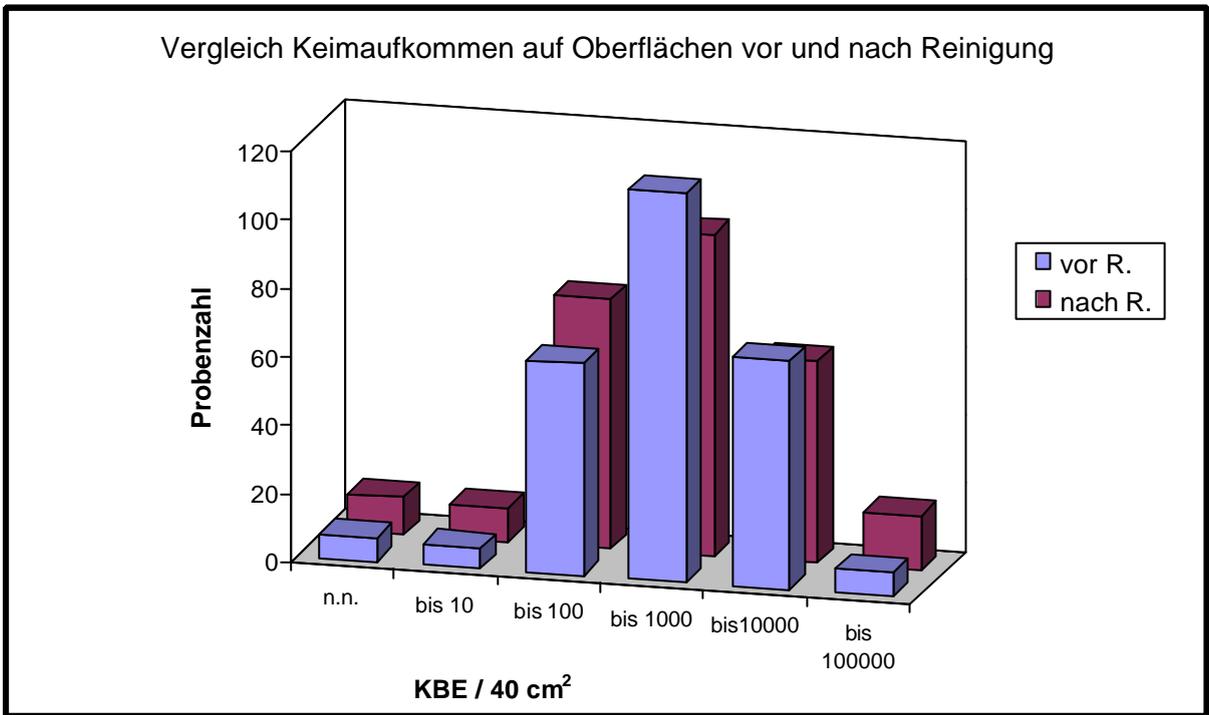


Abb.30: Vergleich Keimaufkommen vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

Wird die Anzahl der weiter differenzierten Keime vor und nach der Reinigung miteinander verglichen (Tab.14), ist festzustellen, dass im Keimzahlbereich von bis zu  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  die Unterschiede relativ gering sind, im Bereich von über  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nach der Reinigung mit 22,4% der Proben fast doppelt so viele der untersuchten Oberflächen diesen Keimmengen aufwiesen.

Tab.14: Vergleich weiter differenzierter Keime vor und nach der Reinigung

KBE / $40 \text{ cm}^2$	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	25,50%	22,10%	16,00%	25,50%	11,40%
nach Reinigung	19,00%	24,30%	11,00%	23,20%	22,40%

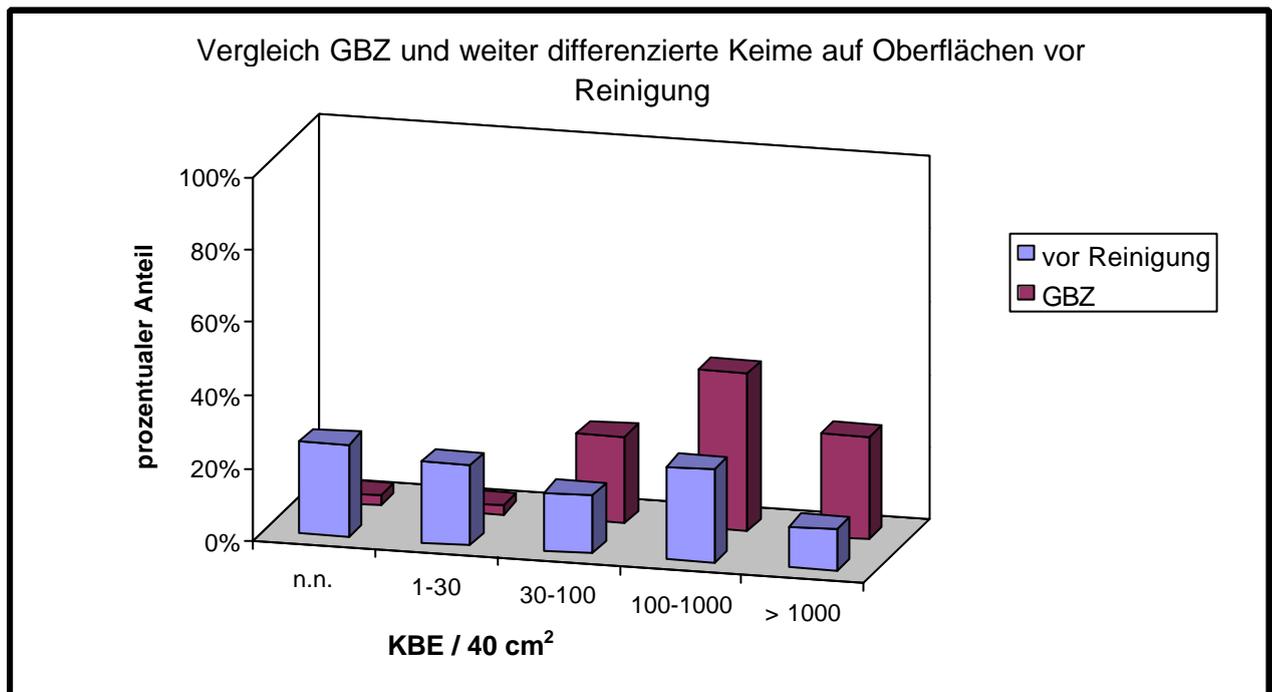


Abb.31: Vergleich GBZ und weiter differenzierte Keime vor der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

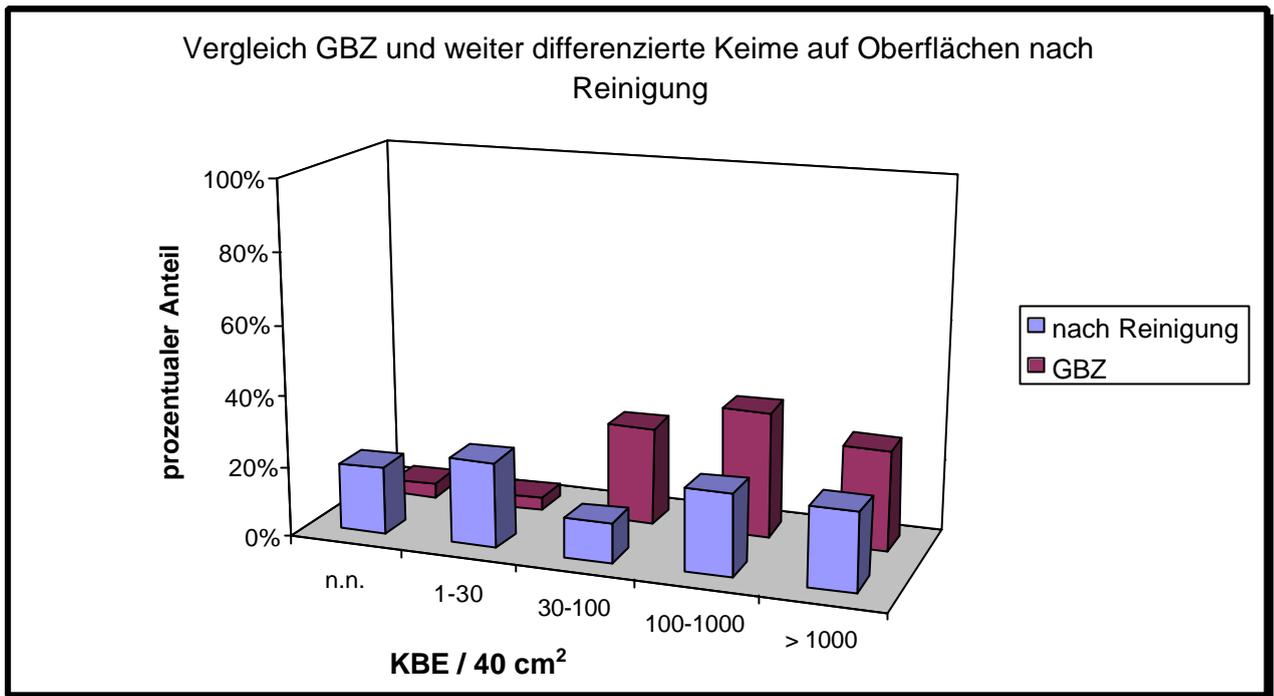


Abb.32: Vergleich GBZ und weiter differenzierte Keime nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

St. aureus

Vor der Reinigung war auf 13,3% und nach der Reinigung auf 11,4% der Oberflächen *St. aureus* nachzuweisen (Tab.15). Außer auf der Mülleimerklappe war dabei auf jedem Entnahmepunkt zumindest in einer Probe *St. aureus* zu finden.

Tab. 15: Vergleich Keimaufkommen *Staphylokokkus aureus* vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	86,70%	1,50%	5,70%	4,60%	1,50%
nach Reinigung	88,60%	3,00%	6,10%	1,90%	0,40%

Vor der Reinigung war am Wasserhahn mit 23,5% positiven Proben am häufigsten *St. aureus* zu finden, gefolgt vom Urinal mit 20% und dem Waschbecken sowie der Türklinke am Eingang mit jeweils 17,2%. Nach der Reinigung wurden am Handtrockner mit 21,1% am häufigsten positive Proben gefunden, während hier vor der Reinigung nur ca. 16% der Proben positiv waren. Im Allgemeinen wurden nach der Reinigung in weniger oder gleichviel

Proben *St. aureus* gefunden. Die Ausnahme bildet hier der Spülknopf mit 4% positiven Proben vor und 12% nach der Reinigung.

Die höchsten Werte wurden am Waschbecken und dem Urinal mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  und auf der Toilettenbrille mit ca.  $3 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden.

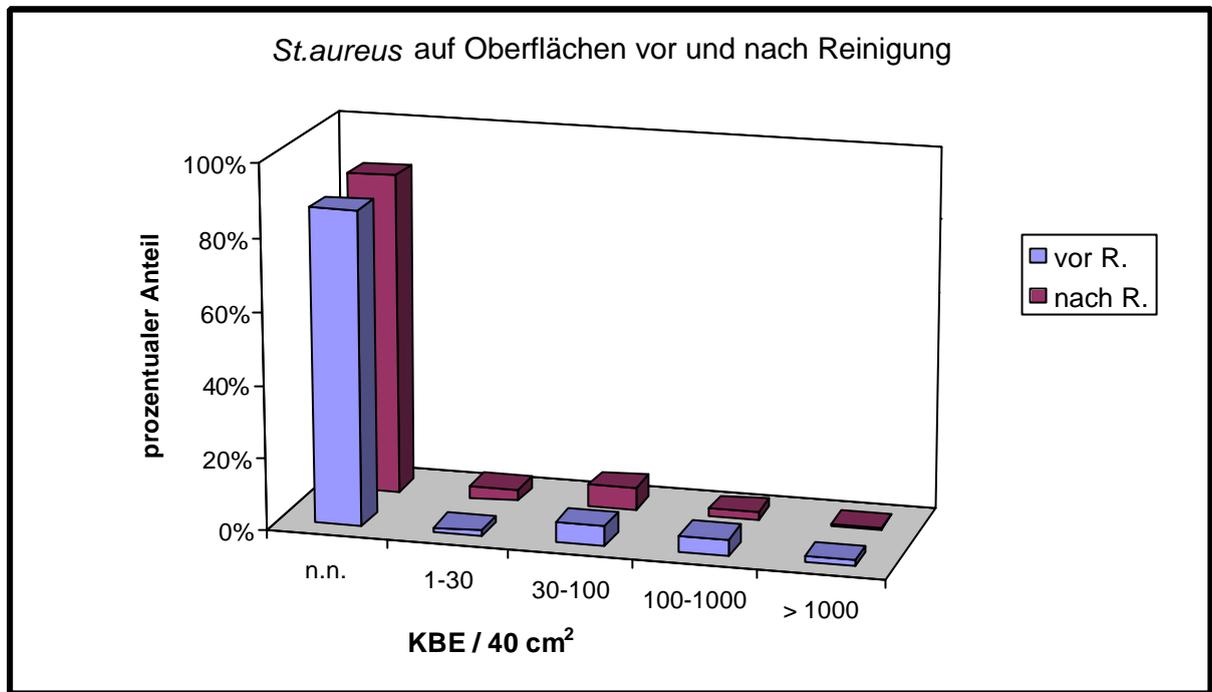


Abb.33: Vergleich *St. aureus* vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### Enterobacteriaceae

Mit 28,5% vor und 26,6% nach der Reinigung unterscheiden sich die Anzahl der positiven Proben an Enterobacteriaceae kaum (Tab. 16). Gleiches gilt für die quantitativen Vergleiche der einzelnen Bereiche (Abb.34). Vor der Reinigung waren auf der Toilettenbrille mit 56%, dem Boden mit 48%, dem Waschbecken mit 44,8% und dem Urinal mit 33,3% am häufigsten Enterobacteriaceae zu finden. Nach der Reinigung waren auf der Toilettenbrille immer noch 44% der Proben positiv. Auf dem Boden waren es ebenfalls wieder 48% , auf dem Urinal 40% und auf der Klinke der Kabine wurden nach der Reinigung in 42,9% der Proben Enterobacteriaceae gefunden, während es hier vor der Reinigung nur 28,6% waren.

Tab. 16: Vergleich Keimaufkommen Enterobacteriaceae vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	71,50%	8,80%	12,20%	5,30%	2,30%
nach Reinigung	73,40%	6,00%	11,80%	6,80%	2,30%

*Shigella spp.* wurden auf einer Toilette an vier Stellen vor und auf der Toilettenbrille auch noch nach der Reinigung mit max.  $9 \times 10^1$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> gefunden.

In 17 Proben, d.h. in 6,5%, wurden vor den Säuberungsmaßnahmen *Escherichia coli* nachgewiesen, danach waren sie nur noch in 13 Proben, d.h. in 4,9% zu isolieren. Mit 5 bzw. 4 positiven Proben wurden diese Keime am häufigsten auf der Toilettenbrille und dem Waschbecken gefunden, wobei die Höchstwerte mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> auf der Toilettenbrille und  $2,3 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> am Waschbecken vor der Reinigung erreicht wurden.

*Klebsiella spp.* konnten zweimal vor und neunmal nach der Reinigung isoliert werden. Auf der Toilettenbrille und dem Boden wurden sie erst nach der Reinigung in 2 bzw. 3 Fällen nachgewiesen. Dabei wurden auf dem Boden Mengen von bis zu ca.  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> erreicht. Der gleiche Wert wurde einmal auf dem Urinal ebenfalls erst nach der Reinigung nachgewiesen.

*Enterobacter cloacae* wurde vor der Reinigung in zwei und nach der Reinigung in einer Probe gefunden. Wobei nur eine Probe auf der Toilettenbrille vor der Reinigung mit  $1,2 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> einen hohen Wert erreichte.

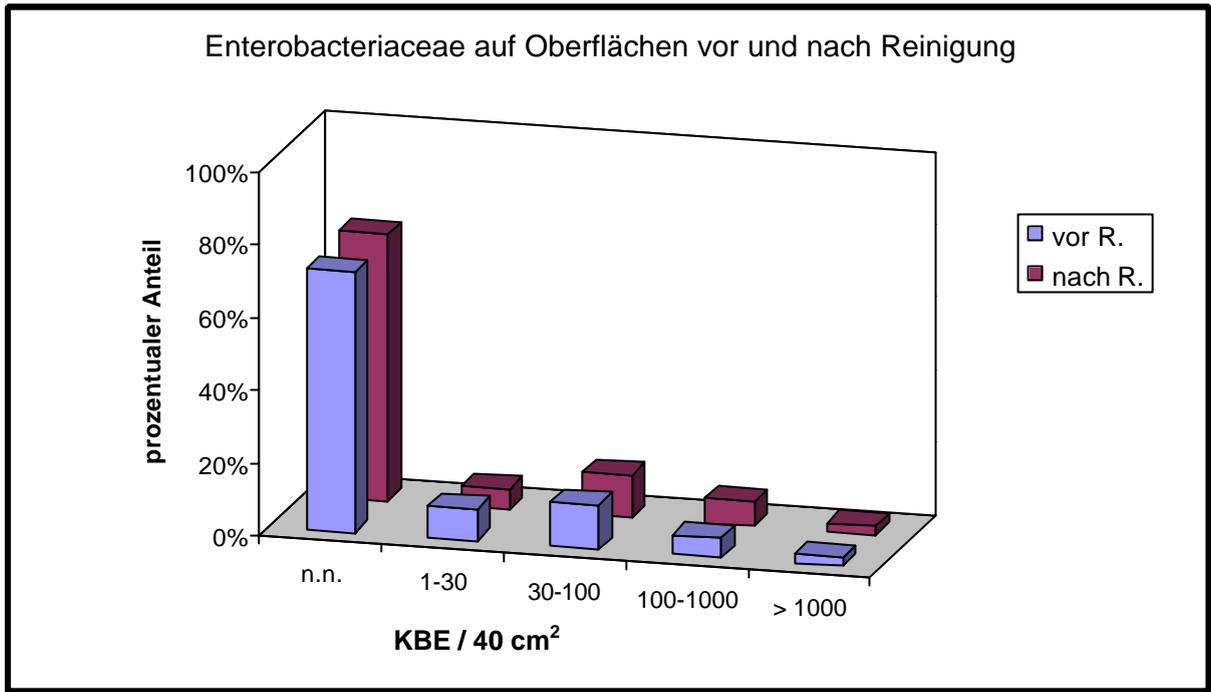


Abb.34: Vergleich Enterobacteriaceae vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### Fäkalstreptokokken

Wie auch schon bei den Enterobacteriaceae bestehen bei den Fäkalstreptokokken nur geringe Unterschiede zwischen den positiven Proben vor und nach der Reinigung sowie auch bei Vergleich der Keimmengen je positive Probe (Tab 17). Vor der Reinigung waren 23,2% und nach der Reinigung 21,7% der Proben positiv.

