

Klinisch-experimentelle Studie zweier  
Zahnbürsten im Vergleich über die  
Wirksamkeit in Bezug auf Gingivitisreduktion  
und Plaquereduktion an Zahnoberflächen

Stefan Klotz  
2009

Aus der Poliklinik der Zahnerhaltung und  
Parodontologie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. Reinhard Hickel

Klinisch-experimentelle Studie zweier Zahnbürsten im  
Vergleich über die Wirksamkeit in Bezug auf  
Gingivitisreduktion und Plaquerreduktion an  
Zahnoberflächen

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Stefan Klotz  
aus Saarlouis  
2009

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K.-H. Kunzelmann

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Gabriele Kaeppler  
Prof. Dr. Johannes Randzio

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser,  
FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 25.05.2009

meiner Frau Sabine gewidmet

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>	
<b>2. Literaturübersicht</b>	<b>4</b>	
2.1	Kariesätiologie	
2.1.1	Biofilm (dentale/bakterielle Plaque)	4
2.2	Ätiologie von Parodontalerkrankungen	5
2.3	Prophylaxe oraler Erkrankungen	6
2.3.1	Kariesprophylaxe	7
2.3.2	Prophylaxe parodontaler Erkrankungen	8
2.3.3	Häusliches Mundhygieneverhalten	8
2.4	Prophylaxeinstrument Zahnbürste	10
2.4.1	Die Handzahnbürste	11
2.4.1.1	Zahnbürstenborsten	11
2.4.1.2	Zahnbürstenkopf	12
2.4.1.3	Zahnbürstengriff	13
2.4.2	Die elektrische Zahnbürste	13
2.4.3	Unterschiede in der Arbeitsweise elektrischer Zahnbürsten	15
2.5	Vergleichende Zahnbürstenstudien	17
2.6	Die häusliche Prophylaxe	18
2.7	Studiendesign	19
2.7.1	Probandenauswahl und Studiendauer	19
2.7.2	Cross-over-/Parallel-Design	21
2.7.3	Indices	22
<b>3. Zielsetzung der Studie</b>	<b>24</b>	
<b>4. Material und Methode</b>	<b>25</b>	
4.1	Testzahnbürsten	25
4.2	Probandenauswahl	34
4.3	Studiendesign	36
4.3.1	Ablauf der Studiensitzungen	36

4.4	Bewertungsmethoden	38
4.4.1	Modifizierter Turesky et al.-Index (1970)	38
4.4.2	Sulkus-Blutungs-Index	39
4.5	Fragebogen	40
4.6	Auswertungen	41
4.6.1	Index-Auswertung	41
4.6.1.1	Basiswerte	41
4.6.1.2	Untersuchung möglicher Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase aufgrund des Cross-over-Designs der Studie	43
4.6.1.3	Effektivitätsvergleich der Plaquerreduktion für beide Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen (kurzfristig)	43
4.6.1.4	Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten über den Testzeitraum von 30 Tagen	45
4.6.1.5	Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen	46
4.6.1.6	Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für jede Testzahnbürste Baseline / Follow-up	47
4.6.2	Fragebogenauswertung	47
4.6.3	Auswertung der Daten	47
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>48</b>
5.1	Probandenkollektiv	48
5.2	Fragebogen	49
5.2.1	Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürsten	49
5.2.2	Beurteilung der Bürstenkopfgröße	50
5.2.3	Beurteilung der Form des Bürstengriffes	51
5.2.4	Beurteilung des Putzgefühls	53
5.2.5	Beurteilung der besseren Reinigung	54
5.2.6	Insgesamt bevorzugte Zahnbürste	55
5.3	Auswertungen	56
5.3.1	Indexauswertung	56
5.3.1.1	Untersuchung möglicher Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase aufgrund des Cross-over-Designs der Studie	57

5.3.1.2	Effektivitätsvergleich der Plaquereduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen (kurzfristig)	59
5.3.1.3	Effektivitätsvergleich beider Zahnbürsten bezüglich der Plaquereduktion über den Testzeitraum von 30 Tagen	65
5.3.1.4	Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen	72
5.3.1.5	Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für jede Testzahnbürste Baseline / Follow-up	76
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>77</b>
6.1	Studiendesign	77
6.2	Studiendauer	79
6.3	Anzahl und Alter der Probanden	79
6.4	Indexauswertung	80
6.4.1	Plaqueindex	80
6.4.1.1	Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen	81
6.4.1.2	Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von 30 Tagen	82
6.4.2	Gingivitisindex	82
6.4.2.1	Gingivitisauswertung mit dem SBI nach Mühlemann und Son	82
6.4.2.2	Auswertung der Gingivitiswerte für den Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen	84
6.5	Zahnauswahl	85
6.6	Fragebogen	86
6.6.1	Härtegrad der Bürsten	86
6.6.2	Größe des Bürstenkopfes	86
6.6.3	Form des Bürstengriffes	87

6.6.4	Beurteilung des Putzgefühls	87
6.6.5	Beurteilung der besseren Reinigung	88
6.6.6	Insgesamt bevorzugte Bürste.	88
6.7	Aufwand der Studie	89
6.8	Vorschläge für künftige Studien	90
 <b>7. Zusammenfassung</b>		 92
 <b>8. Literaturverzeichnis</b>		 94
 <b>9. Anhang</b>		 108
9.1	Erhebungsbögen	108
9.1.1	Einverständniserklärung	108
9.1.2	Anamnesebogen	109
9.1.3	Befunderhebungsbogen der Screening Sitzung	110
9.1.4	Befunderhebungsbogen für jede Sitzung pre- und postbrush	111
9.1.5	Fragebogen	112
9.1.6	Fragebogen zur Zahnbürstenstudie ausgewertet	113
		114
 <b>10. Danksagung</b>		 
 <b>11. Erklärung</b>		 115
 <b>12. Lebenslauf</b>		 116

# 1. Einleitung und Problemstellung

Eines der wichtigen Themen in der modernen Zahnmedizin ist die Prävention von Erkrankungen der Zahnhartsubstanz und des Zahnhalteapparates, also die Verhinderung von Karies und Parodontopathien. Die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanz ist die Karies. Ein wesentlicher Faktor in der Kariesätiologie ist das Vorhandensein von Belägen (Plaque) auf der Zahnoberfläche (Lehmann, Hellwig 1993). Doch nicht nur die Zahnhartsubstanz wird durch Beläge geschädigt, sondern auch Gingiva und Schleimhaut zeigen entzündliche Reaktionen als Folge der Ansammlung von Plaque (Löe, Theilade 1965). Um Beläge in ausreichender Form zu entfernen, müssen Hilfsmittel zur Plaquereduktion benutzt werden.

Es gibt unterschiedliche Hilfsmittel zur Zahnreinigung. Das gebräuchlichste Mittel ist die Zahnbürste, die normalerweise unter zusätzlicher Verwendung von Zahnpaste benutzt wird. Für die meisten Menschen ist das Putzen mit einer Zahnbürste die gebräuchlichste Mundhygienemaßnahme. Dabei variieren die Methode, die Häufigkeit des Zähneputzens und die Verwendung unterschiedlichster Zahnbürsten erheblich. Verschiedene Studien (Roger et al. 1998, van der Weijden et al. 1996, Grossman et al. 1996) haben gezeigt, dass eine effektive Plaquereduktion durch die Benutzung von Zahnbürsten sowohl Karies als auch Erkrankungen des Zahnhalteapparates verhindern bzw. verringern können.

Seit über 30 Jahren sind nun schon elektrische Zahnbürsten auf dem Markt erhältlich, um die Ausübung der Mundhygiene zu erleichtern. Ende der 60er Jahre kamen die ersten Modelle auf den Markt, die die Mundhygiene einfacher und effektiver gestalten sollten. Sie zeigten sich in ihrer Funktion als sicher und effektiv und sogar der Handzahnbürste gegenüber überlegen (van der Weijden et al. 1993, 1998, 2002, Khocht 1992, Grossman et al. 1996, Ernst et al. 1998, Danser et al. 1998, Barnes 1999, Dörfer et al. 2001, Dentino et al. 2002).

Nicht jeder Mensch braucht für eine gute Mundhygiene eine elektrische Zahnbürste, und nicht jede ist für jeden gleich gut geeignet. Falsches Zähneputzen bzw. eine falsche Zahnputztechnik

kann langfristig Schäden an der Zahnhartsubstanz verursachen. So entstehen durch zu häufiges und langes „Schrubben“ überempfindliche Zahnhälse bis hin zu keilförmigen Defekten. Dies kann man häufig bei übermotivierten Patienten mit falscher Putztechnik beobachten. Insgesamt sind die elektrischen Zahnbürsten heute zu einer interessanten Alternative zur Handzahnbürste geworden.

Elektrische Handzahnbürsten gibt es in verschiedenen Ausführungen, sowohl im Aussehen als auch in der Funktionsweise. Diese reicht von der einfachen ursprünglichen Vor- und Rückwärtsbewegung des Bürstenkopfes über rotierend-oszillierende Bürstenköpfe – die Rotationsbewegungen nachahmen – bis hin zu Schallzahnbürsten. Die Entwicklung neigt heute zur Schallzahnbürste bzw. Ultraschallzahnbürste. Hier wurden in Langzeitstudien signifikante Unterschiede in der Plaque- und Gingivitisreduktion gegenüber der manuellen Zahnbürste festgestellt (Zimmer 2002 und 2005).

Unterschiedlich ist die Arbeitsweise dieser Bürsten, wie zum Beispiel die der Schallbürsten mit elliptischen Bewegungen. Anstelle der herkömmlichen Bewegung führen diese Bürsten (z.B. Sonicare von Philips-D oder Sonic Max von Water Pic-D) seitlich elliptische Bewegungen mit einer Frequenz von 500 Hz aus. Die Ultraschallbürsten (z.B. die Ultrasonex von Sonex USA) führen eine Kombination aus Schallwellen (150 bis 300 Hz) und Ultraschallwellen (über 25000 Hz) aus.

Seit einiger Zeit ist ein Modell auf dem Markt, Objekt dieser Studie, welches ein neues Funktionsmuster aufweist. Diese Bürste ist batteriebetrieben, hat einen geteilten, drucksensiblen Bürstenkopf und zusätzlich zu den Nylonborsten sechs Micropuls-Silikonborsten. Sinn dieser Anordnung soll die bessere Plaqueentfernung im Approximalbereich der Zähne sein. Diese Bürste ist im Gegensatz zu den bisherigen Bürsten eine Einwegbürste mit einem integrierten Motor, auf dem eine Excenterscheibe sitzt, und einer Batterie im Griff. Ist die Batterie verbraucht, dann ist auch der Bürstenkopf verbraucht. Der Bürstengriff lässt sich abdrehen, die Batterie ist zu entnehmen und kann getrennt recycled werden. Im Gegensatz zu den herkömmlichen elektrischen Zahnbürsten ist sie kostengünstig, da sie keinen Antrieb für eine Daueranwendung hat und keine teuren Wechselbürstenköpfe gekauft werden müssen.

Um Erfolge und Misserfolge guter und schlechter Mundhygiene quantifizieren und verifizieren zu können, wurden verschiedene Plaque- und Gingivitisindices entwickelt (Mühlemann und Son 1971, Dörfer et al. 2001, Aass und Gjermo 2000, Haffajee et al. 2001, Danser et al. 1998, Turesky et al. 1970).

Einige Indices werden in den vergleichenden Zahnbürstenstudien favorisiert, da sie als besonders praktikabel oder zuverlässig gelten. Die American Dental Association (ADA) hat ein Richtlinien-skript herausgegeben, in welchem unter anderem auch bestimmte Indices für Zahnbürstenstudien empfohlen werden (ADA 1998).

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Ermittlung der Plaquerreduktion durch den Gebrauch einer elektrischen Einwegbürste und einer manuellen Handzahnbürste. Es gilt zu eruieren, ob es einen signifikanten Unterschied gibt, der den Kostenunterschied zur manuellen Bürste rechtfertigt.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1 Kariesätiologie**

Karies ist eine lokalisierte multikausale Erkrankung, die durch Mikroorganismen und Fehlernährung irreversibel zur Lösung der anorganischen Strukturen und zur Zersetzung der organischen Bestandteile des Zahnes führt.

Die Karies wird unterteilt in Schmelzkaries, Dentinkaries und Zementkaries (Schiffner 2005).

Heute geht man grundlegend davon aus, dass sich kariogene Mikroorganismen auf der Zahnoberfläche festsetzen und zusammen mit Bestandteilen des Speichels, Nahrungsresten und bakteriellen Stoffwechselprodukten einen strukturierten, zähen Zahnbelag bilden (Biofilm, früher Plaque). Werden den Mikroorganismen, die sich im Biofilm befinden, Substrate in Form von niedermolekularen Kohlenhydraten zugeführt, so produzieren die Mikroorganismen als Stoffwechselprodukte organische Säuren. Diese Säuren wirken auf die Zahnoberfläche ein und führen zu Demineralisationen und irreversiblen Zahnhartsubstanzverlusten. Der Grad der Demineralisation hängt von der Einwirkungszeit der Säuren ab. Zu den primären Faktoren der Kariesätiologie zählen das Vorhandensein von Zahn, Mikroorganismus, Plaque, Substrat und Zeit (Bramstedt et al. 1970, König 1974, Lehmann und Hellwig 1993).

Zu den sekundären Faktoren gehören unter anderem der Speichelfluss bzw. die Speichelzusammensetzung, die Häufigkeit der Substratzufuhr und der pH-Wert des Speichels. Ebenso spielen Zahnfehlstellungen und Zahnfehlbildungen durch das Vorhandensein schwer zugänglicher Bereiche bei der Mundhygiene eine exponierte Rolle. Die Schlüsselrolle bei der Entstehung von Karies wird jedoch dem Vorhandensein von Plaque zugeschrieben (Kantorowicz 1953).

#### **2.1.1 Biofilm (dentale/bakterielle Plaque)**

Im Allgemeinen werden Biofilme als Bakterienpopulationen definiert, die in eine durch Bakterien selbst produzierte extrazelluläre Matrix

polymerer Moleküle eingebettet sind und fest auf einer Unterlage haften (Folwaczny, Hickel 2003).

Der Biofilm ist ein eiweiß-polysaccharid- und bakterienhaltiger Belag, der im Gegensatz zur Materia Alba – einer lockeren Anhäufung von Mikroorganismen und Epithelzellen auf der Zahnoberfläche – durch einen Wasserstrahl schwer bzw. gar nicht abgespült werden kann. Auch ist sie trotz der im Mund stattfindenden Selbstreinigung durch Wange und Zunge nicht entfernbar (Nolden 1994).

Der ausgereifte Biofilm besteht aus dicht gepackten Bakterien, die in eine amorphe Matrix extrazellulärer Polysaccharide eingebettet sind. Die bakterielle Zusammensetzung dieser Matrix ist auch abhängig davon, wo sie sich am Zahn befindet, ebenso von der Zusammensetzung des Speichels sowie der Ernährung. Streptokokkus Mutans wird aufgrund seiner speziellen Stoffwechseleigenschaften als Erstbesiedler in der Kariesätiologie angesehen. Es bildet sich eine Matrix, in der sich dann auch andere Bakterien ansiedeln.

## **2.2 Ätiologie von Parodontalerkrankungen**

Auch hinsichtlich der Entstehung von Gingivitis und Parodontitis verkörpert die bakterielle Plaque den primären ätiologischen Faktor. Verantwortlich sind hier jedoch nicht organische Säuren, sondern in erster Linie Antigene sowie Stoffwechselprodukte parodontalpathogener Keime in Form von Enzymen und Toxinen. Diese Keime haben eine Schlüsselrolle bei der Auslösung immunpathologischer Reaktionen und akuter Entzündungen bei der Entstehung destruktiver Prozesse am Parodont.

Löe et al. wiesen durch ihre Studien zur experimentellen Gingivitis nach, dass durch unterbrochene Hygienemaßnahmen eine bakterielle Plaqueakkumulation bei gesunden Gingivaverhältnissen innerhalb von zehn Tagen zu klinisch sichtbaren Zeichen einer Gingivitis führt. Es zeigten sich Farb- und Oberflächenstrukturveränderungen und erhöhte Blutungsneigung (Löe et al. 1965). Die Bedeutung der Plaqueentfernung wird dadurch belegt, dass sich eine etablierte Gingivitis innerhalb von drei bis sechs Tagen nach Wiedereinsetzen der Mundhygiene zurückbilden kann (Löe et al. 1965).

Langfristig entstehen durch bakteriellen Noxen gingivale Entzündungen in tieferen Bereichen des Parodontiums, bedingt durch aggressive Bakterienformen, genetische Defekte in der lokalen Abwehr oder durch eine Schwächung des Immunsystems. Im Laufe der Plaquematuration steigt der relative Anteil anaerober, gram-negativer Keime mit hohem pathogenen Potential stark an. Es können verschiedene Formen der Parodontitis auftreten, die, je nach Art, Dichte und Virulenz dieser subgingivalen Bakterienflora, serologisch, mikrobiologisch und anamnestisch-symptomatisch voneinander unterscheidbar sind. Durch fortschreitenden Attachmentverlust führen sie unbehandelt zum Verlust von Alveolarknochen und Zähnen. Auch parodontale Erkrankungen bilden folglich ein gesellschaftliches Problem, dessen Ausmaß eine repräsentative Mundgesundheitsstudie unterstreicht, die besagt, dass nur 21,9 % der erwachsenen Deutschen keine Gingivitis haben, während 43 % an schweren gingivalen Entzündungen leiden (Michaelis und Reich 1999).

### **2.3 Prophylaxe oraler Erkrankungen**

Die bakterielle Plaque besitzt, wie oben beschrieben, eine Schlüsselfunktion in der Ätiologie von Karies, Gingivitis und Parodontitis (Löe et al. 1965, von der Fehr et al. 1970). Somit kann konstatiert werden, dass es ohne Plaque keine dieser oralen Erkrankungen gäbe. Von dieser These auszuschließen sind lediglich plaqueunabhängige traumatogen, hormonell oder medikamentös bedingte Gingivitiden. Prophylaxemaßnahmen bekämpfen folglich in erster Linie dauerhaft die mikrobielle Plaque, welche sich gleichermaßen positiv auf Karies und Erkrankungen des Parodontiums auswirken (Roulet 1995). Durch Axelsson et al. wurde mehrfach nachgewiesen, dass die kontinuierliche mechanische Plaqueentfernung in Verbindung mit regelmäßiger lokaler Fluoridierung Karies und Parodontopathien deutlich verringert (Axelsson und Lindhe 1978, Axelsson und Lindhe 1981, Axelsson et al. 1991, Paulander et al. 2003).

### 2.3.1 Kariesprophylaxe

In der Kariesprophylaxe stehen die Bekämpfung ätiologischer Faktoren sowie die Stärkung der Wirtsabwehr an erster Stelle. Hier steht dem Untersuchungsthema entsprechend die mechanische Plaquereduktion im Mittelpunkt, obwohl das moderne Plaquemanagement das Ziel verfolgt, Plaque nicht nur zu entfernen, sondern zusätzlich deren Bildung und pathogene Eigenschaften zu reduzieren (Splieth 1998).

Untersuchungen aus einer Zeit, in der die allgemeine Verfügbarkeit lokaler Fluoride wesentlich schlechter als heute war, konnten keineswegs durchweg nachweisen, dass eine gute Mundhygiene mit einer reduzierten Kariesprävalenz einhergeht (Gülzow 1965, Mansbridge 1960, Ripa 1974). Studien aus der Fluorid-Ära lassen dagegen einen Zusammenhang zwischen häuslicher Mundhygiene und Karies in der Form erkennen, dass auch eine suboptimale Plaqueentfernung zu einer Karieshemmung führt (Levine 1996, Mathiesen et al. 1996).

Sie belegen die große Bedeutung lokaler Fluoride in der Kariesprophylaxe.

Um jedoch als Schlussfolgerung daraus den Nutzen der mechanischen Plaquekontrolle nicht zu unterschätzen, empfiehlt sich das Betrachten von Untersuchungen, denen zufolge Plaquereduktion und Fluoride eine synergistische Wirkung haben (Koch und Lindhe 1970). Ögaard et al. stellten fest, dass gerade bei regelmäßiger Anwendung von Fluoriden die Mundhygiene den Hauptindikator für das Bewerten des Kariesrisikos bildet (Ögaard et al. 1994). Hier wird der Einfluss der Frequenz des Zähneputzens stärker als der Einfluss des Zuckerkonsums auf die Entstehung von Karies bewertet (Stecksen-Blicks und Holm 1995, Sundin et al. 1983).

So ist die Mundhygiene auch unter Berücksichtigung, dass zusätzlich ausreichende Fluoridierungsmaßnahmen getroffen werden, ein wichtiger Faktor in der Kariesprophylaxe, da sogar eine suboptimale Plaquereduktion bereits zu messbaren Erfolgen führt.

### **2.3.2 Prophylaxe parodontaler Erkrankungen**

Die Intensivierung der Mundhygiene mit möglichst optimaler Plaquekontrolle auch hinsichtlich parodontaler Erkrankungen ist unumstritten die beste Prophylaxe (Axelsson et al. 1991, Loe et al. 1965, Ögaard et al. 1994, Strahan et al. 1977). Wie wichtig die supragingivale Plaqueentfernung ist, wurde überzeugend durch Studien zur Gingivitis demonstriert (Axelsson und Lindhe 1981, Loe et al. 1965) sowie durch Studien, die die Effektivität parodontaler Therapien bei Personen mit und ohne exzellente Plaquekontrolle verglichen (De Sanctis et al. 1996, Lindhe et al. 1984). Durch regelmäßiges Entfernen supragingivaler Plaque wird die Menge der pathogenen Mikroorganismen nicht nur supra-, sondern auch subgingival reduziert. Gingivale Entzündungen gehen auf Grund des verminderten Nahrungsangebotes der pathogenen Keime zurück (Ximenez-Fyvie et al. 2000). Dem Entstehen und Fortschreiten von Parodontopathien wird somit effektiv entgegengewirkt.

### **2.3.3 Häusliches Mundhygieneverhalten**

Die einfachste und effizienteste Methode der Plaquereduktion zur Prävention von Karies, Gingivitis und Parodontitis ist die mechanische Entfernung von Belägen mit der Zahnbürste.

Klinische Untersuchungen zeigen jedoch, dass das Zähneputzen nur selten zur vollständigen Entfernung der Plaque führt (Frandsen 1986). Problematisch ist die Umsetzung einer effektiven Putztechnik, sei es durch mangelnde Kenntnis oder durch eingeschränkte manuelle Fähigkeiten sowohl alters- als auch krankheitsbedingt. Als Hauptursache ist eine zu kurze Zahnputzdauer denkbar (Van der Weijden et al. 1993b, Van der Weijden et al. 1996).

Ebenso wichtig ist die Dauer der mechanischen Zahnreinigung. Mit zunehmender Reinigungsdauer steigt die Plaquereduktion sowohl bei der Verwendung von manuellen wie auch bei elektrischen Zahnbürsten (Mc Cracken et al. 2003, Van der Weijden et al. 1993b, Williams et al 2004).

Andere Forschungen ergaben, dass auch bei verlängerten Putzzeiten bestimmte Problemzonen nicht zwangsweise gründlicher gesäubert werden. So kann belegt werden, dass Bukkalflächen stets besser als

Oralflächen, Oralflächen des Oberkiefers besser als entsprechende Flächen des Unterkiefers sowie Frontzähne und Prämolaren besser als Molaren gereinigt werden (Hawkins et al. 1986, Huber et al. 1985).

Es wurde festgestellt, dass 90 Sekunden unabhängig von der Putztechnik für eine vollständige Belagsentfernung nicht ausreichend sind (Frandsen et al. 1970). Zu damit übereinstimmenden Ergebnissen kamen Van der Weijden et al. (1993).

Demzufolge ist eine Minute für eine akzeptable Plaquerreduktion unzureichend. Eine Reinigung von mindestens zwei Minuten führt dagegen zu einer deutlichen Plaquerreduktion. Eine Verlängerung der Putzdauer auf drei und vier Minuten brachte wider Erwarten keine weitere Steigerung der Effizienz in der Plaquerreduktion gegenüber dem zweiminütigen Putzen (Van der Weijden et al. 1993b, Van der Weijden et al. 1996). Im Gegensatz dazu ermittelten Hawkins et al. 5,1 Minuten als ideale Putzdauer bei der Verwendung einer Handzahnbürste (Hawkins et al. 1986).

Diesen ermittelten Werten stehen tatsächliche durchschnittliche Putzzeiten zwischen 33 (Mac Gregor und Rugg-Gunn 1985) und 83,5 Sekunden gegenüber (Saxer et al. 1998).

Saxer et al. untersuchten 1983 die durchschnittliche Putzzeit und kamen zu dem Ergebnis, dass zwischen der tatsächlichen und der geschätzten Putzzeit ein gravierendes Missverhältnis besteht. So wurde eine tatsächliche Putzzeit von durchschnittlich 68,8 Sekunden von den Probanden wie 148,1 Sekunden empfunden (Saxer et al. 1983). Ursächlich für die deutliche Diskrepanz zwischen Ist und Soll ist also die fehlerhafte Einschätzung der Putzdauer.

Nach heutigem Stand der Präventivzahnmedizin ist eine Entfernung der Speisereste nach jeder Mahlzeit sowie wenigstens einmal täglich zusätzlich die Reinigung der Interdentalräume mit entsprechenden Hilfsmitteln empfehlenswert (Marthaler 1978, Mintel und Crawford 1992, Warren et al. 1998).

Angesichts der tatsächlich vorgefundenen Putzgewohnheiten erscheinen solche Forderungen unrealistisch. Laut einer bundesweiten repräsentativen Studie putzen 75 % der Deutschen ihre Zähne weniger als zweimal und dabei auch noch kürzer als 90 Sekunden täglich (Bauch et al. 1991).

Auch die Empfehlung von Renggli et al. zweimal täglich drei Minuten die Zähne zu putzen (Renggli et al. 1984), ist auf den Großteil der Bevölkerung nicht übertragbar. Bei epidemiologischen Erhebungen wurden Reinigungszeiten von drei Minuten kaum festgestellt (Mac Gregor und Rugg-Gunn 1979 und 1985). Hilfsmittel zur Reinigung der Interdentalräume finden in der Bevölkerung ebenso nur geringe Akzeptanz.

Dies belegt, dass eine dringende Notwendigkeit besteht, die häusliche Zahnpflege zu verbessern. Den entscheidenden Parameter für das Mundhygieneverhalten stellt die Compliance der Patienten dar (Alcouffe 1988).

Eine Verbesserung der Plaquerreduktion durch Instruktion und Motivation der Patienten zeigt sich jedoch als äußerst schwierig (Glavind et al. 1981, Weinstein et al. 1989, Zimmer et al. 2001).

So wäre es sinnvoll, die Reinigungseffizienz von Zahnbürsten so zu optimieren, dass bei gleicher Putzzeit eine bessere Reinigung erzielt wird. Ebenso wäre es wünschenswert, dass die Reinigungswirkung der Zahnbürsten so wenig wie möglich von der individuellen Putztechnik beeinflusst wird (Saxer und Yankell 1997b).

## **2.4 Prophylaxeinstrument Zahnbürste**

Die Geschichte der Zahnbürste reicht weit zurück. Etwa 3000 vor Christus wurden in Ägypten schon kleine Zweige mit ausgefransten Enden zur Mundhygiene benutzt. In der Literatur fand die Zahnbürste etwa um 1600 in China ihre erste Erwähnung. Diese Zahnbürste hatte Wildschweinborsten, die in einem Bambusstiel steckten. Im 18. Jahrhundert wurde diese Bürste von Reisenden nach Europa gebracht. (Kanner 1926). Jedoch galt zu dieser Zeit die Zahnpflege selbst unter zahnheilkundlich gebildeten Ärzten noch als sehr umstritten. Die Notwendigkeit einer täglichen Mundhygiene wurde erst im frühen 19. Jahrhundert klar. Seit dieser Zeit wurde die Zahnbürste ständig weiterentwickelt und ging 1885 in Massenproduktion. 1938 wurden erstmals die Naturborsten gegen Nylonborsten ausgetauscht. 1960 wurde in den USA erstmals eine elektrische Zahnbürste vorgestellt. Allein in Deutschland werden jährlich etwa 200 Millionen Zahnbürsten verkauft (GABA 2002).

### **2.4.1. Die Handzahnbürste**

Nach wie vor sind Handzahnbürsten marktführend. Lange Zeit galten als Kriterium für eine gute Zahnbürste ein ebenes Borstenfeld, parallel stehende endgerundete Kunststoffborsten und ein kurzer Kopf (Monefeld 1988).

