

Aus dem Institut für Kieferorthopädie,  
Orthodontie und Kinderzahnmedizin  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Plaque- und Gingivitisreduktion bei Multibracketpatienten –  
Zahnbürsten und Interdentalreinigungshilfen im Vergleich

Eine klinische Einfach-blind-Studie

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Christoph K.-H. Kossack

aus Spremberg

Gutachter: 1. Prof. Dr. P.-G. Jost-Brinkmann  
2. Prof. Dr. C. Dörfer  
3. Priv.-Doz. Dr. R. Seemann

Datum der Promotion: 31.03.2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>2</b>
2.1	Einsatz und Wirkung von Zahnbürsten . . . . .	2
2.1.1	Darstellung ausgewählter Untersuchungsergebnisse . .	2
2.1.2	Zusammenfassung der Erkenntnisse und Erfahrungen .	20
2.2	Einsatz und Wirkung von Interdentalreinigungshilfen . . . . .	24
2.2.1	Darstellung ausgewählter Untersuchungsergebnisse . .	25
2.2.2	Zusammenfassung der Erkenntnisse und Erfahrungen .	32
2.3	Einsatz und Wirkung von Zahnbürsten/Interdentalreinigungshilfen während kieferorthopädischer Behandlung . . . . .	35
2.3.1	Kieferorthopädische Behandlung und Karies-/Gingivitisrisiko – ausgewählte Untersuchungsergebnisse	35
2.3.2	Einsatz und Wirkung von Zahnbürsten und Interdentalreinigungshilfen – ausgewählte Untersuchungsergebnisse . . . . .	39
2.3.3	Zusammenfassung der Erkenntnisse und Erfahrungen .	47
<b>3</b>	<b>Fragestellungen</b>	<b>52</b>
<b>4</b>	<b>Probanden, Materialien und Methoden</b>	<b>53</b>
4.1	Probanden . . . . .	53
4.2	Untersuchte Putzmaterialien . . . . .	53
4.2.1	elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste . . . . .	53
4.2.2	Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste SR-100E . .	55
4.2.3	elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide . . . . .	56
4.2.4	Water Pik Flosser FL-110 . . . . .	57
4.3	Studiendesign . . . . .	58
4.4	Patienteninstruktionen . . . . .	60
4.4.1	elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste . . . . .	60
4.4.2	Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste . . . . .	64
4.4.3	elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide . . . . .	67
4.4.4	Water Pik Flosser FL-110 . . . . .	69
4.5	Indizes . . . . .	72
4.5.1	Papillen-Blutungs-Index (PBI) . . . . .	72
4.5.2	Modifizierter Quigley-Hein-Plaque-Index (mQHI) . . .	72
4.6	Fragebögen . . . . .	75

4.7	Entwicklung einer Software zur effektiven Studiendurchführung sowie zur Aufzeichnung, Auswertung und Visualisierung der Daten . . . . .	78
4.7.1	Systemvoraussetzungen . . . . .	78
4.7.2	Benutzerverwaltung . . . . .	78
4.7.3	Eingabe der Daten . . . . .	79
4.7.4	Organisation des Studienablaufs . . . . .	79
4.7.5	Auswertung der Daten und Ausgabeschnittstellen . . . . .	79
4.7.6	Visualisierung und Patientenmotivation . . . . .	80
<b>5</b>	<b>Statistische Auswertung</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>87</b>
6.1	mQHI aller untersuchten Zähne in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit . . . . .	87
6.2	PBI aller untersuchten Zähne in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit . . . . .	87
6.3	mQHI in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit zwischen Front- und Seitenzähnen . . . . .	88
6.4	PBI in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit zwischen Front- und Seitenzähnen . . . . .	89
6.5	mQHI in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit zwischen Gut- und Schlechtputzern . . . . .	89
6.6	PBI in Abhängigkeit von Putzmitteln/Kombinationen und Zeit zwischen Gut- und Schlechtputzern . . . . .	91
6.7	Evaluationsbögen . . . . .	91
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>117</b>
7.1	Probanden und Methodik . . . . .	117
7.2	Verwendete Indizes . . . . .	122
7.2.1	Bewertung des Plaqueaufkommens . . . . .	122
7.2.2	Bewertung des Entzündungszustandes der Gingiva . . . . .	123
7.3	Ergebnisse . . . . .	125
7.4	Unterschiede zwischen den Patienten . . . . .	128
7.5	Fehlerbetrachtung . . . . .	131
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>133</b>

<b>9 Zusammenfassungen</b>	<b>135</b>
9.1 Zusammenfassung . . . . .	135
9.2 Summary . . . . .	136
<b>10 Danksagungen</b>	<b>137</b>
<b>11 Anhang</b>	<b>155</b>
11.1 Materialverzeichnis . . . . .	155