Tab.17: Vergleich Keimaufkommen Fäkalstreptokokken vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	76,80%	7,60%	9,90%	3,80%	1,90%
nach Reinigung	78,30%	6,00%	9,10%	5,30%	1,10%

Mit 66,7% wurden sie vor der Reinigung am häufigsten am Urinal und mit 52% auf der Toilettenbrille gefunden. Gefolgt vom Toilettenboden mit 44% und der Mülleimerklappe mit 23,4% positiven Proben vor der Reinigung. Nach der Reinigung wurden auf dem

Toilettenboden mit 56% die meisten positiven Proben nachgewiesen. Am Urinal waren es 46,7% und am Waschbecken 31%.

Die größten Keimmengen mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  wurden vor der Reinigung einmal auf der Toilettenbrille und nach der Reinigung zweimal auf dem Toilettenboden gefunden. Die weiteren ermittelten Keimzahlen lagen mit  $2 \times 10^3$  und  $1,5 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf dem Urinal sowie ca.  $1,2 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  auf Toilettenbrille deutlich darunter.

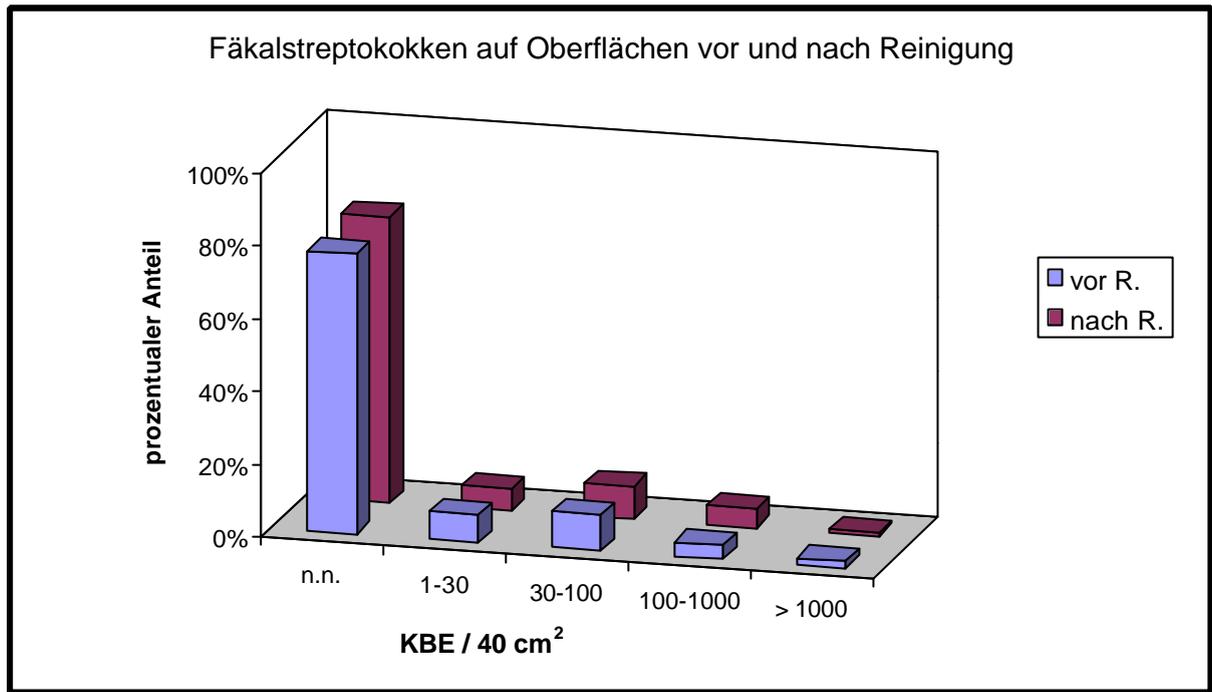


Abb.35: Vergleich Fäkalstreptokokken vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

Aeromonas und Pseudomonas spp.

In fast gleichem Maße wurden vor und nach der Reinigung *Aeromonas spp.* oder *Pseudomonas spp.* von den Oberflächen isoliert. Im Gegensatz zu den bisherigen erläuterten Keimen steigt hier die Anzahl an positiven Proben in den höheren Bereichen nach der Reinigung an (Tab.18). Vor der Reinigung waren 23,7% und nach der Reinigung 26,7% der Proben positiv.

Tab.18: Vergleich Keimauftreten *Aeromonas* und *Pseudomonas* vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	86,30%	1,55%	4,90%	3,00%	4,20%
nach Reinigung	83,30%	0,00%	2,30%	5,30%	8,80%

Vor der Reinigung waren sie am Urinal in 26,7% der Proben, auf der Toilettenbrille in 20% und am Waschbecken und Wasserhahn mit ca. 17% nachzuweisen. Nach der Reinigung wurden nur noch in 16% der Proben der Toilettenbrille *Aeromonas spp.* oder *Pseudomonas spp.* gefunden, während auf dem Fußboden im Gegensatz zu den Untersuchungen vor der Reinigung (16%), danach 44% der Proben positiv waren. Auch am Wasserhahn waren es nach der Reinigung mit 29,4% fast 12% mehr positive Proben.

Werte von über  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> wurden dabei ausschließlich nach der Reinigung gezählt. *Aeromonas spp.* wurden fast ausnahmslos nach der Reinigung gefunden und wiesen Werte von bis zu ca.  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> auf dem Boden vor der Toilette und am Spülknopf auf. Pseudomonaden wurden bereits vor der Reinigung am Urinal mit ca.  $1 \times 10^4$ , am Waschbecken mit  $9 \times 10^3$  und am Spülknopf mit bis zu  $2,7 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> isoliert. Nach der Reinigung erhöhten sich diese Werte noch mit bis zu  $1,8 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> am Waschbecken, ca.  $1,5 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> an der Fläche der Toilettentür und ca.  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> auf dem Toilettenboden und dem Wasserhahn.

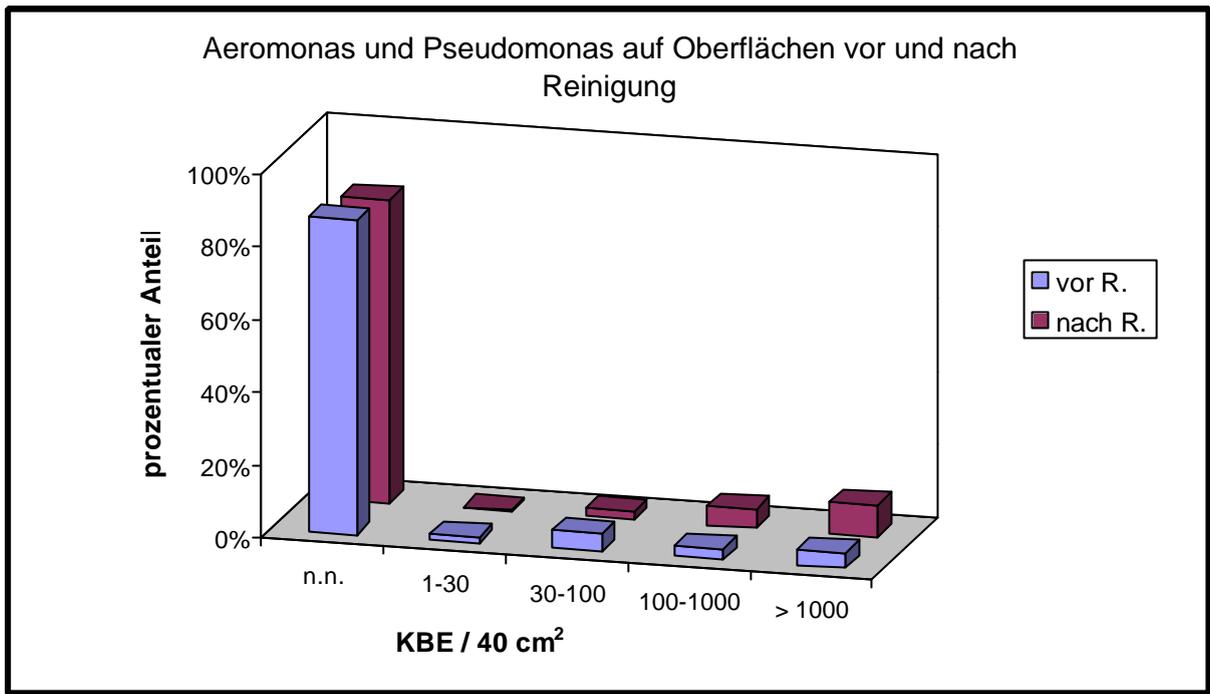


Abb.36: Vergleich *Aeromonas* und *Pseudomonas* vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

*Candida spp.*

Vor der Reinigung waren in 51,3% der Proben *Candida spp.* zu finden, nach der Reinigung waren es sogar 70,3%. Insbesondere Keimzahlen von über  $10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> waren vor allem nach der Reinigung zu finden (Tab.19). Vor der Reinigung wurden in 84% der Proben des Toilettenbodens, 80% des Urinals, 69% des Wasserhahns, des Seifenspenders und der Klinke der Kabine sowie in 65,5% der Proben des Waschbeckens *Candidas spp.* nachgewiesen. Nach der Reinigung waren auf 11 der 12 untersuchten Oberflächen mehr positive Proben zu finden. Nur an der Klinke der Kabine verminderte sich dieser Wert um fast 26%. Auf der Toilettenbrille stieg die Anzahl positiver Proben um 36%, am Wasserhahn stieg der Wert um 26% und an der Klinke der Eingangstür um 24,1%.

Tab.19: Vergleich Keimaufkommen *Candida spp.* vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	48,70%	5,90%	28,10%	12,60%	4,20%
nach Reinigung	29,70%	9,00%	21,70%	24,30%	15,20%

Die quantitativ höchsten Werte fanden sich vor der Reinigung mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  am Waschbecken, mit  $6 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  am Handtrockner, dem Urinal und der Klinke zur Eingangstür. Die größte Menge an *Candida spp.* nach der Reinigung wurde am Wasserhahn mit ca.  $1,2 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen. Gefolgt vom Toilettenboden und dem Urinal mit ca.  $1 \times 10^4$  sowie der Toilettenbrille mit  $3 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ .

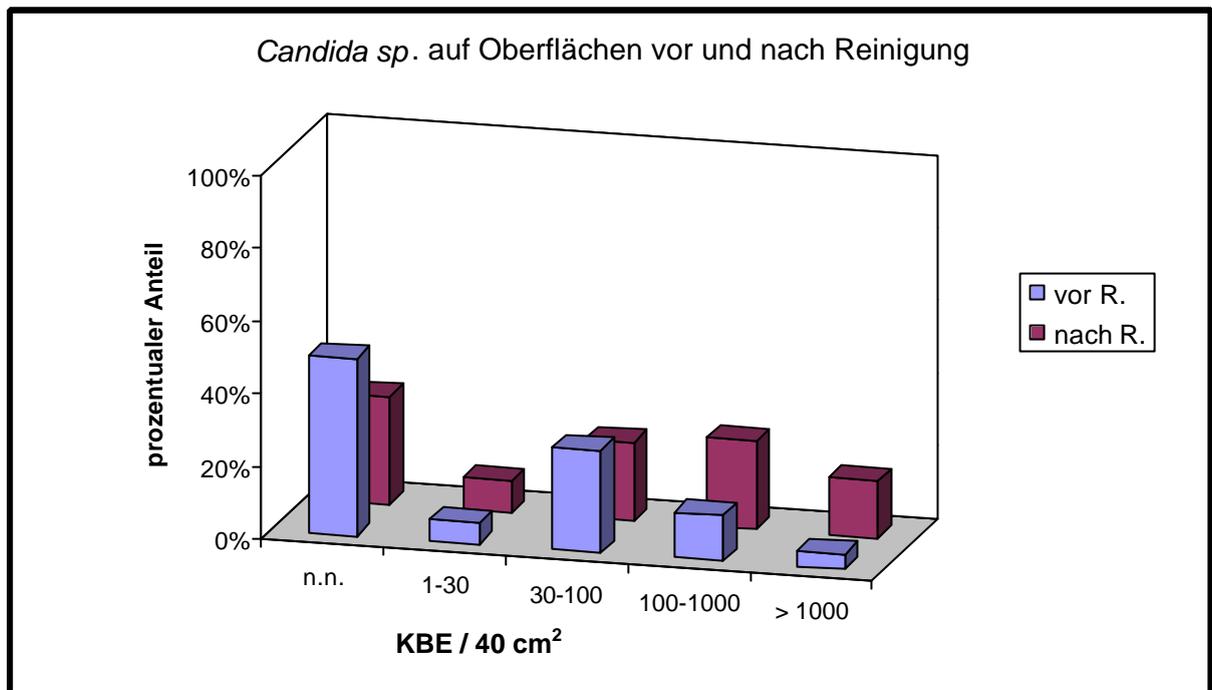


Abb.37: Vergleich *Candida spp.* vor und nach der Reinigung auf Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten

### *Corynebacterium spp.*

In 22 der Proben, d.h. in 9,7%, waren vor der Reinigung außerdem *Corynebacterium spp.* zu finden (Tab.20), wovon in 5 Proben *C.diphtheriae*, 2 davon am Waschbecken, eine am Spülknopf, am Wasserhahn und an der Fläche der Toilettentür, nachzuweisen waren. In den übrigen Proben wurden *C. genitalium*, *C. propinquum* und *C. vaginale* isoliert.

Tab.20: Vergleich Keimaufkommen *Corynebacterium spp.* vor und nach der Reinigung

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	1-30	30-100	100-1000	> 1000
vor Reinigung	91,30%	1,10%	3,00%	3,80%	0,40%
nach Reinigung	93,20%	1,10%	4,90%	0,80%	0,00%

Insgesamt waren mit jeweils drei positiven Proben *Corynebakterien* am häufigsten auf dem Spülknopf und am Waschbecken zu finden. Nach der Reinigung waren immernoch auf 18 Oberflächen (6,8%) *Corynebacterium spp.* nachzuweisen. *C.diphtheriae* wurden von drei Oberflächen (Spülknopf, Fläche Tür, Wasserhahn) isoliert, am häufigsten mit jeweils drei positiven Proben hier auf der Toilettenbrille und am Wasserhahn.

Die höchsten Werte wurden vor der Reinigung mit ca.  $1,1 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> auf der Toilettenbrille und am Spülknopf und nach der Reinigung mit jeweils  $3 \times 10^2$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> am Urinal und der Klinke zur Eingangstür erreicht.

#### Weitere Keimflora

Weiterhin sei hier erwähnt, dass in 2 Proben vor und in zwei Proben nach der Reinigung *Pasteurella hämolytica* und in zwei Proben nach der Reinigung *Pasteurella multocida* gefunden wurden.

Die ersteren waren vor der Reinigung 1x auf dem Fußboden und 1x auf dem Spülknopf und nach der Reinigung ebenfalls auf dem Fußboden und dem Waschbecken mit max.  $5 \times 10^2$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> zu finden. *Past.multocida* konnte nur nach der Reinigung ebenfalls auf dem Fußboden und am Seifenspender mit maximal  $9 \times 10^2$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> gefunden werden.

### **3.2.2. Ergebnisse der Untersuchung des Wischlappens der städtischen Toiletten**

Die Ergebnisse dieser Untersuchung beschränken sich auf die qualitative Keimbestimmung. In den Lösungen von zwei der drei Lappen wurden hohe Mengen an *Aeromonas spp.* und Fäkalstreptokokken festgestellt. In ebenfalls zwei Lösungen wurden zusätzlich hohe Mengen an Staphylokokken gefunden.

### 3.2.3. Ergebnisse der Untersuchung selbstreinigender Toiletten

Die aerobe Gesamtbakterienzahl (GBZ) schwankt auch auf den Oberflächen der selbstreinigenden Toiletten sehr stark sowohl zwischen den Entnahmepunkten als auch innerhalb dieser. Es wurden Werte zwischen 0 und  $10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  gefunden. Das geringste Keimniveau wurde dabei auf den Entnahmepunkten 1, 6, 8, 9 und 10 festgestellt, während die Probenahmestellen 2, 4 und 5 am stärksten kontaminiert waren (Abb.38).

In 33,3% der Proben der Toilettenbrille waren keine Keime nachzuweisen, im Waschbereich waren es sogar 50% der Proben. Die übrigen Keimzahlen auf der Toilettenbrille schwanken dabei zwischen  $10^2$  und  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ , wogegen die anderen 50% der Proben des Waschbereiches alle über  $10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  aufwiesen.

Der Boden vor der Toilette und der Wasserhahn waren die einzigen Entnahmestellen auf denen in jeder Probe Keime gefunden wurden und insbesondere auf dem Boden in 33,3% mehr als  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachzuweisen waren. Auf dem Toilettenboden nach der Reinigung wurden in zwei Proben, d.h. in 22,2%, mehr als  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  isoliert.

58,6% der gefundenen Keimzahlen bewegen sich im Bereich von  $10^0$  bis  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ , hier seien insbesondere die Entnahmepunkte 1, 6, 7, 8, 9 und 10 erwähnt.