Seit 1979 definiert die Deutsche Industrienorm 13917 den Aufbau, die Form und die Gestalt von Handzahnbürsten. Sie fordert als Normkopf eine Länge des Bürstenfeldes von 18 bis 40 mm für Erwachsenenzahnbürsten. Innerhalb dieser vorgeschriebenen Maße regten verschiedene Autoren jedoch eine Kurzkopfvariante mit 18 bis 25 mm bzw. 23 bis 30 mm für die Bürstenfeldlänge an. Aufgrund experimenteller und klinischer Untersuchungen wurden dann Kurzkopfbürsten für eine optimale Zahnpflege empfohlen. Diese Zahnbürste sollte zudem eine mittelharte mit dicht parallel stehenden (multi-tufted) und plan geschnittenen, endgerundeten Kunststofffilamenten besteckte Bürste sein. Obwohl ein planes Bürstenfeld eine gute und effektive Plaqueentfernung verspricht, scheint diese Art Bürstenfeld inzwischen nicht unumstritten zu sein (Ziebolz 2006).

Heute jedoch erscheint dies teilweise überholt. Die Form des Borstenfeldes wurde mehrfach modifiziert. Heute sind die unterschiedlichsten Bürsten mit V-förmigen Borsten, mit divergierenden oder gekreuzten Borsten, sogar mehrköpfige Zahnbürsten auf dem Markt. Die Bemühungen in der Zahnbürstenentwicklung zielen immer auf eine Erhöhung der Effizienz der Biofilamentfernung. Lediglich die Forderung nach einem kurzen Bürstenkopf und abgerundeten Kunststoffborsten ist geblieben.

#### **2.4.1.1 Zahnbürstenborsten**

Die Effizienz von Zahnbürsten ist in erster Linie abhängig von der Form, der Gestaltung bzw. Anordnung und dem Härtegrad der Borsten. Als wichtigstes Kriterium sieht Leimgruber 1951 abgerundete Borstenenden und behauptet: „Einzig und allein die Borstenspitze entscheidet darüber, ob eine Bürste die Zähne reinigen wird, ohne die Hartsubstanz oder die Gingiva zu lädieren, oder ob

durch deren Gebrauch mehr Schäden als Vorteile entstehen.“ (Müller et al. 1992). Ebenso fordert die DIN-Norm 13917 des Normausschusses Dental (1988) abgerundete Borstenenden. Dass dies vor 20 Jahren noch nicht bei allen im Handel erhältlichen Zahnbürsten selbstverständlich ist, zeigen rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Borstenenden (Silverstone et al. 1988, Müller et al. 1992, Althaus et al. 1990, de Trey 1983, Kockapan und Wetzel 1987). Weiterhin ist die Anordnung und Dichte des Borstenfeldes wichtig. Zahnbürsten mit einem dichten Borstenfeld entfernen deutlich mehr Biofilm (Pretara-Spanedda et al. 1989). Sogenannte multi-tufted-Zahnbürsten werden auch von anderen Autoren bevorzugt (Kielbassa 2000, Wetzel 1986, Kockapan und Wetzel 1987, Althaus et al. 1990, Rieth 1974).

Die Härtegrade der Borsten werden anhand der unterschiedlichen Durchmesser der Borsten nach der DIN-Norm 13917 des Normausschusses Dental (1988) in weich, mittel und hart eingeteilt. Als weich werden Zahnbürsten mit einem Borstendurchmesser von 0,17–0,20 mm, als mittel werden Zahnbürsten mit einem Borstendurchmesser von 0,25 mm und als hart werden Zahnbürsten mit einem Borstendurchmesser von 0,30 mm bezeichnet.

#### **2.4.1.2 Zahnbürstenkopf**

Der Wirkungsgrad einer Zahnbürste ist abhängig von Form und Größe des Zahnbürstenkopfes, da dieser die Borsten trägt. Die Länge und Breite des Bürstenkopfes und der Durchmesser der Borsten bestimmen also die Anzahl der Borstenbündel und damit die unterschiedliche Reinigungseffektivität (Lange 1977).

Empfehlenswert ist ein abgerundeter kurzer Bürstenkopf, der sowohl Verletzungen des Weichgewebes vermeiden soll und auch eher der Anatomie der Mundhöhle entspricht (Wetzel 1986, Kockapan und Wetzel 1987, Althaus et al. 1990, Arnold und Schubert 1980).

Ebenso weisen Kurzkopfzahnbürsten eine höhere Effektivität bei der Mundhygiene auf. Es wurde durch deren Benutzung gegenüber damals üblichen Bürsten eine 30 % schnellere Reinigung erzielt (Gülzow und Busse 1970). Jedoch soll die Verkleinerung des Bürstenkopfes nicht zu Lasten der Forderung nach einer möglichst

hohen Borstendichte gehen (Pretara-Spanedda et al. 1989). Die typische Borstenbüschelanordnung wird bei neueren Handzahnbürsten dahingehend verändert, dass die Borsten in verschiedenen Winkeln und Längen angeordnet werden, wobei der Bürstenkopf nach wie vor kurz gehalten wird (Beals et al. 2000).

### **2.4.1.3 Zahnbürstengriff**

Individuelle Anforderungen der Benutzer bedingen unterschiedliche Griffformen von Zahnbürsten. So sollte die Form des Zahnbürstengriffes für die Größe der Hände und die motorischen Fähigkeiten von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen angepasst sein. Die Form des Zahnbürstengriffes variiert von gerade, konkav, konvex, kontrawinkelig bis gerade abgewinkelt (Riethe 1974).

Durch den kontrawinkelig gestalteten Übergang soll vor allem der Zugang zu den bukkalen, lingualen sowie palatinalen Flächen im Seitenzahnggebiet erleichtert werden (Sauerwein 1962, Riethe 1974).

Woltmann modifiziert diese Forderung, indem er den Griff nur schwach anguliert, um die freie Drehbarkeit der Bürste zu gewährleisten. Ebenso fordert er einen dickeren Bürstengriff mit einer angerauhten Oberfläche (Woltmann 1980). Um eine Steilhaltung, vor allem bei Kindern, auszugleichen, fordert Mühlemann eine 16°-Abwinklung des Bürstenkopfes zum Bürstengriff (Mühlmann et al. 1963). Dieser Meinung des angulierten Bürstengriffes stehen aber auch Befürworter des geraden Bürstengriffes gegenüber. Hein hält den geraden Bürstengriff für universell am zweckmäßigsten, da abgewinkelte Zahnbürstengriffe bei Rechtshändern bei Verwendung in der rechten Kieferhälfte zu Muskelverspannungen im rechten Arm führen können (Hein 1980).

### **2.4.2 Die elektrische Zahnbürste**

Die oben genannte DIN-Norm 13917 des Normausschusses Dental (1988) gilt ebenso für elektrische Zahnbürsten. Zusätzlich müssen elektrische Zahnbürsten den anerkannten Regeln für technische Prüfung, den Sicherheitsgesetzen sowie der elektromagnetischen

Verträglichkeit hinsichtlich der EU-Richtlinien entsprechen. Die ersten Patente für elektrische Zahnbürsten gehen auf die 30er Jahre des 20. Jahrhunderts zurück (Gülzow 1974). Die Putzbewegungen werden mit elektrischen Zahnbürsten automatisch ausgeführt, wenn der Bürstenkopf nach Herstellerangaben an die zu säubernden Zahnflächen geführt wird. Als perfekte Alternative zur Handzahnbürste haben sich elektrische Zahnbürsten heute fest etabliert. Design und Funktionsweise wurden seit ihrer Einführung ständig verbessert und modifiziert. Durch diese Entwicklung kann man elektrische Zahnbürsten, entsprechend der Bürstenkopfbewegungen, in drei Generationen einteilen (Zimmer 1999). Die erste Generation elektrischer Zahnbürsten Anfang der 60er Jahre hat einen länglichen Bürstenkopf und ein seitwärts schwenkendes Bewegungsmuster. Heute sind diese Bürsten fast gänzlich vom Markt verschwunden. Die zweite Generation elektrischer Zahnbürsten wurde 1987 eingeführt. Diese Bürsten haben kleine runde Köpfe und führen rotierend-oszillierende Bewegungen aus. Ihre neuesten Vertreter führen dreidimensionale Borstenbewegungen aus. Sie kombinieren rotierend-oszillierende und transversale Schwingungen. Diese Zahnbürstengeneration besitzt einfache elektrische Motoren. Der Antrieb erfolgt über Zahnräder oder exzentrische Wellen. Diese zweite Generation hat den größten Anteil am Markt der elektrischen Zahnbürsten. Die dritte Generation elektrischer Zahnbürsten wurde erstmals 1993 vorgestellt. Diese so genannten schallaktiven Bürsten besitzen Borsten, die mit einer Frequenz im Schallbereich schwingen. Sie basieren auf elektromagnetischen Motoren, deren Antrieb unter Verwendung elektronischer Bauelemente über den piezo-elektrischen Effekt erfolgt (Walmsley 1997). Bürsten der dritten Generation machen ein kleineres, aber stetig zunehmendes Marktsegment aus. Ein weiteres Unterscheidungskriterium bei elektrischen Zahnbürsten ist die Stromversorgung. Es gibt sie sowohl als netzunabhängige Modelle mit Batteriebetrieb oder als netzabhängige Aufladegeräte mit Akku. Seit einiger Zeit sind auch micropulsierende Bürsten auf dem Markt, die durch einen einfachen Excentermotor pulsierende Schwingungen auf den Bürstenkopf übertragen. Eine davon, die Oral-B Pulsar, ist Gegenstand dieser Untersuchung.

### 2.4.3 Unterschiede in der Arbeitsweise elektrischer Zahnbürsten

Innerhalb der Gruppe der elektrischen Bürsten scheinen Unterschiede hinsichtlich der Effektivität der Plaqueentfernung zu existieren.

Eine Übersicht der wichtigsten aktuellen Vertreter elektrischer Zahnbürsten liefert Tabelle 1.

Hersteller	Typ	Schwenkwinkel	Frequenz	Schwingungen pro Minute
<b>Schallzahnbürsten:</b>				
Philips	Sonicare	4 mm	258 Hz	31 000
Water Pik	Sensonic	3–6 mm	258 Hz	31 000
Rowenta	Dentasonic	0,5 mm	233 Hz	28 000
Amden Corporation	Cybersonic 2	0,5 mm	341 Hz	41 000
<b>Oszillierende Bürsten:</b>				
Braun Oral-B	Plak Control	55–70°	50 Hz	6 000
Braun Oral-B	Ultra Plak Control	55–70°	63 Hz	7 600
Braun Oral-B	Plak Control 3D	45°	63 Hz oszillierend, 166 Hz pulsierend	7 600 Oszillationen, 20 000 Pulsationen
Braun Oral-B	3D Excel, Professional Care 8500	45°	63 Hz oszillierend, 333 Hz pulsierend	7 600 Oszillationen, 40 000 Pulsationen

Tabelle 2.4.3.1: Übersicht elektrische Zahnbürsten

Die meisten elektrischen Zahnbürsten entfernen den Biofilm durch direktes „Abschaben“ von der Zahnoberfläche. Die Zahnbürsten der zweiten Generation mit oszillierenden Köpfen orientieren sich in ihrer Arbeitsweise am Vorbild einer rotierenden Bürste im zahnärztlichen Winkelstück. Jeder Zahn muss hierbei separat gereinigt werden. Der Bürstenkopf soll hierbei am Gingivalsaum und ebenso mit einer Schwenkbewegung, entlang der Oberfläche der Zähne, in den Interdentalraum geführt werden. Die elektrischen Zahnbürsten der

neuesten Generation, die Schallzahnbürsten, bedienen sich, zumindest theoretisch, dynamischer Strömungen, die den Biofilm effektiv zerstören, bevor er in Kombination mit Schrubbbewegungen von der Zahnoberfläche entfernt wird (Engel et al. 1993, Johnson und Mc Innes 1994, Wu-Yuan et al. 1994).

Bei der Arbeitsweise der Bürsten der dritten Generation wird eine hohe Vibration, ähnlich wie bei Geräten zur Zahnsteinentfernung, erzeugt. Die akustische Schallenergie von Zahnbürsten führt im oralen Milieu zu dynamischen Aktivitäten, deren Ausmaß frequenzabhängig ist (Walmsley et al. 1988). Da elektrische Zahnbürsten, im Gegensatz zu Ultraschallinstrumenten (16–20 kHz), mit einer vergleichsweise niedrigen Frequenz (250–500 Hz) arbeiten, bleibt die Zahnoberfläche unverletzt. Es entsteht keine destruktive Kavitation (Walmsley et al. 1992). Hierbei kommt es lediglich zu einer schnellen zyklischen Volumenänderung der Gasbläschen und daraus folgenden typischen Strömungsmustern (Hope und Wilson 2003). Es entstehen hydrodynamische Scherkräfte, die zwar als effektiver Mechanismus bei der Entfernung des Biofilms anzusehen sind, aber nicht stark genug sind, um biologische Gewebe zu schädigen (Nyborg 1977, Walmsley et al. 1992).

Die Handhabung schallaktiver Bürsten ist ausgesprochen einfach. Sie werden an der Zahnreihe angesetzt und möglichst druckarm am Zahnfleischsaum entlanggeführt.

Die Arbeitsweise von pulsierenden Bürsten ist ähnlich. Ein batteriebetriebener Elektromotor dreht einen exzentrischen Kopf, durch den eine Vibration erzeugt wird, die sich auf den Bürstenkopf überträgt. Durch dieses Pulsieren werden die Silikonborsten, die etwas länger als das Nylonborstenfeld und beweglich am Bürstenkopf befestigt sind, in Bewegung versetzt. Sie sollen so die Reinigung des Interdentalraums verbessern.

Ihre Handhabung ist allerdings ähnlich der einer normalen Handzahnbürste. Sie wird zusätzlich zur pulsierenden Wirkungsweise wie eine Handzahnbürste auf den Zahnoberflächen bewegt.

Auf jeden Fall hat der Wechsel von einer Handzahnbürste zu einer elektrisch betriebenen einen psychologischen Effekt. Das Umsteigen auf eine elektrisch betriebene Zahnbürste führt zumindest anfänglich

zu einem deutlichen Motivationsschub, der sich in der Putzfrequenz und -dauer widerspiegelt (Muhler 1969).

## **2.5 Vergleichende Zahnbürstenstudien**

Zum Vergleich elektrischer und manueller Zahnbürsten wurden in den letzten Jahren viele Studien durchgeführt. Es sollten Vor- und Nachteile erarbeitet werden. Im Jahre 1998 kam der europäische Arbeitskreis für mechanische Plaquekontrolle zu dem Ergebnis, dass elektrische Zahnbürsten besser reinigen als Handzahnbürsten. Es wurden dabei hauptsächlich Zahnbürsten der Marke Oral-B von Braun gegen Referenzzahnbürsten verglichen (Grossman et al. 1996, Sharma et al. 2000, Heasman et al. 1998, Warren et al. 2001, Barnes et al. 1999, van der Weijden et al. 1992, Niemi 1987, McCracken et al. 2001, Driesen et al. 1998). In anderen Studien wurden Zahnbürsten der Firma Philips wie die elektrische Zahnbürste Sonicare untersucht (Boyd 1997, Isaacs et al. 1998, Johnson und Mc Innes 1994, Sharma et al. 2000, 2002, van der Weijden et al. 1996, Robinson et al. 1997). Bei der Mehrzahl der Studien ergab sich, dass elektrische Zahnbürsten in ihrer Effizienz der manuellen Zahnbürste überlegen sind (Jongenelis und Wiedemann 1997, Grossman et al. 1996, Heasman et al. 1998, Warren et al. 2001, Sharma et al. 2001, Cronin et al. 1998, van der Weijden et al. 1992, 1998, Dentino et al. 2002, McCracken et al. 2001, Grossman et al. 1996). Andere Studien konnten nachweisen, dass bei Handzahnbürsten wesentlich höhere Kräfte auf das Zahnhart- und -weichgewebe ausgeübt werden als bei elektrischen Zahnbürsten (Boyd et al. 1997, Niemi 1987, McCracken et al. 2001).

Als Referenzzahnbürste für Vergleichsstudien mit elektrischen Zahnbürsten wird eine von der ADA empfohlene Zahnbürste verwendet, die auch in dieser Studie zur Anwendung kommt (Warren et al. 2001, Sharma et al. 2001, Cronin et al. 1998, Dörfer et al. 2001, Dentino et al. 2002).

Elektrische Zahnbürsten der oben erwähnten ersten Generation hatten hierbei noch keine Vorteile gegenüber der Handzahnbürste, wogegen sich zunehmend darstellte, dass Zahnbürsten mit rundem oszillierendem Kopf der Handzahnbürste überlegen waren. In den Studien von Glavind und Zeuner (1981) sowie Heintze et al. (1996) wurden diese Bürsten gegen Handzahnbürsten getestet, wobei bei den

Handzahnbürsten zusätzlich andere Hilfsmittel zur Reinigung der Zahnzwischenräume eingesetzt wurden. Es zeigte sich, dass die ohne zusätzliche Hilfsmittel eingesetzte elektrische Bürste etwa den gleichen Reinigungseffekt hatte. Nur in zwei Untersuchungen konnte bei gleichen Bedingungen keine Überlegenheit der elektrischen Zahnbürste nachgewiesen werden. Bei der Entfernung angefärbter Plaque waren Zahnbürsten mit oszillierendem Kopf der Handzahnbürste durchweg überlegen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Zahnbürsten der zweiten Generation, also diejenigen mit rundem oszillierendem Kopf, der Handzahnbürste in der Beseitigung von Plaque sowie der Bekämpfung einer Gingivitis überlegen sind. Schallaktive Zahnbürsten, also Bürsten der dritten Generation, waren im Vergleich der Handzahnbürste durchweg überlegen (Zimmer 2000).

## **2.6 Die häusliche Prophylaxe**

Zimmer (2000) beschreibt eine bundesweite Untersuchung aus dem Jahr 1989 mit dem Ergebnis, dass 75 % der Bevölkerung ihre Zähne seltener als zweimal täglich oder kürzer als 90 Sekunden pro Tag putzten. Saxer et al. (1998) ermittelten dagegen in zwei Schweizer Studien eine durchschnittliche Zahnputzzeit von 83,5 und 72,8 Sekunden, wobei die Probanden dieser Studien selbst die Dauer ihres Zähneputzens zwischen 134,1 und 148,8 Sekunden einschätzten. Eine längere Dauer des Zähneputzens, sowohl bei Hand- als auch bei elektrischen Zahnbürsten, wirkt sich bei der Entfernung des Biofilms positiv aus. Hawkins hatte eine "ideale" Zahnputzdauer von 5,1 Minuten ermittelt (Hawkins et al. 1986). 1999 wurde in einer weiteren bundesweiten repräsentativen Untersuchung festgestellt, dass zwischen 72,4 und 89,5 % der deutschen Bevölkerung alters- und geschlechtsabhängig ein schlechtes Mundhygieneverhalten haben. Aus den angeführten Studien ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

In Deutschland herrscht ein schlechtes Mundhygieniveau. Dieses resultiert in einer unzureichenden Kariesprophylaxe.

Hauptursache hierfür ist eine durchschnittlich zu kurze Zahnputzzeit.

Eine Verbesserung der Mundhygiene dürfte eine Senkung des Karieszuwachses zur Folge haben. Das Mundhygieneverhalten ist nur schwer beeinflussbar.

Ziel der zahnärztlichen Prophylaxe ist es also, die Effizienz der häuslichen Mundhygiene zu steigern, den Patienten dahingehend zu motivieren, seine Mundhygiene zu verbessern. Da es oft sehr schwierig ist, den Patienten ausreichend zu beeinflussen, ist es naheliegend, die Verbesserung der Mundhygiene durch Verbesserung der Hilfsmittel zur Entfernung des Biofilmes zu erreichen.

Dies bedeutet, dass bei gleicher Putzdauer eine bessere Reinigung erzielt werden soll. In letzter Zeit wurde deshalb immer wieder das Zahnbürstendesign bei Handzahnbürsten verändert und viele neuartige elektrische Zahnbürsten entwickelt, um möglichst viel Biofilm zu entfernen, ohne dabei die Zahnhartsubstanz oder das orale Weichgewebe zu schädigen (Zimmer 2000).

## **2.7 Studiendesign**

### **2.7.1 Probandenauswahl und Studiendauer**

Um in einer Untersuchung Ergebnisse zu erzielen, die Rückschlüsse auf die Bevölkerung erlauben geht man davon aus, dass je mehr Daten vorhanden sind, desto repräsentativer die Untersuchung ist. Die Datenmenge ergibt sich aus der Anzahl der Probanden und der zeitlichen Dauer der Untersuchung.

Die ADA (American Dental Association) hat 1998 ein Richtlinienkript für Studien herausgegeben, in dem eine Probandengruppe von mindestens 25 Personen als notwendig angesehen wird, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten. Die Studiendauer sollte mindestens 30 Tage betragen. Messungen finden am Beginn der Studie statt, dann nach 15 bzw. 30 Tagen und am Ende der Studie.

Es liegen eine Vielzahl von Ansätzen für Zahnbürstenstudien vor, die sich in der Studiendauer und in deren Umfang stark unterscheiden. Bei anderen Zahnbürstenstudien in der Literatur differieren Probandenanzahlen von 15 (Niemi 1987) bis zu 193 Probanden

(Sharma et al. 1994). In den meisten Fällen wird für Langzeitstudien eine größere Probandengruppe bevorzugt. Yankell et al. untersuchten allerdings in einer Langzeitstudie über 6 Monate nur 48 Probanden auf Plaque- und Gingivitiswerte (Yankell et al. 1996). Niemi (1987) untersuchte 15 Probanden für den Zeitraum von zwei Wochen und Sharma et al. (1994) untersuchten 193 Probanden über einen Zeitraum von drei Monaten.

Alle Personen, die an Untersuchungen teilnehmen müssen vor Studienbeginn ein „Screening“ durchlaufen, d.h. sie müssen, um an einer Studie teilnehmen zu können, folgende Einschlusskriterien erfüllen (Pretara-Spanedda et al. 1989):

- guter allgemeiner Gesundheitszustand, keine systemischen Erkrankungen die den oralen Befund beeinflussen,
- mindestens 20 natürliche Zähne.

Aus der Bewertung ausgeschlossen sind

- die dritten Molaren,
- sowie Zähne mit sehr ausgedehnten vestibulären Füllungen,
- überkronte Zähne und Zähne mit großen kariösen Läsionen,
- Medikamente, die den oralen Status beeinflussen wie Antibiotika oder Steroide.

Khocht et al. (1992) weiten diese Kriterien noch aus und fordern zusätzlich:

- keine Zähne mit Taschentiefen  $> 5$  mm,
- ein minimaler qualifizierender Plaque- und Gingivitisindex in der Screening-Sitzung.

Die Vorauswahl soll die Ausgangsbedingungen der Probanden angleichen. Eine Prophylaxemaßnahme vor Beginn der Studie hat Einfluss auf die Bildung von Biofilm von bis zu 4 Wochen. Der Schweregrad der Gingivitis wird sogar bis zu 8 Wochen beeinflusst (Saxer und Yankell 1997). Deshalb ist es ratsam, vor Beginn einer Studie keine professionelle Mundhygienemaßnahme zu treffen, da ein verfälschter Mundhygienestatus erfasst wird, obwohl andere Autoren dies befürworten um die Mundhygieneverhältnisse anzugleichen (Zimmer et al. 1999, Sharma et al. 1994).

## 2.7.2 Cross-over-/Parallel-Design

Zahnbürstenstudien werden üblicherweise entweder im Cross-over- oder Parallel-Design durchgeführt. Dabei ist es möglich, die Studie entweder offen oder im single-blind- bzw. double-blind-Design durchzuführen.

Beim Cross-over-Design testet jeder einzelne Proband jede in der Untersuchung zu testende Zahnbürste (Addy 1998). Nacheinander erhält jeder Proband die zu untersuchenden Zahnbürsten für eine vorher festgelegte Zeitdauer. Durch diesen Wechsel der Zahnbürsten innerhalb der Untersuchung kann es zu Verfälschungen des Ergebnisses kommen. Aus diesem Grund ist eine Beeinflussung des zweiten Untersuchungsintervalles durch das erste auszuschließen. Deshalb wird bei Cross-over-Versuchen zur Vermeidung von Wechselwirkungen zwischen den beiden Untersuchungsintervallen eine Pause von einer Woche, die Wash-out-Phase, vorgeschrieben (Heinecke et al. 1992, Sharma et al. 2000).

Beim Parallel-Design werden zwei zu untersuchende Gruppen ausgewählt, die vor der Untersuchung das übliche Screening durchlaufen müssen. Beide Gruppen beginnen die Untersuchung gleichzeitig, jeweils mit der zu untersuchenden Zahnbürste. Die Zahnbürste wird hierbei nicht gewechselt. D. h., jeder Proband testet nur eine Zahnbürste. Diese Untersuchungsmethode hat für den Probanden den Vorteil der kürzeren Studiendauer. Jedoch ist bei Parallel-Studien eine größere Probandenzahl notwendig, wobei sich die Rekrutierung von geeigneten Probanden oft schwierig gestaltet (Haesman et al. 1999 und Warren et al. 2000). Bei den meisten Zahnbürstenstudien wurde das Cross-over-Design bevorzugt, da trotz höherem Aufwand bei der Durchführung eine geringere Anzahl an Probanden notwendig ist (Isaacs et al. 1998, van der Weijden et al. 1996, Borutta 1997, Trimpeneers et al. 1997).

Bei single-blind-Studien weiß entweder der Untersuchende oder der Proband nicht, welche Bürste gerade getestet wird. Bei double-blind-Studien wissen weder der Untersuchende noch der Proband, welche Bürste gerade getestet wird.

In dieser Studie wurde cross-over und offen getestet, da es wenig Sinn macht, eine blinde Studie mit einer Handzahnbürste und einer

„elektrischen“ Bürste durchzuführen, da der Proband ja den Unterschied erkennt.

### 2.7.3 Indices

Um Zahnfleischartzündungen zu klassifizieren und Biofilm zu quantifizieren, sind zahlreiche Indices entwickelt worden. An einen leicht verständlichen und in der Praxis umsetzbaren Index werden folgende Anforderungen gestellt (Hellwig et al. 1995):

- quantitative Aussage,
- Einfachheit und Reproduzierbarkeit,
- rasche, praktische Anwendung und Berechnung,
- einfache Handhabung, auch durch nicht speziell geschultes Fachpersonal.

Um den Grad einer Gingivitis zu klassifizieren, sind spezielle Indices entwickelt worden. Sie orientieren sich an der Intensität bestimmter Gingivitisymptome. Der Sulkus-Blutungs-Index (Mühlemann und Son 1971) und der Gingivalindex (Löe und Silness 1963) sind die am meisten verwendeten Indices zur Beurteilung des Zustandes der marginalen Gingiva. Die Reizblutung ist nach Mühlemann und Son das erste Zeichen einer Gingivitis (Mühlemann und Son 1971)

Curilovic und Axelsson sehen dagegen als initiales Zeichen einer Gingivitis eine leichte Farb- und Formveränderung (Curilovic und Axelsson, 1980). Weitere Gingivitisindices sind der Papillenblutungsindex nach Saxer und Mühlemann (1975) und der Gingival-Bleeding-Index (Ainamo und Bay 1975).

Plaqueindices dienen zur Quantifizierung von Biofilm. Die Befunde können in Grade eingeteilt oder lediglich mit einer ja/nein-Entscheidung bewertet werden. Die wichtigsten Plaqueindices sind der Plaqueindex nach Silness und Löe (1964), der Plaqueindex nach Quigley und Hein (1962), modifiziert nach Turesky et al. (1972), und der approximal-Plaque-Index nach Lange et al. (1986). Zur Beurteilung des Biofilms wird dieser mittels eines Plaquerelevators eingefärbt. Normalerweise werden Indices an allen Zähnen erhoben, jedoch besteht die Möglichkeit, um den Arbeitsaufwand bei Studien zu verringern, eine repräsentative Zahnauswahl zu treffen. Hierbei werden die sogenannten Ramfjord-Zähne untersucht. Di Murro et al.

(1990) und Silness und Roynstrand (1988) bestätigen eine uneingeschränkte Repräsentativität der Ramfjord-Zähne, wogegen Fleiss et al. (1987) die Ramfjord-Zähne nur für Gingivitisstudien, nicht jedoch für epidemiologische Studien über Parodontopathien als repräsentativ sehen.

Um in einer Studie möglichst genaue Aussagen zu bekommen, sollte man auf möglichst einfache und reproduzierbare Untersuchungsmethoden zurückgreifen.

Hier wurde zur Plaquebestimmung der modifizierte Turesky et al.-Index (1970) ausschließlich an den vestibulären Flächen der Zähne 3 bis 6 im Oberkiefer angewandt, da die palatinalen/lingualen Flächen zum einen zusätzlich durch die Zungenreinigung beeinflusst werden, zum anderen die Reinigung der oralen Flächen zu sehr von der manuellen Geschicklichkeit des Probanden abhängig ist.

Zur Bestimmung des Grades einer Gingivitis wurde der SBI nach Mühlemann und Son an denselben Zähnen und deren Flächen erhoben wie bei der Plaquebestimmung, da auch dieser einfach durchzuführen und leicht reproduzierbar ist.

