

Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin
Aus der Technischen Hygiene
Leiterin:
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heike Martiny

**Studien zur Wirksamkeit des Turbocids, einem Gerät zur
Reinigung, Desinfektion und Schmierung von
zahnärztlichen Winkelstücken**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der Charité – Universitätsmedizin Berlin

vorgelegt von
Daniel Raab
aus Bayreuth

Referent: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. H. Martiny

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. W. B. Freesmeyer

Gedruckt mit Genehmigung der Charité-Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am: 07.12.2007

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

| | |
|---------------|--|
| AIDS | Acquired Immune(o) Deficiency Syndrome |
| AKI | Arbeitskreis für Instrumentenaufbereitung |
| arith. | arithmetisch |
| AP | Aufbereitungsphase |
| APHA | American Public Health Association |
| C. albicans | Candida albicans |
| CDC | Centers for Disease Control |
| CJK | Creutzfeld-Jakob Krankheit |
| CoV | Corona Virus |
| DAB | Deutsches Arzneibuch |
| DAHZ | Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnarztpraxis |
| DGHM | Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie |
| DGSV | Deutsche Gesellschaft für Sterilgutversorgung |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DNA | Desoxyribonucleic Acid |
| E | Exponent (Bsp.: 1,0E+01 entspricht $1,0 \times 10^{+01}$) |
| E. faecium | Enterococcus faecium |
| EN | Europäische Norm |
| EP | Europäische Pharmakopöe |
| HIV | Human Immuno Deficiency Virus |
| HSV | Herpes Simplex-Virus |
| I. E. | Internationale Einheiten |
| ISO | International Standardisation Organisation |
| KÄAA | Kanamycin Äsculin Azid Agar |
| KBE | koloniebildende Einheiten |
| µl | Mikroliter |
| MPBetreibV | Medizinprodukte-Betreiber-Verordnung |
| MPG | Medizinproduktegesetz |
| PCR | Polymerase Chain Reaction |
| SARS | Severe Acute Respiratory Syndrome |
| OPA-Methode | ortho-Phthaldialdehyd-Methode |
| P. aeruginosa | Pseudomonas aeruginosa |
| RKI | Robert Koch-Institut |