## Abbildungsverzeichnis

1	elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste. . . . .	54
2	Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste SR-100E mit Packung für Ersatzaufsätze. . . . .	55
3	Packung mit 100 elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide-Fäden. . . . .	56
4	Water Pik Flosser FL-110. . . . .	57
5	Flussdiagramm des Studiendesigns. . . . .	59
6	Anwendungsanweisung für elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste – Putzen von vestibulär über dem Bogen. . . . .	61
7	Anwendungsanweisung für elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste – Putzen von vestibulär unter dem Bogen. . . . .	61
8	Anwendungsanweisung für elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste – Putzen von oral – Frontzähne. . . . .	62
9	Anwendungsanweisung für elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste – Putzen von oral – Seitenzähne. . . . .	62
10	Anwendungsanweisung für elmex interX-Kurzkopf-Zahnbürste – Putzen von okklusal. . . . .	63
11	Anwendungsanweisung für Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste – Putzen von vestibulär über dem Bogen. . . . .	64
12	Anwendungsanweisung für Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste – Putzen von vestibulär unter dem Bogen. . . . .	65
13	Anwendungsanweisung für Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste – Putzen von oral – Frontzähne. . . . .	65
14	Anwendungsanweisung für Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste – Putzen von oral – Seitenzähne. . . . .	66
15	Anwendungsanweisung für Water Pik Sonic Speed Schall-Zahnbürste – Putzen von okklusal. . . . .	66
16	Anwendungsanweisung für elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide – Reinigung der Brackets. . . . .	67
17	Anwendungsanweisung für elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide – Spannen des Fadens. . . . .	68
18	Anwendungsanweisung für elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide – Reinigung des Approximalraums. . . . .	68
19	Anwendungsanweisung für Water Pik Flosser – Reinigung des Approximalraums. . . . .	70
20	Anwendungsanweisung für Water Pik Flosser – Reinigung der Molaren (umgebogene Flosserspitze). . . . .	70
21	Anwendungsanweisung für Water Pik Flosser – Reinigung der Brackets. . . . .	71

22	Anmeldungs Bildschirm der Software „Indexanalyse“ zur Identitätsfeststellung des Benutzers. . . . .	81
23	Patientenstatus Bildschirm der Software „Indexanalyse“ zur Organisation der Studie. . . . .	81
24	Indexaufzeichnung mit Headset und der Software „Indexanalyse“ durch Spracheingabe. . . . .	82
25	Aufzeichnungsbildschirm der Software „Indexanalyse“ für Indexerhebung mit Spracheingabe – Aufzeichnung mQHI. . . . .	82
26	Aufzeichnungsbildschirm der Software „Indexanalyse“ für Indexerhebung mit Spracheingabe – Zeittabelle. . . . .	83
27	Analyse Bildschirm der Software „Indexanalyse“. . . . .	83
28	Individualisierter Analyse Bildschirm der Software „Indexanalyse“ für Probanden der Studie. . . . .	84
29	Häufigkeitsverteilung der Veränderungen der Werte des modifizierten Quigley-Hein-Index ( $\Delta$ mQHI) durch Anwendung der getesteten Putzmittel/Kombinationen. . . . .	94
30	Häufigkeitsverteilung der Veränderungen der Werte des Papillen-Blutungs-Index ( $\Delta$ PBI) durch Anwendung der getesteten Putzmittel/Kombinationen. . . . .	95
31	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ mQHI aller Zahngruppen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	97
32	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ PBI aller Zahngruppen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	98
33	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ mQHI der Frontzähne in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	100
34	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ PBI der Frontzähne in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	101
35	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ mQHI der Seitenzähne in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	102
36	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ PBI der Seitenzähne in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	103
37	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ mQHI der Gutputzer in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	105

38	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ PBI der Gutputzer in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	106
39	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ mQHI der Schlechtputzer in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	107
40	Box-Whisker-Plot des $\Delta$ PBI der Schlechtputzer in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	108
41	Antworten auf die Frage, ob bereits vor der Studie eine elektrische Zahnbürste verwendet wurde. . . . .	110
42	Antworten auf die Frage, von welchem Hersteller elektrische Zahnbürsten bereits vor der Studie verwendet wurden. . . . .	110
43	Häufigkeitsverteilung der subjektiven Benotung (entsprechend Schulnoten: 1 bis 6) der Handhabbarkeit der Interdentalreinigungshilfen bei der Reinigung der Zahnzwischenräume. . . . .	111
44	Häufigkeitsverteilung der subjektiven Benotung (entsprechend Schulnoten: 1 bis 6) der Handhabbarkeit der Interdentalreinigungshilfen bei der Reinigung der Brackets. . . . .	112
45	Antworten auf die Frage, ob es Interdentalräume gibt, die mit der elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide bzw. mit dem Water Pik Flosser besonders schwierig zu reinigen sind. . . . .	112
46	Häufigkeitsverteilung der subjektiven Benotung (entsprechend Schulnoten: 1 bis 6) der Wirkung der Interdentalreinigungshilfen. . . . .	113
47	Antworten auf die Frage, wie lange – in Minuten – die Anwendung der jeweiligen Interdentalreinigungshilfe gedauert hat. . . . .	114
48	Antworten auf die Frage, wie oft pro Woche die jeweilige Interdentalreinigungshilfe benutzt wurde. . . . .	115
49	Antworten auf die Frage, ob bereits vor der Studie eine Interdentalreinigungshilfe verwendet wurde. . . . .	115
50	Antworten auf die Frage, ob die elmex multi-floss 3-Phasen-Zahnseide bzw. der Water Pik Flosser auch nach der Studie weiter verwendet werden wird. . . . .	116