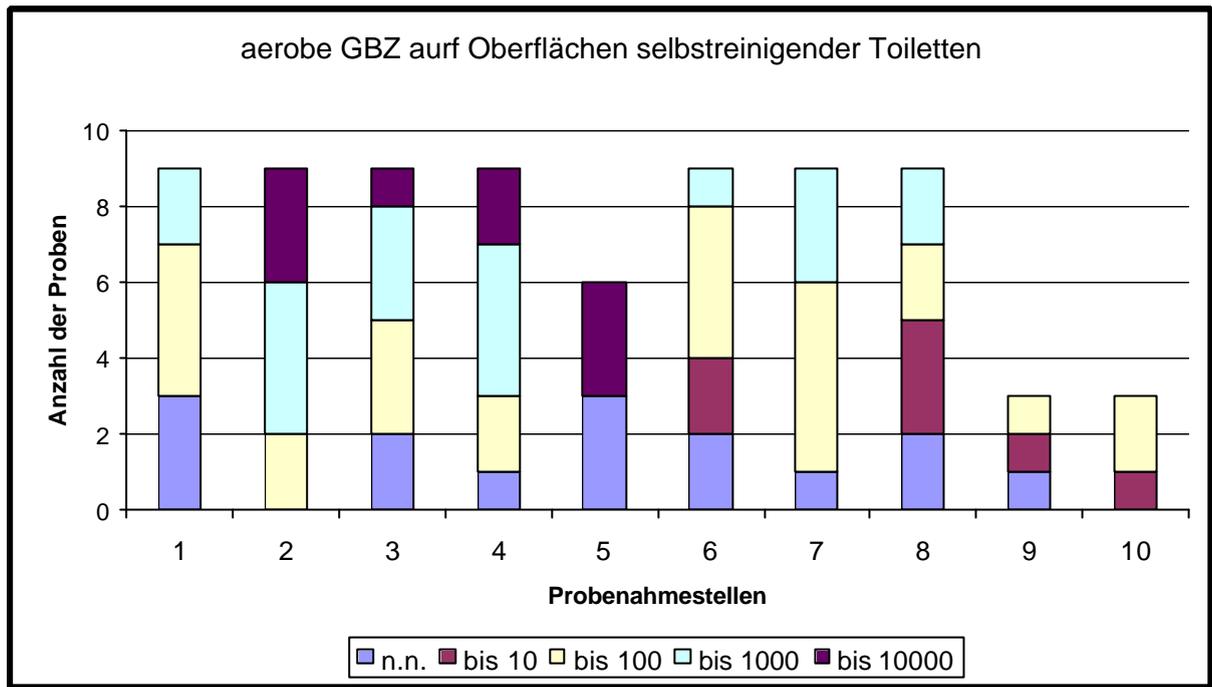


Abb.38: aerobe GBZ auf Oberflächen selbstreinigender Toiletten

1	Toilettenbrille	6	Türklinke oben
2	Boden vor Toilette	7	Türklinke unten
3	Toilettenbrille nach Reinigung	8	Mülleimerklappe
4	Boden vor Toilette nach Reinigung	9	Haltegriff
5	Waschbereich	10	Wasserhahn

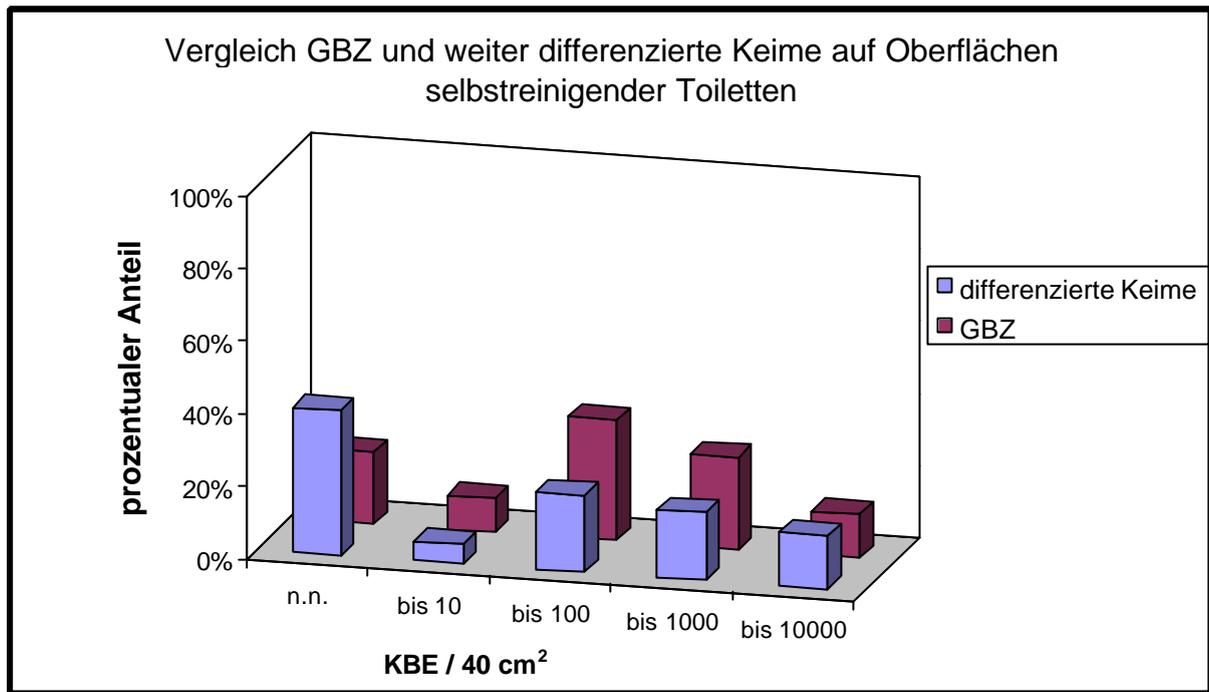
### 3.2.3.1. Häufigkeitsverteilung weiter differenzierter Keime

Gesucht wurde durch weitere Ausdifferenzierung der auf den verschiedenen Nährböden gewachsenen Kolonien nach *St. aureus*, *Enterobacteriaceae*, Fäkalstreptokokken, *Aeromonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Candida spp.* und Corynebakterien herangezogen.

In 60% der Proben wurde eine der oben erwähnten Spezies oder ein der entsprechenden Stämme zuzuordnender Keim gefunden. Aber nur in 14,7% der Proben überschritten sie einen Wert von  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ . In den übrigen 45,3% bewegen sich die Werte zwischen  $10^0$  und  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  (Tab.21). Auf dem Boden vor der Reinigung wurden mit 44,4% und nach der Reinigung mit 33,3% am häufigsten Keimzahlen von über  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen.

Tab.21: Vergleich weiter differenzierter Keime mit der aeroben Gesamtbakterienzahl

KBE / 40 cm <sup>2</sup>	n.n.	bis 10	bis 100	bis 1000	bis 10000
weiter differenzierte Keime	40%	5,30%	21,30%	18,70%	14,70%
GKZ	20%	9,30%	33,30%	25,30%	12%



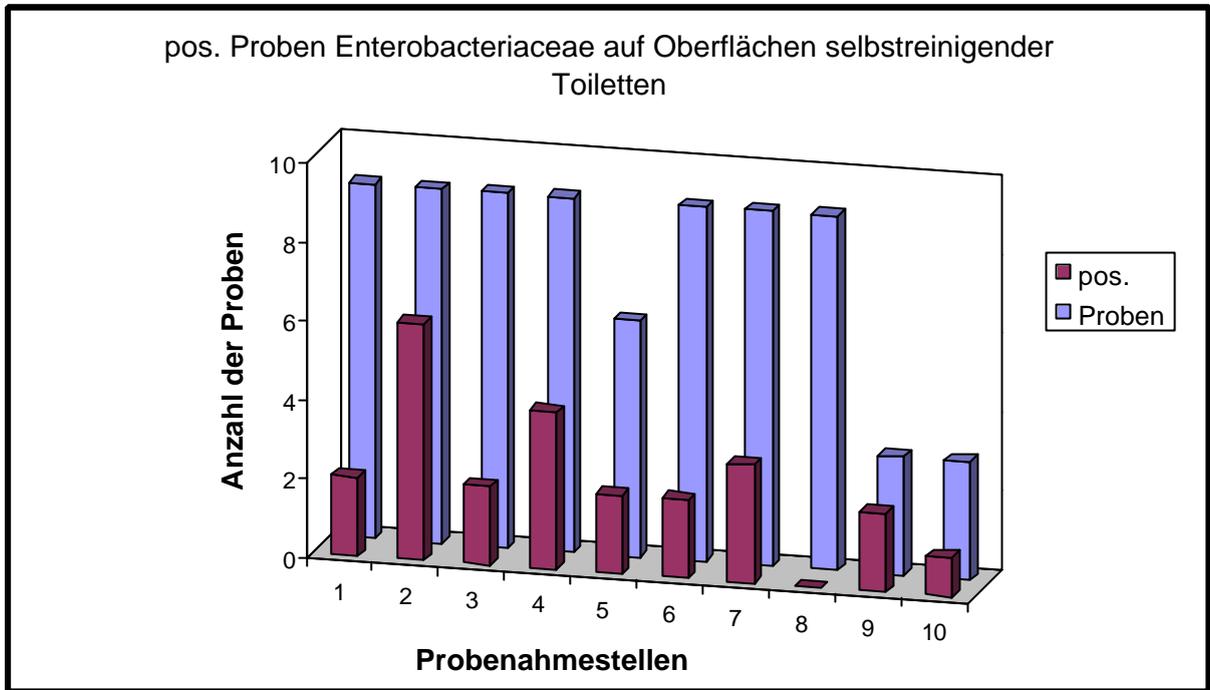
(Legende siehe Abb. 38)

Abb.39: Vergleich der aeroben Gesamtbakterienzahl mit dem Anteil weiter differenzierter Keime

### 3.2.3.2. Häufigkeitsverteilung von Enterobacteriaceae

Außer auf der Mülleimerklappe konnten auf allen Entnahmepunkten in mindestens einem Fall Enterobacteriaceae gefunden werden (Abb.40). 32% der Proben waren positiv, jedoch nur 10,6% überschritten Werte von  $10^2$  KBE / 40 cm<sup>2</sup>. Auf dem Boden vor und nach der Reinigung wurden mit 66,6% bzw. 44,4% positiver Proben am häufigsten Enterobacteriaceae nachgewiesen. Die quantitativ höchsten Werte wurden mit ca.  $1 \times 10^4$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> am Waschbereich und mit jeweils ca.  $2 \times 10^3$  KBE / 40 cm<sup>2</sup> auf der Toilettenbrille vor und nach der Reinigung sowie auf dem Toilettenboden isoliert.

In keiner der Proben wurden dabei Salmonellen oder andere obligat pathogene Enterobacteriaceae nachgewiesen. Auch *Escherichia coli* wurde nicht isoliert. Im allgemeinen fanden sich *Enterobacter spp.* auf den Nährböden wieder.

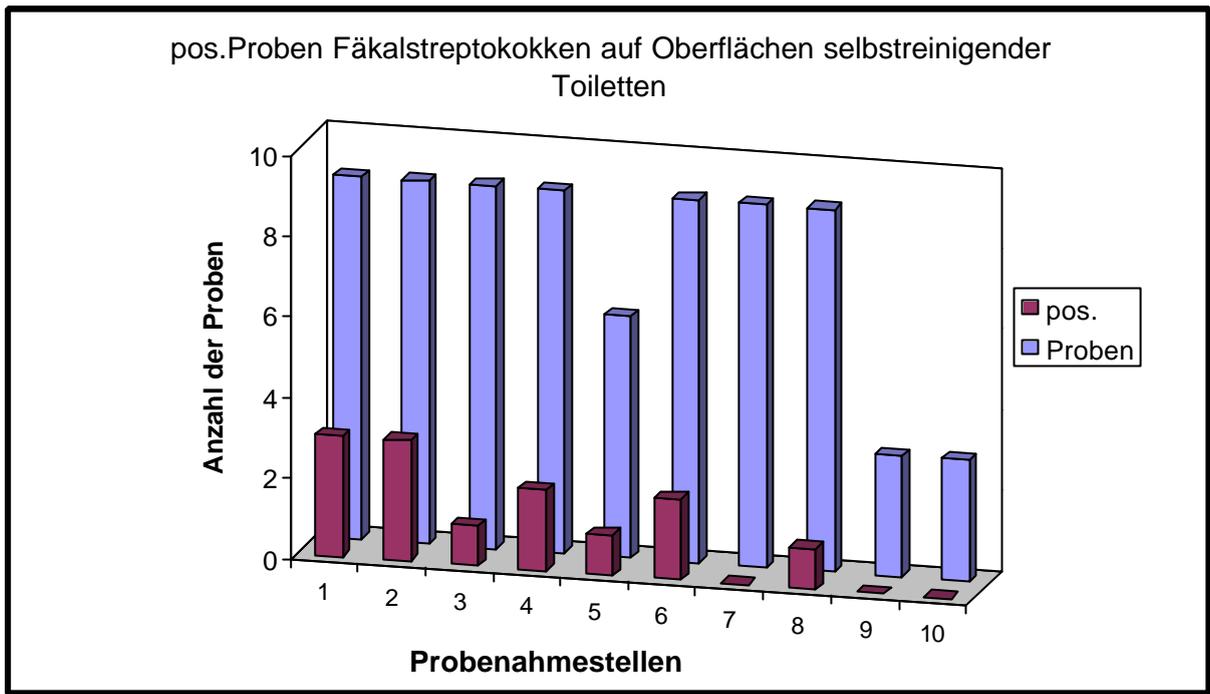


(Legende siehe Abb.38)

Abb.40: Vorkommen von Enterobacteriaceae auf Oberflächen selbstreinigender Toiletten

### 3.2.3.3. Häufigkeitsverteilung von Fäkalstreptokokken

Fäkalstreptokokken fanden sich in 17,3% der Proben. An der unteren Türklinke, dem Haltegriff und dem Wasserhahn konnten sie nicht nachgewiesen werden (Abb.41). Mit 33,3% positiven Proben fanden sich diese Keime am häufigsten auf der Toilettenbrille und dem Boden vor der Reinigung, gefolgt von der oberen Türklinke und dem Boden nach der Reinigung mit 22,2%. Insgesamt überschritten nur 6 Proben, d.h. 8% die Grenze von  $10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ . Der größte Wert konnte auf der Toilettenbrille nach der Reinigung mit  $2,0 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  nachgewiesen werden. Alle anderen Keimmengen lagen darunter.

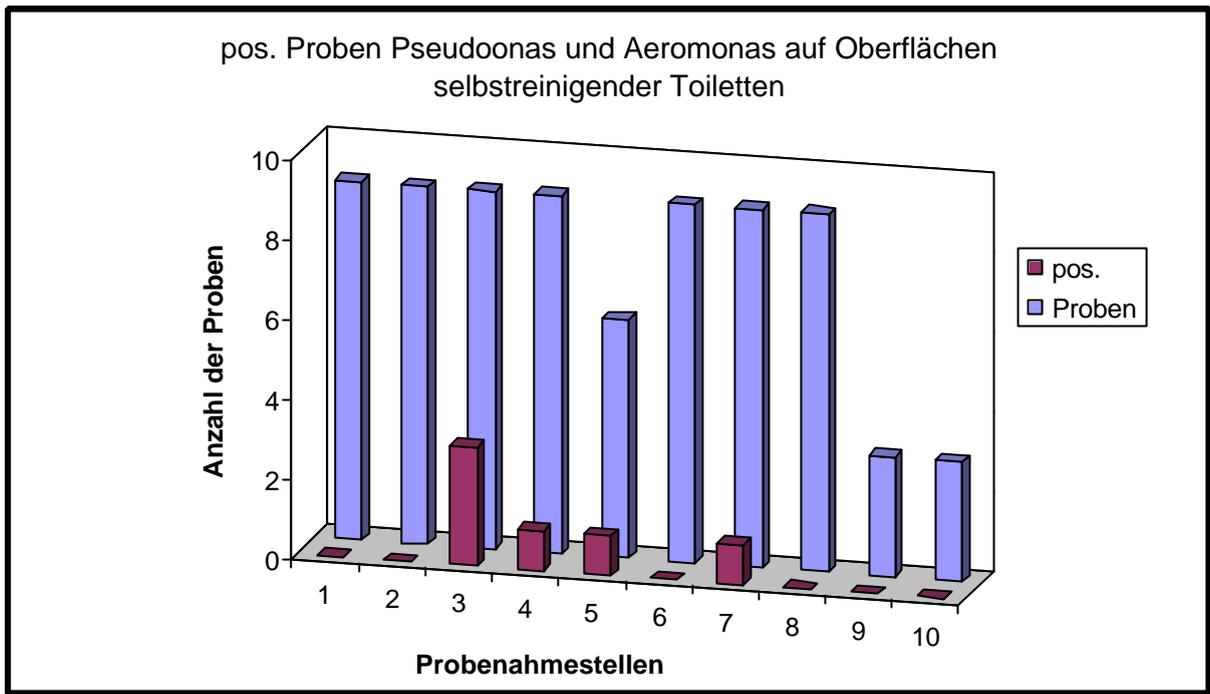


(Legende siehe Abb 38)

Abb.41: Vorkommen von Fäkalstreptokokken auf Oberflächen selbstreinigender Toiletten

### 3.2.3.4. Häufigkeitsverteilung von *Aeromonas* spp. und *Pseudomonas* spp.

Nur in 6 Proben (8%) konnte eine der beiden Spezies nachgewiesen werden. Am häufigsten wurden diese dabei, mit jedoch nur geringen Keimzahlen bis max.  $1,9 \times 10^2$  Pseudomonaden /  $40 \text{ cm}^2$  auf der Toilettenbrille nach der Reinigung gefunden (Abb.42). Den quantitativ höchsten Wert erreichte der Waschbereich, auf dem in der einzigen positiven Probe auf dieser Entnahmestelle ca.  $1 \times 10^4$  *Aeromonas* spp. /  $40 \text{ cm}^2$  gezählt werden konnten.



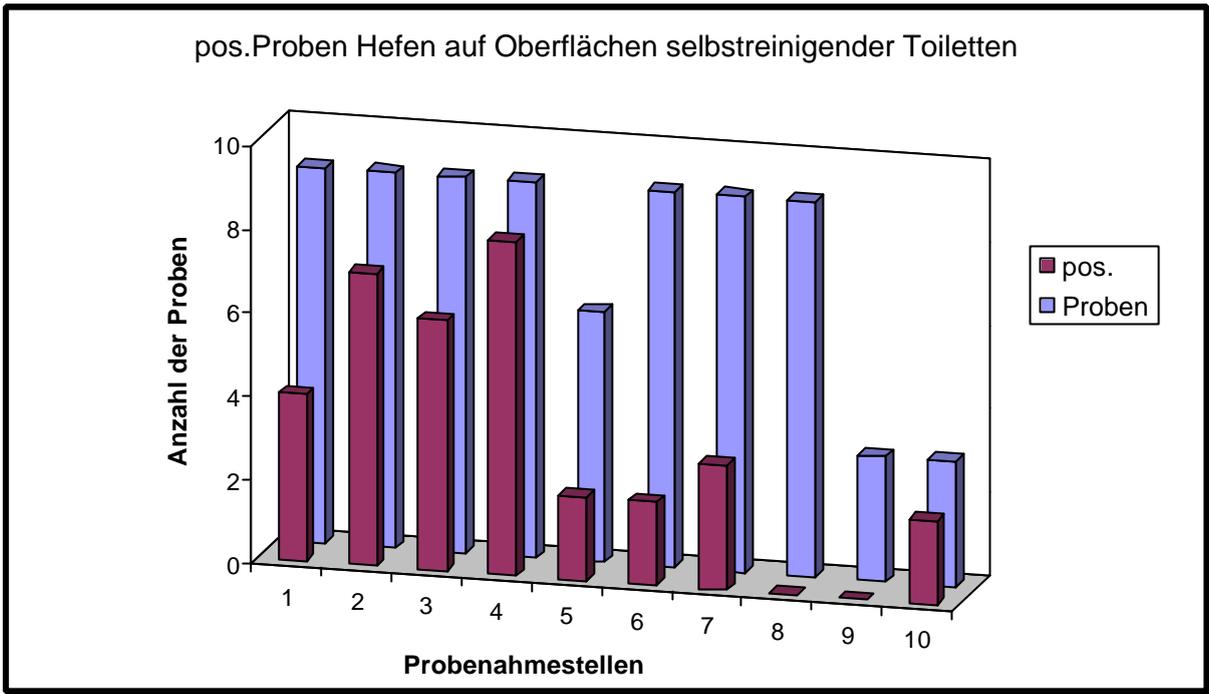
(Legende siehe Abb 38)

Abb.42: Vorkommen von *Aeromonas spp.* und *Pseudomonas spp.* auf Oberflächen selbstreinigender Toiletten

### 3.2.3.5. Häufigkeitsverteilung von *Candida spp.*

Hefen wurden auf 45,3% der Oberflächen nachgewiesen. In 10,7% der Proben überschritt der Wert dabei die Grenze von  $10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ . Am häufigsten fanden sich *Candida spp.* auf dem Toilettenboden nach der Reinigung mit 88,8% positiven Proben, sowie auf der Toilettenbrille nach der Reinigung und dem Boden vor der Reinigung mit 77,7%. Auf der Toilettenbrille vor der Reinigung waren 44,4% positiv (Abb.43).

Drei der sieben positiven Proben auf dem Toilettenboden erreichten den Höchstwert von ca.  $1 \times 10^4$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ . Das gleiche gilt für die zwei positiven Proben des Waschbereiches und für zwei der acht positiven Proben des Bodens nach der Reinigung. Mit  $9,7 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  war die höchste Keimzahl der übrigen 36% positiven Proben auf dem Boden nach der Reinigung zu finden.