### **3. Zielsetzung der Studie**

Ziel dieser Untersuchung ist die Ermittlung der Effektivität der batteriebetriebenen Handzahnbürste Pulsar (Oral-B) im Vergleich mit der ADA-Referenzzahnbürste in Bezug auf die Plaque- und Gingivitisreduktion.

Es gilt folgende Fragen zu beantworten:

- Ist die batteriebetriebene Handzahnbürste Pulsar auf Grund ihrer neuen Funktionsweise der manuellen ADA-Handzahnbürste in ihrer Reinigungswirkung überlegen?
- Ist von der Pulsar eine größere Plaquerreduktion zu erwarten?
- Ist von der Pulsar eine größere Gingivitisreduktion zu erwarten?
- Wird die Pulsar von den Probanden besser akzeptiert als die ADA-Referenzzahnbürste?

#### **Hypothese:**

Die Oral-B Pulsar-Zahnbürste weist eine höhere Effektivität auf als die ADA-Zahnbürste, verursacht durch die neuartige Gestaltung mit dem geteilten Bürstenkopf, unterstützt durch die Schwingungen der Micropulse-Borsten mit den Reinigungspads.

## 4. Material und Methode

### 4.1 Testzahnbürsten

In dieser Studie wurden zwei Zahnbürsten hinsichtlich ihrer Sicherheit und Wirksamkeit in Bezug auf Plaquereduktion an Zahnoberflächen verglichen.

Die Zahnbürste A ist die Kontroll-Standardzahnbürste der American Dental Association (ADA). Sie entspricht dem herkömmlichen Zahnbürstentyp. Sie hat ein multitufted, planes Bürstenfeld mit monofilen Borstenenden und einen geraden, schmalen Griff. Das Bürstenfeld hat die Maße 28 mm x 8 mm.

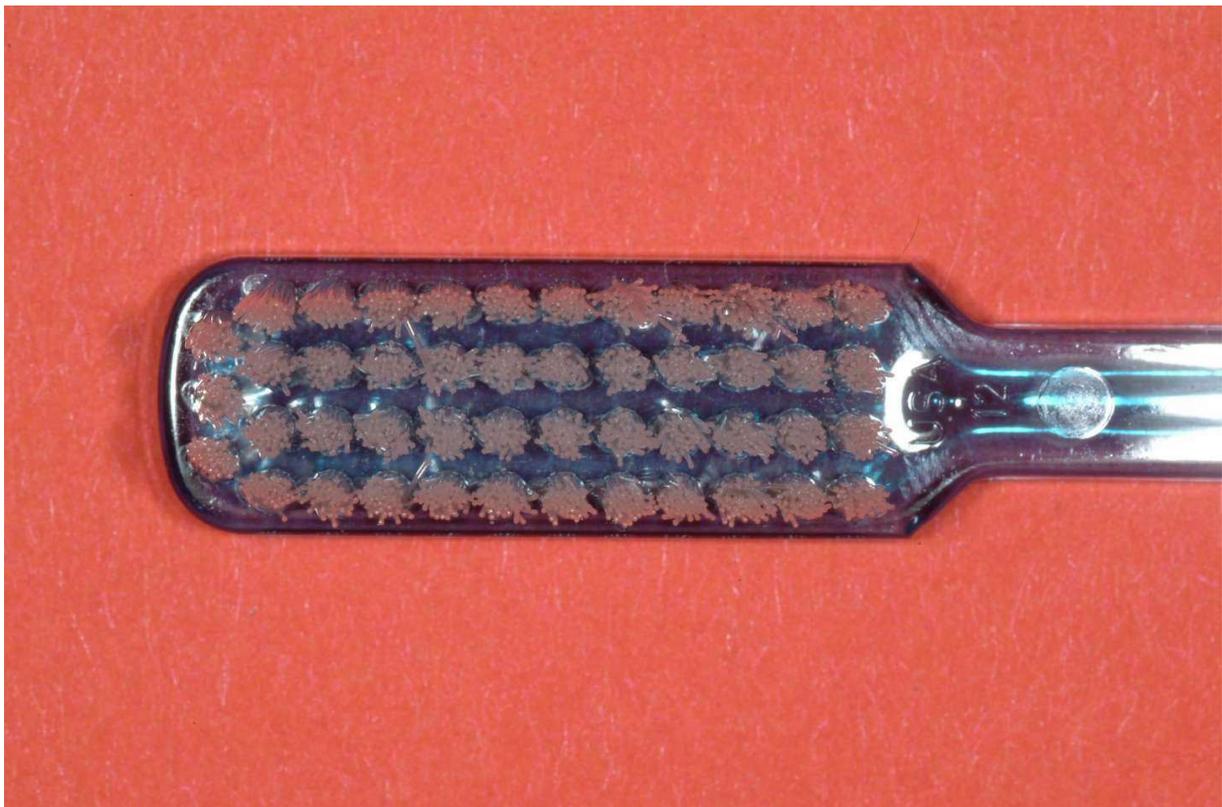


Abb. 4.1.1 ADA-Bürstenkopf Aufsicht

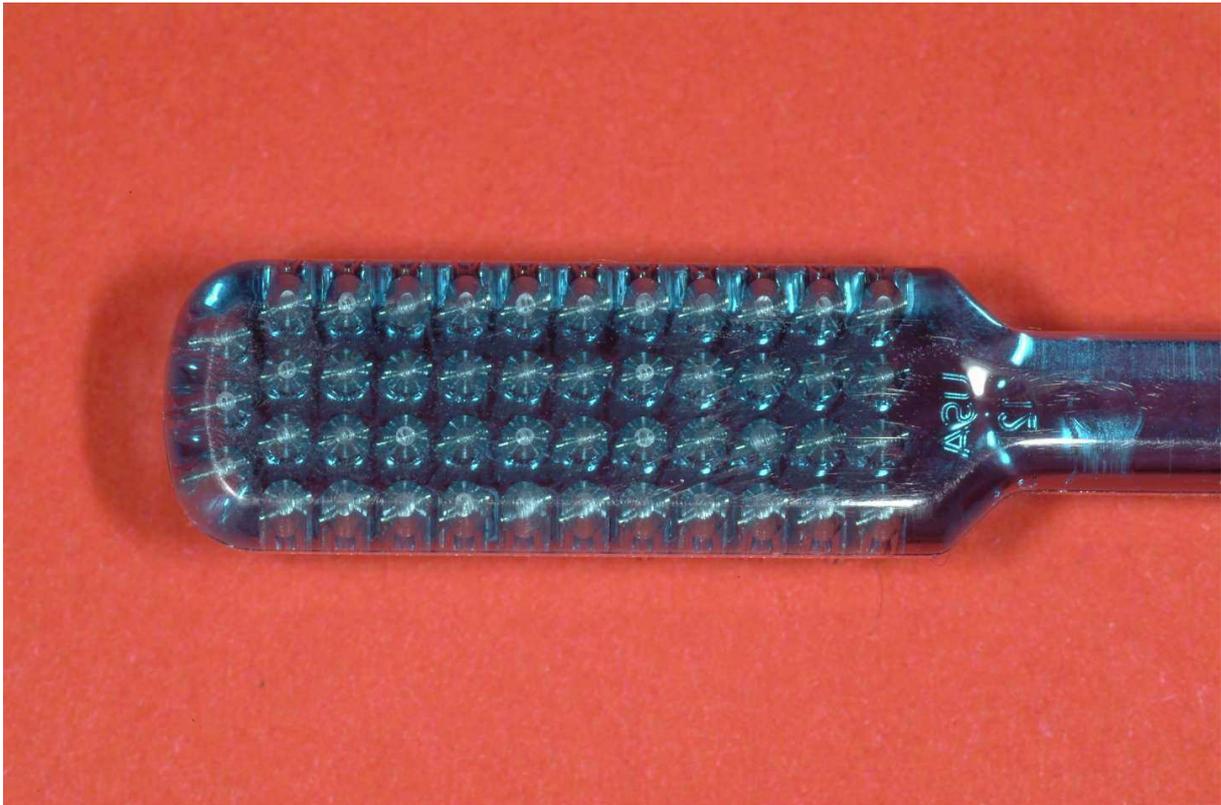


Abb. 4.1.2 ADA-Bürstenkopf Ansicht von unten

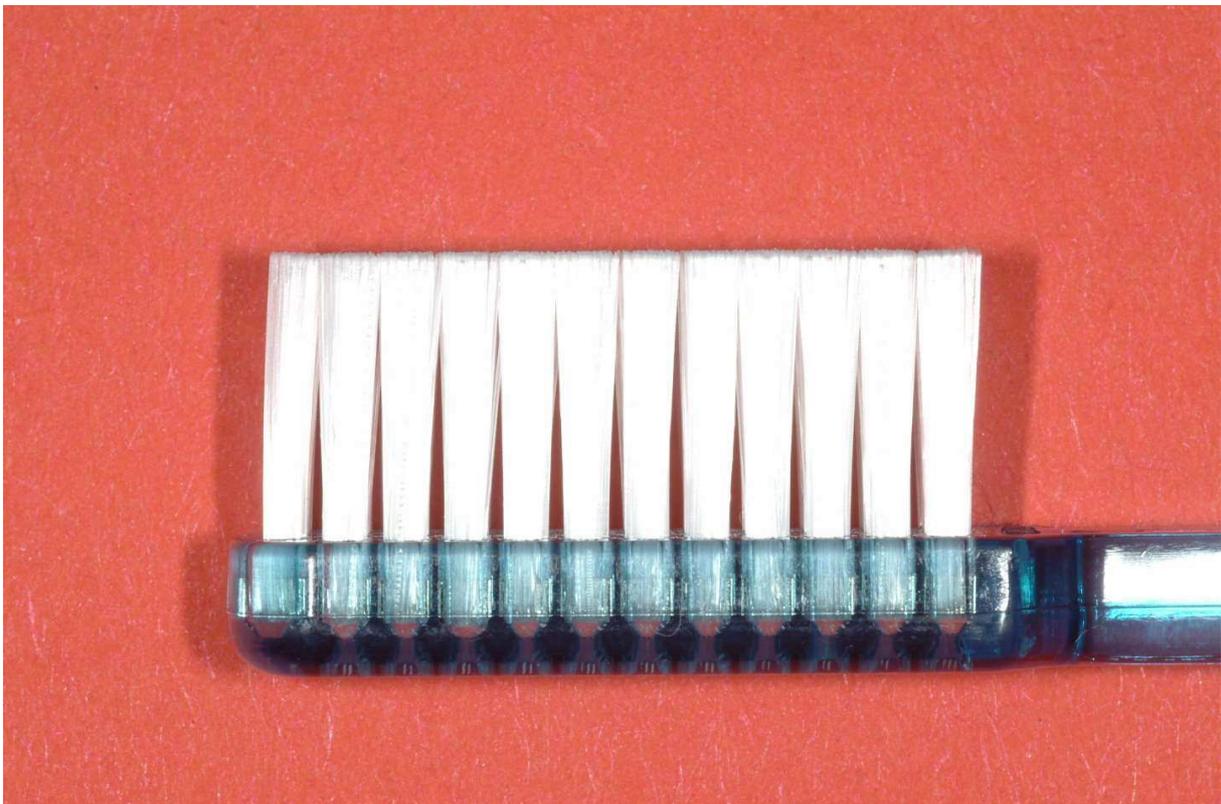


Abb. 4.1.3 ADA-Bürstenkopf Seitenansicht

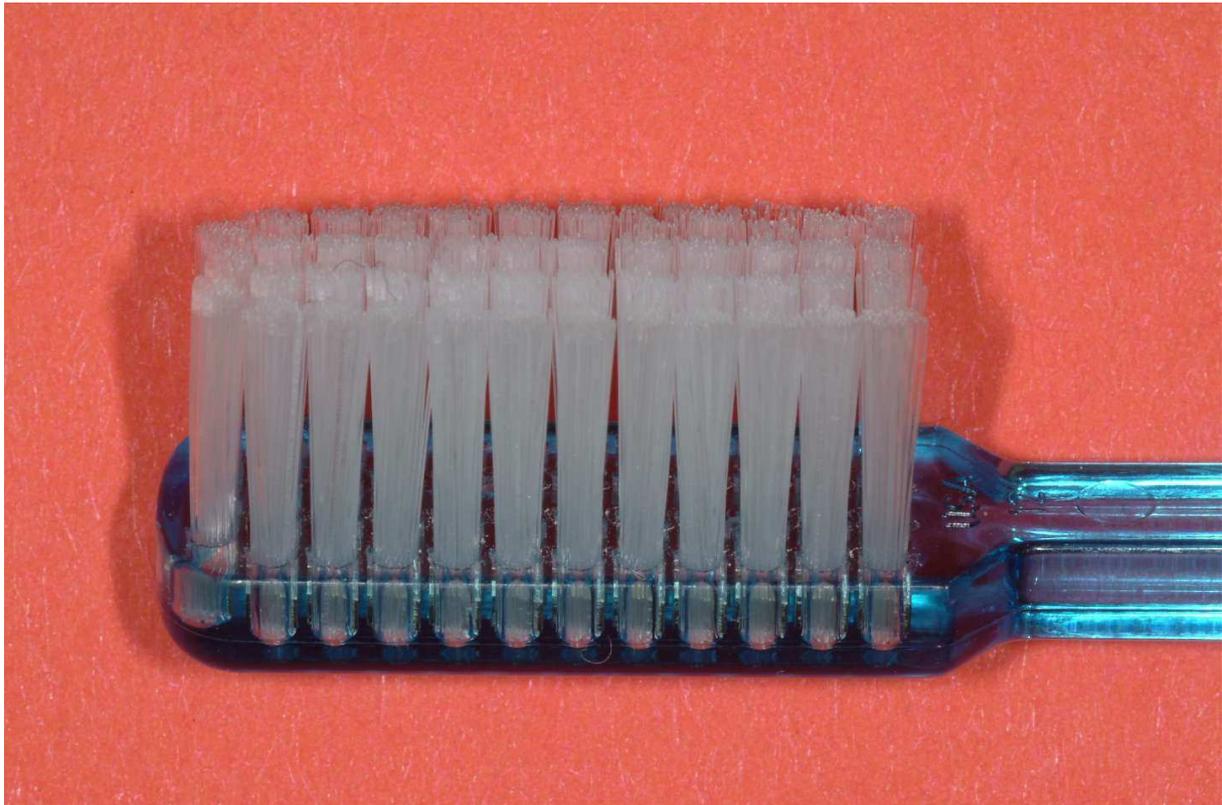


Abb. 4.1.4 ADA-Bürstenkopf Schrägansicht

Die zu vergleichende Bürste B ist die Oral-B Pulsar. Die Pulsar ist eine batteriebetriebene Zahnbürste und verfügt über einen drucksensiblen, geteilten Bürstenkopf, der sich den Konturen der Zähne anpasst. Dadurch soll man auch schwer zugängliche Stellen erreichen, und gleichzeitig wird der Druck auf Zähne und Zahnfleisch reguliert. Sie hat zusätzlich sechs Silikonborsten. Diesen Borsten sind im oberen Borstendrittel sogenannte Pads aufgesetzt. Der Griff der Bürste ist dicker als der der ADA-Bürste und angedeutet anatomisch geformt.