| | |
|---------------|--|
| RNA | Ribonucleic Acid |
| spp. | Subspezies |
| S. salivarius | Streptococcus salivarius |
| S. aureus | Staphylococcus aureus |
| SPRI | Swedish Planning and Rationalization Institute of the Health and Social Services |
| TSA | Trypton Soja Agar |
| TSB | Trypton Soja Boullion |
| SV 40 | Simian Vacuolating Virus 40 |
| USP | United States Pharmakopöe |
| WHO | World Health Organisation |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole..... | 3 |
| Inhaltsverzeichnis..... | 5 |
| 1 Einleitung..... | 7 |
| 1.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten..... | 7 |
| 1.2 Zahnmedizinisch relevante Erreger und Infektionskrankheiten..... | 8 |
| 1.2.1 Viren..... | 9 |
| 1.2.2 Bakterien..... | 10 |
| 1.2.3 Pilze..... | 10 |
| 1.2.4 Prionen..... | 10 |
| 1.2.5 Übertragungswege..... | 11 |
| 1.3 Gesetzliche Rahmenbedingung zum Schutz des Patienten vor nosokomialen Infektionen..... | 11 |
| 1.4 Instrumenten-Aufbereitung..... | 13 |
| 1.4.1 Reinigung..... | 14 |
| 1.4.2 Desinfektion..... | 14 |
| 1.4.3 Sterilisation..... | 15 |
| 1.5 Schwierig aufzubereitende Medizinprodukte in der Zahnmedizin..... | 15 |
| 1.5.1 Winkelstücke und Turbinen..... | 16 |
| 1.6 Studien zum Hygieneverhalten von Zahnärzten..... | 17 |
| 1.7 Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von Mikroorganismen durch dentale Übertragungsinstrumente..... | 18 |
| 1.7.1 Argumente gegen eine Übertragung von Mikroorganismen durch zahnärztliche Übertragungsinstrumente..... | 18 |
| 1.7.2 Argumente für eine Übertragung von Mikroorganismen durch dentale Übertragungsinstrumente..... | 19 |
| 1.8 Geräte zur Aufbereitung zahnärztlicher Winkelstücke..... | 23 |
| 1.9 Möglichkeiten und Richtlinien für die Kontrolle von Aufbereitungsverfahren..... | 24 |
| 1.10 Literaturübersicht – Studien zur Wirksamkeit von Geräten zur maschinellen Aufbereitung von zahnärztlichen Übertragungsinstrumenten..... | 26 |
| 1.11 Fragestellung der Arbeit..... | 29 |
| 2 Material und Methoden..... | 31 |
| 2.1 Materialien..... | 31 |
| 2.1.1 Turbocid..... | 31 |
| Desinfektionsmittel..... | 34 |
| Pflegeöl..... | 34 |
| 2.1.2 Winkelstücke..... | 35 |
| 2.1.3 Weitere verwendete Geräte und Materialien..... | 35 |
| 2.1.4 Prüforganismus..... | 36 |
| 2.2 Nährmedien und Lösungen..... | 36 |
| 2.3 Testanschmutzung..... | 38 |
| 2.4 Methoden - Vorversuche..... | 39 |
| 2.4.1 Technische Überprüfung des Turbocids..... | 39 |
| 2.4.2 Einfluss von verwendeten Materialien auf den Prüforganismus <i>Enterococcus faecium</i> | 41 |
| 2.5 Methoden - Hauptversuche..... | 42 |
| 2.5.1 Herstellung der Bakteriensuspension..... | 42 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.5.2 | Herstellung der Testanschmutzung und Prüfkörper | 44 |
| 2.5.3 | Kontamination der Testobjekte | 44 |
| 2.6 | Hauptversuche | 45 |
| 2.6.1 | Rückgewinnung des Testorganismus | 45 |
| 2.6.2 | Bestimmung der Restkontamination | 47 |
| 2.6.3 | Berechnung der Ergebnisse | 48 |
| 2.6.4 | Statistische Auswertung | 48 |
| 3 | Ergebnisse | 50 |
| 3.1 | Ergebnisse der Vorversuche | 50 |
| 3.1.1 | Einfluss von verwendeten Materialien auf den Prüforganismus <i>Enterococcus faecium</i> 59 | |
| 3.1.2 | Versuche zum Einsatz der Blutgerinnung | 60 |
| 3.1.3 | Methode zur Rückgewinnung – Spülung mit Adapter | 60 |
| 3.1.4 | Desinfektion der Außenflächen | 61 |
| 3.2 | Ergebnisse der Hauptversuche | 63 |
| 3.2.1 | Hauptversuch 1: Handelsübliche Programmierung | 63 |
| 3.2.2 | Hauptversuch 2: Handelsüblicher Ablauf – zweimal in Folge | 65 |
| 3.2.3 | Hauptversuch 3: nur Reinigung | 67 |
| 3.2.4 | Hauptversuch 4: nur Reinigung viermal in Folge | 68 |
| 3.2.5 | Hauptversuch 5: Einmal Reinigung – viermal Desinfektion | 70 |
| 3.2.6 | Statistische Auswertung | 72 |
| 4 | Diskussion | 76 |
| 4.1 | Versuchsaufbau - Praxisversuch vs. Modellversuch | 76 |
| 4.2 | Methodendarstellung | 76 |
| 4.2.1 | Auswahl der Winkelstücke | 76 |
| 4.2.2 | Auswahl des Prüforganismus | 77 |
| 4.2.3 | Organische Belastung | 78 |
| 4.2.4 | Bedeutung der Gerinnungsfähigkeit für die Aufbereitung | 79 |
| 4.2.5 | Weitere Bestandteile der Mundhöhle – Speichel und Plaque | 80 |
| 4.2.6 | Methoden der Innenkontamination | 82 |
| 4.2.7 | Methoden der Außenkontamination | 82 |
| 4.2.8 | Antrockenzeit | 82 |
| 4.2.9 | Temperatur während der Antrockenzeit | 83 |
| 4.2.10 | Rückgewinnung | 83 |
| 4.3 | Diskussion der Ergebnisse | 84 |
| 4.3.1 | Ergebnisse der Vorversuche | 84 |
| 4.3.2 | Ergebnisse der Hauptversuche | 86 |
| 4.4 | Vergleich des Turbocid mit anderen Geräten zur maschinellen Aufbereitung von zahnärztlichen Winkelstücken | 89 |
| 5 | Zusammenfassung | 90 |
| 6 | Literaturverzeichnis | 92 |
| 7 | Danksagung | 105 |
| 8 | Lebenslauf | 106 |
| | Eidesstattliche Erklärung | 5 |

5 Zusammenfassung

Bei sehr vielen zahnärztlichen Behandlungen, bei denen zahnärztliche Winkelstücke eingesetzt werden, können Blutungen auftreten. Durch den so genannten „Rücksaugeffekt“ kann es dabei zu einer Kontamination der Luft- und Wasserkanäle von zahnärztlichen Winkelstücken mit Mikroorganismen und Blut kommen. Um eine Übertragung der Mikroorganismen auf nachfolgende Patienten zu verhindern, ist eine Aufbereitung vor dem Einsatz am nächsten Patienten erforderlich.

Ziel der Studie war es, die Effektivität eines Gerätes zur Reinigung, Desinfektion und Schmierung von zahnärztlichen Übertragungsinstrumenten in einem praxisnahen Modellversuch zu überprüfen.

Durch eine technische Überprüfung wurde untersucht, ob das verwendete Gerät (Turbocid) bei den relevanten Parametern „Druck“, „Dauer der einzelnen Aufbereitungsphasen“ und „Volumenverbrauch an Flüssigkeiten“ konstant arbeitet.

Es wurden die Luft- und Wasserkanäle von 15 KaVo-Winkelstücken 20 LN mit 0,1 ml Testanschmutzungslösung bestehend aus *E. faecium* in 2 ml physiologischer Kochsalzlösung, 2 ml frischem Humanblut, Heparin und Protamin kontaminiert. Nach einer Antrockenzeit von einer Stunde erfolgte die Aufbereitung im Turbocid. Pro Hauptversuch wurde ein Winkelstück zur Kontrolle nicht aufbereitet. Insgesamt wurden fünf Hauptversuche durchgeführt. Dabei wurden insgesamt 150 Kanäle untersucht.

