

Medizinische Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin  
aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Abteilung Restaurative Zahnheilkunde  
Bereich Zahnerhaltungskunde und Parodontologie  
Abteilungsleiter: Prof. Dr. Andrej M. Kielbassa

**VIER MODALITÄTEN PARODONTALER BEHANDLUNG VERGLICHEN ÜBER DREI  
MONATE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ER:YAG-LASERS  
EINE PROSPEKTIVE, RANDOMISIERTE, KONTROLLIERTE, KLINISCHE BLINDSTUDIE**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der  
Zahnmedizinischen Doktorwürde  
der Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von  
Jörg Nonhoff  
aus Coesfeld

Referent: Prof. Dr. Andrej M. Kielbassa

Korreferent: Prof. Dr. Bernd M. Kleber

Gedruckt mit Genehmigung der Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am: 17.03.2006

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>2 LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 PARODONTALERKRANKUNGEN .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 DEFINITION DER GINGIVITIS UND DER CHRONISCHEN PARODONTITIS.....	10
2.1.2 ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE DER GINGIVITIS UND PARODONTITIS.....	11
2.1.2.1 GINGIVITIS.....	11
2.1.2.2 CHRONISCHE PARODONTITIS.....	13
2.1.2.3 DIE DIAGNOSE UND DAS MONITORING DER PARODONTITIS.....	15
2.1.3 EPIDEMIOLOGIE DER PARODONTALERKRANKUNGEN .....	17
2.1.3.1 DIE PRÄVALENZ DER PARODONTALERKRANKUNGEN.....	17
2.1.3.2 RISIKOFAKTOREN .....	18
2.1.3.2.1 Nicht beeinflussbare Risikofaktoren .....	18
2.1.3.2.2 Veränderbare Risikofaktoren .....	19
2.1.3.3 SYSTEMISCHE FAKTOREN.....	19
2.1.3.3.1 Diabetes mellitus.....	19
2.1.3.3.2 HIV-Infektion.....	20
2.1.4 BEHANDLUNG DER PARODONTITIS .....	20
2.1.4.1 SUBGINGIVALE PLAQUEKONTROLLE .....	21
2.1.4.2 KONKREMENTENTFERNUNG .....	21
2.1.4.3 UNERWÜNSCHTE EFFEKTE BEIM SCALING.....	22
2.1.4.4 BESCHAFFENHEIT DER WURZELOBERFLÄCHEN.....	22
<b>2.2 DER LASER .....</b>	<b>22</b>
2.2.1 DIE GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DES LASERS .....	22
2.2.2 PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN.....	24

---

<i>2.2.2.1 EIGENSCHAFTEN DES LASERLICHTES</i> .....	24
<i>2.2.2.2 GRUNDLAGEN DES LICHTES</i> .....	24
<i>2.2.2.2.1 Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen</i> .....	24
<i>2.2.2.2.2 Welle-Teilchen-Dualismus</i> .....	25
<i>2.2.2.3 GRUNDLAGEN DER MATERIE</i> .....	25
<i>2.2.2.4 SPONTANE EMISSION</i> .....	25
<i>2.2.2.5 INDUZIERTE EMISSION</i> .....	26
<i>2.2.2.6 BESETZUNGSINVERSION</i> .....	26
<i>2.2.2.7 MEHRNIVEAULASER</i> .....	26
<i>2.2.2.8 KONSTRUKTIONSPRINZIP EINES LASERS</i> .....	27
<i>2.2.2.9 DER LASERPROZESS</i> .....	27
<i>2.2.2.10 BETRIEBSARTEN DES LASERS</i> .....	28
<i>2.2.2.11 STRAHLUNGSFÜHRUNGSSYSTEME</i> .....	28
<i>2.2.2.12 APPLIKATOREN</i> .....	29
<i>2.2.2.13 BIOPHYSIKALISCHE INTERAKTIONEN EINES LASERS</i> .....	29
<i>2.2.2.13.1 Interaktionen des Laserlichtes im Gewebe</i> .....	30
<i>2.2.2.13.2 Photochemische Prozesse</i> .....	30
<i>2.2.2.13.3 Photothermische Effekte</i> .....	30
<i>2.2.2.13.4 Nichtlineare Effekte</i> .....	31
<b>2.3 LASER IN DER PARODONTOLOGIE</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.1 DER ER:YAG-LASER</b> .....	<b>32</b>
<i>2.3.1.1 EFFEKTE DES ER:YAG-LASERS AUF DIE WURZELOBERFLÄCHE</i> .....	<i>33</i>
<i>2.3.1.2 BAKTERIZIDES POTENTIAL DES ER:YAG-LASERS</i> .....	<i>35</i>
<i>2.3.1.3 KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN MIT DEM ER:YAG-LASER</i> .....	<i>36</i>
<b>2.3.2 DER DIODENLASER</b> .....	<b>38</b>
<i>2.3.2.1 LASERFLUORESCENZ ZUR KONKREMENTDIAGNOSTIK</i> .....	<i>38</i>
<b>2.3.3 DER CO<sub>2</sub>-LASER</b> .....	<b>39</b>
<b>2.3.4 DER Nd:YAG-LASER</b> .....	<b>40</b>