(Legende siehe Abb 38)

Abb.43: Vorkommen von *Candida* spp. auf Oberflächen selbstreinigender Toiletten

### **3.2.4. Ergebnisse virologischer Untersuchungen**

#### **3.2.4.1. Ergebnisse der virologischen Laboruntersuchungen**

##### **3.2.4.1.1. Stahloberfläche**

###### Ergebnisse in Abhängigkeit von der Viruskonzentration

Auf die Stahloberfläche, die das gleiche Material darstellt wie es auf den Toiletten vorzufinden ist, wurden drei verschiedene Viruskonzentrationen aufgetragen. Die Abb.44 zeigt den Versuchsaufbau mit einem Waschbecken, welches mit dem auf den untersuchten Toiletten verwendeten Material vergleichbar ist.

Bei einer Konzentration von  $10^8$  Viren in einem Milliliter wurden maximal  $3,5 \times 10^5$  /ml und minimal  $6,3 \times 10^3$  Viren /ml zurückgewonnen, bei aufgetragenen  $2 \times 10^7$  Viren / ml waren es max.  $3,5 \times 10^3$  und min.  $2,5 \times 10^1$  Viren / ml die wieder nachgewiesen werden konnten und bei nur noch  $4 \times 10^6$  Viren / ml die aufgetragen wurden, konnten in allen untersuchten Proben  $2,5 \times 10^1$  Viren / ml gezählt werden (Tab.22).



Abb. 44: Versuchsaufbau der Virusrückgewinnung von einer Edelstahloberfläche

In der Abb. 45 ist die logarithmische Kurve der zurückgewonnenen Virusmengen anhand der Mittelwerte dargestellt. Die Ergebnisse im Einzelnen können den Tabellen A3 – A6 entnommen werden.

Tab.22: zurückgewonnene Virusmenge im Vergleich zur aufgetragenen Konzentration auf Stahloberflächen

aufgetragene Virusmenge	$1 \times 10^8$ PBE/ml	$2 \times 10^7$ PBE /ml	$4 \times 10^6$ PBE /ml
Maximalwert	$3,5 \times 10^5$	$3,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$
Minimalwert	$6,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$
Mittelwert	$6,2 \times 10^4$	$8 \times 10^2$	$2,5 \times 10^1$
Standardabweichung	$1,0 \times 10^5$	$9,9 \times 10^2$	0

(Werte gerundet in PBE / ml)

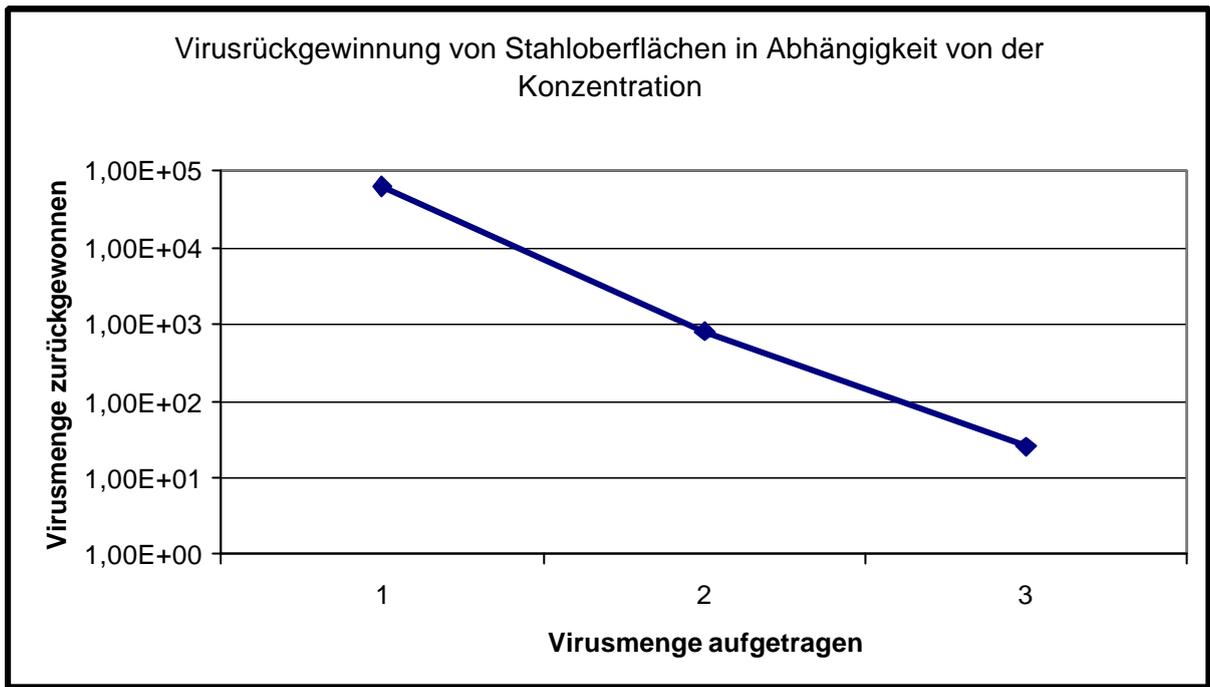


Abb.45: Konzentration der zurückgewonnenen Virusmenge im Vergleich zur Ausgangskonzentration auf Stahloberflächen

1	2	3
$1 \times 10^8$ PBE/ml	$2 \times 10^7$ PBE/ml	$4 \times 10^6$ PBE/ml

Ergebnisse in Abhängigkeit von der Eintrocknungszeit

Außer anhand der verschiedenen Viruskonzentrationen wurde auch anhand verschiedener Einwirkzeiten versucht die Rückgewinnungsrate an Virus zu bestimmen.

Bei einer bekannt aufgetragenen Viruskonzentration von  $1 \times 10^8$  Viren / ml wurden in Abhängigkeit von der Zeit im Mittel bei sofortiger Rückgewinnung  $1,85 \times 10^6$  Viren / ml und nach 80 min. noch  $3,8 \times 10^2$  Viren / ml zurückgewonnen. Die Werte sind im Einzelnen der Tabelle 23 zu entnehmen. Die aufgrund der Mittelwerte erstellte Kurve ist aus Abb. 46 ersichtlich.

Tab.23: zurückgewonnene Virusmengen in Abhängigkeit von der Zeit auf Stahloberflächen

Zeit	0 min	20 min	40 min	60 min	80 min
<b>Maximalwert</b>	$5,6 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1,8 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
<b>Minimalwert</b>	$5,6 \times 10^5$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
<b>Mittelwert</b>	$1,85 \times 10^6$	$7 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$8,3 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$
<b>Standardabweichung</b>	$1,35 \times 10^6$	$8,3 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	$5,5 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$

(Werte gerundet in PBE / ml)

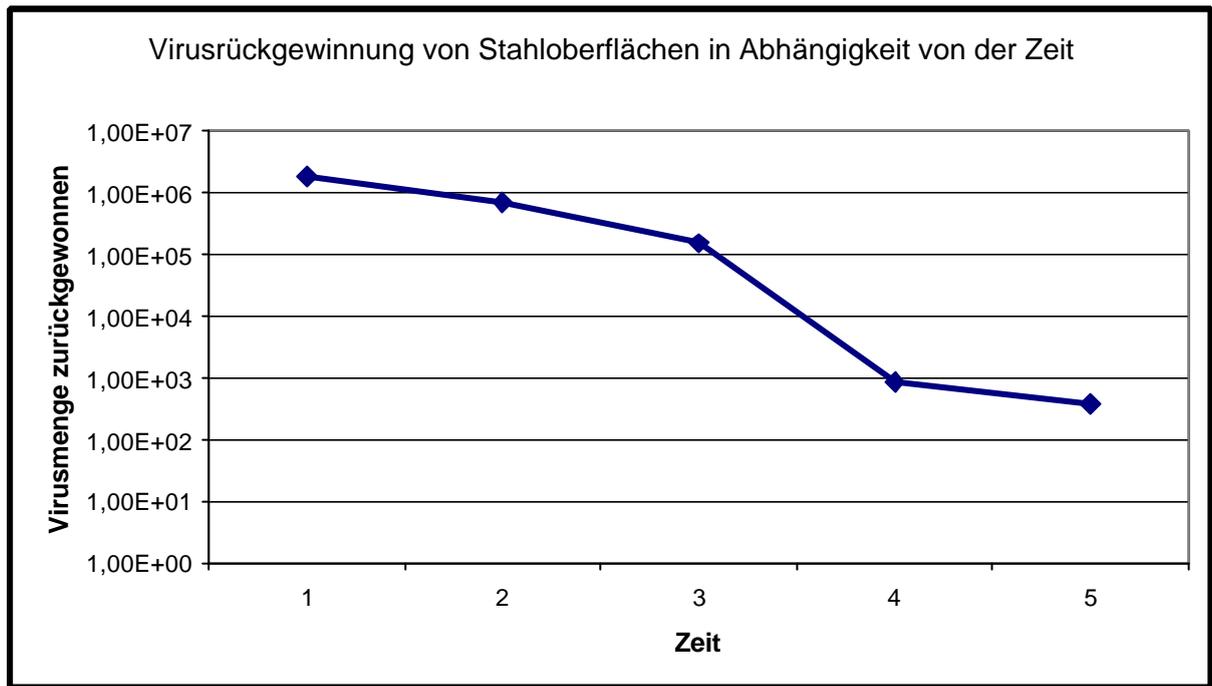


Abb.46 Konzentration der zurückgewonnenen Virusmenge von Stahl in Abhängigkeit von der Zeit

1	2	3	4	5
0 min	20 min	40 min	60 min	80 min

### 3.2.4.1.2. Kunststoffoberfläche

#### Ergebnisse in Abhängigkeit von der Viruskonzentration

Vergleichend wurden die Versuche zur Rückgewinnung von Viren von Stahloberfläche auch auf einer handelsüblichen Plastiktoilette wiederholt. Abb. 47 zeigt den Versuchsaufbau.

Hier wurden in Abhängigkeit von der Konzentration vier verschiedenen Virusmengen aufgetragen. Bei  $3,16 \times 10^8$  aufgetragenen Viren / ml wurden max.  $3,5 \times 10^6$  und min.  $3,5 \times 10^5$  Viren / ml mittels Tupfern nachgewiesen. Bei der niedrigsten untersuchten Konzentration von  $1,26 \times 10^6$  Viren / ml wurden durchschnittlich nur noch  $1,39 \times 10^3$  Viren / ml über die Tupfer wieder von der Oberfläche zurückgewonnen (Tab.24).

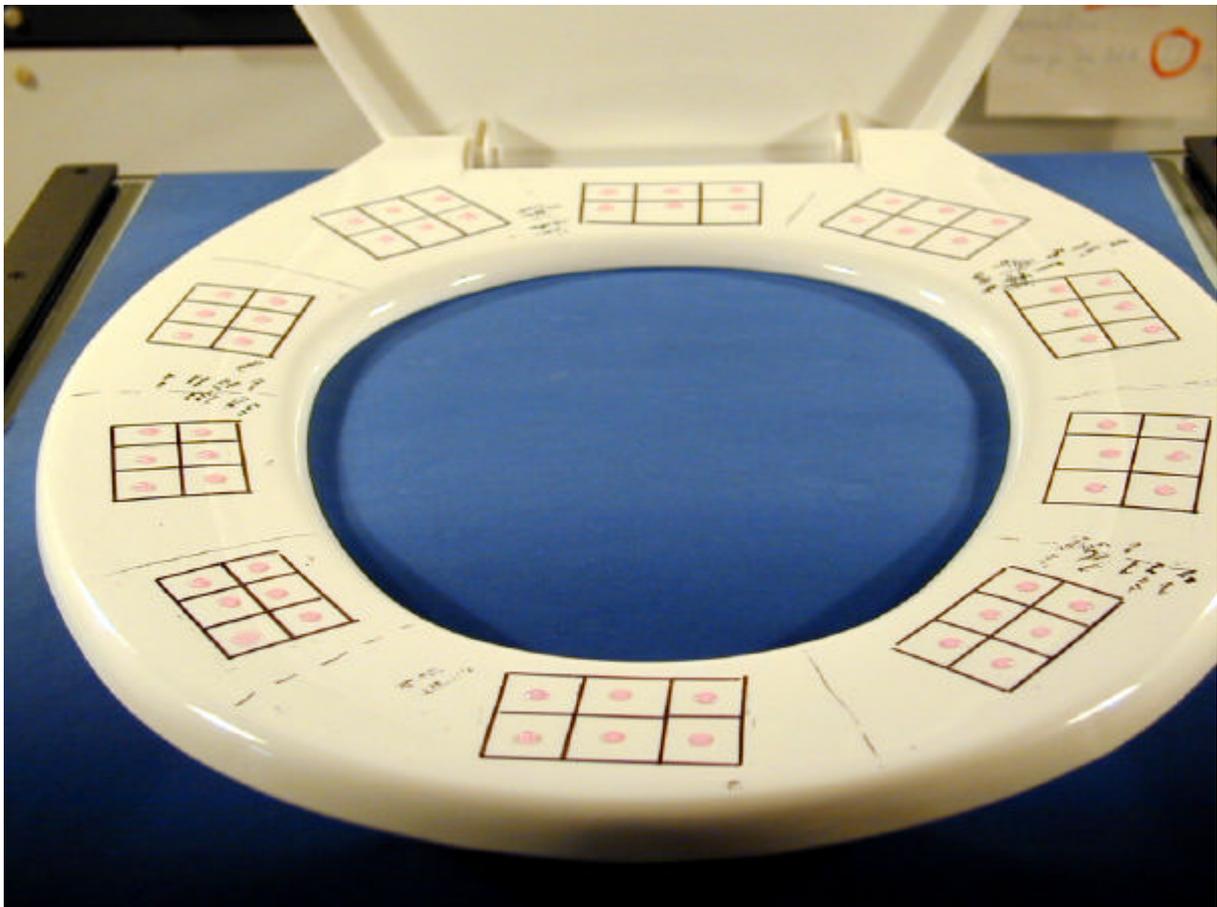


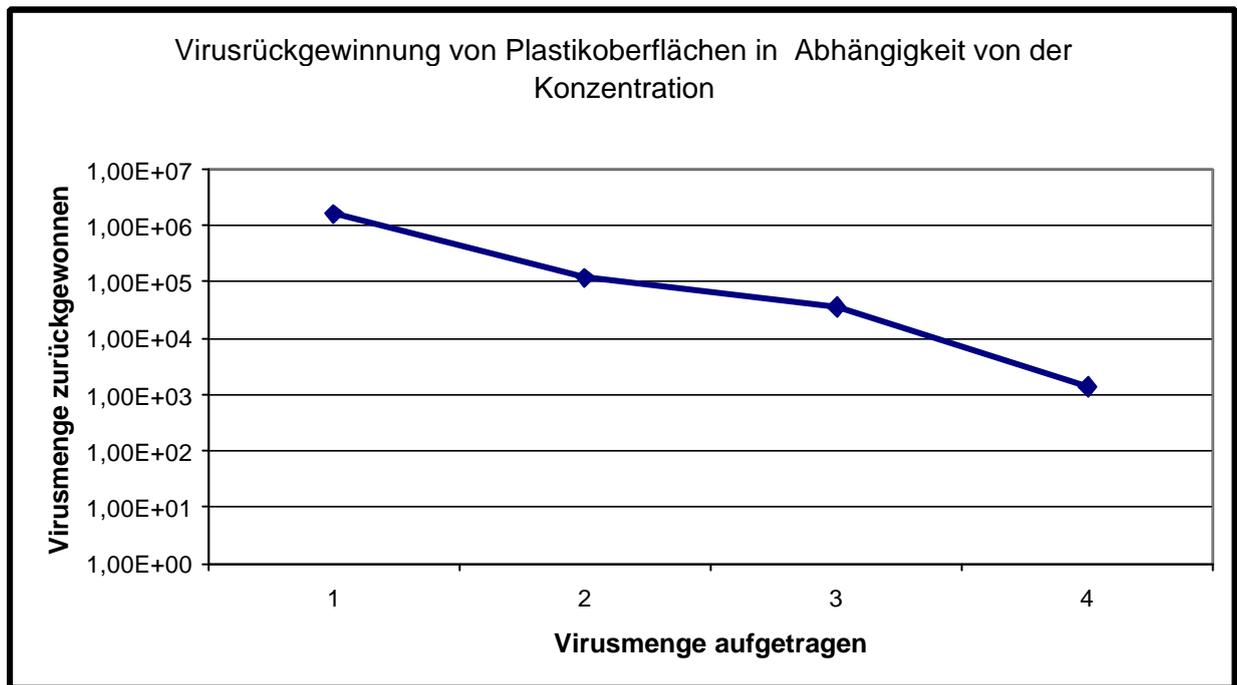
Abb. 47: Versuchsaufbau der Virusrückgewinnung von der Kunststoffoberfläche

Die übrigen Werte können der Tab. 24 entnommen werden. Auch die Kurve der Abb. 48 baut sich aus den in Tab.24 ersichtlichen Mittelwerten auf.

*Tab.24: zurückgewonnene Virusmenge im Vergleich zur aufgetragenen Konzentration auf Plastikoberflächen*

Aufgetragene Virusmenge	$3,16 \times 10^8$ PBE/ml	$6,32 \times 10^7$ PBE/ml	$1,26 \times 10^7$ PBE/ml	$1,26 \times 10^6$ PBE/ml
Maximalwert	$3,5 \times 10^6$	$3,3 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	$3,5 \times 10^3$
Minimalwert	$3,5 \times 10^5$	$6,3 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$2,5 \times 10^1$
Mittelwert	$1,58 \times 10^6$	$1,17 \times 10^5$	$3,50 \times 10^4$	$1,39 \times 10^3$
Standardabweichung	$9,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$5,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$

(Werte gerundet in PBE / ml)



*Abb.48: Konzentration der zurückgewonnenen Virusmenge im Vergleich zur Ausgangskonzentration auf Plastikoberflächen*

1	2	3	4
$3,16 \times 10^8$ PBE / ml	$6,32 \times 10^7$ PBE / ml	$1,26 \times 10^7$ PBE / ml	$1,26 \times 10^6$ PBE / ml

Ergebnisse in Abhängigkeit von der Eintrocknungszeit

In der Tab. 25 sind die Werte für die Versuche auf der Plastiktoilette in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.

Auch hier wurde eine Ausgangskonzentration von  $1 \times 10^8$  Viren / ml aufgetragen und für unterschiedliche Zeit auf der Oberfläche belassen.