Beim Hauptversuch 1 wurde nach einmaliger Aufbereitung im Turbocid bei den Wasserkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 3,5 und bei den Luftkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 2,2 erreicht.

Beim Hauptversuch 2 wurde nach einer zweimaligen Aufbereitung im Turbocid bei den Wasserkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 4,0 und bei den Luftkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 4,1 erreicht.

Mit Hilfe des T-Tests konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen von Hauptversuch 1 (einmalige Aufbereitung) und den Ergebnissen von Hauptversuch 2 (zweimalige Aufbereitung) festgestellt werden. Für die Wasserkanäle wurde ein p-Wert von 0,032 und für die Luftkanäle ein p-Wert von 0,001 berechnet.

Beim Hauptversuch 3 wurde nach einer einmaligen Reinigung ohne Desinfektion im Turbocid bei den Wasserkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 2,1 und bei den Luftkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 2,4 erreicht.

Beim Hauptversuch 4 wurde nach einer viermaligen Reinigung ohne Desinfektion im Turbocid bei den Wasserkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 2,2 und bei den Luftkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 2,5 erreicht.

Mit Hilfe des T-Tests konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen von Hauptversuch 3 (einmalige Reinigung) und den Ergebnissen von Hauptversuch 4 (viermalige Reinigung) festgestellt werden. Für die Wasserkanäle wurde ein p-Wert von 0,191 und für die Luftkanäle ein p-Wert von 0,450 berechnet.

Beim Hauptversuch 5 wurde nach einer einmaligen Reinigung und viermaligen Desinfektion im Turbocid bei den Wasserkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 4,2 und bei den Luftkanälen ein durchschnittlicher Reduktionsfaktor von 4,0 erreicht.

Mit Hilfe des T-Tests konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen von Hauptversuch 1 (einmalige Aufbereitung) und den Ergebnissen von Hauptversuch 5 (einmalige Reinigung und viermalige Desinfektion) festgestellt werden. Für die Wasserkanäle wurde ein p-Wert von 0,000 und für die Luftkanäle ein p-Wert von 0,000 berechnet.

Da nicht einmal bei den Hauptversuchen 2 (zweimalige Aufbereitung) oder 5 (einmalige Reinigung und viermalige Desinfektion) eine durchschnittliche Reduktion um fünf Zehnerpotenzen erreicht wurde, kann der alleinige Einsatz des Turbocid zur Aufbereitung von stark mit Blut beschmutzten Winkelstücken nicht empfohlen werden.

Es sollte in diesem Fall einem thermischen Reinigungs- und Desinfektionsverfahren der Vorzug gegeben werden.

Zudem eignet sich das Turbocid nicht für eine Außenreinigung; die Außenflächen der Winkelstücke werden lediglich mit fixierendem Alkohol besprüht.

6 Literaturverzeichnis

1. Exner M: Infektionskrankheiten aus hygienischer Sicht mit besonderer Berücksichtigung umweltbedingter Infektionen – Rückblick und Ausblick. *Zbl Hyg* 1995;197:134-161.
2. Kayser FH: Allgemeine Aspekte der medizinischen Mikrobiologie. in Kayser FH, Bienz KA, Eckert J, Zinkernagel RM (eds): *Medizinische Mikrobiologie*. Stuttgart, New York: Thieme, 1998, 2-42.
3. Anonymus: Denkschrift Bedrohung durch Infektionskrankheiten. In Rudolf-Schülke-Stiftung (ed): *Hyg Med* 1996;21:558-575.
4. Falke D, Gerken G: Retroviren. in Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE, Ullmann U (eds): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, 577-593.
5. Falke D: Corona-Viren. in Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE, Ullmann U (eds): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, 534-536.
6. Centers for Disease Control. Fact Sheet: Basic information about SARS. Stand: 26.04.04 <http://www.cdc.gov/ncidod/sars/>.
7. Ayliffe GAJ: Equipment-related infection risks. *J Hosp Infect* 1988;11:279-284.
8. Miksits K, Hahn H: *Basiswissen medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. ed 2, Berlin, Springer Verlag, 1999.
9. Hahn H, Miksits K, Bhakdi S: Infektion. in Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE, Ullmann U (eds): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, vol 5., vollständig aktualisierte Auflage, 21-34.
10. Hardie J: Infectious or not? – The handpiece controversy. *J NJ Dent Assoc* 1992;58:281-282.
11. Müller H-P: *Parodontologie*. Stuttgart; New York, 2001.
12. Hopp M, Tietz HJ: Wie relevant sind Mykosen für den Zahnarzt? *ZMK* 1997;13:26-36.