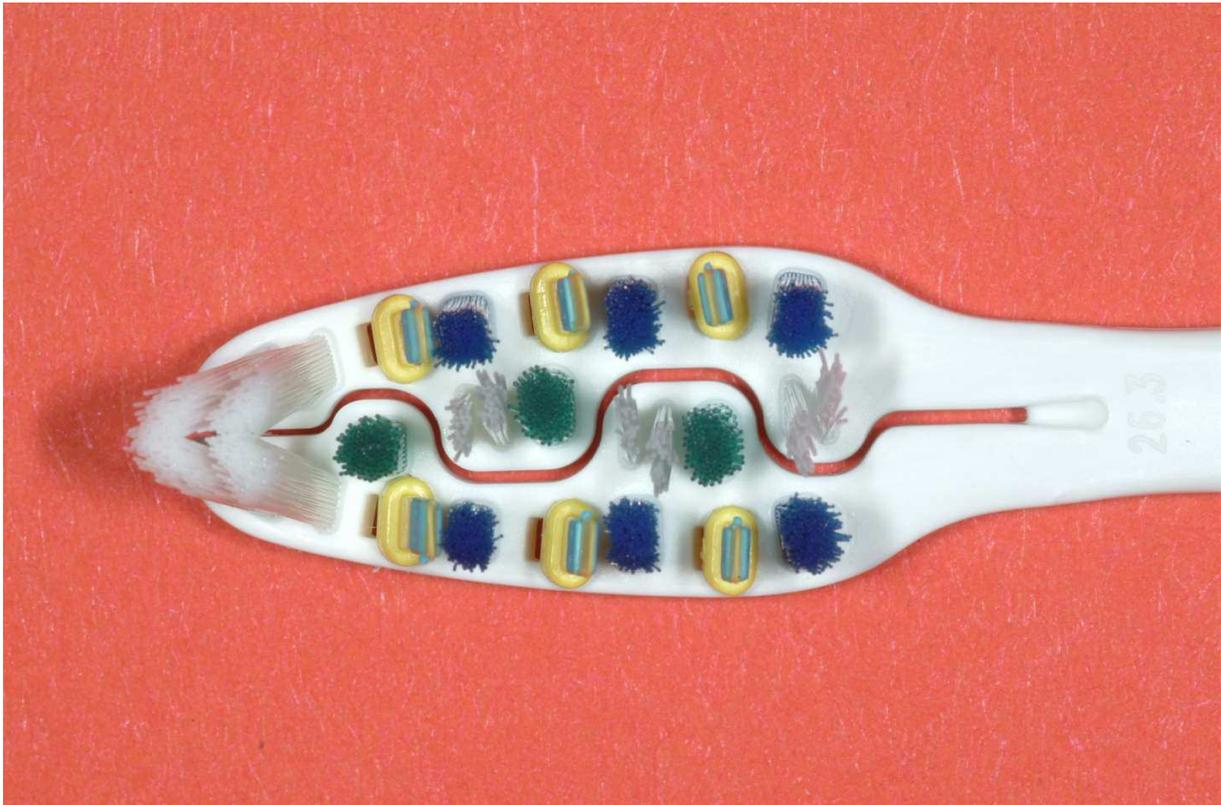


Abb. 4.1.5 Oral-B Pulsar-Bürstenkopf Aufsicht

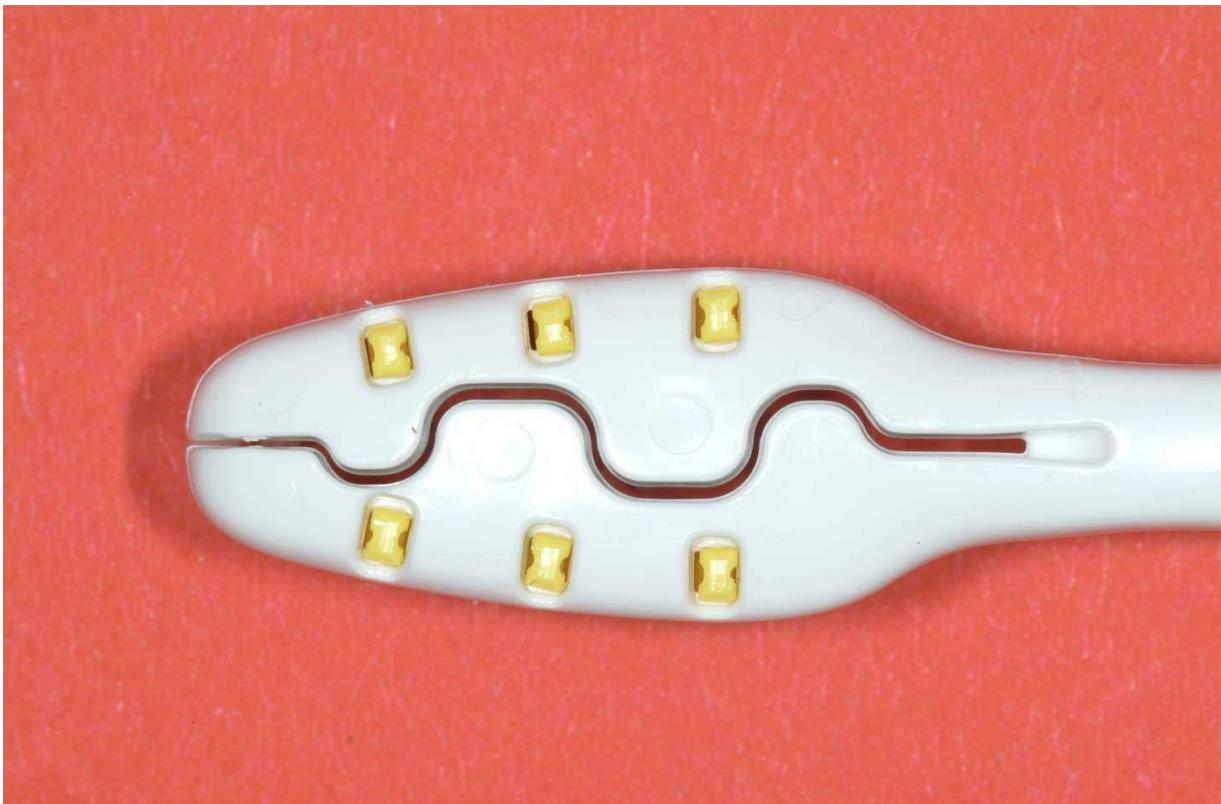


Abb. 4.1.6 Oral-B Pulsar-Bürstenkopf Ansicht von unten

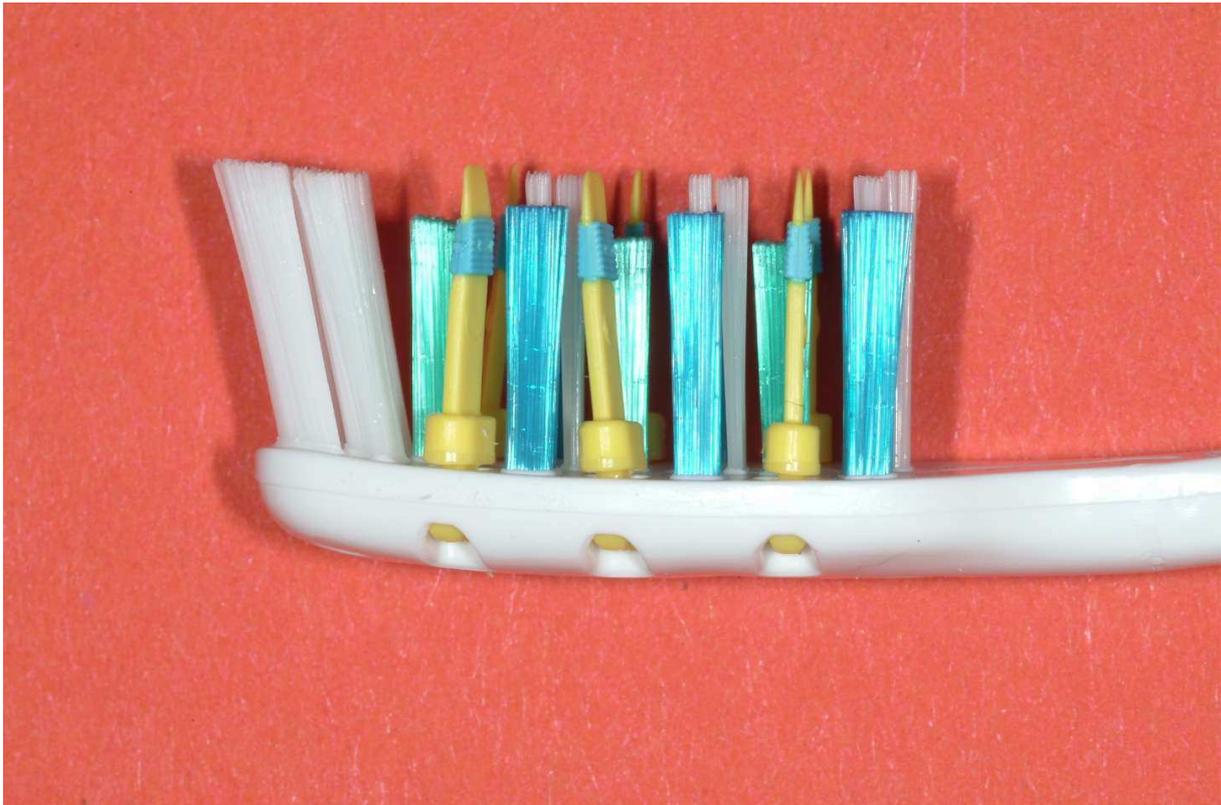


Abb. 4.1.7 Oral-B Pulsar-Bürstenkopf Seitenansicht

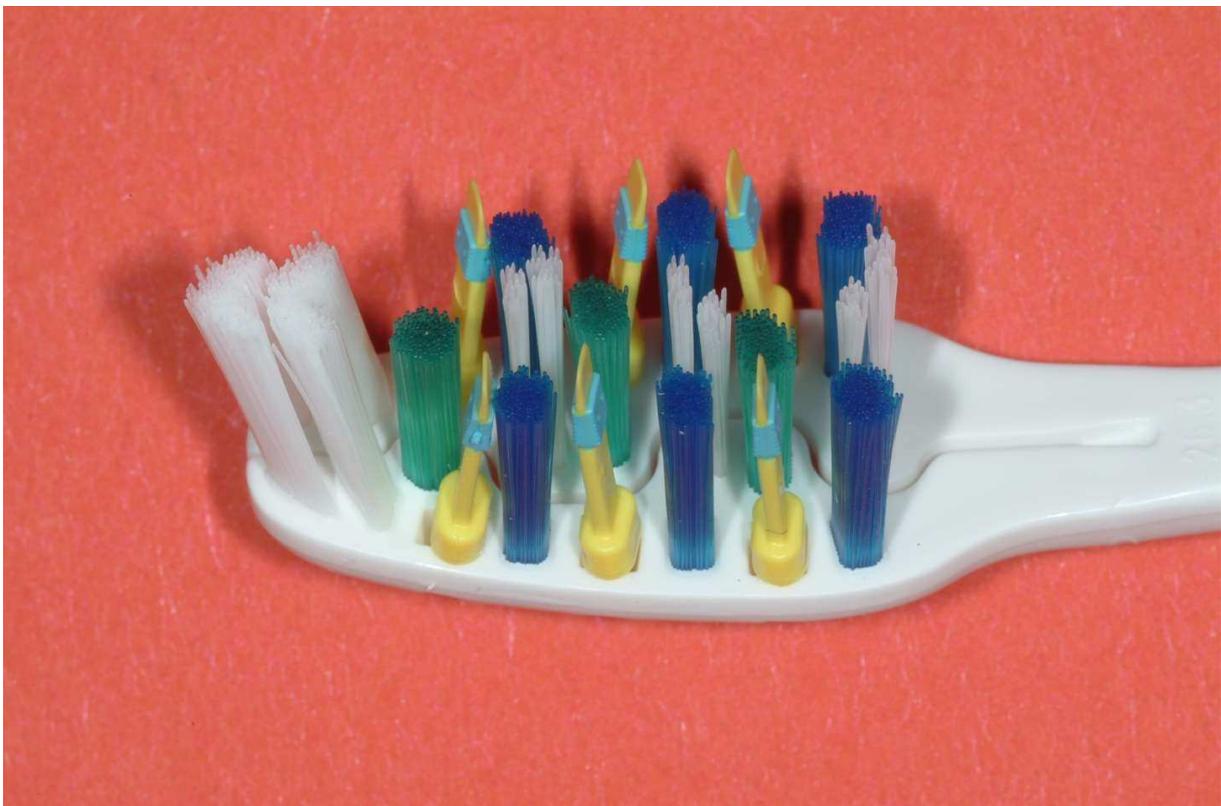


Abb. 4.1.8 Oral-B Pulsar-Bürstenkopf Schrägansicht

107792 S-Wert:127  
Klotz Oral-B 1-1-1911

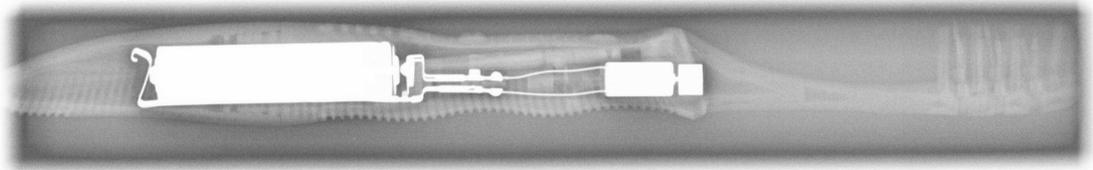


Abb. 4.1.9 Oral-B Pulsar-Bürste, Röntgenaufnahme

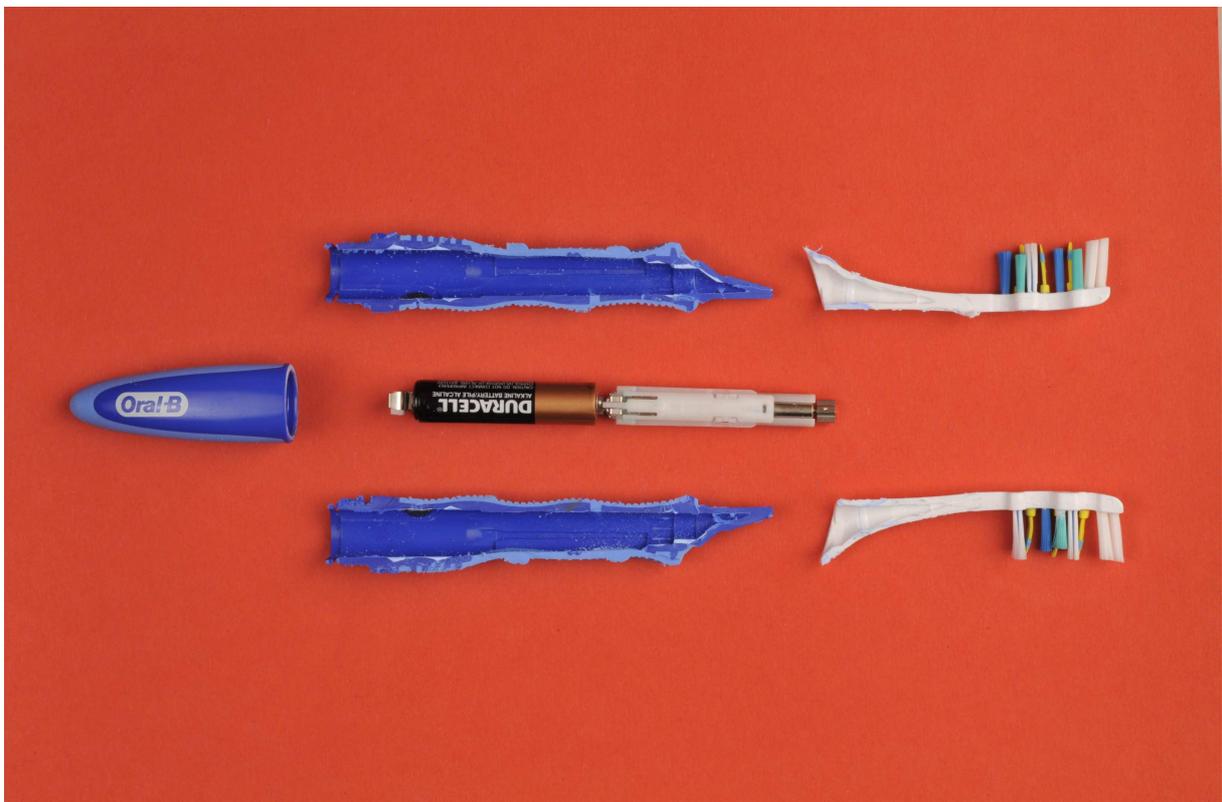


Abb. 4.1.10 Oral-B Pulsar-Bürste, aufgeschnitten

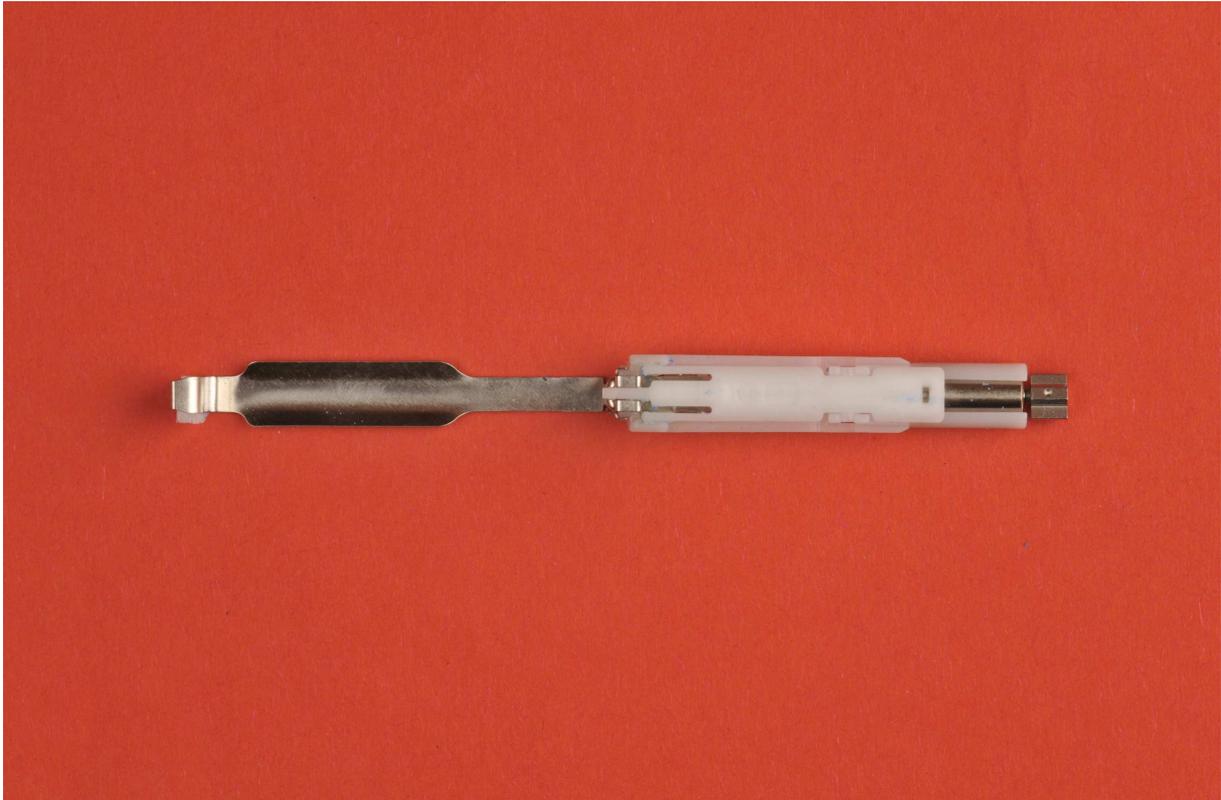


Abb. 4.1.11 Oral-B Pulsar-Bürste, Micropulseantrieb

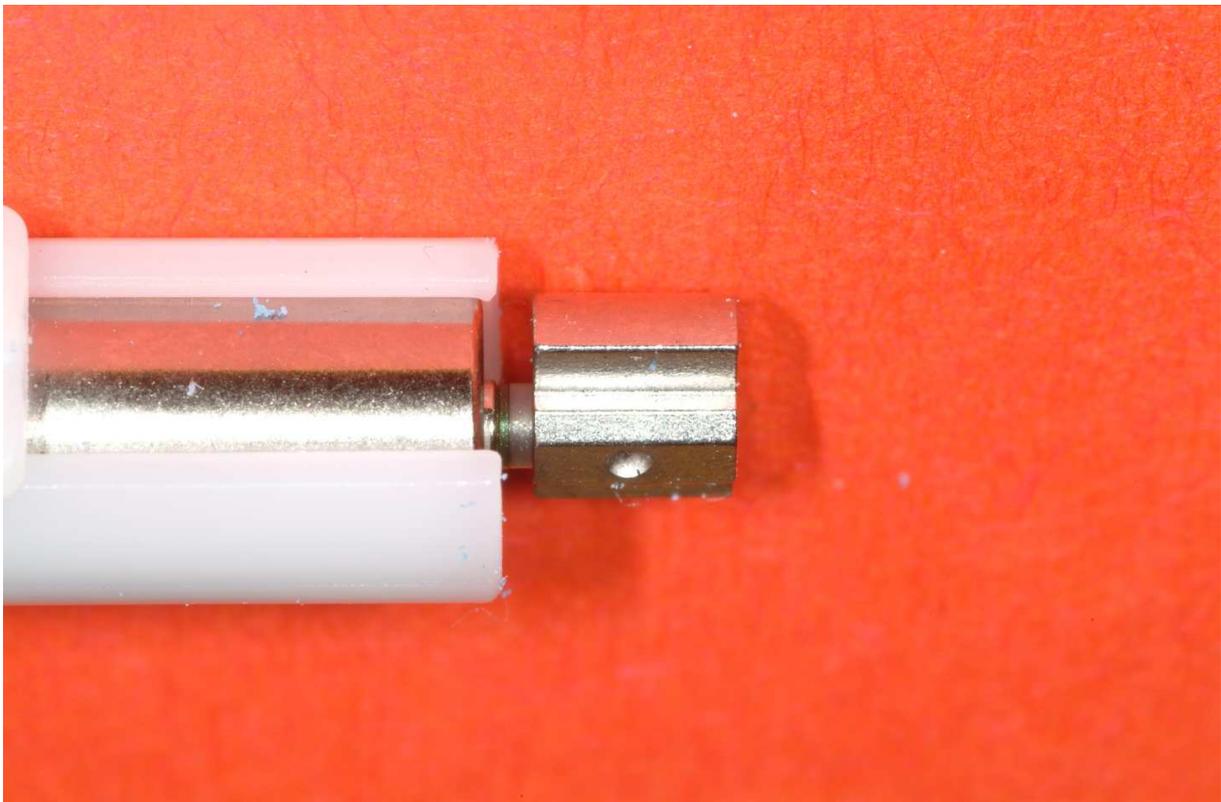


Abb. 4.1.12 Oral-B Pulsar-Bürste, Excenterkopf

Das Pulsieren der Borsten wird durch einen sich drehenden Excenterkopf erreicht. Dieser sitzt auf einem batteriebetriebenen Mikromotor. Der Excenter ist 4 mm hoch und hat einen Durchmesser von 5,5 mm an der breiten Seite. An der schmalen Seite hat der Excenter nur 3,9 mm Durchmesser. Dadurch entsteht bei der Drehung eine Unwucht, die als Pulsieren auf den Zahnbürstenkopf übertragen wird.

Oral-B beschreibt den Reinigungseffekt wie folgt:

„Durch das einzigartige Schwingen und Pulsieren dringen die Micropulse-Borsten tief in die Zahnzwischenräume. Die Micropulse-Borsten verfügen über eine elastomere Oberfläche mit blauen strukturierten Reinigungspads. Beim Eindringen der Borsten in die Zahnzwischenräume erfassen die Pads die Zahnoberfläche und entfernen Speisereste und Plaque wie Miniaturescheibenwischer.“

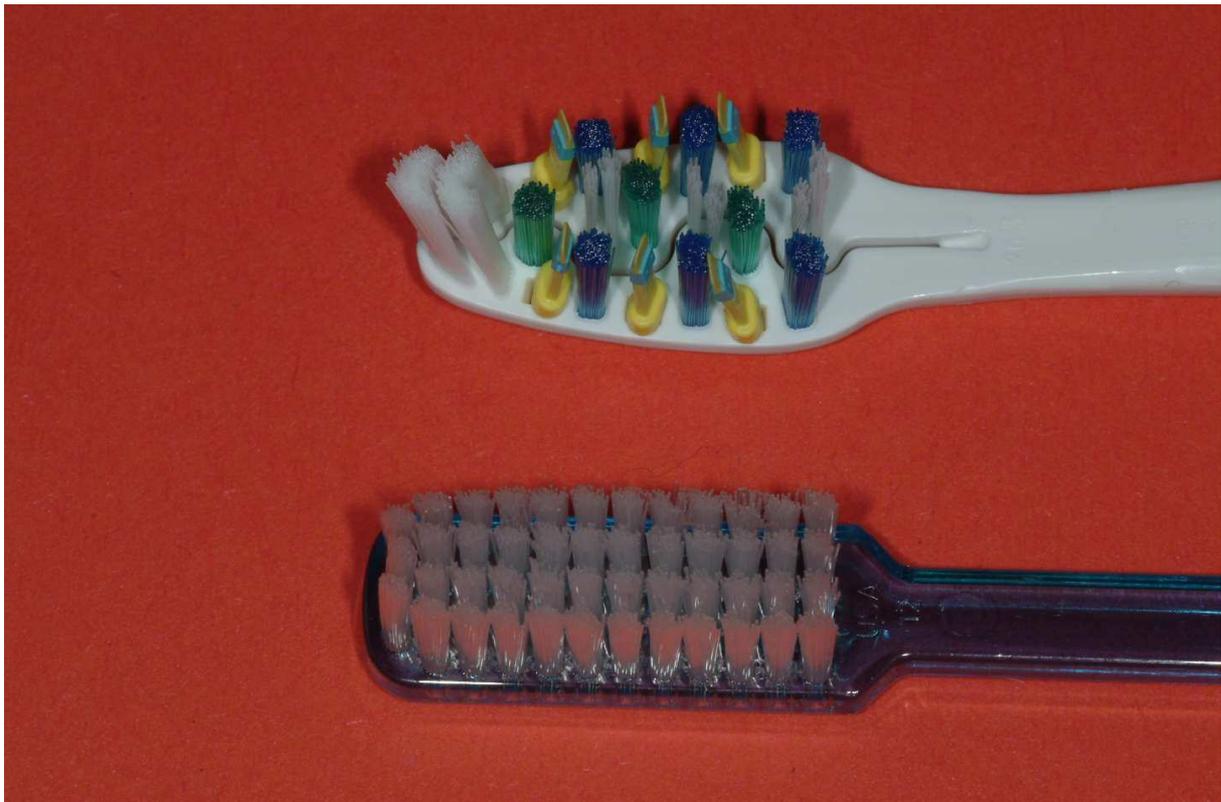


Abb. 4.1.13 Beide Zahnbürstenköpfe im Vergleich Aufsicht

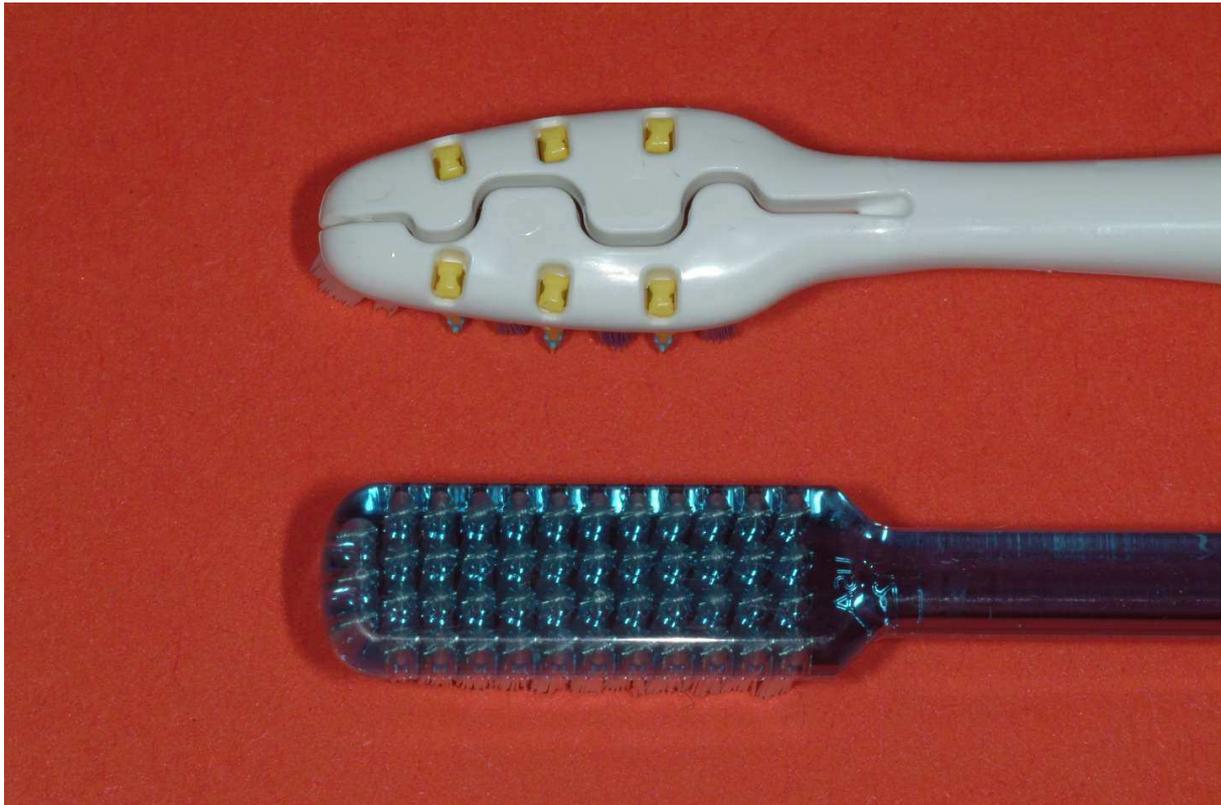


Abb. 4.1.10 Beide Zahnbürstenköpfe im Vergleich, Ansicht von unten

### Allgemeine Daten der Testzahnbürsten

Allgemeine Daten	Oral-B Pulsar weich	ADA Kontrollbürste
Gesamtlänge der Zahnbürste	19,35 cm	18,10 cm
Länge/ Breite des Bürstenkopfes	25,5/13 mm	28 mm/8 mm
Borstenlänge der Nylonborsten	9–11 mm	11,1 mm
Borstenlänge der Silikonborste	11,5 mm	
Borstenbreite der Silikonborste	2,4 mm	
Borstendurchmesser Nylonfilament	0,1 mm	0,2 mm
Borstendurchmesser Silikonborste	0,4 mm	
Anordnung der Borstenbüschel	oval	rechteckig
Anzahl der Borstenbüschel	16	47
Anzahl der Silikonborsten	6	0
Filamentanzahl der Borstenbüschel	98–106 weiß 198–204 blau 118–124 grün	36–44
Gewicht	34 g	14 g

Tab. 4.1.1 Zahnbürstendaten

## 4.2 Probandenauswahl

Die Probanden dieser Studie waren 34 Patienten, die nach dem Zufallsprinzip ausgewählt wurden, jedoch bestimmten Kriterien entsprachen. So wurde jeder vierte Patient, der zur Untersuchung in die Praxis kam und alle Kriterien erfüllte, befragt, ob Interesse besteht, an dieser Studie teilzunehmen. Entsprechend der Patient nicht den Kriterien oder verweigerte er seine Teilnahme, so wurde jeweils der nächste Patient befragt.

Folgende Kriterien mussten alle Probanden erfüllen:

Allgemeiner Gesundheitszustand:

- keine Erkrankungen, die den oralen Befund beeinflussen;
- keine Einnahme entzündungshemmender oder antibakterieller Medikamente;
- keine Einnahme blutgerinnungshemmender Medikamente;
- keine Schwangerschaft.

Oraler Befund:

- kein herausnehmbarer Zahnersatz;
- Vorhandensein der Zähne 3 bis 6 im Oberkiefer. Beim Fehlen eines dieser Zähne wird ersatzweise der Zahn 2 beurteilt;
- keine Taschentiefen über 5 mm;
- qualifizierender Plaqueindex von mehr als 1,5 im Durchschnitt;
- qualifizierender Gingivitisindex von mehr als 1,0 im Durchschnitt.

Keiner der Probanden besaß eine spezifische zahnmedizinische Vorbildung. Um an dieser Studie teilnehmen zu können, mussten die Probanden in einer Screening-Sitzung den qualifizierenden Plaqueindex erfüllen. Hierbei wurden die Zähne 4–6 im Oberkiefer untersucht.

Der „qualifizierende“ Plaqueindex definiert sich als die Summe aller mesial erhobenen Plaquewerte, dividiert durch die Anzahl der erhobenen Plaquewerte ( $\Sigma$  mesial/6).

Bei einem qualifizierenden Plaqueindex-Wert  $\geq 1,5$  hatte der Proband die Voraussetzung zur Teilnahme erfüllt.

Nach vorausgehendem Sondieren der vestibulären Zahnfleischfurchen mit einer PA-Sonde wurden anschließend mit Hilfe des Sulkus-Blutungs-Indexes nach Mühlemann und Son (1971) die jeweiligen Indexwerte für die Zahnfleischblutungen erhoben.

In den Screening-Sitzungen wurden für die Bestimmung des Plaqueindexes der modifizierte Turesky et al.-Index (1970) verwandt. Dabei wurden die Zähne 14–16 und 24–26 mit Mira-2-Tone® (Hager & Werken GmbH, Duisburg, Deutschland) – einer Revelatorlösung – vestibulär angefärbt. In den Screening-Sitzungen wurden die mesialen Flächen, in den Studiensitzungen wurden dann die mesialen, vestibulären und distalen Flächen bewertet. Alle gewonnenen Daten wurden in einem Befundbogen festgehalten, dabei wurden ebenfalls die Angaben der Probanden zu ihrem Gesundheitszustand in einem Anamnesebogen vermerkt, der unterschrieben an den Behandler zurückgegeben wurde.

Erfüllten die Probanden alle Kriterien, unterschrieben sie eine Einverständniserklärung über die Teilnahme an der Studie. Hierbei erhielten sie noch folgende Hinweise:

- die Zähne sollten die letzten 12–16 Stunden vor einer Studiensitzung nicht geputzt werden (over night plaque formation ADA, 1998);
- zwei mal tägliches Zähneputzen, jeweils morgens und abends ohne zusätzliche Hilfsmittel wie Zahnseide, Zahnhölzer o.Ä.;
- Benutzung der gewohnten Zahnpasta ohne einen Wechsel derselben während der Studiendauer;
- die Probanden sollten ihre eigene Zahnpasta zu den Studiensitzungen mitbringen;
- während der Sitzungen sollten die Probanden sich die Zähne so lange putzen, bis sie das Gefühl hatten, sie seien sauber. Das galt für beide Testzahnbursten.

### 4.3 Studiendesign

Die Studie wurde im cross-over-Design durchgeführt.

Das heißt, alle Probanden begannen mit der Austestung der ADA-Kontrollzahnbürste für 30 Tage und wechselten nach einer Wash-out-Phase von 7 Tagen, in der die eigene Zahnbürste benutzt wurde, zur Oral-B Pulsar für weitere 30 Tage.

Die Gesamtstudiendauer betrug 67 Tage. Nach jeder Testphase wurden die einzelnen Bürsten beurteilt, fotografiert. Die ADA-Zahnbürste wurde entsorgt, die Oral-B Pulsar wurde den Probanden am Ende der zweiten Testphase geschenkt.

Alle Probanden mussten an 4 Sitzungen teilnehmen:

Testphase 1: Zahnbürste: ADA-Kontrollbürste

Sitzung	Tag	Bemerkung
1	0	Baseline
2	30	Follow up

Wash-out-Phase (7 Tage)

Cross-Over-Design

Testphase 2: Zahnbürste: Oral-B Pulsar

3	37	Baseline
4	67	Follow up

Vor und während der Studie wurden keine professionellen Mundhygienemaßnahmen oder zahnärztlichen Behandlungen durchgeführt.

#### 4.3.1 Ablauf der Studiensitzungen

Zu den Studiensitzungen erschienen die Probanden in der Weise instruiert, dass sie 12 bis 16 Stunden vor der Sitzung keinerlei Mundhygienemaßnahmen mehr durchführten, um mit einem Plaquestatus zu erscheinen.(sogenannte over night plaque formation).

Alle Sitzungen hatten den gleichen Verlauf.

## 1. Prebrushing-Evaluation

Zunächst wurden die SBI-Werte nach Mühlemann und Son (1971) erhoben, indem mit einer stumpfen Parodontalsonde ohne Druck der Sulkus sondiert und im Befundblatt festgehalten wurde. Es schloss sich die Einfärbung der Zähne mit der Relevatorlösung (Mira-2-Tone®) an den vestibulären Flächen mit der Aufnahme der Plaquewerte nach dem modifizierten Turesky et al.-Index (1970) an. Beide Indices wurden an den Zähnen 3 bis 6 im Oberkiefer erhoben. Fehlte einer dieser Zähne, so wurde der Zahn 2 mit einbezogen.

Nach dieser Plaque- und Gingivitis-Befunderhebung wurde dem Probanden die ADA-Kontrollzahnbürste übergeben. Der Proband putzte sich unbeaufsichtigt und ohne Spiegel die Zähne, mit der Aufforderung, so wie immer zu putzen, bis er das Gefühl hatte, die Zähne seien sauber.

Dazu benutzte er die Zahnpasta, die er auch zu Hause benutzt und zu den Studiensitzungen mitgebracht hatte. Er erhielt keinerlei Putzanweisung. Hier sollten häusliche Bedingungen simuliert werden.

## 2. Postbrushing-Evaluation

Nach gleichem Muster wie in der Prebrush-Evaluation wurden nun erneut der modifizierte Turesky et al.-Index (1970) erhoben. Der Proband durfte nun erneut seine Zähne putzen, ohne dass dieser Putzerfolg weiter kontrolliert wurde. Vom angefärbten Zustand pre- und postbrush wurden Fotos angefertigt.

Die Probanden nahmen die Bürste mit nach Hause und putzten nun mit dieser für 30 Tage ihre Zähne wie bisher. Anschließend folgte die zweite Sitzung.

Diese hatte den gleichen Verlauf wie die erste (prebrush- und postbrush-Evaluation). Geputzt wurde in der Sitzung mit der Testzahnbürste, welche die Probanden nach 30 Tagen Gebrauch wieder mitbrachten. Die Versuchsreihe der ersten Zahnbürste war damit beendet.

Die Zahnbürsten wurden eingesammelt, und es wurde keine neue Testzahnbürste mitgegeben. Es schloss sich die einwöchige Wash-out-Phase an, in der die Probanden wieder die eigene Zahnbürste benutzten. Diese Pause war notwendig, um Wechselwirkungen zwischen den zu testenden Zahnbürsten auszuschließen. Durch das

einwöchige Benutzen der eigenen Zahnbürste sollte ein Zustand erreicht werden, der dem vor der 1. Sitzung entsprach.

Die dritte und vierte Sitzung, in der die Oral-B Pulsar-Zahnbürste getestet wurde, liefen nach dem gleichen Schema ab. Zum Abschluss der Studie mussten die Probanden jeweils einen Fragebogen ausfüllen und abgeben. Die Testzahnbürsten wurden fotografiert und dem Probanden geschenkt.

Schematische Darstellung des Studiendesignes:

Screening	1. Sitzung	2. Sitzung	Wash-out	3. Sitzung	4. Sitzung
Feststellen des SBI und PLI und Taschentiefenmessung	Bewertung des SBI/PLI	Bewertung des SBI/PLI	7 Tage	Bewertung des SBI/PLI	Bewertung des SBI/PLI
	Zähneputzen	Zähneputzen		Zähneputzen	Zähneputzen
	Bewertung des PLI	Bewertung des PLI		Bewertung des PLI	Bewertung des PLI

## 4.4 Bewertungsmethoden

### 4.4.1 Modifizierter Turesky et al.-Index (1970)

Zur Bewertung der Plaquereduktion durch den Gebrauch der zwei Testzahnbürsten ist der auch in der Literatur bevorzugte modifizierte Turesky et al.-Plaqueindex (1970) ausgewählt worden. Dieser Index wurde nur an den vestibulären Flächen erhoben, da die palatinalen/lingualen Flächen zum einen zusätzlich durch die Zungenreinigung beeinflusst werden, zum anderen die Reinigung der oralen Flächen zu sehr von der manuellen Geschicklichkeit des Probanden abhängig ist.

Die Plaque wurde mit Hilfe der Relevatorlösung Mira-2-Tone® sichtbar gemacht, die aus „Brilliant Blue“ und Erythrosin besteht. Beläge, die älter als 24 Stunden sind, werden hierbei blau und jüngere Beläge rot angefärbt.

Definition des modifizierten Turesky et al.-Index (1970):

Einteilung (Grad)	Interpretation
0	keine Plaque
1	einzelne Plaqueinseln entlang des Gingivalsaumes
2	ein dünnes Band von Plaque (kleiner 1 mm) entlang des Gingivalsaumes
3	ein Band von Plaque (größer 1 mm), das weniger als $\frac{1}{3}$ der klinischen Krone bedeckt
4	Plaque bedeckt mindestens $\frac{1}{3}$ , aber weniger als $\frac{2}{3}$ der klinischen Krone
5	Plaque bedeckt mehr als $\frac{2}{3}$ der klinischen Krone

Die Modifikation des Turesky et al.-Indexes besteht in der Aufsplittung der Zahnoberfläche in drei Anteile, mesial, vestibulär und distal, um die interproximalen Bereiche gesondert erheben zu können.

#### **4.4.2 Sulkus-Blutungs-Index**

Für die Erhebung der Gingivitiswerte wurde der Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Mühlemann und Son (1971) verwendet.

Der SBI stützt sich auf die Tatsache, dass leichte Blutungen im Sulkusbereich als Initialsymptom einer Gingivitis anzusehen sind. Die Blutung geht dabei allen anderen klinischen Symptomen voraus (Rateitschak et al. 1984). Es wird ohne Druck mit einer stumpfen Parodontalsonde sondiert.