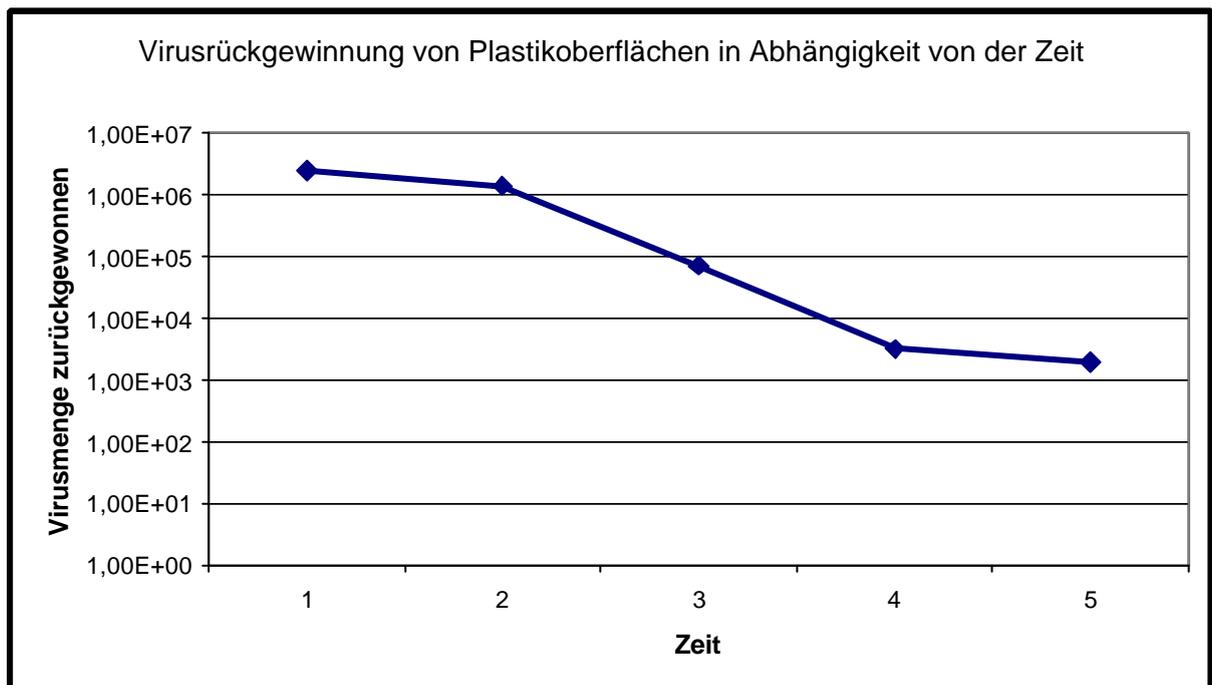
Direkt nach dem Auftragen und auch nach 20 min konnten  $5,6 \times 10^6$  Viren / ml als Maximalwert zurückgewonnen werden. Nach 80 min lag der Maximalwert bei nur noch  $5,6 \times 10^3$  Viren / ml und der Minimalwert betrug  $1,9 \times 10^3$  Viren / ml.

Die Kurve der Mittelwerte ist in Abb. 49 dargestellt.

Tab.25: zurückgewonnene Virusmengen in Abhängigkeit von der Zeit auf Plastikoberflächen

Zeit	0 min	20 min	40 min	60 min	80 min
<b>Maximalwert</b>	$5,6 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$5,6 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$	$5,6 \times 10^3$
<b>Minimalwert</b>	$5,6 \times 10^5$	$5,6 \times 10^4$	$3,2 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$
<b>Mittelwert</b>	$2,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$7,2 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
<b>Standardabweichung</b>	$1,8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$1,65 \times 10^5$	$4,5 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$

(Werte gerundet in PBE / ml)



(Legende siehe Abb.46)

Abb.49: Konzentration der zurückgewonnenen Virusmenge von Plastik in Abhängigkeit von der Zeit

### 3.2.4.2. Ergebnisse des virologischen Feldversuches

Im hier durchgeführten Feldversuch konnten auf keiner der 105 untersuchten Oberflächen mit der oben beschriebenen Methode Enteroviren gefunden werden (Tab.26).

*Tab.26: Probennahmepunkte, Anzahl der Proben und Resultate des virologischen Feldversuches*

	Anzahl der Proben	Toilette 1		Toilette 2		Toilette 3	
		Herren	Damen	Herren	Damen	Urinal	Sitztoilette
Toilettenbrille	25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Boden v. Toil.	25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Spülknopf	25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Klinke Eingang	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## **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<sup>2</sup> 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/  $40 \text{ cm}^2$  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 /  $40 \text{ cm}^2$ . 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 /  $40 \text{ cm}^2$ . 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  $2 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$ .

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 /  $40 \text{ cm}^2$  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 ausgehen 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 /  $40 \text{ cm}^2$  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  $1 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  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  $1 \times 10^3$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  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.  $2 \times 10^2$  KBE /  $40 \text{ cm}^2$  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  $4 \times 10^6$  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 Tupper 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.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt, um die hygienische Situation öffentlicher Toiletten in einer deutschen Großstadt zu ermitteln und auf eventuelle Gefahren für die menschliche Gesundheit hinzuweisen und gegebenenfalls Lösungsvorschläge für bestehende Probleme aufzuwerfen.

Zu diesem Zweck wurden verschiedene Oberflächen öffentlicher städtischer Toilettenanlagen und privat betriebene selbstreinigende Toiletten mittels Tupferabstrichen untersucht und der mikrobielle und virologische Keimgehalt bestimmt.

Auf fünf Oberflächen einer öffentlichen Toilette wurden *Shigella spp.* in geringer Konzentration nachgewiesen, was auf ein geringes aber nicht zu unterschätzendes hygienisches Risiko hinweist. Außerdem konnten in 27% der Proben Enterobacteriaceae und in 19% Fäkalstreptokokken gefunden werden, wobei sich besonders die Toilettenbrille, der Boden vor dieser, das Urinal und die Klinken als sensible und hygienisch relevante Oberflächen darstellten. Dazu kommt, dass nach der Reinigung in einer Vielzahl der Proben der Keimgehalt insbesondere an sogenannten Nasskeimen, wie *Pseudomonas spp.* und *Aeromonas spp.* höher war als vor den Reinigungsmaßnahmen, was auf Fehler im Reinigungsregime, insbesondere wahrscheinlich im Umgang mit den Reinigungsutensilien hindeutet.

Es ist tendenziell zu erkennen, dass kein nennenswerter Unterschied im Vergleich zwischen Herren – und Damentoiletten besteht.

Insgesamt betrachtet herrscht nach den vorliegenden Ergebnissen auf den Oberflächen bestimmter Einrichtungen und Utensilien der öffentlichen Toiletten ein nur geringes Keimniveau vor.

Zuzüglich können keine Schlussfolgerungen im Bezug auf den Einfluss von Oberflächenmaterialien auf die Keimkonzentration gezogen werden.

Die Untersuchung der selbstreinigenden Bedürfnisanstalten, die sich auf die bakterielle Kontamination beschränkte, ergab auf diesen Toiletten ein noch niedrigeres Keimniveau. Es wurden keine obligat pathogenen Keime isoliert. In 22% der Proben wurden Enterobacteriaceae gefunden, jedoch in keinem Fall konnte *Escherichia coli* nachgewiesen werden. Auch *St. aureus* wurde nicht nachgewiesen.

Diese Toilettenanlagen können, auf Grund des geringen Keimniveaus, was wahrscheinlich neben der benutzerfreundlichen Bedienung auch auf die geringere Frequenz der Inanspruchnahme zurückzuführen ist, als empfehlenswerte Alternative zu den städtischen Toiletten angesehen werden.

Auf keiner der Toiletten konnte im Feldversuch Enterovirus nachgewiesen werden.

Die virologischen Laborversuche wurden auf Plastik – und Edelstahloberflächen mit ECBO - Virus durchgeführt.

Es wurde zum einen versucht, in Abhängigkeit von der aufgetragenen Viruskonzentration zu ermitteln, von welcher Oberfläche mit der beschriebenen Methodik geringere Viruskonzentrationen nachgewiesen werden können. Zum Anderen von welcher Oberfläche bei gleichen Eintrocknungszeiten mehr Virus zurückgewonnen werden kann.

Die aufgetragene Viruskonzentration war bei beiden Oberflächen gleich, während bei gleicher Eintrocknungszeit von der Stahloberfläche mit den Tupfern weniger Virus zurückgewonnen werden konnte.

D.h. dass entweder das Virus auf der Edelstahloberfläche weniger lang überlebt, oder die Tupfer es schlechter von der Materialoberfläche lösen können. Beide Möglichkeiten würden für die Verwendung von Edelstahl in den Toilettenanlagen sprechen, was zumindest auf den hier untersuchten, schon größtenteils der Fall ist.

## 6. SUMMARY

### **Qualitativ and quantitativ, microbial and virological investigations to determine the hygienic situation of different public toilets in a large German city**

The present investigation was performed to determine the hygienic situation of public toilets in a large German city, to address possible risks for the human health and, if necessary, to propose solutions to existing problems.

To this effect various surfaces of municipal public conveniences and privately operated self-cleaning toilets were examined by means of swabs to determine the level of microbial and virological germs.

*Shigella spp.* was detected in low concentrations on five surfaces of a public toilet, indicating a low hygienic risk which must, however, not be neglected. Furthermore, enterobacteriaceae were found in 27% of the samples taken and faecal streptococci were identified in 19%. In particular, the toilet seat, the floor surface in front of it, the urinal and the door handles were found to be sensitive and hygienically relevant surfaces. Moreover, a large number of samples taken after the cleaning showed higher concentrations of germs, particularly hydrophilic germs such as *Pseudomonas spp.* and *Aeromonas spp.*, than samples taken before the cleaning. This suggests the non-observance of cleaning routines, presumably in particular with regards to the use of the cleaning equipment.

The comparison between gentlemen's toilets and ladies' toilets tends to show no significant differences.

In general terms, the results of this investigation indicate that the surfaces of certain installations and implements of public toilets only show a low degree of contamination.

The examination of self-cleaning public conveniences which was limited to the bacterial contamination, revealed an even lower level of germs in this type of toilet. No obligate pathogenic germs could be isolated. Enterobacteriaceae were found in 22% of the samples taken, but neither *Escherichia coli* nor *St. aureus* could be confirmed in any case.

In view of the low level of contamination supposedly due to the user-friendly operation and the less frequent use, such toilet systems can be considered to be a commendable alternative to municipal public conveniences.

During this field study Enterovirus could not be found in any of the toilets examined.

Using ECBO virus, the virological laboratory tests were carried out on plastic and stainless steel surfaces.

On the one hand, the objective of the tests was, depending on the virus concentration applied, to identify on which surface lower virus concentrations can be determined by means of the methodology described, and, on the other hand, to establish from which surface more virus can be regained at identical drying times.

The virus concentration applied was identical for both surfaces whilst the swabs regained less virus from the steel surface after identical drying times.

These findings lead to conclude that the virus either survives on the steel surface for a shorter period of time or that the swabs can resolve it from the surface less easily. Both explanations would support the use of stainless steel in public conveniences, this already being the case in most of the facilities subject to this investigation.

## 7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Auf öffentlichen Toilettenanlagen muß mit einer Vielzahl verschiedener Mikroorganismen, mit pathogenen, fakultativ pathogenen oder apathogenen Bakterien und Viren gerechnet werden, die in der Umgebung des Menschen vorkommen. Sie können unter bestimmten Umständen zu Schmierinfektionen führen und damit Erkrankungen verursachen. In den vorliegenden Untersuchungen, mit Ausnahme des Shigellennachweises auf einer der Toiletten, konnten keine obligat pathogenen Keime nachgewiesen werden. Die auf den Oberflächen gefundenen Enterobacteriaceae, Fäkalstreptokokken und Hefen weisen allerdings auf mangelhafte hygienische Verhältnisse, besonders auf sensiblen Oberflächen wie Toilettenbrille, Klinken und Urinal hin.

Wenn auch bei all den gefundenen Keimen die Erregermengen in der Regel nicht ausreichen, um bei gesunden Menschen eine Infektion auszulösen, ist allerdings daran zu denken, dass nicht nur Gesunde die Toilettenanlagen benutzen, sondern auch immunsuppressive Personen. D.h. dass auch fakultativ pathogene Keime dazu führen können, dass Individuen mit geschwächtem Immunsystem erkranken.

Außerdem sind Überlegungen naheliegend, dass der Nachweis fakultativ pathogener Keime die Schlussfolgerung zuläßt, dass auch obligat pathogene Mikroorganismen auf den Oberflächen der Toiletten vorhanden sind.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, dass Personen, auch wenn bei ihnen selbst keine Erkrankung ausgelöst wird, als erstes Glied einer Infektionskette eine wichtige hygienische Rolle spielen.

Die starke Frequentierung der Toiletten, besonders in der Reisezeit oder bei Großveranstaltungen lässt vermuten, dass der Mensch sowohl als Keimträger und – vehikel fungiert, als auch als Dauerausscheider auf den öffentlichen Toiletten von Bedeutung ist.

Wie groß die generelle Infektionsgefährdung einzuschätzen ist, lässt sich nicht beantworten, da zwischen der Infektion und dem eventuellen Krankheitsausbruch im Allgemeinen eine Inkubationszeit von einigen Tagen liegt und es somit unmöglich wird, die Toilette als ursächlichen Ausgangspunkt der Infektion zu definieren.

Aufgrund der nachgewiesenen Keimzahlen werden spezielle Desinfektionsmaßnahmen in öffentlichen Toiletten nicht als prinzipiell notwendig erachtet. Im Allgemeinen liegt der Kontaminationsgrad nach einigen Stunden nur noch wenig unter dem vor einer durchgeführten Desinfektion. In einigen Fällen wurden direkt nach der Reinigung und

Desinfektion durch das Personal adäquate oder für bestimmte Keime sogar höhere Werte bestimmt. Schlussfolgernd aufgrund dieser Ergebnisse ist vielmehr darauf hinzuweisen, dass eine einmalige tägliche Reinigung dagegen unbedingt notwendig und als Mindestanforderung anzusehen ist, um einen möglichst geringen Keimgehalt auf den Oberflächen der Toilettenanlagen aufrechtzuerhalten oder zu erzielen.

Es muss jedoch dringend hervorgehoben werden, die aufgedeckten und unter Kap. 4.1.2.1. diskutierten Mängel, zur Korrektur der hygienischen Situation, zu verbessern. D.h. es müssen die Einwirkzeit und die Reinigungsmethode der verwendeten Mittel berücksichtigt werden und mit den Reinigungsutensilien muss sachgemäß umgegangen werden.

Eine Vielzahl der hier gefundenen Bakterienspezies ist auch auf den Toiletten zum Beispiel in privaten Haushalten ubiquitär vorhanden und stellt somit hier kein höheres Infektionsrisiko dar, als in der häuslichen Umgebung.

Des Weiteren sind regelmäßige Personalschulungen hinsichtlich Grundlagen der Hygiene, der Reinigung und der Mikrobiologie zu empfehlen, da erfahrungsgemäß hier ein erhebliches Optimierungspotenzial schlummert.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

ABAD, F.X.; R.M. PINTO; A. BOSCH (1997):

Disinfection of human enteric viruses on fomites.

FEMS Microbiology Letters 156, 107-111

ABAD F.X.; R.M. PINTO; A. BOSCH (1994):

Survival of enteric viruses on environmental fomites.

Appl. Environ. Microbiology. 10, 3704-3710

AKHTER J.; S. AL-HAJJAR; S. MYINT & S.M. HUSSAIN QADRI (1995):

Viral contamination of environmental surfaces on a general paediatric ward and playroom in a major centre in Riyadh.

European Journal of Epidemiology. 11, 587-590

ANDERSSON, S.A.; P.O. NILSSON (1991):

Bakteriologisk krigföring mot råttor och möss.

Svensk Veterinärtidning. 43, 173-176

ANONYM (2000):

ADAC- Untersuchung Reisetouiletten 2000 Europa

ANONYM (1997):

Salmonellose – Erkennung, Bekämpfung, Verhütung.

Bundesgesundheitsblatt 1/97, 36 – 38

ANONYM (1997):

Shigellenruhr – Erkennung, Bekämpfung, Verhütung.

Bundesgesundheitsblatt, 4, 142 –143

ANONYM (1997):

Ursachen des Auf und Ab der Salmonellosen des Menschen.

Bundesgesundheitsblatt, 6, 260 – 263

ANSARI S.A.; S.A. SATTAR; V.S. SPRINGTHORPE; G.A. WELLS; W. TOSTOWARYK (1988):

Rotavirus Survival on Human Hands and Transfer of Infectious Virus to Animate and Nonporous Inanimate Surfaces.

Journal of Clinical microbiology, 8, 1513-1518

BAHIRATHRAN, M.; L. PUENTE; P. SEYFRIED (1998):

Use of yellow-pigmented enterococci as a specific indicator of human and nonhuman sources of faecal pollution.

Can.J.Microbiol., 44, 1066-1071

BALACESCU, C.; L. GRÜN (1975):

Bakteriologisch-parasitologische Untersuchungen in öffentlichen Hallenbädern. Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt. Orig.B 160, 292-296

BEAN, B.; B.M. MOORE; B. STERNER; L.R. PETERSON; D.N. GERDING; H.H. BALFOUR, JR. (1982):

Survival of Influenza Viruses on Environmental Surfaces.

The Journal of Infectious Diseases. 146, 47-51

BECKER, H.; G. TERPLAN (1987):

Bedeutung und Systematik von Enterobacteriaceae in Milch und Milchprodukten.

Deutsche Molkereizeitung, 8, 204-210,

BECKMANN, G.; A. KÖNEMANN; T. BAUER; B. SONNENSCHNEIN (1997):

Das Zauberwort „Betriebliche Eigenkontrolle“- Erfahrungen eines externen Dienstleisters. Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle, 1, 15-21

BELLAMY K.; K.L. LABAN; K.E. BARRETT; D.C. TALBOT (1998):

Detection of viruses and body fluid which may contain viruses in the domestic environment.

Epidemiol. Infect. 121, 673-680

BETTELHEIM, K.A. (1996):

Enterohaemorrhagic Escherichia coli. A new problem, an old group of organism.

Australian Veterinary Journal, 73, 20 –26

BISPING, W.; G. AMTSBERG (1988):

Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionserreger der Tiere.

Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

BÖHM, R.; B. KRAUS (1983):

Vergleich der Leistungsfähigkeit des Thran-Bakterienkollektors (Absprühmethode) mit anderen Verfahren zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes im Modellversuch.

Hyg.+Med., 8, 255-259

BÖHM, R. (1993):

Verhalten ausgewählter Salmonellen in der Umwelt.

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 100, 275-278

BONTEN, M.J.; M.K. HAYDEN; C. NATHAN; J. VAN VOORHIS; M. MATUSHEK; S. SLAUGHTER; T.RICE; R.A. WEINSTEIN (1996):

Epidemiology of colonisation of patients and environment with vancomycin-resistant enterococci.

Lancet, 348, 1615-1619

BORNEFF, M. (1977):

Entwicklung einer neuen Prüfmethode für Flächendesinfektionsverfahren, II. Mitteilung: Vergleichsversuche mit der Abdruck- und Abspülmethode.

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt., Orig. B 165, 11-19

BORNEFF, J. (1987):

Die Bestimmung von E. coli und coliformen Keimen und ihre Bedeutung. In: AURAND, K.; U. HASSELBARTH; G.v. NIEDING; W. SCHUHMACHER; W. STEUER (HRSG.):

Die Trinkwasserverordnung, Erich Schmidt Verlag Berlin, 117-137

BOYCE, J.M.; G. POTTER-BYNOE; C. CHENEVERT; T. KING (1997):

Environmental Contamination due to methicillin-resistant Staphylococcus aureus: Possible Infection Control Implications.