13. Knothe H: Keimgehalt der Mundhöhle sowie örtliche und allgemeine Abwehrmechanismen. *Dtsch zahnärztl Z* 1957;12:129-134.
14. Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Infektionsprävention in der Zahnheilkunde - Anforderungen an die Hygiene. *Bundesgesundheitsbl* 2006;49:375-394.
15. Centers for Disease Control. Recommended infection-control practises for dentistry. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 1993; 42:1-10.
16. Bienz KA: Allgemeine Virologie. in Kayser FH, Bienz KA, Eckert J, Zinkernagel RM (eds): *Medizinische Mikrobiologie*. Stuttgart, New York: Thieme, 1998, 379-418.
17. Hellenbrand W, Thierfelder W, Müller-Pebody B, Hamouda O, Breuer T: Seroprevalence of herpes simplex virus Type 1 (HSV-1) and type 2 (HSV-2) in former East and West Germany, 1997-1998. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2005;24:131-135.
18. Epstein JB, Rea G, L. S, Sherlock CH: Rotary dental instruments and the potential risk of transmission of infection: herpes simplex virus. *J Am Dent Assoc* 1994;125:504-505.
19. Kayser FH: Allgemeine Bakteriologie. in Kayser FH, Bienz KA, Eckert J, Zinkernagel RM (eds): *Medizinische Mikrobiologie*. Stuttgart, New York: Thieme, 1998, 138-220.
20. Pschyrembel: *Klinisches Wörterbuch*. ed 258, Berlin, New York, de Gruyter, 1998.
21. Schwenzer N, Schmelzle R: Erkrankungen der Mundschleimhaut - klinische Erscheinungsbilder. in Schwenzer N, Ehrenfeld M (eds): *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde: Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung*. Stuttgart; New York: Thieme, 2000, vol 3, Zahnärztliche Chirurgie, 225-262.
22. Lotzmann U: Reaktionen nach Eingliederung von Zahnersatz. in Freesmeyer WB (ed): *Klinische Prothetik - Herausnehmbarer Zahnersatz und Gewebeersatz (Epithetik)*. Heidelberg: Hüthig, 1999, vol 2, 243-265.
23. Falke D, Bohl J: Prion-Krankheiten. in Hahn H, Falke D, Kaufmann SHE, Ullmann U (eds): *in: Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, 664-671.

24. Prusiner SB: Novel proteinaceous infectious particles cause scrapie. *Science* 1982;216:136-144.
25. Geertsma RE, van Asten JAAM: Sterilisation von Prionen. *Zentr Steril* 1995;3:384-394.
26. Heeg P, Setz J: *Praxishygiene*. Stuttgart; New York, Thieme, 1994.
27. Reichart PA: AIDS and hepatitis: a problem for the dental team. *Int Dent J* 1994;44:49-54.
28. Vacher C, Bert F, Lambert N, Lezy JP: Transmission of infection in oral medicine. Evaluation of the risk of transmission in the office surgery. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1996;97:121-124.
29. DGKH, DGSV, AKI: Leitlinie von DGKH, DGSV und AKI für die Validierung und Routineüberwachung maschineller Reinigungs- und Desinfektionsprozesse für thermostabile Medizinprodukte und zu Grundsätzen der Geräteauswahl. *Hyg Med* 2005; 30:110-117.
30. Gesetz über Medizinprodukte (Medizinproduktegesetz - MPG). in der Fassung der Bekanntmachung vom 07.08.1994, *Bundesgesundheitsbl* 2002:3146.
31. Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (Medizinprodukte-Betreiberverordnung - MPBetreibV). *Bundesgesundheitsbl* 2002: 3397-3404
32. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. *Bundesgesundheitsbl* 2001;44:1115-1126.
33. DIN EN ISO 15883-1: Reinigungs- Desinfektionsgeräte; Anforderungen, Begriffe und Prüfverfahren. In, Beuth Verlag GmbH, 2006.
34. DIN EN ISO 15883-2: Anforderungen und Prüfverfahren von Reinigungs- Desinfektionsgeräten mit thermischer Desinfektion für chirurgische Instrumente, Anästhesiegeräte, Gefäße, Utensilien, Glasgeräte usw. In, Beuth Verlag, 2006.

35. Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnarztpraxis (Hrsg.). Hygieneleitfaden. Norderstedt/Kiel, DAHZ Eigenverlag, 2003.
36. Martiny H: Die Aufbereitung zahnärztlicher Instrumente - Reinigung, Desinfektion und Sterilisation. ZAHNARZT WIRTSCHAFT PRAXIS 2000;4:76-79.
37. Ojajärvi J: Grundlagen der Dekontamination. Zentr Steril 1993;1:277-282.
38. Martiny H, Floss H: Residuals on medical devices following reprocessing. J Hosp Infect 2001;48 (Supplement A):88-92.
39. Martiny H, Floss H, Zühlsdorf B: The importance of cleaning for the overall results of processing endoscopes. J Hosp Infect 2004;56:16-22.
40. Orzechowski TJH, de Bruijn ACP, Wassenaar C: Reinigung von Dentalhandstücken - Bewertung eines Auswaschverfahrens zur Wirksamkeitsmessung. Zentr Steril 2000;8:371-378.
41. Andersen H-K, Fiehn N-E, Larsen T: Effect of steam sterilization inside the turbine chambers of dental turbines. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol 1999;87:184-188.
42. Zühlsdorf B, Martiny H: Die Reinigungsleistung bei der maschinellen Endoskopauflbereitung. Verdauungskrankheiten 2003;5:230-234.
43. Krüger S: Reinigung und Desinfektion - Grundlagen. in Weinig F, Hahnen K (eds): Handbuch Sterilisation. 3M, 2003, 81-101.
44. Babb JR: Reinigungs- und Desinfektionsverfahren. Zentr Steril 1993;1:227-237.
45. Weinig F: Handbuch Sterilisation. in Weinig F, Hahnen K (eds): 3M, 2003.
46. Zühlsdorf B, Neumann H, Schwarz I, Martiny H: Reinigungsleistung verschiedener Reiniger bei der maschinellen Endoskopauflbereitung. Hyg Med 2001;26:146-147.
47. Dietze B, Kircheis U, Schwarz I, Martiny H: Freely accessible endoscope channels improve efficacy of cleaning. Endoscopy 2001;33:523-528.