Einteilung des SBI:

Einteilung (Grad)	Interpretation
0	keine Blutung bei Sondierung
1	Sulkusblutung bei Sondierung, keine Schwellung oder Farbveränderung
2	Sulkusblutung und Farbveränderung, noch keine Schwellung
3	Sulkusblutung und Farbveränderung, schwache ödematöse Schwellung
4	Sulkusblutung, Farbveränderung, deutliche Schwellung
5	deutliche Sulkusblutung, auch spontan, deutliche Farbveränderung, stark hervortretende Schwellung mit und ohne Ulzerationen

Diese Werte sind mesial, vestibulär und distal erhoben worden, entsprechend der Aufteilung des Plaqueindex, übertragen auf die Gingivabereiche. Beide Indices sind an den Zähnen 3–6 jeweils rechts und links im Oberkiefer erhoben worden. Fehlte einer dieser Zähne, so wurde der Zahn 2 ersatzweise hinzugezogen.

#### **4.5 Fragebogen**

Die Probanden bekamen zum Ende der Studie einen Fragebogen ausgehändigt. Die drei ersten Fragen bezogen sich auf die Eigenschaften der einzelnen Zahnbürste. Die Probanden mussten Fragen zu den Merkmalen Härtegrad der Borsten, Bürstenkopfgröße, Bürstengriff und Bürstenform beantworten. Bei den restlichen Fragen mussten die Probanden die benutzten Bürsten in Bezug auf die Effizienz der Plaqueentfernung, das Putzgefühl und die Bevorzugung einer Bürste beantworten.

## **4.6 Auswertungen**

### **4.6.1 Index-Auswertung**

#### **4.6.1.1 Basiswerte**

Die aus den Erhebungen gewonnenen Gingivitis- und Plaquewerte der bewerteten Zähne der einzelnen Probanden wurden als Erstes zusammengerechnet und geteilt bezüglich

- der Sitzung (Baseline/Follow-up),
- dem Zeitpunkt der Erhebung der Werte (prebrush/postbrush),
- der Flächen (mesial/vestibulär/distal).

Abkürzungen, die für alle im Text folgenden Variablen Gültigkeit besitzen sind:

- m = mesial
  - v = vestibulär
  - d = distal
  - g = gesamt
  - G = Gingivitisindex
  - P = Plaqueindex
- 
- preB = prebrush Baseline
  - postB = postbrush Baseline
  - preF = prebrush Follow-up
  - postF = postbrush Follow-up
  - M = mean
  - D = Differenzwert

Die Summenwerte sind mit folgenden Bezeichnungen und Abkürzungen versehen worden:

Abkürzung der Variablen	Vollständige Bezeichnung der Variable
mG_preB	Mesialer Gingivitisindex prebrush Baseline
mG_postB	Mesialer Gingivitisindex postbrush Baseline
vG_preB	Vestibulärer Gingivitisindex prebrush Baseline
vG_postB	Vestibulärer Gingivitisindex postbrush Baseline
dG_preB	Distaler Gingivitisindex prebrush Baseline
dG_postB	Distaler Gingivitisindex postbrush Baseline
mG_preF	Mesialer Gingivitisindex prebrush Follow-up
mG_postF	Mesialer Gingivitisindex postbrush Follow-up
vG_preF	Vestibulärer Gingivitisindex prebrush Follow-up
vG_postF	Vestibulärer Gingivitisindex postbrush Follow-up
dG_preF	Distaler Gingivitisindex prebrush Follow-up
dG_postF	Distaler Gingivitisindex postbrush Follow-up

mP_preB	Mesialer Plaqueindex prebrush Baseline
mP_postB	Mesialer Plaqueindex postbrush Baseline
vP_preB	Vestibulärer Plaqueindex prebrush Baseline
vP_postB	Vestibulärer Plaqueindex postbrush Baseline
dP_preB	Distaler Plaqueindex prebrush Baseline
dP_postB	Distaler Plaqueindex postbrush Baseline
mP_preF	Mesialer Plaqueindex prebrush Follow-up
mP_postF	Mesialer Plaqueindex postbrush Follow-up
vP_preF	Vestibulärer Plaqueindex prebrush Follow-up
vP_postF	Vestibulärer Plaqueindex postbrush Follow-up
dP_preF	Distaler Plaqueindex prebrush Follow-up
dP_postF	Distaler Plaqueindex postbrush Follow-up

Tab. 4.6.1.1: Summenwerte

#### **4.6.1.2 Untersuchung möglicher Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase aufgrund des Cross-over-Designs der Studie**

Die „Gesamt-Plaqueindexwerte prebrush“ der ersten und dritten Sitzung der beiden verwendeten Zahnbürsten wurden miteinander verglichen, um festzustellen, ob für beide Zahnbürsten die gleichen Ausgangsbedingungen vorlagen.

Die Auswertungsvariablen berechneten sich folgendermaßen:

Der mesiale, vestibuläre und distale Plaqueindex prebrush Baseline wurde summiert und durch die Anzahl der Summanden (3) geteilt. Daraus ergibt sich der „Gesamt-Plaqueindexwert prebrush Baseline“  
 $= \Sigma (mP_{preB} + vP_{preB} + dP_{preB})/3$

Abkürzung: gP\_preB

Dies waren die Gesamt-Ausgangsplaquewerte der Gesamtfläche der Zähne, die zu Beginn der Baseline-Sitzungen vorlagen und für die Auswertung eines möglichen Cross-over-Effektes dienten.

#### **4.6.1.3 Effektivitätsvergleich der Plaquereduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen (kurzfristig)**

Es wurde der Vergleich der kurzfristigen Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Plaque- und Gingivitisreduktion durchgeführt. Es sollte festgestellt werden, welche der Testzahnbürsten den prebrush-Wert stärker während des Putzens innerhalb der Sitzung mindern konnte, also die höheren prebrush-postbrush-Differenzen erreichte. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Plaqueindexwerte prebrush Baseline minus Gesamt-Plaqueindexwerte postbrush Baseline. Ebenso wurde mit den Gesamt-Plaqueindexwerten Follow-up verfahren.

Berechnung der erforderlichen Auswertungsvariablen:

1. Nachfolgend wurden dann die Differenzen zwischen prebrush- und postbrush-Werten errechnet (prebrush minus postbrush), so dass die Unterschiede zwischen den Werten vor (= pre-) und nach (= post-)

dem Putzen während der Sitzungen dargestellt werden konnten. Diese Differenzwerte stellen den Wert der Reduktion durch das Putzen innerhalb der Sitzung dar. Die Evaluationen wurden in der Summe der Flächenunterteilung mesial/vestibulär/distal berechnet. Dies sind die „Gesamtindexwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gingivitis-/Plaqueindex Baseline/Follow-up“ (= mG\_preB minus mG\_postB usw.).

Somit ergaben sich folgende Bezeichnungen:

D_mGB	D_mGF	D_vGB	D_vGF	D_dGB	D_dGF
D_mPB	D_mPF	D_vPB	D_vPF	D_dPB	D_dPF

2. Auch von diesen Werten wurden Mean-Indexwerte, d.h. Werte pro Zahnfläche, berechnet. Die Ergebnisse der Berechnung wurden bezeichnet als „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gingivitis-/Plaqueindex Baseline/Follow-up“ (= D\_mGB/6 usw.).

Abkürzungen:

MD_mGB	MD_mGF	MD_vGB	MD_vGF	MD_dGB	MD_dGF
MD_mPB	MD_mPF	MD_vPB	MD_vPF	MD_dPB	MD_dPF

3. Die Summierung der „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gingivitis-/Plaqueindex Baseline/Follow-up“ erzielte den „Mean-Gesamt-Differenzwert Gingivitis/Plaqueindex Baseline/Follow-up“ =  $\Sigma$  (MD\_mGB + MD\_vGB + MD\_dGB)/3 usw.

Abkürzungen:

MD_gGB	MD_gPB	MD_gGF	MD_gPF
--------	--------	--------	--------

4. Als letzter Schritt wurden die „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Gingivitis-/Plaqueindex Baseline/Follow-up“ hinsichtlich der Testzeitpunkte Baseline plus Follow-up

zusammengefasst, d.h. summiert und durch die Anzahl der Summanden (2) dividiert.

Sie heißen „mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Gingivitis-/Plaqueindex Baseline+Follow up“ =  $\Sigma$  (MD\_mGB + MD\_mGF) / 2 usw.

Abkürzungen:

MD_mGBF	MD_vGBF	MD_dGBF
MD_mPBF	MD_vPBF	MD_dPBF
MD_gGBF	MD_gPBF	

Diese Werte dienen den Effektivitätsvergleichen während des Putzens innerhalb der Sitzungen und geben die kurzfristigen Gingivitis-Plaquereduktionswerte pro Zahnflächenanteil/Gesamtzahnfläche, die durchschnittlich in der Baseline- und Follow-up-Sitzung erreicht worden sind, wieder.

#### 4.6.1.4 Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten über den Testzeitraum von 30 Tagen

Der Vergleich der langfristigen Effektivität der beiden Zahnbürsten nach 30 Tagen Putzen mit der jeweiligen Zahnbürste bezüglich der Plaquereduktion wurde getrennt nach Flächen und bezogen auf die Gesamtflächen durchgeführt. Als Auswertungsvariablen dienten die „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaqueindex postbrush“. Das waren die Werte, die die Zähne der Probanden nach dem Putzen innerhalb der Sitzung aufwiesen.

Berechnung der erforderlichen Auswertungsvariablen:

1. Aus dem „mesialen/vestibulären/distalen Plaqueindex postbrush Baseline/Follow-up“ wurde jeweils der Differenzwert zwischen Baseline-Sitzung und Follow-up-Sitzung errechnet. Dieser wurde als „Differenzwert mesialer/vestibulärer/distaler Plaqueindex postbrush“ bezeichnet (= mP\_postF minus mP\_postB) usw.

Abkürzungen:

D_mP_post	D_vP_post	D_dP_post
-----------	-----------	-----------

2. Daraufgehend werden die Mittelwerte für diese Variable berechnet. Die Ergebnisse der Berechnung wurden „Mean-Differenzwert mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaqueindex postbrush“ benannt (D\_mP\_post/6 usw.).

Abkürzungen:

MD_mP_post	MD_vP_post	MD_dP_post
------------	------------	------------

Diese Werte dienen der Evaluierung der Effektivität der Zahnbürsten über den Testzeitraum von 30 Tagen und beschreiben die Werteveränderung der Ausgangsplaquewerte vom Beginn bis zum Ende der Testphase. Sie sind als Indexwert pro Zahnflächenanteil/Gesamtzahnfläche zu verstehen.

Die Prüfung auf signifikante Unterschiede erfolgte mit dem Levene-Test der Varianzgleichheit und mit dem T-Test für die Mittelwertgleichheit.

#### **4.6.1.5 Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen**

Es wurde der Vergleich der kurzfristigen Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Gingivitisreduktion durchgeführt. Es sollte festgestellt werden, welche der Testzahnbürsten den prebrush-Wert stärker während des Putzens innerhalb von 30 Tagen mindern konnte, also die höheren prebrush-Differenzen Baseline/Follow-up erreichte. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Gingivitisindexwerte prebrush Baseline minus Gesamt-Gingivitisindexwerte prebrush Follow-up.

#### **4.6.1.6 Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für jede Testzahnbürste Baseline/Follow-up**

Abschließend wurde der Vergleich der Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Gingivitisreduktion Baseline/Follow-up durchgeführt. Es sollte festgestellt werden, ob eine der beiden Bürsten nach 30-tägigem Gebrauch höhere Differenzwerte in der Gingivitisreduktion erreicht. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Gingivitisindexwerte prebrush Follow-up minus prebrush Baseline.

#### **4.6.2 Fragebogenauswertung**

Von den Merkmalen Härtegrad der Bürste und Größe des Bürstenkopfes mit den zugewiesenen Ausprägungen wurden die Häufigkeiten tabellarisch und in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Verteilungsunterschiede in der Bewertung der Bürstenkopfgröße und der Borstenhärte wurden ebenso mit Balkendiagrammen dargestellt.

Die Probanden beurteilten zudem den Bürstengriff in Bezug auf Länge, Dicke und Formbeschaffenheit. Dabei waren Mehrfachnennungen möglich.

Für den zweiten Fragebogenteil (Fragen 4–6), in dem es zu einer Entscheidung für eine der zwei Zahnbürsten in Bezug auf das angenehmere Putzgefühl, das Gefühl der besseren Reinigung und der Bevorzugung einer Bürste insgesamt kam, wurden Tabellen mit Häufigkeiten für die jeweilige Zahnbürste angefertigt. Dargestellt wurden die Ergebnisse in Balkendiagrammen.

#### **4.6.3 Auswertung der Daten**

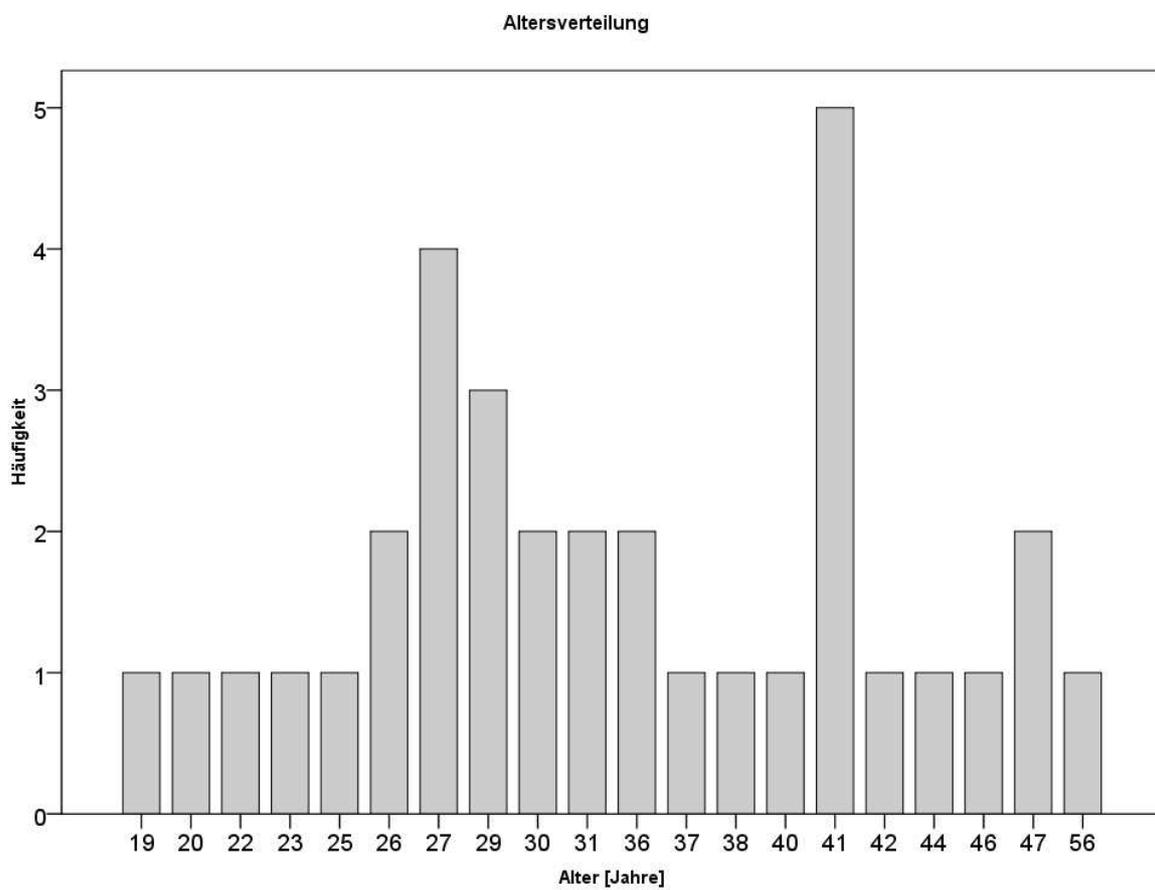
Die Auswertung der aus Fragebogen und Indexerhebung gewonnenen Daten wurde an der Abteilung Zahnerhaltung und Parodontologie im Klinikum der Universität München durchgeführt.

Die Einweisung in die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe von Prof. Dr. K.-H. Kunzelmann. Benutzt wurde das Statistikprogramm SPSS 16.0.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Probandenkollektiv

An dieser über den Zeitraum von neun Wochen dauernden Studie nahmen 34 Probanden im Alter von 19 bis 56 Jahren teil. Davon waren 10 männlich und 24 weiblich.

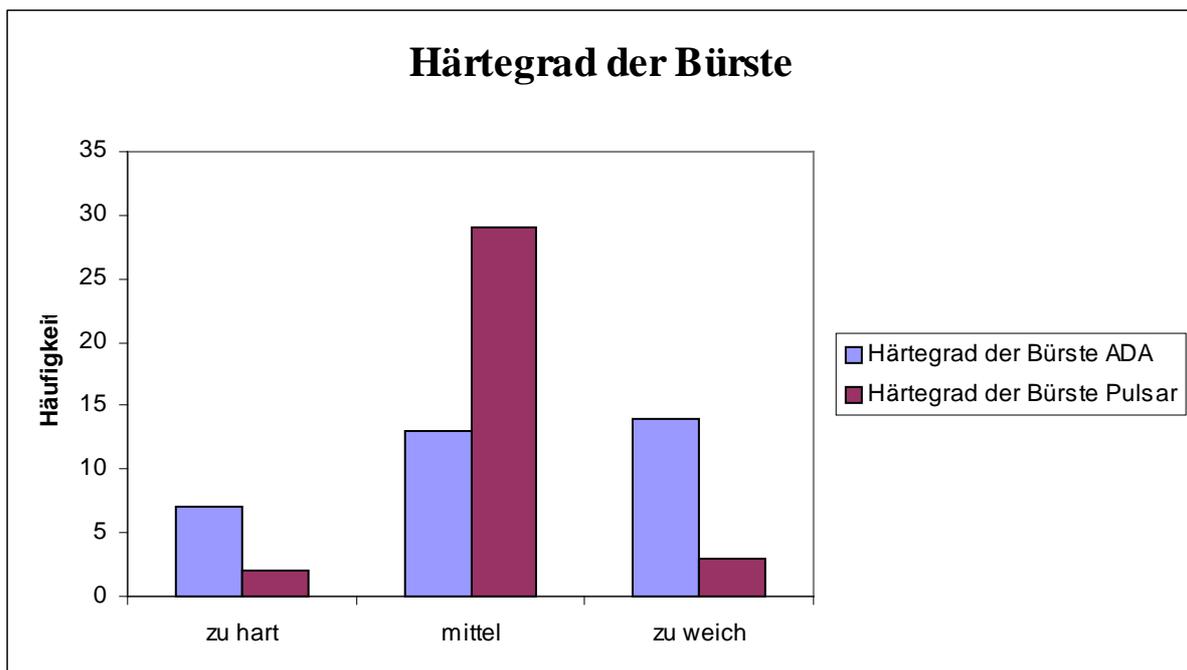


## 5.2 Fragebogen

### 5.2.1 Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürsten

Die Beurteilung der Probanden bezüglich des Härtegrades der Zahnbürsten erfolgt wie folgt:

Bei der Oral-B Pulsar empfanden zwei Probanden das Borstenfeld zu hart, 29 bewerteten mittel und drei zu weich. Dagegen bewerteten neun die ADA-Bürste zu hart, 13 mittel und 14 zu weich.



1. Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürsten

### Antworten aller Probanden absolut und prozentual

1. Wie beurteilen Sie den Härtegrad der Bürste?

	a zu hart	b mittel	c zu weich
Pulsar	2 5,9 %	29 85,3 %	3 8,8 %
ADA	7 20,6 %	13 38,2 %	14 41,2 %

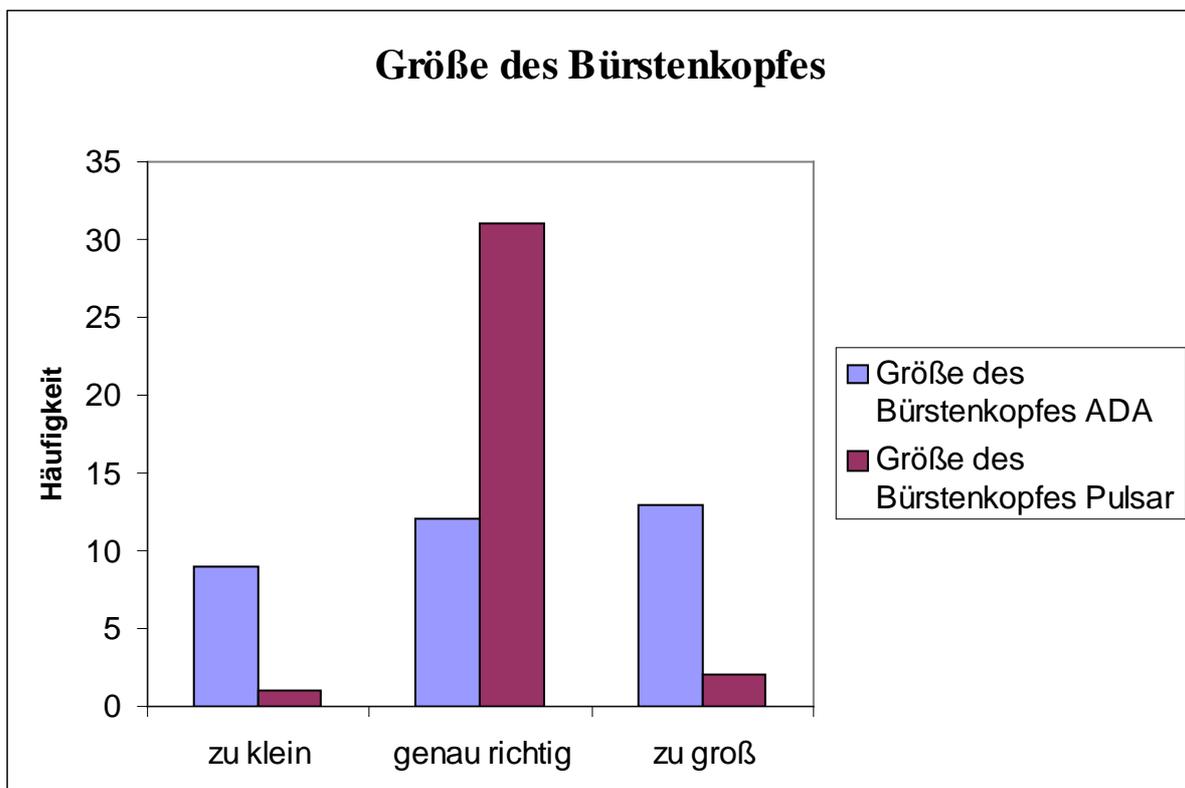
Die ADA-Bürste wurde also von 38,2 % der Probanden als mittel und von 41,2 % als zu weich beurteilt, nur 20,6 % fanden die Bürste zu hart. Die Oral-B Pulsar dagegen wurde von 85,3 % der Probanden als mittel eingestuft. 5,9 % empfanden sie zu hart, 8,8 % zu weich. Die Einschätzung des Bürstenhärtegrades als mittel überwiegt also bei der Oral-B Pulsar signifikant.

## 5.2.2 Beurteilung der Bürstenkopfgröße

Auffällig bei der Beurteilung der Bürstenkopfgröße war, dass die Probanden den Oral-B Pulsar-Bürstenkopf von der Form her als sehr angenehm empfanden, Die Beurteilung der Probanden erfolgte folgendermaßen:

Bei der Oral-B Pulsar empfand ein Proband den Bürstenkopf zu klein, 31 bewerteten die Bürstenkopfgröße als genau richtig und zwei als zu groß.

Dagegen bewerteten neun den Kopf der ADA-Bürste zu klein, 12 genau richtig und 13 zu groß. Hier war kein signifikanter Unterschied erkennbar.



2. Beurteilung der Bürstenkopfgröße

## Antworten aller Probanden absolut und prozentual

2. Wie fanden Sie die Größe des Bürstenkopfes?

	a zu klein	b genau richtig	c zu groß
Pulsar	1 2,9 %	31 91,2 %	2 5,9 %
ADA	9 26,5 %	12 35,3 %	13 38,2 %

Die ADA-Bürste wurde also von 35,3 % der Probanden als genau richtig und von 38,2 % als zu groß beurteilt. 26,5 % fanden die Bürste zu hart.

Die Oral-B Pulsar dagegen wurde von 91,2 % der Probanden als genau richtig eingestuft. Nur 2,9 % empfanden sie als zu klein, 5,8 % fanden den Bürstenkopf zu groß.

Die Einschätzung des Bürstenkopfes der Oral-B Pulsar als genau richtig überwiegt hier signifikant.

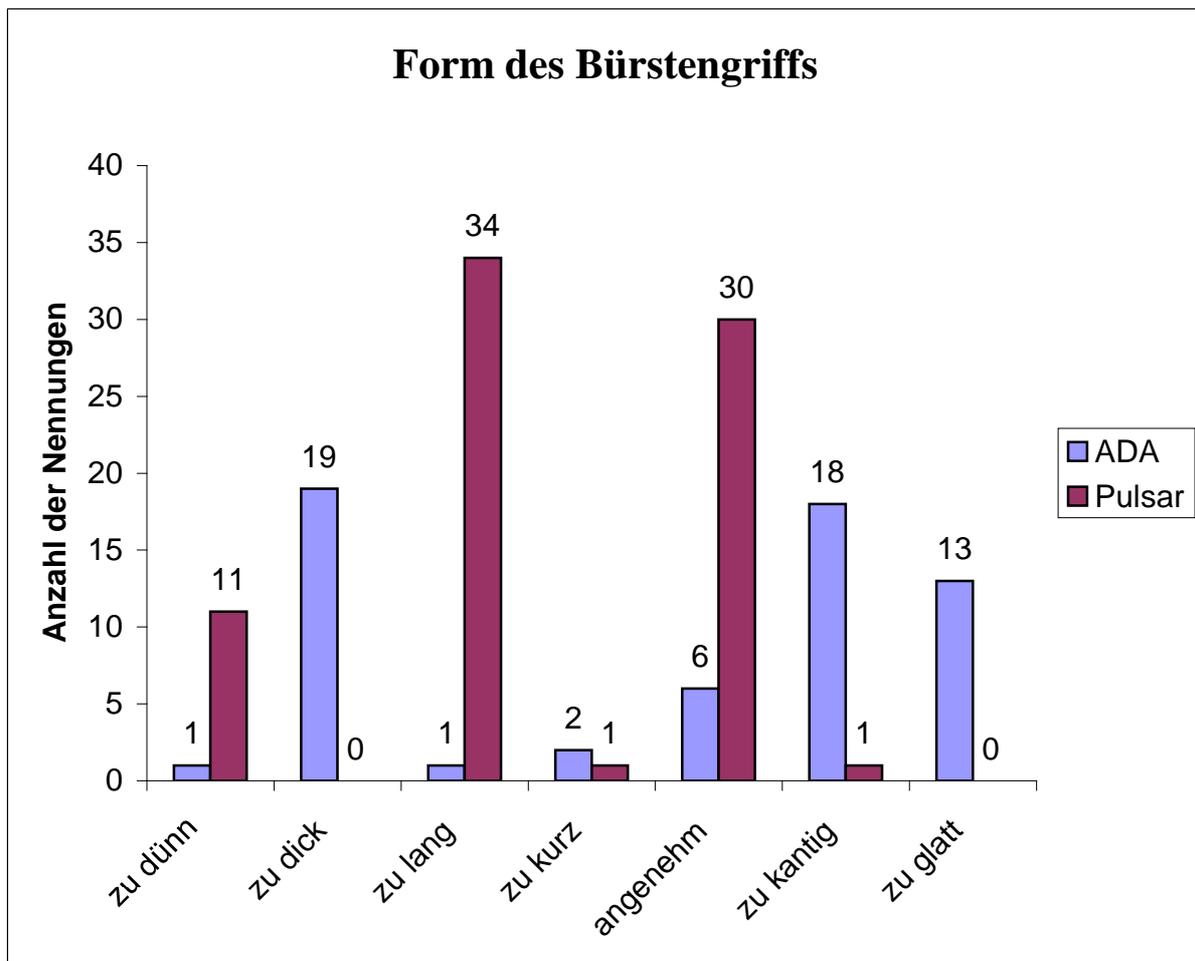
### 5.2.3 Beurteilung der Form des Bürstengriffes

Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich. Die Probanden sollten den Bürstengriff bezüglich bestimmter Kriterien beurteilen:

Bei der Betrachtung der ADA-Bürste empfand ein Proband den Bürstengriff zu dick, 19 fanden ihn zu dünn, einem war er zu lang, zweien zu kurz, 6 empfanden ihn als angenehm, dagegen 18 zu kantig, und für 13 war er zu glatt.

Die Oral-B Pulsar wurde folgendermaßen beurteilt:

11 Probanden fanden den Griff zu dick, wogegen ihn keiner zu dünn empfand. Allen Probanden war er zu lang. 30 Probanden empfanden den Griff als angenehm. Hier scheint die Länge des Bürstengriffes keine Rolle zu spielen, Einem Probanden war der Griff zu kantig, aber keiner empfand ihn als zu glatt. Dies war zu erwarten, da der Griff eine gummierte und geriffelte Oberflächenstruktur hat.