Infection control and hospital epidemiology, 18-9, 622-627

BRAUSS, F.W. (1973):

Probleme der Gaststätten- und Hotelhygiene,  
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 157, 363-369

BRENNER, D.J. (1974):

Enterobacteriaceae. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol.1,  
Williams und Wilkins, Baltimore-London

BROSSO, P.; G. BUFETTI; A. SACCO (1992):

Non-sexual transmission of sexually transmitted diseases.  
Minerva Ginecol, 44, 407-413

BRYDEN, A.S. (1992):

Isolation of enteroviruses and adenoviruses in continuous simian cell lines.  
Medical laboratory sciences, 49, 60-65

BUSS, R.; U. FÄRBER; K.-H. KNOLL; W. STEIN (1979):

Untersuchungen über die Fliegenfauna und ihre hygienische Bedeutung in Freizeit- und  
Erholungsgebieten (Dipt., Muscidae, Calliphoridae).  
Forum Städte-Hygiene, 30, S.32-36, 1979

CHONMAITREE, T.; C. FORD; C. SANDERS; H. LUCIA (1988):

Comparison of Cell Cultures for rapid Isolation of Enterovirus.  
Journal of Clinical Microbiology, 26, 2576-2580

CHONMAITREE, T.; M.A. MENEGUS; K.R. POWELL (1982):

The clinical relevance of `CSF viral culture`. A two-year experience with aseptic meningitis in  
Rochester, NY.

JAMA, 247:13, 1843-1847

CORETTI, K. (1966):

Über den Wert einiger Methoden zur Ermittlung der Betriebshygiene in  
Fleischwarenbetrieben.

Die Fleischwirtschaft, 46, 139-141, 144-145

DAGAN, R.; M.A. MENENGUS (1986):

A Combination of four cell types for rapid detection of enteroviruses in clinical specimens.  
Journal of Medical Virology, 19, 219-228

DARLOW, H.M.; W.R.BALE; G.B. CARTER (1961):

Infection of mice by the respiratory route with Salmonella typhimurium.  
J.Hyg., 59, 303-308

DE WIT J.C.; F.M. ROMBOUTS (1992):

Faecal microorganism on the hands of carriers: Escherichia coli as model for salmonella.  
Zentralbl. Hyg. Umweltmed., 193, 230-236

DOUGLAS, R.G., JR. (1975):

In E.D. Kilbourne (ed.). The influenza virus and influenza.  
Academic Press, New York, 395-447

DUPONT, H.L.; R.B. HORNICK; M.J. SNYDER; J.P. LIBONATI; S.B. FORMAL E.J.  
GANGAROSA (1972):

Immunity in shigellosis. II. Protection induced by oral live vaccine or primary infection.  
J. Infect. Dis., 125, 12-16

DROFFNER, M.L.; W.F. BRINTON (1995):

Survival of E. coli and Salmonella Populations in aerobic thermophilic Composts as Measured with DNA Gene Probes.  
Zbl.Hyg., 197, 387-397

EFFENBERGER, T. (1976):

Salmonellen-Seuchengefahren des motorisierten Massentourismus.  
Forum Umwelt-Hygiene, 27, 132-136

EKANEM, E.; H. L. DUPONT; L.K. PICKERING; B.J. SELWYN; C.M. HAWKINS (1983):

Transmission dynamics of enteric bacteria in day-care centers.  
American Journal of Epidemiology, 118, 562-572

EXNER, M. (1996):

Risikobewertung und Risikovermeidung bei Infektionskrankheiten.

Zbl. Hyg., 199, 188-226

FEUERPFEIL, I.; W. STELZER (1992):

Das Vorkommen von antibiotikaresistenten koliformen Bakterien in der Darmflora des Menschen.

Bundesgesundheitsblatt, 2, 61-65

FIEDLER, K.; M. LINDNER; B. EDEL; F. WALLBRECHT (1998):

Infektionsgefährdung durch Abendmahlskelche – eine unterschätzte Gefahr?

Zent.bl. Hyg. Umweltmed. 201, 167-188

FLOHR S.; P.HEEG (1993):

Untersuchungen zur Absterberate von Pseudomonas aeruginosa auf PVC-Testflächen.

Hyg.+Med., 18, 108-111

FLUK, W. (1992):

Mikrobiologisch- hygienische Untersuchungen an Oberflächen von Toilettenanlagen in Reiseverkehrsmitteln.

Forum Städte- Hygiene, 43, 338- 343

FRYKLUND, B.; K. TULLUS; L.G. BURMAN (1995):

Survival on skin and surfaces of epidemic and non-epidemic strains of enterobacteria from neonatal special care units.

Journal of Hospital Infection, 29, 201-208

FUKUSHIMA H.; K. HOSHINA; M. GOMYODA (1999):

Long-term survival of shiga toxin-producing Escherichia coli O26, O11 and O157 in bovine feces.

Appl. Environ.Microbiol., 65, 5177-5181

GEIGER, W. (1983):

Qualitative und quantitative bakteriologische Befunderhebung an stationär behandelten Hunden in einer Tierklinik.

Diss. vet.med., Vet.Med. Hochsch. Giessen

GERBA C.P.; C.WALLIS; J.L.MELNICK (1975):

Microbiological Hazards of Household Toilets: Droplet Production and the Fate of residual Organism.

Applied Microbiology, 30, 229-237

GERBA, C.P. (1984):

Adsorption to Surface.

Advanced in Applied Microbiology, 30, 133-168

GRÄF W.; D.KERSCH; G. SCHERZER (1988):

Mikrobielle Kontamination von Flüssigseifen-Wandspendern mit Einwegflaschensystem.

Zbl.Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 186, 166-179

GREENBERG, B. (1964):

Experimental transmission of Salmonella typhimurium by houseflies to man.

Am. J. Hyg., 80, 149-156

GÜNTHER, A.; G. SCHRADER; S. GERNAUDT (1984):

Zur Frage der Türklinken als Keimüberträger.

Z. gesamte Hygiene 30, 503-506

GUNDERMANN, K.O. (1967):

Zur Methode der Keimzahlbestimmung auf Oberflächen.

Arch.Hyg., 150, 753-758

GUNDERMANN, K.O.; H. JOHANNSEN (1970):

Untersuchungen zur Überlebensdauer von Bakterien auf Oberflächen und der Möglichkeiten ihrer Beeinflussung.

Arch.Hyg., 154, 102-109

GUSTAFSON, D.R.; E.A. VETTER; D.R. LARSON; D.M. ILSTRUP; M.D. MAKER; R.L. THOMPSON; F.R. COCKERILL (2000) :

Effect of 4 hand-drying methods for removing bacteria from washed hands: a randomised trial.

Mayo. Clin. Proc., 75, 705-708

GWALTNEY, J.M.; J.O. HENDLEY (1982):

Transmission of experimental rhinovirus infection by contaminated surfaces.

Americ. Journal of Epidem., 116, 828-833

HALL, C.B.; DOUGLAS, R.J. JR.; GEIMAN J.M.; MEAGHER, M.P. (1979):

Viral shedding patterns of children with influenza B infection.

J. Infect. Dis., 140, 610-613

HALLMANN, L. ; BURKHARDT F. (1974):

Klinische Mikrobiologie.

4.Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart

HAMBLING, M.H.; P.M. DAVIS (1965):

Susceptibility of the LLC-MK2 line of monkey kidney cells to human enteroviruses.

J. Hyg. Camb., 63, 169- 174

HARTUNG, M. (1992):

S. enteritidis und S. typhimurium in veterinärmedizinischen Salmonella-Isolaten.

Bundesgesundhbl., 8, 383-388

HAUPT, H. (1964):

Medizinisch- bakteriologische Diagnostik für Ärzte und Tierärzte.

Ferdinand Enke - Verlag, Stuttgart

HECHELMANN, H.; M. GAREIS (1995):

Möglichkeiten und Grenzen der Diagnostik von Salmonellen.

Mitteilungsblatt BAFF, 128, 174-178,

HENTSCHEL, W. (1979):

Moderne hygienische Toilettenanlagen für Reisezugwagen.

Die Eisenbahntechnik, 19, 24-27

HORSCH F. (1987):

Allgemeine Mikrobiologie und Seuchenlehre.

VEB Gustav Fischer Verlag Jena

HSIUNG, G.D.; J. WANG (2000):

Enterovirus infections with special reference to enterovirus 71.

J. Microbiol. Immunol. Infect., 33, 1-8

JAWAD, A.; J. HERITAGE; A.M. SNELLING; D.M. GASCOYNE BINZI; F. HAWKEY (1996):

Influence of relative humidity and suspending menstrual on survival of Acinetobacter spp. on dry surfaces.

J. Clin. Microbiol., 34, 2881-2887

KALTENTHALER E.C.; A.M. ELSWORTH; M.S. SCHWEIGER; D.D. MARA; D.A. BRAUNHOLTZ (1995):

Faecal contamination on children`s hands and environmental surfaces in primary schools in Leeds.

Epidemiol. Infect., 115: 527-534

KAMPF, W-D (1979):

Zum Problem des Nachweises überlebender Keime bei Modellversuchen zur Prüfung von Flächendesinfektionsverfahren.

Hyg. + Med., 4, 371-375

KNUDTSON, L.M.; P.A. HARTMAN (1992):

Routine procedures for isolation and identification of enterococci and fecal streptococci.

Appl. Environ. Microbiol., 58, 3027-3031

KOOPMAN, J.S. (1978):

Diarrhea and school toilet hygiene in Cali, Columbia.

American Journal of Epidemiology, 107, 412-420

KIST, M. (1991):

Zunahme der Salmonella enteritidis-Infektionen des Menschen: Ein weltweites Problem.  
Öff.Gesundh.-Wes., 53, 687-692

KELCH, F.; H. FRIESS (1959):

Durchführung bakteriologischer Kontrollen in fleischbeschaulichen Betrieben.  
Die Fleischwirtschaft, 39, 1011-1017

KESWICK, B.H.; L.K. PICKERING; H.L. DUPONT; W.E. WOODFARD (1983):

Survival and detection of rotaviruses on environment surfaces in Day Care Centers.  
Appl. Environ. Microbiology, 10, 813-816

KLEINER U.; D. PROF? (1985):

Ergebnisse aus Modellversuchen zur Überlebensfähigkeit von Bakterien auf Oberflächen unter besonderer Berücksichtigung der Materialart und der Keimdichte.  
Z.ges. Hygiene, 31, 456-459

KÖHLER, B. (1993):

Beispiele für die Anreicherung von Salmonellen in der Umwelt.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 100, 264 - 273

KRESKEN, M.; D.HAFNER; N. VON ROSENSTIEL (1999):

Zeitliche Entwicklung der Antibiotikaresistenz bei klinisch wichtigen Bakterienspezies in Mitteleuropa.

Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz, 1, 17-25

KRESKEN, M. (1995):

Prävalenz der Resistenz bei klinisch wichtigen Bakterienspezies gegenüber älteren und neueren Antibiotika in Europa.

Bundesgesundheitsbl., 5, 170-178

KRUG, W.; N. REHM (1983):

Nutzen-Kosten-Analyse der Salmonellenbekämpfung.

Schriftreihe des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit. Bd.131, Verlag W.Kohlhammer Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz

KÜHN, H. (1993):

Vorkommen von Enteritis – Salmonellen beim Menschen.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 100, 255 - 258

LARSON, E.L.; P.I. EKE; M.P. WILDER; B.E. LAUGHON (1987):

Quantity of soap as a variable in handwashing.

Infect.Control., 8, 371-375

LEUSCH, H.-G.; G. KANTWERK – FUNKE (1995):

Nachweis von Salmonellen aus Oberflächenabstrichen von zerlegtem Schweinefleisch - Ein Vergleich zwischen der kulturellen Methode nach LMBG und der PCR.

36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Dtsch. Vet.Med. Gesellschaft, 26.-29.9.

MACHMERTH, R.; G. BÜCHNER (1972):

Über den Nachweis von Mikroorganismen an Oberflächen.

Math.-Nat. R., 21, 707-709 oder

Schriftenreihe für Theorie und Praxis in Medizin, Pharmazie und Wirtschaft, Leipzig; Barth, ISSN 0138-1008

MBHITI, J.N.; V.S. SPRINGTHORPE; S.A. SATTAR (1991):

Effect of Relative Humidity and Air Temperature on Survival of Hepatitis A Virus on Environmental Surfaces.

Appl. Environ. Microbiology, 5, 1394-1399

MENDES, M.F.; D.J. LYNCH (1976):

A bacteriological survey of washrooms and toilets.

J.Hyg.Camb., 76, 183-190

METZ, H. (1990):

Vorkommen und Bedeutung von Salmonellen in Südbayern.

Bundesgesundheitsblatt, 11, 492-494

MEYER B.; K. BANSEMIR (1996):

Eine Methode zur Ermittlung der Flächenwirksamkeit von Desinfektionsmitteln – der Einfluss der Reinigungsmechanik.

Hyg.+Med., 21, 94-100

MILLER, R.G.; C.R. TATE; E.T. MALLINSON; J.A. SCHERRER (1991):

Xylose-Lysine-Tergitol 4: an improved selective agar medium for the isolation of Salmonella.

Poultry Sci., 70, 2429-2432

MITSCHERLICH, E.; E.H.MARTH:

Microbial survival in the environment.

Springer-Verlag, Berlin (1984)

MODROW, S.; D. FALKE:

Molekulare Virologie

Spektrum Akademischer Verlag GmbH (1997)

MÖRITZ, M.; H. SCHLEIBINGER; H. RÜDEN (1998):

Investigations on the survival time of outdoor microorganisms on air filters.

Zentr.bl. Hyg. Umweltmed., 201, 125-133

MORRIS, R. (1982):

Detection of enteroviruses: an assessment of ten cell lines.

Wat. Sci. Technol. ,17, 81-88

MÜLLER W.; K.GRÖNING; F.HARTMANN (1981):

Die Tenazität von Bakterien im luftgetragenen Zustand, I.Mitteilung: Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der Absterbekonstante beta für E. coli, Salmonella spp. und Pasteurella multocida.

Zbl. Hyg., I.Abt., Orig.B 172, 367-376

MÜLLER, W.; DINTER, P.-S. (1986):

Die Tenazität von Bakterien im luftgetragenen Zustand. IV.Mitteilung: Experimentelle Untersuchungen zur Lebensfähigkeit luftgetragener E. coli O:78 unter dem Einfluss unterschiedlicher Temperaturen und Feuchte.

Zbl. Bakt.Hyg., Orig.A 262, 303-312

MÜLLER, G.; W. RUDOLPH (1975):

Zur Frage der Anwesenheit von Fäkalkeimen auf Toilettenbrillen.

Forum Umwelthygiene, 6, 143-147

MÜLLER W.; K.GRÖNING (1981):

Die Tenazität von Bakterien im luftgetragenen Zustand. II.Mitteilung, Experimentelle Untersuchung zur Bestimmung der Absterbekonstante beta für Kokken.

Zbl. Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.B 173, 180-187

MÜLLER W.; P.-S. DINTER (1988):

Die Überlebensfähigkeit von Pasteurellen in der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung des luftgetragenen Zustands.

Tierärztl.Prax. Suppl., 3, 16-20

MURMANN D.; V.D. HEYDE (1994):

Einfluß von Temperatur und Zeit auf den Keimgehalt von Abstrichtupfern.

Tierärztl. Umschau, 49, 100-103

NEWSOM, S.W.B. (1972):

Microbiology of hospital toilets.

The Lancet, 30, 700-703

NOBLE, M.A.; J.L. ISAAC-RENTON; E.A. BRYCE; D.L. ROSCOE; F.J. ROBERTS;  
M.WALKER; S. SCHARF; A. WALSH; M. ALTAMIRO-DIMAS; M. GRIBBLE (1998):

The toilet as a transmission vector of vancomycin-resistant enterococci.

Journal of Hospital Infection, 40, 237-241

PATRICK, D.R.; G. FINDON; T.E. MILLER (1997):

Residual moisture determines the level of touch-contact bacterial transfer following hand washing.

Epidemiol.Infect., 119, 319-325

PHILIPP, W.; W. FLUK; H.-G. ENGLER; D. STRAUCH (1992):

Erhebung und mikrobiologische Untersuchungen in der Umgebung von Park- und Rastanlagen deutscher Fernstrassen.

Forum Städte-Hygiene, 32, 344- 348

PIOCH, G.; I. BRÄUNING (1989):

Die Tenazität der Salmonellen in Umweltmedien und ihre Verbreitung mit Abprodukten.

Z.gesamte Hyg., 35, 645-649

POTASMAN, I.; A. OREN; I. SRUGO (1999):

Isolation of Ureaplasma urealyticum and Mycoplasma hominis from public toilet bowls.

Infect. Control. Hosp. Epidemiol., 20, 66-68

PINA, S.; M. PUIG; F. LUCENA; J. JOFRE; R. GIRONES (1998):

Viral Pollution in the Environment and in Shellfish: Human Adenovirus Detection by PCR as an Index of Human Viruses.

Appl.Envirn.Microbiology, 9, 3376-3382

PINTO, B.; R. PIEROTTI; G.CANALE; D.REALI (1999):

Characterization of `faecal streptococci` as indicators of faecal pollution and distribution in the environment.

Letters in Applied Microbiology, 29, 258-263

PIRTLE, E.C.; G.W. BERAN (1991):

Virus survival in the environment.

Rev. Sci. Tech., 10, 733-748

PITZURRA M.; A. SAVINA; C. PASQUARELLA; L. POLETTI (1997):

Eine neue Methode zur Untersuchung der mikrobiellen Oberflächenkontamination.

Hygiene und Medizin, 22, 77 – 92

PLATEN, H.:

Beiträge zur Beurteilung von Infektionsrisiken auf öffentlichen Sanitäreinrichtungen.  
Fachhochschule Giessen-Friedberg, 2000

PREIß, K. R. (1975):

Umgebungsuntersuchungen von Toiletten in Eisenbahnen, Bahnhöfen und öffentlichen Gebäuden in Hamburg.

Diss., Univ. Hamburg

RAMBACH, A. (1990):

New Plate Medium for Facilitated Differentiation of Salmonella spp. from Proteus spp. and other Enteric Bacteria.

Appl. Environ. Microbiol., 56, 301-303

RANGEL-FRAUSTO, M.S.; A.K. HOUSTON; M.J. BALE; C.FU; R.P. WENZEL (1994):

An experimental model for study of candida survival and transmission in human volunteers.

Eur.J.Clin.Microbiol.Infect.Dis., 590-595

RATHMACHERS, B.; M. BORNEFF (1977):

Entwicklung einer neuen Prüfmethode für Desinfektionsmittel. IV. Mitteilung: Natürliche Absterberate und deren Beeinflussung durch Umgebungsfaktoren.

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 165, 43-59

REUßE, U.; A. HAFKE; A. MEYER (1975):

Erfahrungen bei der Isolierung von Salmonellen und Enterobacteriaceen.

Archiv für Lebensmittelhygiene, 26, 137-143

RHODES, P.; L.B. QUESNEL (1986):

Comparison of Müller-Kauffmann tetrathionate broth with Rappaport-Vasiliadis (RV) medium for the isolation of salmonellas from sewage sludge.