48. Rosenberg U: Desinfektionsmittel. in Weinig F, Hahnen K (eds): Handbuch Sterilisation. 3M, 2003, 143-172.
49. Lüllmann H, Mohr K: Taschenatlas der Pharmakologie. ed 4., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag, 2001.
50. Lewis DL: A sterilization standard for endoscopes and other difficult to clean medical devices. *Practical Gastroenterology* 1999;23:28-56.
51. Smith A, Dickson M, Aitken J, Bagg G: Contaminated dental instruments. *J Hosp Infect* 2002;51:233-235.
52. Carter SD: Cross-infection risks associated with high-speed dental drills. *J Clin Microbiol* 1992;30:1902-1903.
53. Centers for Disease Control. Guidelines for infection control in dental health-care settings. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2003;52: Reports and Recommendations No. RR-17.
54. Marxkors R, Meiners H: Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. ed 5, Köln, München, Dt. Zahnärzte-Verl., DÄV- Hanser, 2001.
55. Mignot A, Arnaud Y: Sterilisationsverfahren und ihre Auswirkungen auf Polymere. *Zentr Steril* 1994;2:231-243.
56. Harten H-U, Nägerl H, Schmidt J, Schulte HT: Physik für Mediziner. ed 9, Berlin, Heidelberg, Springer, 1999.
57. Stapff K-H: Die Pflege und Reinigung von Hand- und Winkelstücken gestern - heute - morgen (IV). *Quintessenz-Journal* 1982;6:567-573.
58. Vademecum DD: Verzeichnis zahnärztlicher und zahntechnischer Arbeitsmittel und Werkstoffe. Bundeszahnärztekammer (Bundesverband der Deutschen Zahnärzte); Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung. Köln: Dt. Ärzte-Verl., 1989.
59. Matsuyama M, Usami T, Masuda K, Niimi N, Ohta M, Ueda M: Prevention of infection in dental procedures. *J Hosp Infect* 1997;35:17-25.

-
60. Hellwig E, Klimek J, Attin T: Einführung in die Zahnerhaltung. ed 3, München, Jena, Urban und Fischer Verlag, 2003.
 61. Simonis A: Turbinen, Hand- und Winkelstücke: Vertrauen in die Automatik. ZAHNARZT WIRTSCHAFT PRAXIS 2000;4:81-82.
 62. Pelzner RB, Kempler D, Stark MM, Barkin PR, Graham DA: Laser evaluation of handpiece contamination. J Dent Res 1977;56:1629-1634.
 63. Buhtz D: Möglichkeiten der hygienischen Wartung, Desinfektion und Sterilisation von Hand- und Winkelstücken sowie Turbinen (I). Quintessenz 1993;44:775-783.
 64. Schrader O: Stand der Hygienemaßnahmen in Berliner Zahnarztpraxen. In, Inauguraldissertation zur Erlangung der zahnmed Doktorwürde, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin, 2004.
 65. Reinthaler FF, Feierl G, Grisold A, Mascher F, Miorini T, Stünzner D, Marth E: Hygienestatuserhebung in österreichischen Zahnarztpraxen. Stomatologie 1998;95:275-283.
 66. Treasure P, Treasure ET: Survey of infection control procedures in New Zealand dental practices. Int Dent J 1994;44:342-348.
 67. Epstein JB, Mathias RG, Bridger DV: Survey of knowledge of infectious disease and infection control practices of dental specialists. J Can Dent Assoc 1995;61:35-37, 40-44.
 68. Yengopal V, Naidoo S, Chikte UM: Infection control among dentists in private practice in Durban. S Afr Dent J 2001;56:580-584.
 69. Buhtz D: Das ist bei der Organisation des Infektionsschutzes in ihrer Praxis zu beachten! ZM 2002;92:2292-2295
 70. Wagner B: Hygiene: Sicherheit und Image für die Praxis. ZMK 1999;9:507-513.
 71. Bößmann KH: Hygiene in der Zahnarztpraxis. DENTALHYGIENE JOURNAL 1999;2:7-18.