3. Beurteilung der Form des Bürstengriffes

## Antworten aller Probanden absolut und prozentual

3. Wie fanden Sie die Form des Bürstengriffes?  
(Mehrfachnennungen möglich)

	a zu dick	b zu dünn	c zu lang	d zu kurz
Pulsar	11 32,4 %	0 0 %	34 100 %	0 0 %
ADA	1 2,9 %	19 55,9 %	1 2,9 %	2 5,9 %

	e angenehm	f zu kantig	g zu glatt
Pulsar	30 88,8 %	1 2,9 %	0 0 %
ADA	6 17,6 %	18 52,9 %	13 38,2 %

Bei der Beurteilung des ADA-Bürstengriffes empfanden ihn nur 2,9 % aller Probanden zu dick, 55,9 % empfanden ihn zu dünn, 2,9 % fanden

ihn zu lang, 5,9 % zu kurz. Nur 17,6 % fanden den Bürstegriff angenehm, dagegen 52,9 % zu kantig und 38,2 % zu glatt.

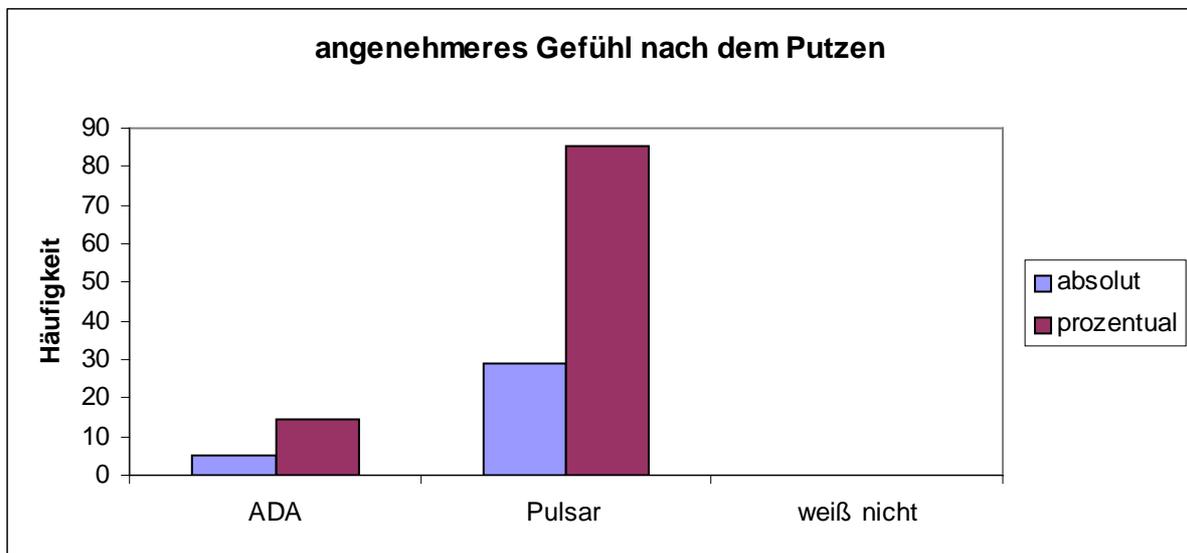
Der Griff der Oral-B Pulsar hingegen wurde von 32,4 % der Probanden als zu dick bewertet, wogegen keiner der Probanden fand, dass der Griff zu dünn, zu kurz oder zu glatt sei. Jedoch fanden alle Probanden den Bürstengriff der Oral-B Pulsar zu lang. Trotzdem bewerteten 88,8 % den Griff insgesamt als angenehm, und nur 2,9 % fanden ihn zu kantig.

Hier überwiegt bei der Beurteilung eines angenehmen Empfindens die der Oral-B Pulsar signifikant.

### 5.2.4 Beurteilung des Putzgefühls

Bei dieser Frage galt es festzustellen, welche der Bürsten ein angenehmeres Putzgefühl vermittelt.

29 von 34 Probanden bevorzugten hier die Oral-B Pulsar und nur fünf die Bürste der ADA.



4. Beurteilung des Putzgefühls

## Antworten aller Probanden absolut und prozentual

4. Welche Zahnbürste war Ihnen beim Putzen vom Gefühl her angenehmer?

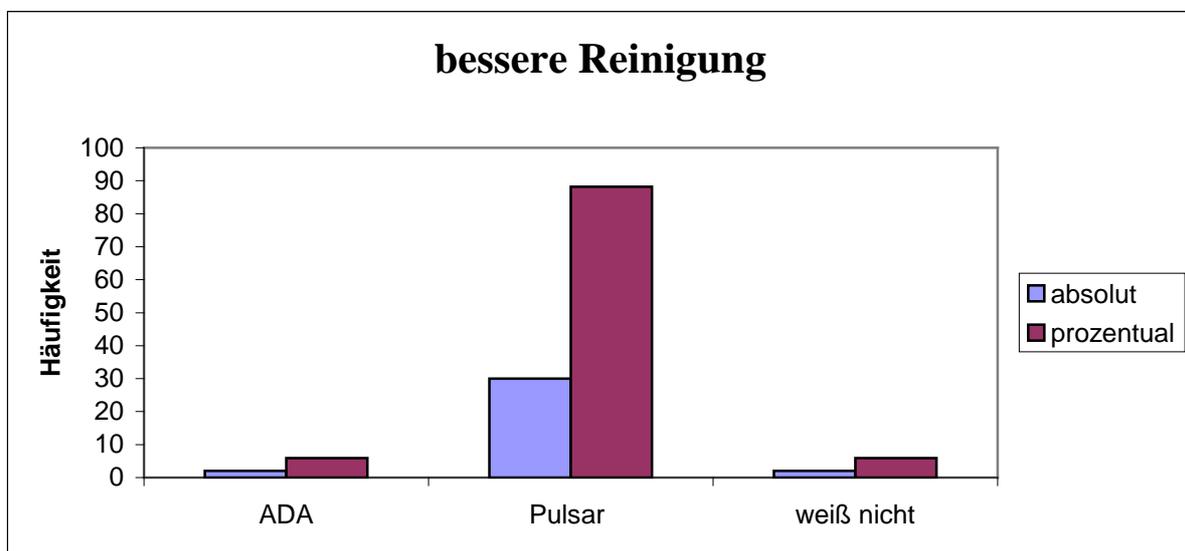
Pulsar	29	85,3 %
ADA	5	14,7 %
weiß nicht	0	0 %

Die Beurteilung der Vermittlung eines angenehmeren Putzgefühls fiel bei der Oral-B Pulsar mit 85.3 % gegen 14,7 % bei der ADA-Bürste signifikant positiv aus.

### 5.2.5 Beurteilung der besseren Reinigung

Bei dieser Frage sollten die Probanden festlegen, welcher der beiden Bürsten sie eine bessere Reinigung attestieren.

30 Probanden bevorzugten die Oral-B Pulsar, zwei fanden die ADA-Bürste besser und zwei enthielten sich ihrer Meinung.



5. Beurteilung der besseren Reinigung

## Antworten aller Probanden absolut und prozentual

5. Bei welcher Zahnbürste hatten Sie das Gefühl der besseren Reinigung?

Pulsar	30	88,2 %
ADA	2	5,9 %
weiß nicht	2	5,9 %

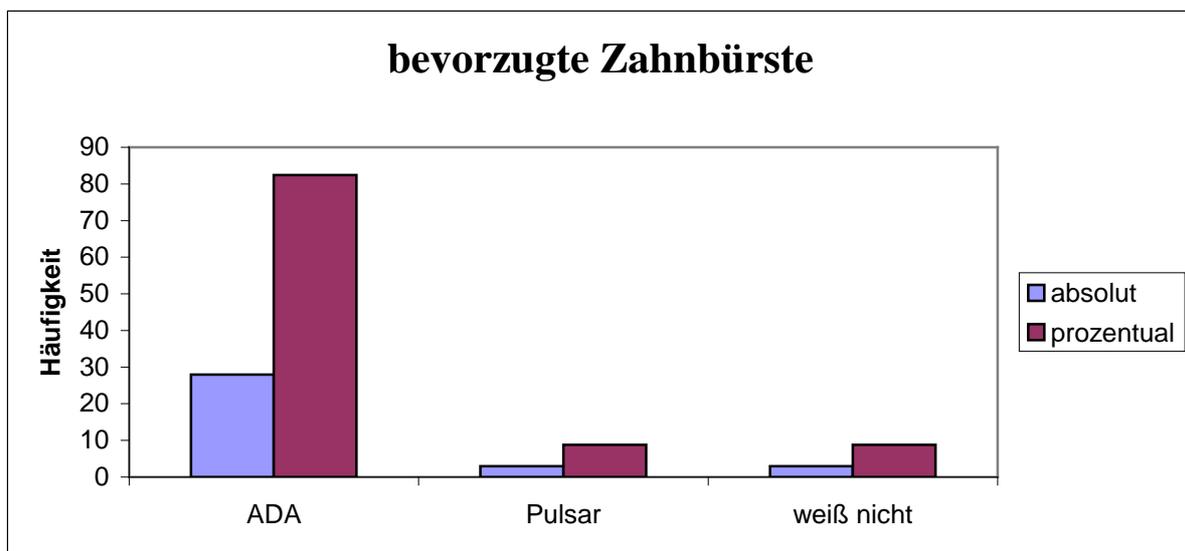
Auch hier bewerteten 88,2 % aller Probanden die Oral-B Pulsar positiv, 5,9 % fanden die ADA-Bürste besser. 5,9 % aller Probanden hatten keine Meinung.

Beim Vergleich der besseren Reinigung schneidet die Oral-B Pulsar signifikant besser ab.

### 5.2.6 Insgesamt bevorzugte Zahnbürste

Bei dieser Frage sollte die Studienteilnehmer entscheiden, welche Bürste sie nach Abwägen aller Vor- und Nachteile bevorzugen würden.

Hier stimmten dann 28 von 34 Probanden für die ADA und 3 für die Oral-B Pulsar. Drei konnten sich nicht entscheiden.



6 Entscheidung für eine der beiden Bürsten

## Antworten aller Probanden absolut und prozentual

6. Welche Zahnbürste würden Sie insgesamt gesehen bevorzugen?

Pulsar	3	8,8 %
ADA	28	82,4 %
weiß nicht	3	8,8 %

Bei der Frage, welche der beiden Bürsten insgesamt bevorzugt wird, entschieden sich 82,4 % aller Probanden für die ADA-Bürste und nicht für die Oral-B Pulsar. Hier gaben nur 8,8 % ein positives Urteil ab. 8,8 % der Probanden wollten sich auch hier nicht für eine der Bürsten entscheiden. Die Begründung hierfür war, dass fast alle das Brummen der Oral-B Pulsar vor allem in den ersten Tagen als sehr unangenehm empfanden und deshalb letztendlich die ADA-Bürste trotz des schlechteren Ergebnisses der Fragen bezüglich der Reinigungsqualität und des besseren Putzgefühls bevorzugen würden. Hier schnitt also die Oral-B Pulsar wegen des Missempfindens durch die Vibration signifikant schlechter ab.

### 5.3 Auswertungen

#### 5.3.1 Indexauswertung

Die Signifikanzuntersuchungen finden mittels Levene-Test und T-Test statt. Für Signifikanzen gelten folgende Konventionen: Ist der Signifikanzwert kleiner als 0,05, dann ist der Unterschied signifikant. Ist der Signifikanzwert kleiner als 0,01, dann ist der Unterschied hoch signifikant. Ist der Signifikanzwert kleiner als 0,001, dann ist der Unterschied höchst signifikant.

### 5.3.1.1 Untersuchung möglicher Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase aufgrund des Cross-over-Designs der Studie

Um mögliche Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase auszuschließen, wurde der Gesamt-Plaqueindex prebrush der ersten und dritten Sitzung der beiden verwendeten Zahnbürsten miteinander verglichen, um festzustellen, ob für beide Zahnbürsten die gleichen Ausgangsbedingungen vorlagen.

Die Auswertungsvariablen berechneten sich folgendermaßen:

Der mesiale, vestibuläre und distale Plaqueindex prebrush Baseline wurde summiert und durch die Anzahl der Summanden (3) geteilt. Daraus errechnete sich der „Gesamt-Plaqueindexwerte prebrush Baseline“ =  $\Sigma (mP_{preB} + vP_{preB} + dP_{preB})/3$ .

Hierbei wird untersucht, ob die Wash-out-Phase von sieben Tagen ausgereicht hat.



Abb. 5.3.1.1-1 Zustand prebrush ADA Baseline



Abb. 5.3.1.1-2 Zustand prebrush Pulsar Baseline

	Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
sum_Plaque_pre	Baseline ADA	34	19,6569	6,50485	1,11557
	Baseline Pulsar	34	20,2843	5,50123	,94345

In diesem Fall ergab der Levene-Test der Varianzgleichheit keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,166 lag.

Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,669 nicht auffällig.

Dies belegt, dass die Wash-out-Phase funktioniert hat. Es liegen also für den Vergleich der beiden Bürsten dieselben Ausgangsbedingungen vor.

### 5.3.1.2 Effektivitätsvergleich der Plaquereduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen (kurzfristig)

Es wurde der Vergleich der kurzfristigen Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Plaquereduktion durchgeführt.

Es sollte festgestellt werden, welche der Testzahnbürsten den Prebrush-Wert stärker während des Putzens innerhalb der Sitzung mindern konnte, also die höheren postbrush-prebrush-Differenzen erreichte. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Plaqueindexwerte prebrush Baseline minus Gesamt-Plaqueindexwerte postbrush Baseline.

Berechnung der Differenzwerte für die ADA innerhalb der Sitzung Baseline:

$$D = gP_{preB} \text{ minus } gP_{postB} \text{ (ADA).}$$



Abb. 5.3.1.2-1 Zustand prebrush ADA Baseline



Abb. 5.3.1.2-2 Zustand postbrush ADA Baseline

Sitzung		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
ADA	sum_Plaque_pre	19,6569	34	6,50485	1,11557
	sum_Plaque_post	6,9902	34	3,59712	,61690

Es ergibt sich ein Mittelwert von 12,66 für die Plaquereduktion der ADA innerhalb der Baseline-Sitzung.

Berechnung der Differenzwerte für die Pulsar innerhalb der Sitzung Baseline:

$D = gP_{preB} \text{ minus } gP_{postB} \text{ (Pulsar)}$ .



Abb. 5.3.1.2-3 Zustand prebrush Pulsar Baseline



Abb. 5.3.1.2-4 Zustand postbrush Pulsar Baseline

Sitzung		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pulsar	sum_Plaque_pre	20,2843	34	5,50123	,94345
	sum_Plaque_post	5,0784	34	3,55151	,60908

Es ergibt sich ein Mittelwert von 15,20 für die Plaquereduktion der Pulsar innerhalb der Baseline-Sitzung.

Hier ist die Pulsar der ADA also um 2,54 im Mittelwert überlegen.

Es folgte nun die Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Plaquerindexwerte prebrush Follow-up minus Gesamt-Plaquerindexwerte postbrush Follow-up, um festzustellen, ob sich der Differenzwert nach einer Gewöhnungsphase signifikant ändert.

Berechnung der Differenzwerte für die ADA innerhalb der Sitzung Follow-up:

$D = gP_{preF} \text{ minus } gP_{postF} \text{ (ADA)}$ .



Abb. 5.3.1.2-5 Zustand prebrush ADA Follow-up



Abb. 5.3.1.2-6 Zustand postbrush ADA Follow-up

Sitzung		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
ADA	sum_Plaque_pre	18,6373	34	6,17444	1,05891
	sum_Plaque_post	5,5392	34	3,26703	,56029

Es ergibt sich ein Mittelwert von 13,09 für die Plaquereduktion der ADA innerhalb der Follow-up-Sitzung.

Berechnung der Differenzwerte für die Pulsar innerhalb der Sitzung Follow-up:

$D = gP_{preF} \text{ minus } gP_{postF} \text{ (Pulsar)}$ .



Abb. 5.3.1.2-7 Zustand prebrush Pulsar Follow-up



Abb. 5.3.1.2-8 Zustand postbrush Pulsar Follow-up

Sitzung		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pulsar	sum_Plaque_pre	17,6078	34	6,20116	1,06349
	sum_Plaque_post	4,0588	34	2,72224	,46686

Es ergibt sich ein Mittelwert von 13,54 für die Plaquereduktion der Pulsar innerhalb der Follow-up-Sitzung.

Hier ist die Pulsar der ADA nur noch um 0,45 im Mittelwert überlegen.

So ist im Vergleich nach einer Eingewöhnungsphase von 30 Tagen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Bürsten feststellbar.

### **5.3.1.3 Effektivitätsvergleich beider Zahnbürsten bezüglich der Plaquereduktion über den Testzeitraum von 30 Tagen**

Der Vergleich der langfristigen Effektivität der beiden Zahnbürsten nach 30 Tagen Putzen mit der jeweiligen Zahnbürste bezüglich der Plaquereduktion wurde getrennt nach Flächen und bezogen auf die Gesamtflächen durchgeführt. Als Auswertungsvariablen dienten die „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaqueindex postbrush“. Das waren die Werte, die die Probanden nach dem Putzen innerhalb der Sitzung aufwiesen.

Berechnung der Differenzwerte für die ADA: Baseline/Follow-up postbrush:

$$D = gP\_postB \text{ minus } gP\_postF \text{ (ADA)}.$$



Abb. 5.3.1.3-1 Zustand postbrush ADA Baseline



Abb. 5.3.1.3-2 Zustand postbrush ADA Follow-up

	Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Delta_Plaque_post_pre	Baseline ADA	34	12,6667	5,24677	,89981
	Follow-up ADA	34	13,0980	5,90014	1,01187

Es ergibt sich ein Mittelwert von 0,43 für die Plaquereduktion der ADA Baseline/Follow-up postbrush.

Hier ergab der Levene-Test der Varianzgleichheit keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,862 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,751 nicht signifikant auffällig.

Berechnung der Differenzwerte für die Pulsar: Baseline/Follow-up postbrush:

$D = gP_{\text{postB}} \text{ minus } gP_{\text{postF}} \text{ (Pulsar)}$ .



Abb. 5.3.1.3-3 Zustand postbrush Pulsar Baseline



Abb. 5.3.1.3-4 Zustand postbrush Pulsar Follow-up

	Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Delta_Plaque_post_pre	baseline Pulsar	34	15,2059	4,82907	,82818
	Follow-up Pulsar	34	13,5490	4,95222	,84930

Es ergibt sich ein Mittelwert von 1,65 für die Plaquereduktion der Pulsar Baseline/Follow-up postbrush.

Hier ergab der Levene-Test der Varianzgleichheit keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,939 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,167 nicht signifikant auffällig.

Weiterhin wurde zum Vergleich der Bürsten eruiert, ob sich das Delta zwischen der ADA und der Pulsar unterscheidet.

Als Auswertungsvariablen dienten hierzu die „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaquerindex postbrush“.

Berechnung der Differenzwerte für die ADA/Pulsar  
Baseline/postbrush:

$$D = [\text{gP\_postB minus gP\_preB (ADA)}] \text{ minus } [\text{gP\_postB minus gP\_preB (Pulsar)}]$$



Abb. 5.3.1.3-5 Zustand postbrush ADA Baseline



Abb. 5.3.1.3-6 Zustand postbrush Pulsar Baseline

	Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Delta_Plaque_post_pre	Baseline ADA	34	12,6667	5,24677	,89981
	Baseline Pulsar	34	15,2059	4,82907	,82818

Es ergibt sich ein Differenzmittelwert von 2,53 für die Plaquereduktion der ADA/Pulsar Baseline/postbrush.

Der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,746 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,42 nicht signifikant auffällig.

Berechnung der Differenzwerte für die ADA/Pulsar Follow-up/postbrush:

$$D = [\text{gP\_postF minus gP\_preF (ADA)}] \text{ minus } [\text{gP\_postF minus gP\_preF (Pulsar)}]$$



Abb. 5.3.1.3-7 Zustand postbrush ADA Follow-up



Abb. 5.3.1.3-8 Zustand postbrush Pulsar Follow-up

Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Delta_Plaque_post_pre Follow-up ADA	34	13,0980	5,90014	1,01187
Follow-up Pulsar	34	13,5490	4,95222	,84930

Es ergibt sich ein Differenzmittelwert von 0,45 für die Plaquereduktion der ADA/Pulsar Follow-up/postbrush.

Der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab auch hier keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,609 lag.

Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,734 nicht signifikant auffällig.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es zwischen den beiden Bürsten sowohl in der kurzfristigen Beurteilung der Plaquereduktion als auch in der Betrachtung über einen Zeitraum von 30 Tagen im Vergleich keine signifikanten Unterschiede gibt.

#### **5.3.1.4 Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen**

Es wurde der Vergleich der längerfristigen Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Gingivitisreduktion durchgeführt. Es sollte festgestellt werden, welche der Testzahnbürsten den prebrush-Wert stärker während des Putzens innerhalb von 30 Tagen mindern konnte, also die höheren prebrush-Differenzen Baseline/Follow-up erreichte. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Gingivitisindexwerte prebrush Baseline.

Berechnung der Differenzwerte für prebrush Baseline:

$gG_{preB}/8$ .



Abb. 5.3.1.4-1 Zustand prebrush ADA Baseline



Abb. 5.3.1.4-2 Zustand prebrush Pulsar Baseline

Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
sum_gingivitis_pre Baseline ADA	34	3,4118	1,30024	,22299
Baseline Pulsar	34	3,0196	1,22527	,21013

Es ergibt sich ein Differenzmittelwert von 0,39 für die Gingivitisreduktion der ADA/Pulsar Baseline.

Der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab auch hier keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,723 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,205 nicht signifikant auffällig.

Hier ist die ADA der Pulsar also um 0,39216 im Mittelwert überlegen, was aber vernachlässigbar gering ist. Es ist also kein signifikanter Unterschied erkennbar.

Berechnung der Differenzwerte für prebrush Follow-up:

$gG_{preF}/8$ .



Abb. 5.3.1.4-3 Zustand prebrush ADA Follow-up



Abb. 5.3.1.4-4 Zustand prebrush Pulsar Follow-up

Sitzung	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
sum_gingivitis_pre Follow-up ADA	34	2,7941	1,33084	,22824
Follow-up Pulsar	34	2,2843	1,13746	,19507

Hier ergibt sich ein Differenzmittelwert von 0,50 für die Gingivitisreduktion der ADA/Pulsar Baseline.

Der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab auch hier keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,595 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,094 nicht signifikant auffällig.

Hier ist die ADA der Pulsar also um 0,50 im Mittelwert überlegen, was aber ebenso vernachlässigbar gering ist. Hier ist ebenso kein signifikanter Unterschied erkennbar.

### 5.3.1.5 Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für jede Testzahnbürste Baseline/Follow-up

Abschließend wurde der Vergleich der Effektivität der beiden Testzahnbürsten ADA-Zahnbürste und der Oral-B Pulsar hinsichtlich der Gingivitisreduktion Baseline/Follow-up durchgeführt. Es sollte festgestellt werden, ob eine der beiden Bürsten nach 30-tägigem Gebrauch höhere Differenzwerte in der Gingivitisreduktion erreicht. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der Gesamt-Gingivitisindexwerte prebrush Follow-up minus prebrush Baseline.

Berechnung der Differenzwerte prebrush Follow-up minus prebrush Baseline ADA im Vergleich zur Pulsar.

$$D = [gG\_preF \text{ minus } Gg\_preB \text{ (Pulsar )}] \text{ minus } [gG\_preF \text{ minus } Gg\_preB \text{ (ADA)}]$$

Delta	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Delta_Gingivitis_ Delta Gingivitis-Sitzung FU_minus_BL 1-2 ADA	34	,6176	1,30302	,22347
Delta Gingivitis-Sitzung 3-4 Pulsar	34	,7353	1,04375	,17900

Hier ergibt sich ein Differenzmittelwert von 0,11 für die Gingivitisreduktion der ADA/Pulsar Baseline.

Der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab auch hier keine erkennbare Signifikanz, da der Signifikanzwert der Varianzgleichheit bei 0,114 lag. Ebenso war der 2-seitige Signifikanzwert des T-Testes für die Mittelwertgleichheit mit 0,682 nicht signifikant auffällig.

Hier ist die ADA der Pulsar also um 0,11 im Mittelwert überlegen, was aber ebenso vernachlässigbar gering ist. Auch hier ist kein signifikanter Unterschied erkennbar

## **6. Diskussion**

Aufgrund der Vielfalt der auf dem Markt erhältlichen Zahnbürsten ist es notwendig, Untersuchungen durchzuführen, um festzustellen, ob eine bestimmte Zahnbürste einen besonders hervortretenden therapeutischen Nutzen hat. Die Problematik bei solchen Untersuchungen ist, gleiche Bedingungen zu erlangen, die so kalibriert zu einem auswertbaren Ergebnis kommen, dass man eine wissenschaftliche Aussage treffen kann. Hierbei sind Studiendesign und Studiendauer entscheidend. Welche Beurteilungskriterien entscheiden über die Effizienz einer Zahnbürste, und welche Faktoren beeinflussen die Leistung einer Zahnbürste?

### **6.1 Studiendesign**

Diese Studie wurde im cross-over-Design durchgeführt. Nach einer Eingangsuntersuchung, der sogenannten Screening-Sitzung, wurden die Probanden ausgewählt, die für diese Studie in Frage kommen. Hierzu musste auch ein Anamnesebogen ausgefüllt werden, um sicherzugehen, dass keine Faktoren vorhanden sind, die die Untersuchung beeinflussen würden. In der Screening-Sitzung mussten die Probanden bestimmte Gingivitis- und Plaquewerte aufweisen, um sich für diese Studie zu qualifizieren.

Vorschlägen aus den Studien von Steinle (2003) und Varosane (2006) folgend, mussten die Grenzwerte beim Plaqueindex über 1,5 und beim Gingivitisindex über 1,0 liegen. Khocht et al. schlugen in ihrer Studie ähnliche Werte vor. Hier lagen die Grenzwerte beim Plaqueindex über 1,8 und beim Gingivitisindex über 0,9 (Khocht et al. 1992).

Gemäß den Vorgaben der ADA (1998) wurden vor allen Sitzungen für 12 –16 Stunden die Mundhygienemaßnahme ausgesetzt, um durch die over night plaque formation eine auswertbare Situation zu erhalten. Auch wurde zu Beginn der Studie auf eine professionelle Mundhygienemaßnahme verzichtet, um jeweils die persönlichen Putzgewohnheiten der Probanden in den Vordergrund zu heben. Beim cross-over-design dieser Studie putzten alle Probanden zuerst mit der ADA-Bürste für 30 Tage. Dann folgte eine Wash-out-Phase für sieben

Tage. Anschließend putzten alle Probanden mit der Oral-B Pulsar-Bürste. Aus psychologischer Sicht wurde zuerst die ADA getestet, damit der Proband die Studie nicht vorzeitig abbricht, weil ja die „elektrische“ Bürste erst im zweiten Teil getestet wird. Die Probanden wussten, dass im zweiten Teil eine „elektrische“ Bürste getestet werden sollte, die sie nachher behalten durften. Aus dem gleichen Grund wurde die Studie auch im cross-over-Design durchgeführt und nicht im Paralleldesign. Die Gefahr eines Studienabbruches war einfach zu groß. Da die Oral-B Pulsar micropuls induziert nur eine Schwingung verursacht und der Bürstenkopf dem der ADA in gewisser Weise ähnlich ist und keine oszillierende oder rotierende Bewegung macht, konnte hier auf eine Eingewöhnungsphase verzichtet werden. Andere Studien schlagen eine zweiwöchige Eingewöhnungsphase vor, da elektrische Zahnbürsten einer Eingewöhnungsphase bedürfen (Klimek und Hellwig 1989, Mayer 1990). Ohne die Vorgaben der ADA zu vernachlässigen, war es durchaus aus organisatorischer Sicht gut, eine überschaubare Anzahl von Probanden in diese Studie einzubeziehen. Während der Studie ist keiner der 34 Probanden abgesprungen. Die over night plaque formation erwies sich als völlig ausreichend, da alle Probanden prebrush entsprechende Werte aufwiesen. Außerdem wäre den Probanden eine längere Mundhygieneabstinenz auch nicht zumutbar gewesen; zumal in der Studie von Jongenelis und Wiedemann (1997) ebenfalls eine 12-stündige Abstinenz ausreichend war. Van der Weijden et al. (2001) forderten dagegen eine Mundhygienepause von 48 Stunden. Belegt durch die prebrush-Werte war dies hier nicht notwendig.

Nachteil des cross-over-Designs können mögliche Wechselwirkungen zwischen der ersten und zweiten Testphase sein (Heinecke et al. 1992). Jedoch zeigte hier die Differenz der prebrush-Werte Baseline bei beiden Bürsten keine erkennbare Signifikanz, so dass man davon ausgehen kann, dass die Wash-out-Phase funktioniert hat und es keine erkennbare Wechselwirkung zwischen den Testreihen der beiden Bürsten gibt.