J. Appl. Bact., 60, 161-167

RITTER E.; V. THURM; A. BAUERNFEIND; C. DORITTKKE; S. VÖLPEL; H. FINGER (1994):  
Nosokomiale Kolonisation und Infektion durch multiresistente Enterobacter cloacae-Stämme  
auf einer onkologischen Kinderstation.

Zbl.Hyg. und Umweltmedizin, 196, 81-94

ROBINE, E.; D. DERANGERE, D. ROBIN (2000):

Survival of a Pseudomonas fluorescens and Enterococcus faecalis aerosol on inert surfaces.

International Journal of Food Microbiology, 55, 229-234

ROLLE, M.; A. MAYR (2001):

Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

ROSAS, I.; E. SALINAS; A. YELA; E. CALVA, C. ESLAVA, A. CRAVIOTO (1997):

Escherichia coli in Settled-Dust and Air Samples Collected in Residential Environments in  
Mexico City.

Applied and Environmental Microbiology, 63, 4093-4095

RÜHLMANN, S.; F. FELDHUSEN (1995):

Untersuchungen zur Aussagekraft verschiedener Oberflächenabklatschsysteme bei  
unterschiedlichen Materialien.

36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Dtsch. Vet.Med.  
Gesellschaft, 26.-29.9.

SANDER, J. (1993):

Pathogenese der Salmonella – Infektionen des Menschen.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 100, 283 - 285

SATTAR, S.A ; N. LLOYD-EVANS; V. S. SPRINGTHORPE (1986):

Institutional outbreak of rotavirus diarrhoea: potential role of fomites and environmental  
surfaces as vehicles for virus transmission.

J. Hyg. Camb., 96, 277-289

SATTAR, S.A.; K.D. DIMOCK; S.A. ANSARI; V.S. SPRINGTHORPE (1988):

Spread of acute hemorrhagic conjunctivitis due to enterovirus-70: Effect of air temperature and relative humidity on virus survival on fomites.

Journal of Medical Virology, 25, 289-296

SCHMIDT, N.J. ; H.H. HO ; E.H. LENNETTE (1976):

Comparative sensitivity of the BGM cell line for isolation of enteric viruses.

Health Lab Sci,13, 115-117

SCHMIDT, N.J.; H.H. HO; J.L. RIGGS; E.H. LENNETTE (1978):

Comparative sensitivity of various cell culture systems for isolation of viruses from waste and fecal samples.

Appl. Environ. Microbiol., 36, 480-486

SCHULZE, G.; G. HILDEBRANDT (1995):

Vergleichende Untersuchungen mit der Naß-Trocken-Tupfer-Technik und dem RODAC-Abklatschverfahren.

36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Dtsch. Vet.Med. Gesellschaft, 26.-29.9.

SCOTT, E.; S.F. BLOOMFIELD (1985):

A bacteriological investigation of the effectiveness of cleaning and disinfection procedures for toilet hygiene.

Journal of applied Bacteriology, 59, 291-297

SIMMONDS, M.; W. STEIN (1981):

Ein Beitrag zur Hygienesituation auf Autobahnparkplätzen. I. Das Vorkommen hygienisch bedenklicher Fliegen.

Forum-Städte-Hygiene, 32, 174-180

SIMMONS, B.; J. BRYANT; K.NEIMAN; L. SPENCER ; K. ARHEART (1990):

The role of handwashing in prevention of endemic intensive care unit infections. Infect.Control.Hosp.Epidemiol., 11, 589-594

SMITH, S.M.; R. ENG; F.T. PADBERG (1996):

Survival of nosocomial pathogenic bacteria at ambient temperature.

Journal of medicine, 27, 293 - 302

SOCKETT, P.N. (1991):

The economic implications of human salmonella infection.

Journal of applied bacteriology, 71, 289-295

SPICHER, G.; J. PETERS (1976):

Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln an Oberflächen in Modellversuchen. Abhängigkeit der Versuchsergebnisse von der Methodik des Nachweises überlebender Keime (Tupferabstrich bzw. Abschwemmung).

Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig.B 161, 462 - 467

SRIVASTAVA, A. (1986):

Survival of gonococci in urethral secretion with reference to nonsexual transmission of gonococcus infections.

J. Med. Microbiol., 13, 593-595

STEFFL, M. (1998):

Bekämpfungskonzepte zur Reduzierung der Salmonellenbelastung in Rohprodukten aus Schweinefleisch.

Diss., vet.med., Hochsch. München

STEIN, W. (1982):

Ein Beitrag zur Hygienesituation auf Autoparkplätzen. III. Maßnahmen zur Verbesserung der Lage.

Forum-Städte-Hygiene, 33, 106-109

STOY, F.-J. (1983):

Über die Auswirkung der Hochdruckreinigung und -desinfektion mit unterschiedlichen Temperaturen auf den Keimgehalt von Stalloberflächen.

Agr.wiss. Dissertation, Hohenheim

STRAUCH, D. (1988):

Krankheitserreger in Fäkalien und ihre epidemiologische Bedeutung.

Tierärztl. Prax. Suppl., 3, 21-27

THRAN, V. (1979):

Mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen – ein Probenahmegerät.

Die Fleischwirtschaft, 59, 950-953

TISLER, P. (1987):

Zur Problematik mikrobiologischer Hygienetests in Lebensmittelbetrieben.

Forum Städte- Hygiene, 38, 42-43

TSCHÄPE, H. (1997):

Toxinbildende E. coli – Stämme auf dem Vormarsch.

Bundesgesundheitsblatt 6, S. 193

VOSS, A.; A. WIDMER (1997):

No time for handwashing!? Handwashing versus alcoholic rub: Can we afford 100% compliance?

Infection Control and Hospital Epidemiology, 18, 205 - 208

WEBER G.; W. STEIN (1981):

Ein Beitrag zur Hygienesituation auf Autobahnparkplätzen. II. Die bakterielle Kontamination der vorkommenden Fliegen.

Forum-Städte-Hygiene, 32, S. 212-219

WEHR, M. (1986):

Die hygienische Situation der Raststätten an Bundesautobahnen in Niedersachsen.

Diss.med. Hochsch. Hannover

WEIDENFELLER P.; U.TURHAN; E.HARPS; E.H. PFEIFFER (1993):

Die mikrobielle Belastung von Sanitärbereichen in öffentlichen Gebäuden und Privathaushalten.

Forum Städte – Hygiene, 44, 292-298

WERNER, H.-P.; U. SWINKE; G. WERNER (1977):

Entwicklung einer neuen Prüfmethode für Flächendesinfektionsverfahren. III. Mitteilung: Die Keimrückgewinnungsraten beim Abdruckverfahren in Abhängigkeit vom Material und der Keimart.

Zbl.Bakt.Hyg., I. Abt. Orig. B 165, 20-42

WERNER, H.-P.; B. RATHMACHERS; J. BORNEFF (1977):

Entwicklung einer neuen Prüfmethode für Flächendesinfektionsmittel. V. Mitteilung: Bestimmung der Keimreduktion durch die Desinfektion.

Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt. Orig. B 165, 60 - 77

WINDORFER, A.; F.FEIL (2000):

Der Kampf gegen Poliomyelitis – die Ausrottung einer Zivilisationsseuche. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 2000, 43:2-6, Springer-Verlag

WITZENHAUSEN, R. (1971):

Hygienisch mangelhafte sanitäre Einrichtungen in modernen Verkehrsflugzeugen. Städtehygiene, 9, 213-215

WÖRNER, R.; SEIDEL, G.; K. LÖFFLER (1975):

Bakteriologische Befundbehebung in einem Kleintieroperationsraum zur Erkennung von Infektionsquellen.

Deutsche tierärztliche Wochenschrift, 82, 24-27

WOLFF H. (1992):

Virusbedingte nosokomiale Infektionen.

Hyg.+Med., 17, 305-312

## 9. ANHANG

Tab. A 1: Keimgehalte auf verschiedenen Oberflächen städtischer öffentlicher Toiletten vor und nach der Reinigung

	GKZ	ST.A.	EBA	FÄK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Toilettenbrille vor Reinigung</b>	<b>624</b>	n.n.	<b>294</b>	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	<b>24</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>150</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>402</b>	n.n.	n.n.	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>1200</b>	n.n.	<b>690</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>78</b>
	<b>1140</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>3600</b>
	<b>942</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>648</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.
	<b>12000</b>	n.n.	<b>13500</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>120</b>
	<b>366</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>102</b>
	<b>Rasen</b>	<b>3000</b>	<b>Rasen</b>	<b>390</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>1788</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>1830</b>	n.n.	n.n.	<b>384</b>	<b>360</b>	n.n.	n.n.	<b>186</b>
	<b>3600</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>420</b>	n.n.	n.n.	<b>1800</b>
	<b>9000</b>	n.n.	<b>492</b>	<b>6</b>	<b>1500</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>414</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1140</b>	n.n.	<b>36</b>	<b>18</b>	n.n.	<b>1080</b>	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>378</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1380</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>126</b>
	<b>1050</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
<b>18000</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>12000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	
<b>Toilettenbrille nach Reinigung</b>	<b>18</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>12</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	<b>6</b>	<b>90</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>414</b>
	<b>4656</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>108</b>
	<b>126</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>240</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND	
<b>Toilettenbrille nach Reinigung</b>	<b>60</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	
	<b>1512</b>	n.n.	<b>90</b>	n.n.	<b>720</b>	n.n.	n.n.	<b>378</b>	
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>3000</b>	
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	<b>1266</b>	
	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>42</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	
	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>420</b>	
	<b>1578</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>	
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>	
	<b>30</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	
	<b>396</b>	n.n.	<b>264</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	<b>360</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>360</b>	n.n.	n.n.	<b>3270</b>	
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>252</b>	
	<b>138</b>	n.n.	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>	
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	<b>396</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>90</b>	n.n.	n.n.	
	<b>18</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	<b>192</b>	
	<b>Rasen</b>	<b>1128</b>	<b>150</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>2100</b>	
	<b>66</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>126</b>	
	<b>558</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>264</b>	
	<b>1146</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1548</b>	
	<b>270</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1500</b>	n.n.	n.n.	<b>42</b>	
	<b>558</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>726</b>	
	<b>Boden vor Toilette vor Reinigung</b>	<b>504</b>	<b>6</b>	<b>1098</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>498</b>	<b>6</b>
		<b>60</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.
		<b>18</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
		<b>822</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>8880</b>		n.n.	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
<b>6000</b>		n.n.	<b>60</b>	<b>84</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>	
<b>252</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>312</b>	
<b>Rasen</b>		n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
<b>516</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>300</b>	
<b>426</b>		<b>72</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>	
<b>132</b>		n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>150</b>	n.n.	<b>30</b>	
<b>3678</b>		n.n.	<b>78</b>	<b>942</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>	

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Boden vor</b>	<b>198</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>Toilette vor</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
<b>Reinigung</b>	<b>1272</b>	n.n.	n.n.	<b>270</b>	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>66</b>
	<b>792</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>132</b>	n.n.	n.n.	<b>60</b>
	<b>1500</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>420</b>
	<b>1020</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	<b>60</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>1800</b>	n.n.	<b>138</b>	n.n.	<b>1800</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>684</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	<b>168</b>	n.n.	<b>24</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>192</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>3000</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>54</b>
	<b>330</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>18000</b>	n.n.	<b>444</b>	<b>1224</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>528</b>
	<b>12000</b>	n.n.	<b>72</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>
<b>Boden vor</b>	<b>1416</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>Toilette nach</b>	<b>60</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Reinigung</b>	<b>3468</b>	n.n.	<b>360</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>372</b>
	<b>5796</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>246</b>
	<b>3612</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>996</b>
	<b>9000</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>246</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>60</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>1872</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>300</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>12000</b>	<b>36</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	<b>1080</b>
	<b>9000</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	n.n.	<b>156</b>	n.n.	<b>270</b>	<b>738</b>
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	<b>360</b>
	<b>3756</b>	n.n.	<b>36</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>300</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>240</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1632</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>1062</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1116</b>
	<b>138</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>4800</b>
	<b>18000</b>	n.n.	n.n.	<b>30</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>192</b>
	<b>18000</b>	n.n.	n.n.	<b>48</b>	<b>15000</b>	n.n.	n.n.	<b>912</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>3900</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>1380</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Boden vor Toilette nach Reinigung</b>	Rasen	n.n.	Rasen	630	n.n.	n.n.	n.n.	2040
	15000	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	Rasen
	6000	n.n.	600	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	132
<b>Spülknopf vor Reinigung</b>	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6	n.n.
	225	n.n.	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	18	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	414	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	666	n.n.	n.n.	12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	42	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	210	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	36
	606	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6
	210	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	132	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	108
	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6
	228	n.n.	n.n.	78	n.n.	n.n.	n.n.	6
	72	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	384	n.n.	216	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	546	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	24
	438	n.n.	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	156	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	12
	204	n.n.	24	n.n.	108	n.n.	n.n.	18
	96	n.n.	42	n.n.	90	n.n.	n.n.	n.n.
	2460	n.n.	n.n.	6	n.n.	1080	n.n.	n.n.
1188	540	n.n.	36	n.n.	144	n.n.	36	
1212	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
450	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	36	
510	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
168	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	240	
<b>Spülknopf nach Reinigung</b>	36	n.n.	18	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	225	n.n.	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	6	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	310
	54	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	90	n.n.	48	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Spülknopf nach Reinigung</b>	<b>276</b>	n.n.	<b>40</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2940</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>132</b>
	<b>978</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>900</b>
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	<b>1446</b>
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.
	<b>114</b>	n.n.	n.n.	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>774</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>510</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1416</b>
	<b>288</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1140</b>
	<b>480</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>390</b>
	<b>54</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>108</b>	n.n.	<b>30</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>312</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>90</b>	n.n.	<b>120</b>
	<b>Rasen</b>	<b>36</b>	n.n.	<b>486</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>876</b>
	<b>378</b>	<b>168</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.
	<b>1020</b>	n.n.	<b>114</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>174</b>
	<b>15000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>258</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>312</b>
<b>Klinke Kabine vor Reinigung</b>	<b>618</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>84</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>90</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>186</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>354</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>606</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
<b>Klinke Kabine nach Reinigung</b>	<b>12</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>84</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>462</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>66</b>
	<b>660</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Fläche Toilettentür vor Reinigung</b>	<b>36</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>36</b>	n.n.	<b>n.n.</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	<b>n.n.</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>24</b>	n.n.	<b>n.n.</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>48</b>	n.n.	<b>n.n.</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>48</b>	n.n.	<b>n.n.</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
	<b>12</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>318</b>	n.n.	n.n.	<b>312</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>54</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>246</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>108</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>63</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>462</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>384</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>36</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	<b>36</b>
	<b>228</b>	<b>300</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Fläche Toilettentür nach Reinigung</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>102</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>600</b>
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
Fläche Toiletentür nach Reinigung	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2604</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>2400</b>
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>60</b>
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>15000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>15000</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>984</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1200</b>
	<b>18</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>	<b>18</b>
	<b>54</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>108</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>162</b>
	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Waschbecken vor Reinigung	<b>480</b>	n.n.	<b>336</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>180</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>816</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>246</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>1536</b>	n.n.	<b>4440</b>	<b>240</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>240</b>
	<b>918</b>	n.n.	<b>240</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>162</b>
	<b>1170</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>258</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>12</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>3000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>900</b>
<b>618</b>	n.n.	<b>48</b>	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Waschbecken vor Reinigung</b>	<b>414</b>	n.n.	<b>42</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1056</b>	n.n.	<b>48</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1932</b>	n.n.	<b>420</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>966</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>108</b>	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>72</b>
	<b>840</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>96</b>
	<b>9000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>9000</b>	n.n.	n.n.	<b>72</b>
	<b>1200</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>	<b>420</b>	n.n.	n.n.	<b>120</b>
	<b>132</b>	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>54</b>
	<b>Rasen</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>270</b>
	<b>1278</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>780</b>	n.n.	<b>24</b>
	<b>1338</b>	<b>612</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>468</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	n.n.	n.n.	<b>96</b>	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>234</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>18000</b>	n.n.	<b>900</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>
	<b>Waschbecken nach Reinigung</b>	<b>162</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>198</b>
<b>180</b>		n.n.	<b>6</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
<b>282</b>		n.n.	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>486</b>
<b>14160</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
<b>11820</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>426</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>90</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Rasen</b>		n.n.	<b>150</b>	<b>270</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>732</b>
<b>978</b>		<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1200</b>
<b>12000</b>		n.n.	n.n.	<b>90</b>	<b>9000</b>	n.n.	n.n.	<b>1860</b>
<b>54</b>		n.n.	n.n.	n.n.	<b>n.n.</b>	<b>24</b>	n.n.	<b>48</b>
<b>18000</b>		n.n.	n.n.	n.n.	<b>18000</b>	n.n.	n.n.	<b>144</b>
<b>486</b>		n.n.	<b>60</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>54</b>
<b>1536</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1500</b>
<b>972</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>720</b>
<b>450</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>360</b>
<b>246</b>		n.n.	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
<b>378</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>360</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Fortsetzung</b>	<b>1320</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>216</b>	n.n.	n.n.	<b>1320</b>
<b>Waschbecken</b>	<b>12000</b>	n.n.	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>11790</b>
<b>nach Reinigung</b>	<b>366</b>	n.n.	<b>222</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>156</b>
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>1080</b>	<b>78</b>	<b>120</b>	<b>174</b>	<b>420</b>	n.n.	n.n.	<b>162</b>
	<b>372</b>	<b>360</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	<b>96</b>	n.n.	<b>480</b>
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>96</b>
	<b>114</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>156</b>	n.n.	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>996</b>
	<b>846</b>	n.n.	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>Seifen-</b>	<b>24</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>spender</b>	<b>132</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>vor Reinigung</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>540</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2640</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1422</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>168</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>504</b>
	<b>264</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>972</b>
	<b>534</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>90</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>294</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	<b>6</b>
	<b>3480</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>948</b>	n.n.	<b>168</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>396</b>	n.n.	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>
	<b>168</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>126</b>
	<b>1296</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
	<b>426</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>720</b>
	<b>2700</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>2700</b>	n.n.	n.n.	<b>108</b>
	<b>180</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>486</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>528</b>	<b>324</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Seifen- spender vor Reinigung</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
	<b>156</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>102</b>
	<b>1800</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>108</b>
	<b>234</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Seifen- spender nach Reinigung</b>	<b>6</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>132</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>1692</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>282</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>19368</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2280</b>	n.n.	<b>1692</b>	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>972</b>
	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1416</b>	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>42</b>	n.n.	n.n.	<b>318</b>
	<b>156</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12000</b>	n.n.	<b>42</b>	n.n.	<b>480</b>	n.n.	<b>900</b>	<b>1116</b>
	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>384</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>282</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>90</b>
	<b>324</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>270</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>402</b>	<b>90</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>672</b>
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>42</b>
	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>78</b>
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>888</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>	n.n.
	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>1320</b>	<b>30</b>	n.n.	<b>66</b>	<b>600</b>	n.n.	n.n.	<b>216</b>	
<b>282</b>	<b>282</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>294</b>	
<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	
<b>54</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	
<b>228</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1560</b>	
<b>966</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Handtrockner vor Reinigung</b>	<b>432</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>180</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2400</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>114</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>378</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.
	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1236</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	<b>1200</b>	n.n.	n.n.	<b>150</b>
	<b>240</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>126</b>	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>402</b>	<b>174</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1074</b>	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>	
<b>Handtrockner nach Reinigung</b>	<b>6</b>	n.n.	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>180</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1788</b>	<b>6</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1452</b>
	<b>2646</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>2100</b>
	<b>192</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>9000</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	<b>900</b>	n.n.	n.n.	<b>6000</b>
	<b>396</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>202</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>90</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>126</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>1200</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>240</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.
	<b>90</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>24</b>	n.n.	<b>18</b>
	<b>792</b>	<b>96</b>	<b>30</b>	<b>144</b>	<b>888</b>	n.n.	n.n.	<b>132</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Handtrockner nach Reinigung</b>	<b>360</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>Urinal vor Reinigung</b>	<b>5304</b>	n.n.	<b>224</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>438</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2052</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>1134</b>	n.n.	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>3300</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>318</b>
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	<b>60</b>	<b>450</b>	<b>180</b>	n.n.	<b>6000</b>
	<b>192</b>	n.n.	n.n.	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>270</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>1998</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>1500</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>600</b>
	<b>15000</b>	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>102</b>	<b>3000</b>	n.n.	n.n.	<b>6000</b>
	<b>6000</b>	<b>Rasen</b>	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6000</b>
	<b>1122</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>Rasen</b>	<b>Rasen</b>	<b>384</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>1524</b>	n.n.	n.n.	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>15000</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
<b>Urinal nach Reinigung</b>	<b>1632</b>	n.n.	n.n.	<b>378</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>102</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>174</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>1512</b>	<b>60</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>2292</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>12000</b>	<b>30</b>	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>2832</b>
	<b>9000</b>	n.n.	n.n.	<b>390</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>612</b>
	<b>1404</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>72</b>
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>Rasen</b>	<b>282</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>360</b>	n.n.	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>720</b>
	<b>123</b>	n.n.	n.n.	<b>240</b>	n.n.	<b>300</b>	n.n.	<b>54</b>
	<b>720</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>1230</b>	n.n.	<b>18</b>	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>1284</b>
	<b>12000</b>	n.n.	<b>192</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>540</b>