72. Gooch B, Marianos D, Ciesielski C, Dumbaugh R, Lasch A, Jaffe H, Bond W, Lockwood S, Cleveland J: Lack of evidence for patient-to-patient transmission of HIV in a dental practise. *J Am Dent Assoc* 1993;124:38-44.
73. Robinson P, Challacombe S: Transmission of HIV in a dental practice - the facts. *Br Dent J* 1993;20:383-384.
74. Anusavice K, Lewis DL, Kuehne J, TenPas WS, Pearce Jr. JH, Ferrillo Jr. PJ, Murphy RA, Miller CH, Arrowsmith-Lowe JT, Cox K, Bean C, Marianos DW, Brennan A, Lares C, A. KR, W. SJ: Sterilizing dental handpieces. *J Am Dent Assoc* 1992;123:44-47.
75. Axon ATR, Cotton PB: Endoscopy and infection. *Gut* 1983;24:1064-1066.
76. Spach DH, Silversone FE, Stamm WE: Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Ann Intern Med* 1993;118:117-128.
77. Birnie GG, Quigley EM, Clements GB, Follet EAC, Watkinson G: Endoscopic transmission of hepatitis B virus. *Gut* 1983;24:171-174.
78. Staritz M, Bronowicki J-P, Venard V, Botté C, Monhoven N, Gastin I, Choné L, Hudziak H, Rhin B, Delanoe C, La Faou A, Bigard MA, Gaucher P: Patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during colonoscopy. *N Engl J Med* 1997;337:237-240.
79. Werner HP: Infektionsrisiko durch flexible Endoskope. *Hyg Med* 1988;13:306-308.
80. Ayliffe GAJ (ed): *Nosocomial infections associated with endoscopy*. Baltimore, Williams et Wilkins, 1996.
81. Agerton T, Valway S, Gore B, Pozsik C, Plikaytis B, Woodley C, Onorato I: Transmission of a highly drug-resistant strain (strain w 1) of *Mycobacterium tuberculosis*. Community outbreak and nosocomial transmission via a contaminated bronchoscope. *J Am Med Assoc* 1997;278:1093-1095.
82. Michele TM, Cronin WA, Graham NMH, Dwyer DM, Pope DS, Harrington S, Chaisson RE, Bishai WR: Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* by a fiberoptic

-
- bronchoscope. Identification by DNA fingerprinting. *J Am Med Assoc* 1997;278:1093-1095.
83. Wenzel RP: Tuberculosis infection after bronchoscopy. *J Am Med Assoc* 1997;278:1111.
84. O'Connor BH, Bennett JR, Alexander JG, Sutton DR, Leighton I, Mawer SL, Dunlop JM: Salmonellosis infection transmitted by fibreoptic endoscopes. *Lancet* 1982;2:864-866.
85. Dwyer DM, Klein EG, Istre GR, Robinson MG, Neumann DA, McCoy GA: Salmonella newport infections transmitted by fiberoptic colonoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy* 1987;33:84-87.
86. Webb SF, Vall-Spinosa A: Outbreak of *Serratia marcescens* associated with flexible fiberbronchoscope. *Chest* 1975;68:703-708.
87. Weinstein HJ, Bone RC, Ruth WE: Contamination of a fiberoptic bronchoscope with a proteus species. *Amer Rev Resp Dis* 1977;116:541-543.
88. Debongnie JC, Bouckaert A: Transmission of *Helicobacter pylori* by endoscopy. *Endoscopy* 1993;25:436.
89. Akamatsu T, Tabata K, Hironaga M, Kawakami H, Uyeda M: Transmission of *Helicobacter pylori* infection via flexible fiberoptic endoscopy. *Am J Infect Control* 1996;24:396-401.
90. Lewis DL, Arens M, Appleton SS, Nakashima K, Ryu J, Boe RK, Patrick JB, Watanabe DT, Suzuki M: Cross-contamination potential with dental equipment. *Lancet* 1992;340:1252-1254.
91. Abel LC, Miller RL, Ryge G: Studies on dental aerobiology: bacterial contamination of water used by dental handpieces. *J Dent Res* 1971;50:1567-1569.
92. Rabenau HF, Nentwif GH, Doerr HW: Application of automated thermal disinfection instead of sterilisation procedures for treatment of rotating dental instruments: efficacy against viruses? *Zbl Hyg* 1997;200:197-215.

-
93. Gräf W, Vollmuth G: Die konstruktionsbedingte Keimübertragung durch Inneninfektion von Dentalturbinen. *Zbl Bakt Hyg* 1977;I. Abt. Orig. B 165:444-457.
 94. Lewis DL, Boe RK: Cross-infection risks associated with current procedures for using high-speed dental handpieces. *J Clin Microbiol* 1992;30:401-406.
 95. Crawford JJ, Broderius C: Control of cross-infection risks in the dental operator: prevention of water retraction by bur cooling systems. *J Am Dent Assoc* 1988;116:685-687.
 96. Simonis A, Hentschel P, Siehe S: Hygienische Aufbereitung von zahnärztlichen Hand- und Winkelstücken. *ZWR* 2001;110.
 97. Mills SE, Kuehne JC, Bradley DV: Bacteriological analysis of high-speed handpiece turbines. *J Am Dent Assoc* 1993;124:59-62.
 98. Shpuntoff H, Shpuntoff RL: High-speed dental handpieces and spread of airborne infections. *N Y State Dent J* 1993;21:21-23.
 99. Checchi L, Montebugnoli L, Samaritani S: Contamination of the turbine air chamber: a risk of cross infection. *J Clin Periodontal* 1998;25:607-611.
 100. Hu T, Meng X, Zuo Y: A study on bacterial contamination of dental handpieces. *West China Journal of Stomatology* 2001;19:93-98.
 101. Kellett M, Holbrook WP: Bacterial contamination of dental handpieces. *J Dent* 1980;8:249-253.
 102. Martin MV: The significance of the bacterial contamination of dental unit water systems. *Br Dent J* 1987;163:152-154.
 103. Clappison RA: Cross contamination control and the dental handpiece. *J Prosthet Dent* 1995;73/5:492-494.
 104. Michel R, Just H-M: Acanthamoeben, Naeglerien und andere freilebende Amöben in Kühl- und Spülwasser von Zahnbehandlungseinheiten. *Zbl Bakt Hyg* 1984;179:56-72.
 105. Michel R, Borneff M: Über die Bedeutung von Amöben und anderen Protozoen in wasserführenden Systemen von Dentaleinheiten. *Zbl Bakt Hyg* 1998;187:312-323.