Es ist jedoch durchaus sinnvoll, wie auch Varosane (2006) in seiner Studie vorschlägt, bei anderen Studien die Wash-out-Phase zu verlängern.

## **6.2 Studiendauer**

Die Studiendauer bei vergleichenden Untersuchungen dieser Art variiert erheblich. Steinle (2003) und Varosanek (2006), die auch Veränderungen am marginalen Weichgewebe untersuchten, bevorzugten eine Dauer von 3 Monaten je Testphase. Sharma et al. (2000) dehnten ihre Untersuchung sogar auf 18 Monate aus. Zimmer (2000) fand, dass wenige Wochen ausreichend sind, da man schon nach kurzer Zeit entsprechende Ergebnisse in der Plaquerreduktion feststellen kann, wogegen zur Bestimmung von Weichgewebsveränderung längere Zeiträume notwendig sind.

Eine reine Testzeit von wenigstens acht Wochen ist empfehlenswert, um sichere Ergebnisse zu erzielen (Mayer 1990). Auf Grund dieser Empfehlung wurde hier die Testphase jeweils nur auf 4 Wochen beschränkt, auch um die Testergebnisse nicht durch ein „Altern“ der zu testenden Zahnbürste zu verfälschen, da jeder Proband nur jeweils eine Bürste zum Testen für diesen Zeitraum bekam. In zukünftigen Studien sollte man durchaus die Dauer der Studie wenigstens verdoppeln, um eventuell noch aussagekräftigere Ergebnisse bezüglich gingivaler Veränderungen zu erhalten, jedoch darauf achten, dass der Zustand der zu untersuchenden Bürsten zwischenzeitlich überprüft wird.

## **6.3 Anzahl und Alter der Probanden**

Die Anzahl von an solchen Studien teilnehmenden Probanden ist sehr unterschiedlich. So führte Niemi 1987 seine Studie mit nur 15 Teilnehmern durch, wogegen Sharma et al. 1994 eine Untersuchung mit 193 Probanden durchführten. Da Steinle (2003), Varosanek (2006) und Strauss (2006) mit einer Probandenzahl von 25–40 aussagekräftige Ergebnisse erzielten, wurde diese Studie mit 34 Probanden im Alter von 19 bis 56 Jahren durchgeführt. Davon waren 10 männlich und 24 weiblich.

Die Vorgaben der ADA (1998) mit einer Mindestanzahl von 25 Teilnehmern wurde somit erfüllt. Auch wurde mit der Anzahl von 34 Probanden die Wahrscheinlichkeit eines Studienabbruchs verringert, da nicht davon auszugehen war, dass mehr als neun Probanden abrechen werden. Die teilnehmenden Probanden waren auch in

keiner Weise zahnmedizinisch vorgebildet. Andere Zahnbürstenvergleichende Studien wurden mit Zahnmedizinstudenten oder zahnärztlichem Personal durchgeführt (Van der Weijden et al. 1993). Diese Ergebnisse spiegeln jedoch nicht die Wirksamkeit einer Zahnbürste auf die gesamte Bevölkerung, da diese Probanden schon durch ihr Fachwissen und ihre überdurchschnittliche Geübtheit mit Mundhygienehilfsmitteln das Ergebnis beeinflussen. Zu diesem Zweck wurden die Probanden aus dem Patientenkontext meiner Zahnarztpraxis rekrutiert. Dadurch dass durch die anamnestiche Selektion und das Screening für alle Probanden gleiche Bedingungen herrschten, war es irrelevant, dass zwischen weiblichen und männlichen Probanden ein Missverhältnis herrschte. Die Altersbandbreite von 19 bis 56 Jahren der Probanden machte es möglich, die Ergebnisse dieser Studie nicht einer bestimmten Altersgruppe zuordnen zu müssen.

In einer anderen Studie bei Dentino et al. (2002) lag die Altersverteilung mit 18 bis 65 Jahren ähnlich.

## **6.4 Indexauswertung**

### **6.4.1 Plaqueindex**

Am sinnvollsten für vergleichende Studien sind Plaqueindizes, bei denen die Plaque angefärbt wird. Indizes, bei denen die Plaque nicht angefärbt wird und der Sulkus zur Beurteilung des Plaquebefalls ausgemessen wird, sind sehr schwer zu beurteilen und bedürfen eines erheblichen Mehraufwandes. Auch kann eine so provozierte Blutung das Ergebnis verfälschen. Durch das Sichtbarmachen der Plaque mit einem Plaquerelevator kann der Plaquebefall schnell und genau bestimmt werden. Unterschiede bei den Indizes bestehen in der Betrachtung bestimmter Zahnflächen bzw. deren Aufteilung. In vielen Studien wurde neben dem modifizierten Turesky et al.-Index (1970) auch der Rustogi et al.-Index verwendet (Sharma et al. 2000, Borutta 1997). Dieser Index ist aber durch seine stark differenzierte Flächenaufteilung für diese Studie zu aufwendig und auch nicht notwendig. Hier wurde der modifizierte Turesky et al.-Index (1970) verwendet. Er wurde an den vestibulären Flächen verwendet, da die

oralen Flächen einer zusätzlichen Reinigung durch die Zunge unterliegen und die oralen Flächen zu sehr von der manuellen Geschicklichkeit des Probanden abhängig sind. Die Modifikation besteht in der Aufteilung der vestibulären Fläche in drei Teile, mesial, vestibulär und distal, um diese gesondert erheben zu können. Dieser Index wird auch von der ADA (1998) empfohlen, da seine Einfachheit alle Bedingungen für diese Untersuchung erfüllt. Die Fehlerwahrscheinlichkeit, bedingt durch die subjektive Bewertung des Untersuchenden, wird somit minimiert. Eine Vielzahl anderer ähnlicher Untersuchungen bedienten sich ebenso dieses Indexes (Haffajee et al. 2001, Dentino et al. 2002, Dörfer et al. 2001, Varosanek 2006).

#### **6.4.1.1 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen**

Die Verwendung des modifizierten Turesky et al.-Indexes (1970) machte es möglich, den Plaquebefall entsprechend zu differenzieren. Es wurden die Mean-Differenzwert-Indices „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaqueindex Baseline plus Follow-up“ berechnet und verglichen. Durch diese Aufteilung war der Arbeitsaufwand zwar wesentlich höher, als wenn man nur das vestibuläre Areal isoliert betrachtet hätte, jedoch sind die Ergebnisse umso genauer. Bezogen auf den Gesamtwert war kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Bürsten erkennbar.

Es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen, die elektrische Zahnbürsten untereinander oder mit Handzahnbürsten vergleichen, deren Ergebnisse sich aber wegen der verschiedenen Untersuchungsmethoden, variierend in Studiendesign, Studiendauer und der verwendeten Indizes, sichtlich unterscheiden. Die Mehrzahl der Untersuchungen belegt, dass die elektrische Zahnbürste in ihrer Effizienz der Handzahnbürste überlegen ist (Dentino et al. 2002, Haffajee et al. 2001, Zimmer 2001). Dies war hier jedoch nicht der Fall. Es zeigte sich, dass die Oral-B Pulsar der ADA-Bürste nur gering, jedoch nicht signifikant überlegen ist.

### **6.4.1.2 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von 30 Tagen**

Um die beiden Zahnbürsten über den Zeitraum von 30 Tagen bezüglich ihrer Effizienz zu beurteilen, wurden die Ausgangswerte Baseline/Follow-up verglichen. Als Auswertungsvariablen dienten die „Mean-Differenzwerte mesialer/vestibulärer/distaler Gesamt-Plaqueindex postbrush“. Die Auswertung belegt, dass die Oral-B Pulsar der ADA-Bürste geringfügig, jedoch nicht signifikant überlegen war.

Van der Weijden et al. wiesen 1993 eine deutlich bessere Effektivität einer elektrischen Zahnbürste gegenüber einer manuellen Bürste nach. Zimmer (2000) belegt eine Überlegenheit von Zahnbürsten der zweiten und dritten Generation, also mit rundem oszillierendem Kopf bzw. schallaktive Bürsten. Eine signifikante Überlegenheit der Oral-B Pulsar konnte nicht nachgewiesen werden, was eventuell daran liegt, dass diese Bürste keiner dieser vorgenannten zuzuordnen ist. Auch ist denkbar, dass das gute Abschneiden der ADA darauf zurückzuführen ist, dass die Probanden den Umgang mit der Handzahnbürste gewohnt waren und keine Umstellung in der Motorik des Putzens notwendig war. Ein ähnliches Ergebnis ergab die Studie von Trimpeneers et al. (1997), die drei elektrische Zahnbürsten mit einer manuellen Zahnbürste verglichen, mit dem Ergebnis, dass die manuelle Zahnbürste den elektrischen überlegen war.

## **6.4.2 Gingivitisindex**

### **6.4.2.1 Gingivitisauswertung mit dem SBI nach Mühlemann und Son**

Entzündliche Veränderungen der marginalen Gingiva machen sich durch Schwellung und Farbveränderung des Gewebes, erhöhter Blutungsneigung und Sekretion bemerkbar. In den verschiedenen Indizes werden diese Merkmale als Bewertungskriterien herangezogen und in verschiedene Kategorien eingeteilt. Die zwei am häufigsten benutzten Indizes in wissenschaftlichen Studien sind der Gingivalindex (GI) nach Loe und Silness (1963) (Van der Weijden et

al. 1993, Haffajee 2001) und der SBI nach Mühlemann und Son (1971). Der GI mit seiner primär nicht invasiven Betrachtung verlangt zum einen eine längere Studiendauer, um eine Zu- oder Abnahme von Gingivitisymptomen beurteilen zu können, zum anderen sind die Leitsymptome einer Gingivitis zu Anfang vom Untersucher nur schwer zu differenzieren. Deshalb wurde in dieser Studie der invasive SBI benutzt. Hier zeigte sich beim Sondieren auch einmal eine Blutung an klinisch entzündungsfreier Gingiva, was einem Entzündungsgrad 1 entspricht. Beim GI entspricht dies Grad 0, was ja praktisch entzündungsfrei bedeuten würde, in Wirklichkeit aber schon einer initialen Entzündung entspricht. Durch das Sondieren der marginalen Gingiva ist eine Beurteilung einer Entzündung leichter. Eine Farb- oder Formveränderung der Gingiva unterliegt der subjektiven Betrachtung des Untersuchers, wogegen das Blutungssymptom nach Sondierung auch in einem frühen Stadium eine eindeutige Aussage treffen lässt. In einer Vergleichsstudie belegen Curilovic und Axelsson (1980), dass der SBI bei der Entzündungsdiagnostik dem GI überlegen ist. Fehler bei der Diagnostik können dadurch entstehen, dass der Untersucher den Sulcus mit zuviel Druck sondiert. Dem ist entgegenzuhalten, dass der Untersucher dies weiß und dementsprechend vorsichtig sondiert bzw. die Sulci ausstreicht. Auch ist es von Vorteil, dass alle Sulci vom gleichen Behandler sondiert werden, also immer der gleiche Druck ausgeübt wird. Eine Kalibrierung mehrerer Untersucher ist deshalb nicht notwendig. Durch das invasive Vorgehen des SBI ist es daher möglich, auch über den relativ kurzen Untersuchungszeitraum von 30 Tagen festzustellen, ob sich die Gingiva bezüglich ihrer Entzündungssymptome verändert hat. Vereinfachend wurden in dieser Studie nur Probanden untersucht, die belegt durch den qualifizierenden Gingivitisindex bei der Screening-Sitzung schon ein Mindestmaß einer Gingivitis aufwiesen.

#### **6.4.2.2 Auswertung der Gingivitiswerte für den Effektivitätsvergleich der Gingivitisreduktion für beide Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb von 30 Tagen**

Da davon auszugehen ist, dass sich Gingivitiswerte innerhalb einer Sitzung, also durch einmaliges Putzen, nicht verändern, wurde auf eine Erhebung des SBI postbrush in dieser Studie verzichtet. Es wurden lediglich Veränderungen nach 30 Tagen untersucht. Hierbei wurden sowohl jeweils die Werte der zu untersuchenden Bürste miteinander verglichen als auch die Bürsten gegeneinander bewertet. Bezüglich der Gingivitisreduktion waren auch hier keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Die ADA-Bürste war der Oral-B Pulsar sowohl in der Beurteilung der Gingivitisreduktion nach 30 Tagen wie auch im direkten Vergleich zwar gering überlegen, aber auf Grund der mangelnden Signifikanz besitzt diese Tatsache wohl keine klinische Relevanz. Es ist auch hier denkbar, dass, wenn man das Untersuchungsintervall verlängert, man zu eindeutigeren Ergebnissen kommen würde. Alle Probanden wiesen zwar zu Beginn der Studie einen qualifizierenden Gingivitisindex auf, der jedoch so gering war, dass auch im Laufe der Studie keine signifikante Veränderung ersichtlich war. Empfehlenswert ist es für zukünftige Studien, den qualifizierenden Gingivitisindex zu erhöhen, um eventuell eine deutlichere Reduktion zu erfahren, Ebenso kann es sinnvoll sein, die Probandenzahl zu erhöhen. Dies belegen die Untersuchungen von Sowinski et al. (2000), Sharma et al. (2000) und Soparkar et al. (2000), die bei einer Studiendauer von nur 30 Tagen signifikante Ergebnisse erzielten. In diese Studien wurden jedoch zwischen 62 und 110 Probanden untersucht. Auf Grund dieser Untersuchungen kann man davon ausgehen, dass es durchaus möglich ist, durch intensive Plaquerreduktion eine Gingivitis innerhalb von 30 Tagen zu reduzieren, was wiederum eine Studiendauer von 67 Tagen, wie in dieser Studie, rechtfertigt.

## 6.5 Zahnauswahl

Die Einbeziehung aller Zähne in eine Studie wie bei Haffajee et al. (2001) ist aus zeitlichen und wirtschaftlichen Gründen weder sinnvoll noch wissenschaftlich notwendig. In der Literatur gelten die sogenannten Ramfjord-Zähne (16,21,24,36,41,44) zwar als repräsentativ (Di Murro et al. 1990, Silness und Roynstrand 1988), jedoch zeigte Varosnek (2006), dass eine Betrachtung ausschließlich der vestibulären Zahnflächen im Oberkiefer zu auswertbaren Ergebnissen führt. Des Weiteren sind diese Flächen für den Untersucher gut einzusehen und vereinfachen die Datenerhebung deutlich. In Anlehnung an diese Studie sind zur Vereinfachung des Arbeits- und Zeitaufwandes ebenfalls die Zähne drei bis sechs im Oberkiefer, jeweils im ersten und zweiten Quadranten, ausgewählt worden. Fehlte einer der Zähne, wurde ersatzweise der Zahn 12 bzw. der Zahn 22 mit einbezogen.

So konnten insgesamt bei 34 Probanden 816 auswertbare Zahnflächen bewertet werden. Baseline/Follow-up, prebrush und postbrush waren das insgesamt 3264 auszuwertende Flächen für den Plaquestatus und 1632 Flächen für den Gingivitisstatus.

## **6.6 Fragebogen**

### **6.6.1 Härtegrad der Bürsten**

In dieser Studie wurden die Oral-B Pulsar weich und die ADA-Bürste mittel miteinander verglichen. Der Borstendurchmesser der Nylonfilamente der Oral-B Pulsar lag bei 0,1 mm, der der ADA bei 0,2 mm. Die Mehrzahl der Probanden empfand die Oral-B Pulsar als mittel, konnte sich bei der Betrachtung der ADA nicht wirklich festlegen, die Tendenz ging hier steigend von hart nach weich. Es ist anzunehmen, dass diese Beurteilung daher rührt, weil fast alle Probanden selbst Zahnbürsten benutzten, die kein ebenes Borstenfeld hatten, und sie dieses nicht wirklich vom Gefühl her einordnen konnten. Beim Ausfüllen des Fragebogens am Ende der Studie bemängelten einige Probanden, dass sie den Härtegrad der Bürste nicht wirklich beurteilen könnten, da dies ja schon fünf Wochen her sei. Daher sollte man den Fragebogen bei künftigen Studien eher splitten und direkt am Ende der Testphase die Bögen für die jeweilige Bürste ausfüllen lassen, um diese dann getrennt zu bewerten,

### **6.6.2 Größe des Bürstenkopfes**

Ein ähnliches Ergebnis ergab die Frage nach der Größe des Bürstenkopfes. Über 90 % der Befragten empfanden den Bürstenkopf der Oral-B Pulsar als genau richtig. Die Beurteilung der ADA-Bürste fiel fast genau zu gleichen Teilen für die Antwortmöglichkeiten: zu klein, genau richtig, zu groß aus. Da beide Bürste zwar ähnlich groß sind (25 mm Oral-B Pulsar und 28 mm ADA), resultiert diese Antwort wahrscheinlich darin, dass sich der Bürstenkopf der Oral-B Pulsar nach vorn verjüngt, was im dorsalen Bereich zu einem angenehmeren Putzgefühl führen kann. Auch hier ist wahrscheinlich die unterschiedliche Beurteilung darauf zurückzuführen, dass seit der Benutzung der ADA schon fünf Wochen vergangen sind. Immerhin beurteilten 9 von 34 Teilnehmer die ADA als zu klein und 13 von 34 empfanden sie zu groß, also ganz anders als die Oral-B Pulsar, mit der sie ja gerade noch geputzt hatten, obwohl die Bürsten fast identisch lang sind.

### **6.6.3 Form des Bürstengriffes**

Alle Probanden fanden den Griff der Oral-B Pulsar zu lang, aber gleichzeitig fanden ihn 30 von 34 Probanden von der Form her angenehm, ein Drittel empfand ihn zu dick, wogegen die Hälfte aller Probanden die ADA zu dünn und zu kantig fanden. 13 von 34 Probanden fanden den Griff auch zu glatt. Hier geht eindeutig die Tendenz zu anatomisch geformten Zahnbürsten, die „gut“ in der Hand liegen, also dicker sind. Dadurch dass 88,8 % der Probanden den Griff als angenehm empfanden, relativiert sich die Aussage aller, dass er zu lang sei. Das angenehme Gefühl muss überwiegen. Die Antwortmöglichkeit „zu lang“ (c) stand vor der Antwortmöglichkeit „angenehm“ (e). Generell wurde die Oral-B Pulsar besser bewertet. Daher sollte die ADA vom Griff her überarbeitet werden, um bei künftigen Studien den zu vergleichenden Bürsten ähnlicher zu sein. Erwähnenswert ist es noch, dass beide Bürstengriffe gerade sind, also nicht abgewinkelt. Abgewinkelte Griffe sind nicht bei allen Kieferbereichen von Vorteil. Auch Hein (1980) hält den geraden Griff für sinnvoller.

### **6.6.4 Beurteilung des Putzgefühls**

29 von 34 Probanden bevorzugten beim Putzen die Oral-B Pulsar, nur 5 die ADA. Alle Probanden bemängelten ein anfängliches Missempfinden durch starkes Brummen oder Vibrieren der Oral-B Pulsar, was mit der Dauer der Benutzung weniger werde. Es ist auch möglich, dass dieses nach einer Eingewöhnungsphase einfach besser akzeptiert wird. Auch ist natürlich im Hinterkopf des Probanden immer noch die Denkweise, dass eine elektrische Zahnbürste besser sein muss als eine Handzahnbürste, also muss diese auch besser putzen. Diese Denkweise suggeriert natürlich auch eine solche Empfindung. Eventuell rührt das bessere Gefühl beim Putzen auch von der angenehmeren Gestaltung des Griffes her, den 88,8% bevorzugen.

### **6.6.5 Beurteilung der besseren Reinigung**

Langfristig überzeugt den Anwender das Gefühl der besseren Reinigung, wobei die Auswertung der gewonnenen Daten belegt, dass die Oral-B Pulsar der ADA nur gering und nicht signifikant überlegen ist. Es ist also nur ein „Gefühl“ und lässt sich auch auf den Faktor „elektrisch ist besser als handbetrieben“ zurückführen.

In anderen Studien bevorzugten die Probanden ebenso die elektrische Zahnbürste auf Grund des besseren Putzgefühls (Van der Weijden et al. 1998, Johnson und Mc Innes 1994). Johnson und Mc Innes belegten sogar, dass die Teilnehmer ihrer Studie so überzeugt von der Effizienz der elektrischen Zahnbürste waren, dass sie diese nach Beendigung der Studie weiterbenutzten.

### **6.6.6 Insgesamt bevorzugte Bürste**

Hier entschieden sich 82,4 % aller Probanden für die ADA-Bürste. Die Begründung hierfür war nicht etwa das unangenehme Brummen bei der ersten Benutzung, sondern vielmehr der Preis. Alle wussten, dass die Oral-B Pulsar auf dem Markt erhältlich ist, und hatten sich natürlich über den Preis informiert. Hier spielte eine wichtige Rolle, dass die Oral-B Pulsar ja nur eine „Einmalzahnbürste“ ist. Dies bedeutet, dass man sich spätestens, wenn die Batterie leer ist, eine neue Bürste kaufen muss. Die drei Probanden, die die Oral-B Pulsar bevorzugten, haben selbst andere elektrische Zahnbürsten schon vorher benutzt und wussten, dass die Wechselköpfe für solche Bürsten etwa genau so teuer sind wie die Oral-B Pulsar. Trotz des besseren Reinigungs- und Putzgefühls entschieden sich 28 von 34 gegen die Oral-B Pulsar allein des Preises wegen. Dieser Aussage sollte man allerdings keine Bedeutung schenken, da die Oral-B Pulsar der ADA bei der Beurteilung des besseren Reinigungs- und Putzgefühls deutlich überlegen war. Bei der Oral-B Pulsar sollte man bei der Bewertung vielleicht auf die Preisgleichheit mit Produkten aus dem eigenen Hause bezüglich der Wirtschaftlichkeit hinweisen.

Andere Studien verglichen mit aufladbarem Akku betriebene Zahnbürsten und elektrische Zahnbürsten mit direktem Stromanschluss, so dass dem Probanden hier nicht das Gefühl des

Einwegartikels vermittelt wurde. In diesen Untersuchungen bevorzugte die Mehrzahl der Probanden die elektrische Zahnbürste (Aass und Gjerme 2000, Van der Weijden et al. 1998, Johnson und Mc Innes 1994, Varosanek 2006).

## **6.7 Aufwand der Studie**

Bei der Planung und Durchführung einer solchen Studie muss der zeitliche und finanzielle Aufwand berücksichtigt werden. Die Kosten für diese Studie waren gering, da die ADA-Bürsten von der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Verfügung gestellt wurden. Die Oral-B Pulsar-Bürsten wurden freundlicherweise von Oral-B gestellt. Es wurden seitens des Untersuchenden lediglich nach Beendigung der Studie an alle Probanden je eine Flasche Wein als Dankeschön für die aufgebrauchte Zeit und den Fleiß bei der Teilnahme überreicht. Zwei Probanden erhielten aufgrund des langen Anfahrtsweges zur Praxis je einen Benzingutschein. Für jeden Probanden müssen etwa drei Stunden Zeitaufwand für die Datenerhebung berechnet werden. Das sind für die Datenerhebung allein etwa 100 Stunden. Für Folgestudien muss in Betracht gezogen werden, ob ein höherer Aufwand einen entsprechenden Nutzen bringt. Ziel ist es immer, mit einem möglichst geringen Zeit- und Kostenaufwand ein Höchstmaß an wissenschaftlich auswertbaren Informationen zu bekommen. Dies resultiert in den Empfehlungen der ADA (1998) für Zahnbürstenstudien.

## 6.8 Vorschläge für künftige Studien

Vorstellbar für künftige Studien ist es, die Studie einfach – oder noch besser doppelt – blind durchzuführen, was hier leider nicht möglich war, da die Probanden ja merken, wenn sie eine elektrische Zahnbürste in der Hand halten.

Den Empfehlungen der ADA folgend, wurde diese Studie mit 34 Probanden durchgeführt. Ist es zeitlich und organisatorisch möglich, sollten durchaus Probandenzahlen von bis zu 100 angestrebt werden, wodurch man eine noch größere Zahl von auswertbaren Daten und damit evtl. auch eine höhere Aussagekraft erhält.

Eine Verlängerung der Studiendauer macht für den Datenpool zwar Sinn, erhöht aber die Wahrscheinlichkeit, dass bei längerer Dauer die Zahl derer erhöht wird, die die Untersuchung vorzeitig abbrechen.

Eine Erhöhung des qualifizierenden Plaque- bzw. Gingivitisindex führt bei der Evaluation evtl. zu deutlicheren Reduktionswerten.

Es sollten weitere spezielle Indizes oder Messverfahren entwickelt werden, die einfach und eindeutig einzusetzen sind. Ebenso sollten subjektive Bewertungsmethoden durch objektive ersetzt werden.

Es ist auch evtl. ratsam, vor einer Studie die Probanden mit dem „Arbeitsgerät“ vertraut zu machen, also eine Eingewöhnungsphase von ein bis zwei Wochen mit einzuplanen. Sinnvoll könnte es auch sein, allen Probanden eine einheitliche Putztechnik zu vermitteln und alle während der Studie mit der gleichen Zahnpasta putzen zu lassen. Es würden so gleiche Voraussetzungen für alle geschaffen.

Aus dem gleichen Grund kann es notwendig sein, den Untersuchenden in der Form zu kalibrieren, dass er sein theoretisches Wissen über die Indizes an Personen, die dann nachher an der Studie nicht teilnehmen, in die Praxis umsetzt. So kann sich auch der Untersuchende eingewöhnen.

Eine Trennung in Rechts- oder Linkshänder ist nicht notwendig, wenn sowohl rechte als auch linke Kieferhälften untersucht werden, es sei denn, man legt Wert auf Gegenüberstellung einer unterschiedlichen Plaquereduktion in derselben Zahnregion.

## 7. Zusammenfassung

In dieser Studie, die auf neun Wochen begrenzt war, wurden die beiden Zahnbürsten Oral-B Pulsar und ADA vergleichend untersucht. Die ADA-Zahnbürste ist die von der ADA (1998) empfohlene Referenzzahnbürste. Die Oral-B Pulsar ist eine batteriebetriebene Zahnbürste mit Micropulse-Antrieb. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass ein Excenterkopf den geteilten Bürstenkopf in Schwingung versetzt.

Die vergleichende Untersuchung bezog sich auf die Effizienz sowohl der Plaquereduktion als auch der Gingivitisreduktion.

Der modifizierte Turesky et al.-Index (1970) wurde zur Bestimmung der Plaquewerte benutzt. Mit dem Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Mühlemann und Son (1971) wurden die Gingivitiswerte bestimmt. Die Effizienz beider Bürsten wurde sowohl innerhalb der Sitzungen (kurzfristig) als auch über den Testzeitraum von 4 Wochen untersucht. Die Wash-out-Phase von einer Woche zwischen den Testphasen der beiden Bürsten sollte eine Beeinflussung der zweiten Phase verhindern, in dem der Ausgangszustand, wie vor Phase eins, wieder hergestellt wird. Hierzu putzten die Probanden wieder mit der eigenen Bürste. Bei der Auswertung der gewonnenen Daten zeigte sich, dass die Wash-out-Phase funktioniert hat. Es herrschten dieselben Ausgangsverhältnisse.

Die Auswertung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

### 1. Plaquereduktion:

Innerhalb der Sitzungen reduzierten beide Bürsten die Plaque. Hinsichtlich der Plaquereduktion gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Bürsten. Lediglich die Indexauswertung für die Plaquereduktion fiel bei der Baseline-Sitzung innerhalb der Sitzung (kurzfristig) mit der Oral-B Pulsar-Bürste geringfügig besser aus. In den Follow-up-Sitzungen, nach einer Eingewöhnungsphase von 30 Tagen, war kein Unterschied mehr feststellbar.

## 2. Gingivitisreduktion:

Die Reduktion gingivaler Entzündungen kann innerhalb einer Sitzung nicht bestimmt werden, da kein Zeitraum für eine Ausheilung gegeben ist, deshalb wurde auf den Index innerhalb der Sitzung postbrush verzichtet.

Im Vergleich der Gingivitswerte Baseline/Follow-up prebrush schnitt die ADA-Bürste zwar besser ab, aber so gering, dass auch hier kein signifikanter Unterschied feststellbar war.

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass es zwischen den beiden Bürsten im Vergleich, sowohl in der kurzfristigen Beurteilung als auch in der Betrachtung über einen Zeitraum von 30 Tagen, bezüglich der Plaque- und Gingivitisreduktion keine signifikanten Unterschiede gibt.

Bei der Auswertung der Fragebögen, die die Probanden am Ende der Studie ausfüllen mussten, entschieden sich 82,4 % der Probanden wegen des anfänglich unangenehmeren Gefühls beim Putzen mit der Oral-B Pulsar für die ADA als bevorzugte Bürste.

Eine Nachfrage drei Monate nach Beendigung der Evaluation zeigte jedoch, dass 21 von 34 Probanden (61.8 %) mit der Oral-B Pulsar putzten, sich also langfristig doch für die neue Bürste entschieden haben.