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Urinal nach Reinigung</b>	<b>204</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>114</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Klinke Eingang vor Reinigung</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1860</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>468</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>270</b>	n.n.	<b>54</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>78</b>
	<b>180</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>714</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>438</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>318</b>
	<b>72</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>156</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>294</b>	n.n.	n.n.	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>198</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>708</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	<b>12</b>	<b>1800</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>114</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>672</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>480</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>48</b>	n.n.	<b>18</b>	n.n.	<b>48</b>	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>1416</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>234</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>900</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>1896</b>	<b>408</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>150</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>1200</b>	<b>552</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>66</b>
	<b>2100</b>	n.n.	n.n.	<b>84</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>540</b>
	<b>168</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>114</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Klinke Eingang nach Reinigung</b>	<b>144</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>906</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Klinke</b>	<b>936</b>	n.n.	<b>84</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Eingang</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>nach Reinigung</b>	<b>858</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>78</b>
	<b>378</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>138</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>	n.n.	n.n.	<b>108</b>
	<b>252</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>	n.n.	<b>90</b>
	<b>510</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>2400</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>282</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>498</b>	n.n.	<b>420</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>720</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>210</b>	n.n.	n.n.	<b>84</b>
	<b>102</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>2070</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>498</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>300</b>	n.n.	<b>12</b>
	<b>870</b>	<b>474</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>228</b>
	<b>60</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>336</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>6000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>168</b>
	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Rasen</b>		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>600</b>
<b>Wasserhahn</b>	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>vor Reinigung</b>	<b>630</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>150</b>	n.n.	n.n.	<b>114</b>
	<b>9000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>642</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>642</b>	n.n.	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>186</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>300</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>6000</b>	n.n.	<b>96</b>	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>44</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>738</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>900</b>	n.n.	n.n.

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Wasserhahn vor Reinigung</b>	144	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	138	n.n.	n.n.
	588	156	n.n.	n.n.	n.n.	48	n.n.	n.n.
	1668	468	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	18	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	12
	234	n.n.	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	18
	1092	n.n.	408	222	n.n.	n.n.	n.n.	642
	Rasen	n.n.	150	270	Rasen	n.n.	n.n.	732
<b>Wasserhahn nach Reinigung</b>	1236	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	300
	9000	n.n.	n.n.	n.n.	1080	n.n.	n.n.	2112
	9000	n.n.	n.n.	n.n.	1500	n.n.	n.n.	3000
	1578	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	18
	240	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	78
	360	n.n.	n.n.	n.n.	360	n.n.	n.n.	3270
	1176	n.n.	n.n.	n.n.	114	n.n.	n.n.	684
	12000	n.n.	60	6	12	n.n.	n.n.	24
	426	n.n.	42	6	n.n.	n.n.	n.n.	156
	396	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	90	n.n.	n.n.
	24	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	12	n.n.	78
	Rasen	n.n.	12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	900
	582	516	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	522
	558	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	264
	386	n.n.	78	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	84
	24	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
114	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
<b>Müllklappe vor Reinigung</b>	204	n.n.	12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	240
	288	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	546	n.n.	n.n.	24	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	138	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	12
	1782	n.n.	n.n.	6	n.n.	n.n.	n.n.	24
	288	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	1500	n.n.	n.n.	n.n.	276	n.n.	n.n.	420
	252	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
120	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	

	GKZ	ST.A.	EBA	FAK	PS/AER	CORY	PAST	CAND
<b>Müllklappe vor Reinigung</b>	<b>3000</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>30</b>
	<b>162</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>210</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>294</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Müllklappe nach Reinigung</b>	<b>858</b>	n.n.	<b>6</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>222</b>
	<b>246</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>126</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>516</b>	n.n.	<b>450</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>786</b>
	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>168</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>132</b>
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>12</b>
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>756</b>
	<b>354</b>	n.n.	<b>108</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

- GKZ = aerobe Gesamtkeime (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- ST.A. = Staphylococcus aureus (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- EBA = Enterobacteriaceae (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- FÄK = Fäkalstreptokokken und Enterokokken (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- PS/AER = Pseudomonas und Aeromonas spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- CORY = Corynebacterium spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- PAST = Pasteurella spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- CAND = Candida spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)

Tab. A 2: Keimgehalte auf verschiedenen Oberflächen in selbstreinigenden öffentlichen Toiletten

	GKZ	EBA	FÄK	PS/AER	PAST	CAND
<b>Toilettenbrille vor Reinigung</b>	n.n.	<b>2460</b>	<b>198</b>	n.n.	n.n.	<b>1320</b>
	<b>120</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>720</b>
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>120</b>	<b>222</b>	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>660</b>
	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>900</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
<b>Toilettenbrille nach Reinigung</b>	<b>270</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>192</b>	n.n.	<b>456</b>
	n.n.	<b>1092</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	<b>510</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	n.n.
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>468</b>	<b>318</b>	<b>204</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>78</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>24</b>
	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>36</b>
	<b>228</b>	n.n.	n.n.	<b>48</b>	n.n.	<b>6</b>
	<b>3000</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>
<b>Boden vor Reinigung</b>	<b>Rasen</b>	<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>1320</b>	<b>4080</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>300</b>
	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	<b>102</b>
	<b>900</b>	<b>480</b>	<b>24</b>	n.n.	n.n.	<b>720</b>
	<b>276</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>n.n.</b>
	<b>30</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
	<b>Rasen</b>	<b>258</b>	<b>18</b>	n.n.	<b>3000</b>	<b>Rasen</b>
	<b>126</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>510</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>	
<b>Boden nach Reinigung</b>	<b>360</b>	<b>672</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>972</b>
	n.n.	<b>684</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>
	<b>18</b>	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>528</b>	<b>270</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	<b>2520</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>60</b>
	<b>42</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>270</b>
	<b>1500</b>	n.n.	<b>60</b>	n.n.	<b>780</b>	<b>Rasen</b>
	<b>138</b>	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.
<b>132</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>96</b>	

	GKZ	EBA	FÄK	PS/AER	PAST	CAND
<b>Waschbereich</b>	<b>Rasen</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>Rasen</b>
	n.n.	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>60</b>	<b>Rasen</b>	n.n.	<b>Rasen</b>
	n.n.	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>Rasen</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Klinke oben</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	<b>6</b>	n.n.	n.n.	<b>18</b>
	<b>6</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	<b>210</b>	<b>144</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>48</b>	<b>66</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>480</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>72</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>48</b>
	<b>60</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>96</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Klinke unten</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>60</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>108</b>
	<b>72</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>942</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>24</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>240</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>156</b>
	<b>48</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>72</b>	<b>6</b>	n.n.	<b>12</b>	n.n.	<b>6</b>
	<b>102</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Müllklappe</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>240</b>	<b>210</b>	<b>150</b>	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>120</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>30</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Haltegriff</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>42</b>	<b>12</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Wasserhahn</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>
	<b>6</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<b>36</b>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<b>6</b>

- GKZ = aerobe Gesamtkeime (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- EBA = Enterobacteriaceae (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- FÄK = Fäkalstreptokokken und Enterokokken (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- PS/AER = Pseudomonas und Aeromonas spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- PAST = Pasteurella spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)
- CAND = Candida spp. (KBE / 40 cm<sup>2</sup> Fläche)

*Tab. A 3: zurückgewonnene Virusmenge in Abhängigkeit von der aufgetragenen Viruskonzentration auf Edelstahl in PBE / ml*

aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge	aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge	aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge
<b>1,00E+08</b>	3,55E+04	<b>2,00E+07</b>	3,55E+03	<b>4,00E+06</b>	2,51E+01
	8,91E+03		1,12E+03		2,51E+01
	6,31E+03		1,12E+03		2,51E+01
	1,12E+04		2,51E+01		2,51E+01
	3,55E+04		1,12E+03		2,51E+01
	3,55E+04		1,12E+03		2,51E+01
	3,55E+05		7,58E+02		
	6,31E+04		2,51E+01		
	1,70E+05		1,12E+02		
	6,31E+03		2,59E+02		
	6,31E+03		3,55E+02		
	1,12E+04		2,51E+01		

Tab. A 4: zurückgewonnene Virusmenge in Abhängigkeit von der aufgetragenen  
Viruskonzentration auf Kunststoff in PBE / ml

aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge	aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge	aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge	aufgetragene Virusmenge	gewonnene Virusmenge
<b>3,16E+08</b>	2,00E+06	<b>6,32E+07</b>	1,70E+05	<b>2,25E+07</b>	2,00E+04	<b>1,26E+06</b>	3,55E+03
	2,00E+06		6,31E+04		6,31E+04		2,00E+03
	3,55E+06		1,70E+05		1,12E+04		1,12E+03
	2,00E+06		6,31E+04		1,12E+04		2,00E+02
	6,31E+05		2,00E+04		3,55E+04		2,00E+03
	2,00E+06		2,00E+04		3,55E+04		2,00E+03
	2,00E+06		3,55E+04		1,12E+04		2,51E+01
	2,00E+06		2,00E+05		6,31E+03		3,55E+03
	3,55E+05		6,31E+03		2,00E+04		3,55E+02
	3,55E+05		6,31E+04		6,31E+04		1,12E+03
	2,00E+06		2,00E+05		1,12E+03		1,12E+03
	6,31E+05		6,31E+03		1,12E+03		3,55E+02
	6,31E+05		2,00E+05		1,12E+04		1,12E+03
	2,00E+06		3,31E+05		2,00E+05		2,00E+03
			2,00E+05				3,55E+02
			3,31E+05				
	2,00E+04						
	1,12E+04						

Tab. A 5: zurückgewonnene Virusmenge in Abhängigkeit von der Eintrocknungszeit auf  
Edelstahl in PBE / ml

aufgetragene Virusmenge	Eintrocknungszeit	Eintrocknungszeit	Eintrocknungszeit	Eintrocknungszeit	Eintrocknungszeit
	0 min	20 min	40 min	60 min	80 min
<b>1,00E+08</b>	5,62E+06	1,00E+06	5,62E+05	1,78E+03	1,00E+03
	1,78E+06	5,62E+05	5,62E+03	1,00E+03	3,16E+02
	1,00E+06	3,16E+05	1,78E+03	5,62E+02	3,16E+02
	5,62E+05	1,78E+05	1,00E+03	3,16E+02	3,16E+02
	3,16E+06	1,00E+03	1,00E+03	5,62E+02	3,16E+02
	1,78E+06	1,00E+03	5,62E+02	5,62E+02	3,16E+02
	3,16E+06	3,16E+06	1,00E+06	1,78E+03	3,16E+02
	1,78E+06	1,00E+06	5,62E+05	1,78E+03	3,16E+02
	1,78E+06	1,00E+06	1,78E+03	1,00E+03	1,78E+02
	1,78E+06	1,00E+06	1,00E+03	5,62E+02	n.n.
	1,00E+06	1,00E+06	5,62E+02	5,62E+02	n.n.
	1,00E+06	5,62E+05	3,16E+02	5,62E+02	n.n.
	1,00E+06	3,16E+03	3,16E+02	3,16E+02	n.n.
	5,62E+05	1,78E+03	3,16E+02	3,16E+02	n.n.

Tab. A 6: zurückgewonnene Virusmenge in Abhängigkeit von der Eintrocknungszeit auf Kunststoff in PBE / ml

aufgetragene Virusmenge	Eintrocknungszeit 0 min	Eintrocknungszeit 20 min	Eintrocknungszeit 40 min	Eintrocknungszeit 60 min	Eintrocknungszeit 80 min
<b>1,00E+08</b>	1,00E+06	1,78E+06	3,16E+03	1,78E+04	5,62E+03
	3,16E+06	1,78E+06	3,16E+05	3,16E+03	3,16E+03
	5,62E+06	5,62E+06	5,62E+05	5,62E+03	3,16E+03
	5,62E+06	3,16E+06	1,00E+05	3,16E+03	1,78E+03
	3,16E+06	1,00E+06	5,62E+03	3,16E+03	1,78E+03
	3,16E+06	1,00E+06	3,16E+03	1,78E+03	1,00E+03
	3,16E+06	5,62E+05	1,78E+03	1,78E+03	1,00E+03
	1,78E+06	5,62E+05	5,62E+02	1,00E+03	5,62E+02
	1,00E+06	5,62E+05	5,62E+02	5,62E+02	5,62E+02
	1,00E+06	3,16E+05	3,16E+02	5,62E+02	3,16E+02
	5,62E+05	3,16E+05	3,16E+02	5,62E+02	n.n.
	5,62E+05	5,62E+04	3,16E+02	3,16E+02	n.n.
	3,16E+06	1,78E+06	1,00E+04	3,16E+03	n.n.
	1,00E+06	1,00E+06	3,16E+03	1,78E+03	n.n.

Tab.A7: Übersicht über verwendete Arbeitsmittel bzw. Nährmedien und deren Hersteller

<b>Arbeitsmittel bzw. Nährmedium</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Artikelnummer</b>
Filtrationsgestänge	SARTORIUS	SM 16831
Absaugvorrichtung mit Aufsätzen für 500 ml	SARTORIUS	SM 16831
Cellulose-Nitrat-Filter	SARTORIUS	13806-47-ACN
Standard-I-Agar	MERCK	1.07881
Endoagar	MERCK	1.10684
McConkey-Agar	DIFCO	0075-17-1
CAA-Agar	MERCK	1.05222
MPK-Agar	MERCK	1.05404
Sabaurand mit Chloramphenicolzusatz	DIFCO	0747-17-9
BPLS-Agar	DIFCO	1880-17
XLD-Agar	DIFCO	0788-17
Blutagar	MERCK	1.10455
Standard-I-Bouillon	MERCK	1.07882
Rappaport-Vassiliadis (R10)	DIFCO	1858-17
Cytochromoxidase-Test	MERCK	1.13300
Staphylase-Test	OXOID	DR 595 A
API Staph	BIO MERIEUX	20.500

<b>Arbeitsmittel bzw. Nährmedium</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Artikelnummer</b>
API 20 E	BIO MERIEUX	20.100
API 20 NE	BIO MERIEUX	20.050
McFarland Standard	BIO MERIEUX	70.900
NaCl	MERCK	1.06400
MDBK-Zellen	Stammsammlung des Instituts	
VERO-Zellen	Stammsammlung des Instituts	
ECBO-Virus	Stammsammlung des Instituts	
DMEM	BIOCHROM KG	T 043-50
NEA	SEROMED	K 0293
Kulturflaschen	NUNC (200 ml)	178905
Kulturflaschen	NUNC (500 ml)	1565021
96-Wellplatten	MULTIMED WICKER GmbH	1.49026

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Böhm, Leiter des Institutes für Umwelt- und Tierhygiene der Universität Hohenheim, für die Überlassung des interessanten und aktuellen Themas.

Für die stets freundliche und konstruktive Hilfe während der Durchführung der Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. R. Böhm besonders danken.

Herrn Dr. W. Philipp und Herrn Dr. W. Martens danke ich für die fachliche Beratung und hervorragende Zusammenarbeit über den gesamten Zeitraum des Projektes.

Desweiteren möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. W. Müller für das Interesse und die gute Kooperation bedanken.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Umwelt- und Tierhygiene der Universität Hohenheim danke ich für die nette Aufnahme am Institut, die Kollegialität und die geleistete Unterstützung.

Ein Dank für Ihre Unterstützung gilt auch dem Amt für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung sowie dem Betreiber der selbstreinigenden Toilettenanlagen, die auf eigenen Wunsch ungenannt bleiben.

## Lebenslauf

**Name:** Keiper, Ingo

**Geburtsdatum:** 11.04.71

**Geburtsort:** Döbeln

**Eltern:** Martina Keiper, geb. Kretschmer und Heinz-Dieter Keiper

**Familienstand:** verheiratet mit Cornelia Keiper seit 04.08.2000  
gemeinsamer Sohn Luca Ingo Keiper, geb. 29.07.2001

**Schulbildung:** 1977-1987 POS Döbeln Nord "Am Holländer"  
1987-1989 Lessinggymnasium Döbeln

**Wehrdienst:** 1989-1990 Unteroffiziersschule Delitzsch  
1990-1991 Leitungsbauregiment III Döbeln

**Studium:** WS 1991/92 - SS 1992 Veterinärmedizin  
an der Humboldt-Universität Berlin

WS 1992/93 - WS 1997 Veterinärmedizin  
an der Freien Universität Berlin

**Approbation:** Februar 1997

**Beruflicher Wertegang:** 01.05.1997 Tierarztpraxis Dr. Schimming  
Ostfildern-Scharnhausen

01.01.2000-30.10.2000 Doktorand am Institut für  
Umwelt-und Tierhygiene der Universität Hohenheim

01.11.2000-30.09.2001 Pferdeklinik Dr. Brems, Wolfesing

seit 01.10.2001 Pferdeklinik in Kirchheim

## **Selbständigkeitserklärung**

Hiermit bestätige ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Denkendorf, den 01.04..2002

Tierarzt Ingo Keiper