<b>2.4 SCHALL- UND ULTRASCHALLSCALER.....</b>	<b>41</b>
2.4.1 MASCHINELLE SCALER IN DER PARODONTOLOGIE .....	41
2.4.1.1 SCHALLSCALER .....	41
2.4.1.2 ULTRASCHALLSCALER.....	41
2.4.1.2.1 Piezoelektronische Scaler .....	41
2.4.1.2.2 Magnetostriktive Ultraschallscaler.....	42
2.4.2 WIRKUNG VON SCHALL- UND ULTRASCHALLSCALERN .....	43
2.4.2.1 MECHANISCHE WIRKUNG.....	43
2.4.2.2 AKUSTISCHE MIKROSTRÖMUNGEN.....	43
2.4.2.3 KAVITATION.....	44
2.4.3 TASCHENINSTRUMENTIERUNG .....	44
2.4.4 ZUGANG ZU DEN FURKATIONEN .....	45
2.4.5 WIRKUNGEN AUF DÉBRIS UND ANWENDUNG .....	45
2.4.6 RAUHIGKEIT NACH INSTRUMENTIERUNG .....	46
2.4.7 VERLUST VON ZAHNHARTSUBSTANZ .....	47
2.4.8 KLINISCHE ERGEBNISSE.....	48
<b><u>3 FRAGESTELLUNG UND ZIELSETZUNG .....</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b><u>4 MATERIAL UND METHODEN.....</u></b>	<b><u>50</u></b>
4.1 STUDIENDESIGN .....	50
4.1.1 FALLZAHLSCHÄTZUNG .....	50
4.2 FLUSSDIAGRAMM ÜBER DEN STUDIENVERLAUF.....	50
4.3 PATIENTEN.....	51
4.3.1 EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN .....	54
4.4 VORBEHANDLUNG.....	55
4.5 KLINISCHE PARAMETER.....	55
4.6 KALIBRIERUNG DES UNTERSUCHERS .....	59

4.6.1 GERÄTE ZUR KLINISCHEN UNTERSUCHUNG .....	59
<b>4.7 VERWENDETES INSTRUMENTARIUM.....</b>	<b>60</b>
4.7.1 HANDINSTRUMENTE.....	60
<i>4.7.1.1 TECHNIK DES HANDSCALINGS.....</i>	<i>61</i>
4.7.2 SCHALLINSTRUMENT.....	61
4.7.3 ULTRASCHALLINSTRUMENT.....	62
4.7.4 SCHALL- UND ULTRASCHALLSCALINGTECHNIK.....	63
4.7.5 LASER.....	63
<i>4.7.5.1 TECHNIK DES LASERSCALINGS IM DETEKTIONSMODUS.....</i>	<i>64</i>
<b>4.8 PARODONTALE BEHANDLUNG .....</b>	<b>65</b>
<b>4.9 KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG .....</b>	<b>66</b>
<b>4.10 MAßNAHMEN ZUR DURCHFÜHRUNG EINER BLINDSTUDIE .....</b>	<b>67</b>
<b>4.11 STATISTISCHE AUSWERTUNG.....</b>	<b>67</b>
<b><u>5 ERGEBNISSE .....</u></b>	<b><u>68</u></b>
<b>5.1 ERGEBNISSE DER HAUPTFRAGESTELLUNGEN .....</b>	<b>69</b>
5.1.1 VERGLEICH DER SONDIERUNGSTIEFE, DER GINGIVAREZSSION UND DES KLINISCHEN ATTACHMENTLEVELS .....	69
<i>5.1.1.1 INTRAGRUPPENVERGLEICHE DER KLINISCHEN PARAMETER.....</i>	<i>69</i>
<i>5.1.1.2 INTERGRUPPENVERGLEICHE DER KLINISCHEN PARAMETER.....</i>	<i>70</i>
<b>5.2 ERGEBNISSE DER NEBENFRAGESTELLUNGEN.....</b>	<b>76</b>
5.2.1 VERGLEICH DES PLAQUEINDEXES, DES GINGIVAINDEXES UND DES BLUTENS AUF SONDIEREN.....	76
<i>5.2.1.1 INTRAGRUPPENVERGLEICHE DER KLINISCHEN PARAMETER.....</i>	<i>76</i>
<i>5.2.1.2 INTERGRUPPENVERGLEICHE DER KLINISCHEN PARAMETER.....</i>	<i>77</i>
<i>5.2.1.3 VERGLEICH DER KLINISCHEN PARAMETER IN ABHÄNGIGKEIT DER INITIALEN SONDIERUNGSTIEFE.....</i>	<i>81</i>
<i>5.2.1.4 VERÄNDERUNGEN DER SONDIERUNGSTIEFEN .....</i>	<i>81</i>
<i>5.2.1.5 VERÄNDERUNGEN DES KLINISCHEN ATTACHMENTLEVELS.....</i>	<i>83</i>

---

5.2.2 VERGLEICH DER KLINISCHEN PARAMETER IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ZAHNART .....	86
<b><u>6 DISKUSSION .....</u></b>	<b><u>92</u></b>
<b>6.1 DISKUSSION MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>92</b>
6.1.1 STUDIENDESIGN .....	92
6.1.2 FESTLEGUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSINTERVALLS .....	94
6.1.3 BEHANDLUNGSABLAUF .....	95
6.1.4 AUSWAHL DER INSTRUMENTE .....	95
6.1.5 AUSWAHL DER KLINISCHEN UNTERSUCHUNGSPARAMETER .....	97
<b>6.2 DISKUSSION DER KLINISCHEN ERGEBNISSE .....</b>	<b>97</b>
6.2.1 PLAQUEINDEX UND GINGIVAINDEX.....	97
6.2.2 SONDIERUNGSTIEFE, KLINISCHER ATTACHMENTLEVEL UND BLUTEN AUF SONDIERUNG .....	99
<b><u>7 SCHLUSSFOLGERUNG .....</u></b>	<b><u>108</u></b>
<b><u>8 ZUSAMMENFASSUNG .....</u></b>	<b><u>109</u></b>
<b><u>9 LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>110</u></b>
<b><u>10 LEBENSLAUF.....</u></b>	<b><u>127</u></b>
<b><u>11 DANKSAGUNG .....</u></b>	<b><u>128</u></b>