-
106. Katz T, Hahn T, Netuschil L, Botzenhart K: Keimbesiedlung von zahnärztlichen Behandlungseinheiten ohne und mit Desinfektionseinrichtung. *Die Quintessenz* 1990;8:1345-1355.
 107. Walker JT, Bradshaw DJ, Bennett AM, Fulford MR, Martin MV, Marsh PD: Microbiol biofilm formation and contamination of dental-unit water systems in general dental practice. *Appl Environ Microbiol* 2000;66:3363-3367.
 108. Buhtz D: KaVo Lifetime – ein neues Gerät zur vollautomatischen Desinfektion und Reinigung von Hand- und Winkelstücken sowie Turbinen. *Quintessenz* 1995;46:567-572.
 109. Schönherr P: Die Reinigung von zahnärztlichen Winkelstücken - geprüft mit der modifizierten OPA-Methode in zwei Reinigungs- und Desinfektionsgeräten. In Inauguraldissertation zur Erlangung der zahnmed Doktorwürde, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin. 2005.
 110. Hilger R: Hygienisch-technische Wartung von Übertragungsinstrumenten: Erfahrungen mit dem SIRONA Hygiene-Center in der Zahnarztpraxis. *Quintessenz-Journal* 1997;27:319-324.
 111. Vahlenkamp A: Konsequente Hygiene leicht gemacht - Anwenderbericht Sirona Hygiene Center. *DENTALHYGIENE JOURNAL* 1999;2:20-21.
 112. Dummert M: Reinigung und Desinfektion zahnärztlicher Übertragungsinstrumente mit einem thermischen Aufbereitungsverfahren. In Inauguraldissertation zur Erlangung der zahnmed Doktorwürde, Universität Halle. 2003.
 113. Köhnlein J, Werner H-P: Qualifizierte Prüfung der Reinigungsleistung von sechs Reinigern für die Aufbereitung von thermolabilen Endoskopen durch quantitative Analysen. *Hyg Med* 2004;29:316-321.
 114. Hornung M, Junghannß U: Beurteilung der Reinigungsleistung bei Reinigungs- und Desinfektionsgeräten. *Zentr Steril* 1999;7:221-233.
 115. DGHM: Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren. In, mhp-Verlag GmbH, 1991.

116. Guggenheim B, Gander M, Roth U: Turbocid. Ein Gerät zur Reinigung, Desinfektion und Schmierung von Hand-, Winkelstücken und Turbinen. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 1991;101:1570-1585.
117. Andersen H-K, Frost L, Hansen DB, Fiehn N-E: Decontamination of dental equipment. A validation of three devices designed for cleaning, disinfecting, and lubricating of dental high-speed turbines and handpieces. Zbl Hyg 1995;196:437-443.
118. Gräf W, Kunze B, Loisl B: Zur hygienischen Aufbereitung dentaler Übertragungsteile (Hand- und Winkelstücke, Turbinen) in der zahnärztlichen Praxis. Zbl Hyg 1995;196:72-83.
119. Borneff-Lipp M: Gutachten zur maschinellen Desinfektion von zahnärztlichen Winkelstücken und Turbinen im Miele Reinigungs- und Desinfektionsautomaten G 7781 Dental. 1999.
120. Bößmann KH: Gutachten zur Frage der desinfektorischen Leistung des Gerätes Turbocid. Kiel, 1993.
121. Hachmann K: Einfluß von Blutbelastungen auf die Verwendbarkeitsdauer von Instrumentendesinfektionslösungen. Hyg Med 1994;19:251-262.
122. Spicher G, Peters J: Beeinflussung der mikrobiziden Wirksamkeit von Formaldehyd, Glutaraldehyd, Peressigsäure, Chloramin T (N-Chlor-4-toluolsulfonsäureamid), m-Kresol, Ethanol und Benzyltrimethylammoniumbromid durch Blut (Modellversuche zur chemischen Instrumentendesinfektion). Zbl Hyg 1997/98;200:465-477.
123. Rehork B, Azzau S, Naumann C, Rüden H: Wirksamkeit von Instrumentendesinfektionsmitteln unter erhöhter Proteinbelastung und bei Standzeiten bis zu zwei Wochen. Zbl Hyg 1992;193:160-174.
124. Leiß O, Exner M, Niebel J: Vermeidung einer Infektionsübertragung in der Endoskopie: hygienische Aufbereitung flexibler Endoskope und Maßnahmen zum Personenschutz. Leber Magen Darm 1995;25:251-257.
125. Augustin D: SPSS für Windows und Einführung in das Data Management. 2002.