## Tabellenverzeichnis

1	Bewertungsgrade des PBI. . . . .	73
2	Bewertungsgrade des nach Djamchidi et al. modifizierten Quigley-Hein-Plaque-Index (mQHI). . . . .	74
3	Signifikanzen, Mittelwerte und kritische Mittelwertdifferenzen der absoluten Anfangsbefunde des mQHI in Abhängigkeit von der jeweiligen Testphase. . . . .	96
4	Signifikanzen, Mittelwerte und kritische Mittelwertdifferenzen der absoluten Anfangsbefunde des PBI in Abhängigkeit von der jeweiligen Testphase. . . . .	96
5	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung des Plaquebefalls ( $\Delta$ mQHI) aller Zahngruppen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . .	97
6	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung der Blutung nach atraumatischer Sondierung ( $\Delta$ PBI) aller Zahngruppen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	98
7	Ergebnisse der Signifikanzprüfungen zwischen den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen. . . . .	99
8	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung des Plaquebefalls ( $\Delta$ mQHI) bei den Frontzähnen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. 100	
9	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung der Blutung nach atraumatischer Sondierung ( $\Delta$ PBI) bei den Frontzähnen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	101
10	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung des Plaquebefalls ( $\Delta$ mQHI) bei den Seitenzähnen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. 102	
11	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung der Blutung nach atraumatischer Sondierung ( $\Delta$ PBI) bei den Seitenzähnen in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	103

12	Ergebnisse der Signifikanzprüfungen zwischen den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen der Front- und Seitenzähne. .	104
13	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung des Plaquebefalls ( $\Delta mQHI$ ) bei den Gutputzern in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt.	105
14	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung der Blutung nach atraumatischer Sondierung ( $\Delta PBI$ ) bei den Gutputzern in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	106
15	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung des Plaquebefalls ( $\Delta mQHI$ ) bei den Schlechtputzern in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt.	107
16	Mittelwerte, kritische Mittelwertdifferenzen und Signifikanzen der durchschnittlichen Veränderung der Blutung nach atraumatischer Sondierung ( $\Delta PBI$ ) bei den Schlechtputzern in Abhängigkeit von den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen und dem Untersuchungszeitpunkt. . . . .	108
17	Ergebnisse der Signifikanzprüfungen zwischen den untersuchten Putzmitteln/Kombinationen bei Gut- und Schlechtputzern.	109

## 9 Zusammenfassungen

### 9.1 Zusammenfassung

**Material und Methode:** In der vorliegenden klinischen Einfach-blind-Studie wurde in einem gekreuzten 4-Wege-Design sechs Monate lang die Effektivität der (A) manuellen interX-Kurzkopf-Zahnbürste (elmex<sup>®</sup>), der (B) Sonic Speed Schall-Zahnbürste SR-100E (Water Pik<sup>®</sup>), der (C) Sonic Speed Schall-Zahnbürste in Kombination mit dem elektrischen Interdentalreinigungsgerät Flosser FL-110 (Water Pik<sup>®</sup>) und der (D) Sonic Speed Schall-Zahnbürste in Kombination mit der multi-floss 3-Phasen-Zahnseide (elmex<sup>®</sup>) hinsichtlich Plaque- und Gingivitisreduktion verglichen. 40 Probanden wurden zufällig in vier Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe putzte jeweils für vier Wochen in unterschiedlicher Reihenfolge mit den Putzmitteln/Kombinationen A, B, C und D. Die Studienorganisation übernahm ein Computersystem, mit dessen Hilfe gleichfalls alle zwei Wochen die Erfassung des modifizierten Quigley-Hein-Index (mQHI) und des Papillen-Blutungs-Index (PBI) per Sprachsteuerung erfolgte.

