

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 Damenttoilette .....	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

## **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 Pferdekl. Dr. Brems, Wolfesing  
  
seit 01.10.2001 Pferdekl. 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