126. Spicher G: Struktur und Probleme der Wirksamkeitsprüfung chemischer Desinfektionsmittel. Hyg Med 1996;21:105-132.
127. Spicher G: Eine neue Methode zur Wirksamkeitsprüfung von Mitteln zur chemischen Instrumentendesinfektion. Hyg Med 1989;14:237-241.
128. Zühlsdorf B, Floss H, Martiny H: Efficacy of 10 different cleaning processes in a washer-disinfector for flexible endoscopes. J Hosp Infect 2004;56:305-311.
129. Haumann CHJ: Cross-infection risks associated with high-speed dental handpieces. J Dent Assoc S-Afr 1993;48:389-391.
130. Sonntag H-G: Vorkommen und Übertragungswege von Infektionserregern im Zahnärztlichen Bereich. Hyg Med 1980;5:507-518.
131. Koke U, Borneff M, Klodt M, Gilde H: Desinfektion von Abformmaterialien. ZWR 1996;105:465-468.
132. Peroz I: Hygienemaßnahmen für das zahntechnische Labor. Dental-Labor 1988;36:1577-1583.
133. Neugeboren N, Nisengard RJ, Beutner H, Ferguson GW: Control of cross-contamination. J Am Dent Assoc 1972;85:123-127.
134. Chan-Myers HB, Chu N: Efficiency of enzymatic and conventional detergent cleaners for removing organic material from instruments prior to reprocessing. Am J Infect Control 2001;29
135. Ventä I: Predictive model for impaction of lower third molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol 1993;76:699-703.
136. Weber T: Memorix - Zahnmedizin. in London, Glasgow, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall, 1997, 260-292.
137. Jülich W-D, Kramer A, Reinholz D, Höpfe HM, W., Nordheim W, Bräuniger S: Vergleichende Untersuchung verschiedener Methoden zur Erfassung der Wirkungsbeeinträchtigung von Desinfektionsmitteln durch Blut. Hyg Med 1990;15:357-361.

138. Sanchez S, Macdonald G: Decontaminating dental instruments. *J Am Dent Assoc* 1995;126:359-368.
139. Pfeifer M: Blut als Anschmutzung chirurgischer Instrumente: Chemisches Verhalten, Reinigung, Nachweis. *Zentr Steril* 1998;6:304-310.
140. Michels W: Qualitätssicherung bei der Aufbereitung - Dekontamination. *Zentr Steril* 1994;2:256-262.
141. Edwardsson S, Svensäter G, Birkhed D: Steam sterilization of air turbine dental handpieces. *Acta Odontol Scand* 1983;41:321-326.
142. Nilsson B: Disinfection and cleansing test KaVo Life time 2210. Test Report. Malmö/Sweden, 1995/1996.
143. Driesen GM, Warren PR, Hilfinger P, Ernst CP, Willershausen B: The development of the Braun Oral-B Ultra Plaque Remover: an in vitro robot study. *Am J Dent* 1996;9:13-17.
144. Ernst CP, Willershausen B, Driesen G, Warren PR, Hilfinger P: A robot system for evaluating plaque removal efficiency of toothbrushes in vitro. *Quintessence Int* 1997;28:441-445.
145. Haas A: In vitro Vergleichsstudie von elektrischen Zahnbürsten mit Hilfe eines Industrieroboters. In: Inauguraldissertation zur Erlangung der zahnmed Doktorwürde, Universität Mainz, 1994.
146. Bößmann K, Rüdebusch S: Neue Aspekte zur hygienischen Aufbereitung rotierender zahnärztlicher Instrumente. *Dtsch zahnärztl Z* 2002;57:246-252.
147. Prior F, Fernie K, Renfrew A, Heneaghan G: Alcoholic fixation of blood to surgical instruments - a possible factor in the surgical transmission of CJD? *J Hosp Infect* 2004;58:78-80.
148. Dreyer AG, Haumann CHJ: Bacterial contamination of dental handpieces. *S Afr Dent J* 2001;56:510-512.

7 Danksagung

Besonders danken möchte ich meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. H. Martiny, für die kontinuierliche und sehr hilfreiche fachliche und menschliche Begleitung bei der Arbeit an meiner Dissertation.

Bei Frau Dr. A. Simonis und Frau H. Neumann möchte ich mich ebenfalls für die engagierte Hilfe bedanken.

Für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung danke ich Herrn Dr. M. Roggensack.

Meiner Frau Anlai Raab möchte ich für die Hilfe bei der Literaturrecherche danken.

Den Firma Micro-Mega – besonders Herrn H. Goericke - und der Firma KaVo möchte ich für die Bereitstellung der Geräte und Materialien danken.

8 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass die Dissertation mit dem Titel „Studien zur Wirksamkeit des Turbocids – einem Gerät zur Reinigung, Desinfektion und Schmierung zahnärztlicher Winkelstücke“ von mir selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.