**Ergebnisse:** Nach anfänglicher Verbesserung bei allen Putzmitteln/Kombinationen traten nach vierwöchiger Anwendung – mit einer Ausnahme – wieder Verschlechterungen auf. Nach vierwöchiger Anwendung reinigte nur die Kombination aus Schall-Zahnbürste und Flosser FL-110 (C) hinsichtlich mQHI und PBI signifikant effektiver als die manuelle Zahnbürste (A), was hauptsächlich auf den Flosser zurückzuführen ist. Patienten mit guter Mundhygiene ( $mQHI_{\text{Beginn}} \leq 1,4$ ) erreichten mit keinem Putzmittel/keiner Kombination (A bis D) eine Verbesserung.

**Schlussfolgerungen:** Die Reduzierung von Plaque und Gingivitis kann – besonders bei Patienten mit schlechter Mundhygiene ( $mQHI_{\text{Beginn}} \geq 1,5$ ) – mit einer Interdentalreinigungshilfe verbessert werden. Dabei ist der Flosser FL-110 auf längere Zeit effektiver als die multi-floss 3-Phasen-Zahnseide.

## 9.2 Summary

**Material and method:** The (A) manual interX short brush-head toothbrush (elmex<sup>®</sup>), the (B) Sonic Speed SR-100E sonic toothbrush (Water Pik<sup>®</sup>), the (C) Sonic Speed toothbrush in conjunction with the electric interdental cleaning device Flosser FL-110 (Water Pik<sup>®</sup>) and (D) the Sonic Speed toothbrush in conjunction with multi-floss three-phase dental floss (elmex<sup>®</sup>) were tested in the present clinical single-blind four-way crossover study over a period of six months for their efficacy in reducing plaque and gingivitis. Forty patients were randomly split up into four groups. Each group brushed their teeth for four weeks using cleaning aids/combinations A, B, C or D in different orders. The organization of the study was controlled by a computer system, which also assisted in recording the modified Quigley Hein plaque index (mQHI) and the Papillary Bleeding Index (PBI) every two weeks using voice control.

**Results:** Initially, an improvement was observed with all cleaning aids/combinations, but after four weeks of application the conditions deteriorated again – except one. After four weeks of application, only cleaning involving the combined use of the sonic toothbrush and the Flosser FL-110 (C) was found to be significantly more effective than cleaning with the manual toothbrush (A); this is mainly attributed to the Flosser. In patients with good oral hygiene ( $mQHI_{begin} \leq 1.4$ ), no improvement was observed with any of the cleaning aids (A-D).

**Conclusions:** Plaque and gingivitis can be reduced – especially in patients with poor oral hygiene ( $mQHI_{begin} \geq 1,5$ ) – by using an interdental cleaning aid. In the long run, the Flosser FL-110 is more effective than the multi-floss three-phase dental floss.

## 10 Danksagungen

Herrn Prof. Dr. Paul-Georg Jost-Brinkmann möchte ich für die Überlassung des Dissertationsthemas und für seine allseits hilfreiche und konstruktive Unterstützung bei der Durchführung dieser Studie recht herzlich danken.

Herrn PD Dr. Dr. Werner Hopfenmüller danke ich für die Beratung zu Fragen der statistischen Auswertung.

Den Firmen Intersanté und GABA gilt mein Dank für die kostenlos zur Verfügung gestellten Materialien.

Herrn Dr. C. Djamchidi danke ich für die Kalibrierung.

## 11 Anhang

### 11.1 Materialverzeichnis

elmex<sup>®</sup> multi-floss 3-Phasen-Zahseide,  
elmex<sup>®</sup> interX Kurzkopf-Zahnbürste  
GABA GmbH  
Berner Weg 7  
79539 Lörrach

Water Pik<sup>®</sup> Flosser FL-110,  
Water Pik<sup>®</sup> Sonic Speed Schall-Zahnbürste  
Intersanté GmbH  
Berliner Ring 163 B  
D-64625 Bensheim

**Plaquetfärbelösung**  
Erythrosin-Lösung  
Erythrosin 1%  
Aqua pur. ad 100,0g  
Oleum anisi. gtt. 7

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

## Publikationsliste

Kossack, C; Jost-Brinkmann, P-G:  
Plaque and Gingivitis Reduction in Patients Undergoing Orthodontic  
Treatment with Fixed Appliances –  
Comparison of Toothbrushes and Interdental Cleaning Aids  
A 6-Month Clinical Single-Blind Trial  
In: *Journal of Orofacial Orthopedics*, Band 66: S. 20-38, 2005.



## **Eidesstattliche Selbstständigkeitserklärung**

Ich, Christoph K.-H. Kossack, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Plaque- und Gingivitisreduktion bei Multibracketpatienten – Zahnbürsten und Interdentalreinigungshilfen im Vergleich“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Christoph K.-H. Kossack