Die aufgestellte Hypothese wurde folgendermaßen widerlegt:

Es gibt, belegt durch die Indexauswertung, keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden getesteten Bürsten, sowohl bei der Plaquereduktion als auch bei der Gingivitisreduktion.

## 8. Literaturverzeichnis

Aass A.M., Gjermo P.: Comparison of oral hygiene efficacy of one manual and two electric toothbrushes. In: *Acta Odontol Scand* 2000; 58:166–170.

Addy M. (1998): Measuring success in toothbrush design – an opinion and debate of the concepts. In: *Int Dent J*, H. 48(1), S. 509–518.

Ainamo A. und Bay L. (1975): Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. In: *Int Dent J*, H. 25, S. 229–235.

Alcouffe F. (1988): Improvement of oral hygiene habits: a psychological approach. 2-year data. In: *J Clin Periodontol.*, Jg. 1988, H. Nov;15(10), S. 617–620.

Althaus D., Kockapan C., Wetzel W.E. (1990): Borstenabrundung und Besteckung bei Kinderzahnbürsten. In: *Monatsschrift für Zahnmedizin*, H. 2, S. 159–164.

American Dental Association (ADA) (1998): Acceptance Program Guidelines Toothbrush. Council of Scientific Affairs.

Axelsson P., Lindhe J. (1978): Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. In: *J Clin Periodontol.*, H. May;5(2):, S. 133–151.

Axelsson P., Lindhe J. (1981): Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years. In: *J Clin Periodontol.*, H. Jun;8(3), S. 239–248.

Axelsson P., Lindhe J. (1981): Effect of oral hygiene instruction and professional toothcleaning on caries and gingivitis in schoolchildren. In: *Community Dent Oral Epidemiol*, H. Dec;9(6):, S. 251–255.

Axelsson P., Lindhe J., Nyström B. (1991): On the prevention of caries and periodontal disease. Results of a 15-year longitudinal study in adults. In: *J Clin Periodontol.*, H. Mar;18(3):, S. 182–189.

Barnes C., M. Russell C.M., Weatherford T.W. 3rd (1999): A comparison of the efficacy of 2 powered toothbrushes in affecting plaque accumulation, gingivitis and gingival bleeding. In: *J Periodontol*, H. Aug;70(8), S. 840–847.

- Bauch J., Eder-Debye R., Michaelis W. (1991): Das Mundhygieneverhalten, Mundgesundheitszustand- und -verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. In: Deutscher Ärzteverlag Köln, S. 366–376.
- Beals D., Ngo T., Feng Y., Cook D., Grau D.G., Weber D.A. (2000): Development and laboratory evaluation of a new toothbrush with novel brush head design. In: Am J Dent, H. 13, S. 5A–14A.
- Borutta A. (1997): Plaque removal efficacy of a newly developed powered toothbrush in primary dentition of pre-school children. In: J Clin Dent., H. 8(6), S. 151–155.
- Boyd R.L., McLey L., Zahradnik R. (1997): Clinical and Laboratory Evaluation of Powered Electric Toothbrushes: In Vivo Determination of Average Force for Use of Manual and Powered Toothbrushes. In: J Clin Dent., H. 8, S. 72–75.
- Boyd R.L. (1997): Clinical and Laboratory Evaluation of Powered Electric Toothbrushes: Review of the Literature. In: J Clin Dent., H. 8, S. 67–71.
- Bramstedt F., Büttner W., Gehring F. (1970): Kariesforschung. Wiesbaden: Steiner.
- Cronin M., Dembling W., Warren P.R., King D.W. (1998): A 3-month clinical investigation comparing the safety and efficacy of a novel electric toothbrush (Braun Oral-B 3D Plaque Remover) with a manual toothbrush. In: Am J Dent, H. 11, S. 17–21.
- Curilovic Z., Axelsson P. (1980): SBI versus GI: a clinical study. In: Schweiz Monatsschr Zahnheilkd, H. 90 (4), S. 368–373.
- Danser M.M., Timmerman M.F., Jzerman Y., Piscaer M.I., van der Velden U., van der Weijden G.A. (2003): Plaque removal with a novel manual toothbrush (X-Active) and the Braun Oral-B 3D Plaque Remover. In: Journal of Clinical Periodontology, Jg. 30, H. 2, S. 138–144.
- Dentino A.R., Derderian G., Wolf M., Cugini M., Johnson R., Swol R.L. (2002): Six-Month Comparison of Powered Versus Manual Toothbrushing for Safety and Efficacy in the Absence of Professional Instruction in Mechanical Plaque Control. In: J Periodontol, H. 73, S. 770–778.

Di Murro C., Paolantonio M., Gerboni G., de Leonardis D. (1990): The reliability of different groups of sample teeth in assessing the status of periodontal disease in epidemiological studies. In: *Minerva Stomatol*, H. 39 (2), S. 123.

Dörfer C.E., Berbig B., Bethlenfalvy E.R., Staehle H.J., von Pioch T. (2001): A clinical study to compare the efficacy of 2 electric toothbrushes in plaque removal. In: *J Clin Periodontol*, H. 28, S. 987–994.

Dörfer C.E., Bethlenfalvy E.R., von Pioch T., Galustians H.J., von Qaqish J. (2001): Clinical evaluation of the efficacy of a battery-powered toothbrush. Results from two independent studies. In: *Am J Dent*, H. 14, S. 273–277.

Dörfer C.E., Bethlenfalvy E.R., Staehle H.J., von Pioch T. (2001): Comparison of the safety and efficacy of an oscillating/rotating battery-powered toothbrush and a standard manual toothbrush. In: *Am J Dent*, H. Nov; 14 Spec No, S. 25B–28B.

Engel D, Nessly M., Morton T., Martin R (1993): Safety testing of a new electronic toothbrush. In: *J Periodontol.*, Jg. 1993, H. Oct;64(10):, S. 941–946.

Fehr F., Loe H., von der Theilade E., (1970): Experimental caries in man. In: *Caries Res.*, H. 4, S. 131–148.

Fleiss, J.L., Park M.H., Chilton N.W. (1987): Representativeness of the Ramfjord teeth for epidemiologic studies of gingivitis and periodontitis. In: *Community Dent Oral Epidemiol*, H. 15 (4), S. 221–224.

Frandsen A. (1986): Mechanical oral hygiene practices. In: IRL Press Limited, S. 93–119.

Frandsen A, Barbano J.P., Suomi J.D., Chang J.J., Burke A.D.: The effectiveness of the Charters' scrub and roll methods of toothbrushing by professionals in removing plaque. In: *Scand J Dent Res.*, Jg. 1970, H. 78(6), S. 459–463.

GABA: Produktinformationen, Jg. 2001.

Glavind L., Zeuner E., Attström R. (1981): Oral hygiene instruction of adults by means of a self-instructional manual. In: *J Clin Periodontol*, H. Jun;8(3), S. 165–176.

Götzing G. (2006): Klinisch-experimentelle Studie über die Plaquereduktion zweier elektrischer Zahnbürsten und einer manuellen Zahnbürste bei Grundschulkindern. Dissertation.

Grossman E., Cronin M., Dembling W., Proskin H. (1996): A comparative clinical study of extrinsic tooth stain removal with two electric toothbrushes [Braun D7 and D9] and a manual brush. In: Am J Dent, H. 9, S. Spec No: S. 25–29.

Gülzow, H.J. (1978): Methoden und Hilfsmittel für die tägliche Mundhygiene. Quintessenz, Berlin.

Gülzow, H.J., Busse G. (1970): Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel. In: Dtsch Zahnärztl Z, H. 25, S. 1126.

Gülzow H.J. (1965): Die Mundhygiene in ihren Beziehungen zum marginalen Parodontium und zur Kariesfrequenz. In: Deutsch. Zahn-Mund und Kieferheilkunde, H. 44, S. 97–105.

Haffajee A.D., Thompson M., Torresyap G., Guerrero D., Socransky S.S. (2001): Efficacy of manual and powered toothbrushes (I). Effect on clinical parameters. In: J Clin Periodontol., Jg. 28, H. Oct;(10), S. 937–946.

Hawkins B.F., Kohout F.F., Lainson P.A., Heckert A. (1986): Duration of toothbrushing for effective plaque control. In: Quintessence Int., H. Jun;17(6), S. 361–365.

Hawkins B.F., Kohout F.J., Lainson P.A., Heckert A. (2003): Biofilm – Problem oder Perspektive. In: Dtsch Zahnärztl Z, Jg. 58, H. 12, S. 648–659.

Heasman P.A., Stacey F., Heasman L., Sellers P., Mac Gregor I.D.M. und Kelly P.J. (1999): A comparative study of the Philips HP 735, Braun/Oral-B D7 and the Oral-B 35 Advantage toothbrushes. In: J Clin Periodontol, H. 26, S. 85–90.

Heasman P., Wilson Z., Mac Gregor I., Kelly P. (1998): Comparative study of electric and manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. In: Am J Orthod Dentofacial Orthop, H. 11, S. 45–49.

Hein W. (1980): Mundhygiene-Prophylaxe der Karies und Parodontalerkrankungen. Berlin, Quintessenz Verlag.

Heinecke A., Hultsch E., Repges R. (1992): Medizinische Biometrie. Berlin, Springer Verlag.

Heintze, S.D.; Jost-Brinkmann, P.G. und Loundos J. (1996): Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. In: Am J Orthod., H. 110, S. 630–638.

Heintze S.D., Jost-Brinkmann P.G., Loundos J. (1996): Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. In: Am J Orthod Dentofacial Orthop, H. Dec;110, S. 630–638.

Hellwig E, Klimek J., Attin T. (1995): Einführung in die Zahnerhaltung. München: Urban und Schwarzenberg.

Hope C.K. und Wilson M. (2003): Effects of dynamic fluid activity from an electric toothbrush on in vitro oral biofilms. In: J Clin Periodontol, H. 30, S. 624–629.

Huber B., Rüeger K., und Hefti A. (1985): Der Einfluß der Zahnreinigungsdauer auf die Plaquereduktion. In: Schweiz Monatsschr Zahnmed 95, H. 95, S. 985–992.

Isaacs R.L., Beiswanger B.B., Rosenfeld S.T., Crawford J.L., Mau M.S., (1998): A crossover clinical investigation of the safety and efficacy of a new oscillating/rotating electric toothbrush and a high frequency electric toothbrush. In: Am J Dent, H. 11, S. 7–12.

Johnson B.D. und Mc Innes C. (1994): Clinical evaluation of the efficacy and safety of a new sonic toothbrush. In: J Periodontol, H. 65, S. 692–697.

Jongenelis A.P., Wiedemann W. (1997): A comparison of plaque removal effectiveness of an electric versus a manual toothbrush in children. In: Journal Of Dentistry For Children, H. May-June, S. 176–182.

Kanner L. (1926): Folklore and cultural history of the toothpick and toothbrush. In: Dent Cos, H. 68, S. 691–696.

Kantorowicz A. (1953): Karies und Kriegsernährung. In: Dtsch Zahnärztl Z, Jg. 1953, H. 8, S. 41.

- Khocht A., Spindel L., und Person P. (1992): A comparative clinical study of the safety of and Efficacy of three Toothbrushes. In: J Periodontol, H. 63, S. 603–610.
- Khocht A., Spindel L. und Person P. (1992): A comparative clinical study of the safety of a new sonic toothbrush. In: J Periodontol, H. 65, S. 692–697.
- Kielbassa A.M. (2000): Zur Auswahl einer geeigneten Kinderzahnbürste. In: Praxisdialog.
- Klimek J., Hellwig E. (1989): Klinischer Vergleich einer neu eingeführten Zahnbürste mit zwei im Handel erhältlichen Zahnbürsten. In: Oralprophylaxe H.11, S. 144–148.
- Koch G. und Lindhe J. (1970): The state of the gingiva and the cariescrement school-children during and after withdrawal of various prophylactic measures. Livingstone Edinburgh. In: McHugh W. D. Dental Plaque, 1970, S. 271–281.
- König K.G. (1987): Karies und Kariesprophylaxe. Stuttgart: Thieme.
- König K.G. (1974): Karies und Kariesprophylaxe. 2. Auflage. München: Goldmann.
- Kunzelmann K.-H. (2005): Einführung in die intraorale Fotografie. Teil 1: Die Ausrüstung. In: Aesthetische Zahnmedizin, H 4, 8. Jahrgang. S. 58–63
- Kunzelmann K.-H. (2006): Einführung in die intraorale Fotografie. Teil 2: Intraorale Aufnahmen. In: Aesthetische Zahnmedizin, H 1, 9. Jahrgang. S. 57–64.
- Kunzelmann K.-H. (2006): Einführung in die intraorale Fotografie. Teil 3: Fotos auf dem PC importieren, archivieren und aufpolieren. In: Aesthetische Zahnmedizin, H 2, 9. Jahrgang. S. 46–54.
- Lange D.E., Plagmann H.C., Eenboom A. und Promesberger A. (1977): Klinische Bewertungsverfahren zur Objektivierung der Mundhygiene. In: Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, H. 32, S. 44–47.
- Lehmann K.M., Hellwig E. (1993): Einführung in die restaurative Zahnheilkunde. München: Urban & Schwarzenberg.
- Levine R. (1996): The scientific basis of dental health education. A policy dokument. London: Health education authority.

- Lindhe J., Westfelt E., Nyman S., Socransky S.S. und Haffajee A.D. (1984): Longterm effect of surgical/nonsurgical treatment of periodontal disease. In: *J Clin Periodontol*, H. 11, S. 448–458.
- Löe H., Silness J. (1963): Periodontal disease in pregnancy. In: *Acta Odontol Scand*, H. 21, S. 533.
- Löe H., Theilade E., Jensen S.B. (1965): Experimental gingivitis in man. In: *J Periodontol.*, H. 36, S. 177–187.
- Mac Gregor I.D.M. und Rugg-Gunn A.J. (1979): Survey of toothbrushing duration in 85 uninstructed English schoolchildren. In: *Community Dent Oral Epidemiol*, H. 7, S. 297–298.
- Mac Gregor I.D.M. und Rugg-Gunn A.J. (1985): Toothbrushing duration in 60 uninstructed young adults. In: *Community Dent Oral Epidemiol* H. 13, S. 121–122.
- Mansbridge J.N. (1960): The effects of oral hygiene and sweet consumption on the prevalence of caries. In: *Br dent J*, H. 109, S. 343–348.
- Marthaler T.M. (1978): Einmal oder dreimal am Tag Zahnbürsten? In: *Schweiz Monatsschr Zahnmed* H. 88, S. 113–121.
- Mathiesen A.T., Ogaard B., Rolla G. (1996): Oral hygiene as a variable in dental caries experience in 14-year-olds exposed to fluoride. In: *Caries Res.*, H. 30, S. 29–33.
- Mayer R. (2000): Elektrische Zahnbürste – Handzahnbürste, ein Vergleichstest. In: *ZWR*. H.3, S. 188–192.
- Mc Cracken G.I., Janssen J., Swan M., Steen N., Jager M. und de Heasman P.A. (2003): Effect of brushing force and time on plaque removal using a powered toothbrush. In: *J Clin Periodontol*, H. 30, S. 409–413.
- Mc Cracken, G.I., Stacey F., Heasman L., Sellers P., Mac Gregor I.D., Kelly, P.J. (2001): A comparative study of two powered toothbrushes and one manual toothbrush in young adults. In: *J Clin Dent.*, H. 12, S. 7–10.
- Michaelis W., Reich E.: Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Institut der deutschen Zahnärzte (IDZ). In: *Deutscher Ärzteverlag Köln*, Jg. 1999.

- Mierau H.-D. (1992): Der freiliegende Zahnhals. In: Dtsch Zahnärztl Z, Jg. 47, H. 10, S. 643–653.
- Mintel T.E. und Crawford J. (1992): The search for the superior toothbrush design technology. In: J Clin Dent H. 3, S. 1–4.
- Monefeld K. (1988): Profylakseuntvalget, Plakk-Kontroll. In: Den Norske Tannleg Tid, H. 15, S. 624–626.
- Mühlemann H.R., Marthaler T.M., Rateitschak K.H., König K.G. (1963): Eine Zahnbürste für Kinder und Jugendliche. In: Schweiz Mschr Zahnheilkunde, H. 73, S. 624.
- Muhler J.C. (1969): Comparative frequency of use of the electric toothbrush and hand toothbrush. In: J Periodontol., H. May;40(5), S. 268–270.
- Müller, P.J., Kockapan C., Wetzel W.E. (1992): Borstenverankerung und Borstenabrundung bei Erwachsenenzahnbürsten. In: Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin, H. 102, S. 38–46.
- Niederman Richard D.M.D.: Manual versus powered toothbrushes. The Cochrane review. In: J Am Dent Assoc., Jg. 2003, H. Vol 134, No 9, S. 1240–1244.
- Niemi M.-L. (1987): Gingival abrasion and plaque removal after toothbrushing with an electric and a manual toothbrush. In: Acta Odontol Scand, H. 45, S. 367–370.
- Nolden R. (1994): Zahnerhaltungskunde. Stuttgart: Thieme.
- Nyborg W.L. (1977): Physical mechanisms for biological effects of ultrasound. In: HEW Publication (FDA), H. 78, S. 8062.
- Ögaard B., Seppä L. und Rolla G.: Professional topical fluoride applications-clinical efficacy and mechanism of action. In: Adv Dent Res, Jg. 1994, H. 8, S. 190–201.
- Paulander J., Axelsson P., Lindhe J. (2003): Association between level of education and oral health status in 35-, 50-, 65-, and 75-years-olds. In: J Clin Periodontol, Jg. 8, H. 30, S. 697–704.
- Pretara-Spanedda P., Grossman E., Curro F.A., Generallo C. (1989): Toothbrush bristle density: relationship to plaque removal. In: Am J Dent, H. Dec,2(6): S. 345–348.

- Quigley G.A. und Hein J.W. (1962): Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. In: JADA, H. 65, S. 26–29.
- Renggli H.H., Mühlemann H.R. und Rateitschak K.H. (1984): Parodontologie. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart, S. 134–138.
- Rieth P. (1974): Die Quintessenz der Mundhygiene. Quintessenz-Verlag Berlin.
- Ripa L.W. (1974): Correlation between oral hygiene status, gingival health and dental caries in schoolchildren. In: J Prev dent, Jg. 1974, H. 1, S. 28–38.
- Robinson P.J., Maddalozzo D., Breslin S. (1997): A six-month clinical comparison of the efficacy of the Sonicare and the Braun Oral-B electric toothbrushes on improving periodontal health in adult periodontitis patients. In: J Clin Dent., H. 8(1 Spec No), S. 4–9.
- Roulet J.F. (1995): Präventive Zahnmedizin, Stand der Wissenschaft im Rahmen der Kariologie. In: Quintessence Int., H. 46, S. 765–781.
- Sanctis M., Zucchelli G., de Clauser C. (1996): Bacterial colonization of barrier material and periodontal regeneration. In: J Clin Periodontol., H. Nov;23(11), S. 1039–1046.
- Sander (2007): Moderne elektrische Zahnbürsten – Rotations- oder Schalltechnik? In: Gesundheitswesen 2007, Jg. 2007, H. 69.
- Sauerwein E. (1962): Traktat über die Zahnbürste. In: Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, H. 17, S. 121–134.
- Saxer U.P., Barbakow J. und Yankell S.L. (1998): New studies on estimated and actual toothbrushing times and dentifrice use. In: J Clin Dent., H. 9, S. 49–51.
- Saxer U.P., Emling R. und Yankell S.L. (1983): Actual versus estimated toothbrushing time and toothpaste used. In: Caries Res, H. 17, S. 179–180.
- Saxer U.P. und Mühlemann H.R. (1975): Motivation and education. In: Schweiz Monatsschr Zahnheilkd, H. 85, S. 905–919.
- Saxer U.P. und Yankell S.L. (1997): Impact of improved toothbrushes on dental diseases. II. In: Quintessence Int., H. 28, S. 573–593.
- Schiffner U. (November 2005): Präventive Zahnheilkunde. Vorlesungsskript. Universität Hamburg.

- Sharma N.C., Galustians J., McCool J.J. (1994): The clinical effects on plaque and gingivitis over three-month's use of four complex-design manual toothbrushes. In: *J Clin Dent.*, H. 5, S. 114–118.
- Sharma N.C., Qaqish J.G., Galustians H.J., King D.W., Low Marie-Anne (2000): A 3-month comparative investigation of the safety and efficacy of a new toothbrush: Results from two independent clinical studies. In: *Am J Dent*, H. 13, S. Special Issue, 27A–32A.
- Sharma N.C., Galustians H.J., Cugini M., Warren P.R. (2002): The effect of two power toothbrushes on calculus and stain formation. In: *Am J Dent*, H. April; 15(2), S. 71–76.
- Sharma N.C., Galustians H.J., Qaqish J., Cugini M. (2001): Safety and plaque removal efficacy of a battery-operated power toothbrush and a manual toothbrush. In: *Am J Dent*, H. 14, S. 9–12.
- Silness J., Roynstrand T. (1988): Partial mouth recording of plaque, gingivitis and probing depth in adolescents. In: *J Clin Periodontol*, H. 15, S. 189–192.
- Silness J. und Loe H. (1964): Periodontal disease in pregnancy. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. In: *Acta Odontol Scand*, H. 24, S. 747–759.
- Silverstone L.M., Featherstone M.J. (1988): A scanning electron microscope study of the end rounding of bristles in eight toothbrush types. In: *Quintessenz International*, H. 19 (2), S. 87–107.
- Singh S, Rustogi K.N., Chaknis P., Petrone M.E., De Vizio W. Proskin H.M. (2005): Comparative efficacy of a new battery-powered toothbrush and a commercially available manual toothbrush on the removal of established supragingival plaque: a single-use crossover study in adults. In: *J Clin Dent.*, Jg. 16, H. (2), S. 57–61.
- Soparkar P.M., Rustogi K.N., Petrone M.E., Volpe A.R. (2000): Comparison of gingivitis and plaque efficacy of a battery-powered toothbrush and an ADA-provided manual toothbrush. In: *Compend Contin Educ Dent Suppl*, H.31, S. 14–18.
- Sowinski J.A., Battista G.W., Petrone D.M., Petrone M.E., Rustogi K.N., Chaknis P., de Vizio W., Volpe A.R., ADA (2000): Comparative efficacy of Colgate Actibrush batterie-powered toothbrush and Colgate Plus (manual) toothbrush on established

plaque and gingivitis: a 30 day clinical study in New Jersey. In: *Compend Contin Educ Dent Suppl*, H.31, S. 4–8.

Splieth C. (1998): Site-spezifisches Kariesrisikomanagement und bedarfsorientierte Prävention: Appolonia. In: *Plaque-Kontrolle und Therapie*, S. 179–188.

Stecksen-Blicks C. und Holm A.K.: Between-meal-eating, toothbrushing frequency and dental caries in 4 year-old children in the north of Sweden. In: *Int J Paediatr Dent*, Jg. 1995, H. 5, S. 67–72.

Steinle K. (2003): Klinisch-experimentelle Studie über die Auswirkungen zweier Handzahnbürsten auf die Gingiva sowie in Bezug auf die Plaquereduktion an den Zahnoberflächen – Diskussion verschiedener Bewertungsmethoden. Dissertation.

Strahan J.D., Bashaarat A., und Greenslade R.N. (1977): Control of Plaque by non-chemical means. In: *J Clin Periodontol*, H. 4, S. 13–22.

Strauss J. (2006): Klinische Effektivität zweier neuartiger elektrischer Zahnbürsten im Vergleich zu einer konventionellen Handzahnbürste. Dissertation.

Sundin B., Birkhed D., und Granath L. (1983): Is there not a strong relationship nowadays between caries and consumption of sweets? In: *Swed Dent J*, S. 103–108.

Trey, E.R. de (1983): Einfluss der Borstensteifheit von Zahnbürsten auf Kraftausübung, Gingivatraumatisierung und Plaqueentfernung. In: *Schweiz Monatsschr Zahnheilkunde*, H. Oct;93 (10), S. 107–116.

Trimpeneers L.M., Wijgaerts I.A., Grogard N.A., Dermaut L.R. (1997): Effect of electric toothbrushes versus manual toothbrushes on removal of plaque and periodontal status during orthodontic treatment. In: *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, H. May;111(5), S. 492–497.

van der Weijden G.A., Danser M.M., Nijboer A., van der Timmerman, M.F. und Velden U. (1993): The plaque-removing efficacy of an oscillating/rotating toothbrush. A short-term study. In: *J Clin Periodontol.*, H. 20, S. 273–278.

van der Weijden G.A., Timmerman M.F., Piscaer M., Ijzerman Y., Warren P.R. (1998): A comparison of the efficacy of a novel electric toothbrush and a manual toothbrush in the treatment of gingivitis. In: *Am J Dent*, H. 11, S. 23–28.

- van der Weijden G.A., Timmerman M.F., Nijboer A., Lie M.A. und Velden U.: A comparative study of electric toothbrushes for the effectiveness of plaque removal in relation to toothbrushing duration. In: J Clin Periodontol, Jg. 1993, H. 20, S. 476–481.
- van der Weijden G.A., Timmerman M.F., Snoek C.M., Reijerse E. und Velden U.: Toothbrushing duration and plaque removing efficacy of electric toothbrushes. In: Am J Dent, Jg. 1996, H. 9, S. 31–36.
- van der Weijden G.A., Timmerman M.F., Piscaer M., IJzerman Y., Velden U. (2004): Plaque removal by professional electric toothbrushing compared with professional polishing. In: J Clin Periodontol., Jg. 31, H. Oct;(10), S. 903–907.
- Varosanek K. (2006): Klinisch-experimentelle Studie zur Bestimmung der Auswirkungen zweier Zahnbürsten auf das Zahnhart- und Weichgewebe sowie auf die Plaquereduktion. Dissertation.
- Walmsley A.D. (1997): The electric toothbrush: a review. In: Br dent J, H. 182, S. 209–218.
- Walmsley A.D., Laird W.R.E., und Lumley P.J. (1992): Ultrasound in dentistry. Part 2-periodontology and endodontics. In: J Dent, H. 20, S. 11–17.
- Walmsley A.D., Laird W.R.E. und Williams A.R. (1988): Dental plaque removal by cavitation activity during ultrasonic scaling. In: J Clin Periodontol, H. 15, S. 539–543.
- Warren P.R., Landmann H. und Chater B.V. (1998): Electric toothbrush use. Attitudes and experience among dental practitioners in Germany. In: Am J Dent, H. 11, S. 53–56.
- Warren P.R., Ray T.S., Cugini M. und Chater B.V. (2000): A practice-based study of a power toothbrush: assessment of effectiveness and acceptance. In: Am J Dent Assoc., H. 131 (3), S. 389–394.
- Warren P.R., Cugini M., Marks P. und King D.W. (2001): Safety, efficacy and acceptability of a new power toothbrush: a 3-month comparative clinical investigation. In: Am J Dent, H. 14, S. 3–7.
- Weinstein P., Milgrom P., Melnick S., Beach B. und Spadafora A. (1989): How effective is oral hygiene instruction? Results after 6 and 24 weeks. In: Journal of Public Health in Dentistry, H. 49, S. 32–38.

- Wetzel W.E. (1986): Untersuchung von Zahnbürsten auf die Eignung für Kleinkinder. In: Zahnärztliche Mitteilungen, Jg. 76, H. 1, S. 33–36.
- Wetzel W.E., Kockapan C. (1987): Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Borstenenden verschiedener Kinderzahnbürsten. In: Oralprophylaxe, H. 9, S. 77.
- Williams K., Ferrante A., Dockter K., Haun J., Biesbrock A.R. und Bartizek R.D. (2004): One- and 3-Minute Plaque Removal by a Battery-Powered Versus a Manual Toothbrush. In: J Periodontol., H. 75, S. 1107–1113.
- Woltmann R. (1980): Sind Zahnbürsten falsch konstruiert? In: Zahnärztliche Mitteilungen, H. 14, S. 893–895.
- Wu-Yuan C. D., Anderson R.D. und Mc Innes C. (1994): Ability of the Sonicare electronic toothbrush to generate dynamic fluid activity that removes bacteria. In: J Clin Dent., H. 5, S. 89–93.
- Ximenez-Fyvie L.A., Haffajee A.D., Som S., Thompson M., Torresyap G. und Socransky S.S. (2000): The effect of repeated professional supragingival plaque removal on the composition of the supra and subgingival microbiota. In: J Clin Periodontol, H. 27, S. 637–647.
- Yankell S.L., Emling R.C., Perez B. (1996): A six-month clinical evaluation of the Dentrust toothbrush. In: J Clin Periodontol, H. 22 (9), S. 670–673.
- Ziebolz D. (2006): Eine Untersuchung gebrauchter Handzahnbürsten – Ergebnisse einer Umtauschaktion. In: Oralprophylaxe und Kinderzahnheilkunde, H. 28, S. 54–59.
- Zimmer S., Bizhang M., Seemann R. und Barthel C.R. (2001): Einfluss von Prophylaxeprogrammen auf die Mundhygiene von Erwachsenen und Schulkindern. In: Gesundheitswesen, H. 63, S. 98–101.
- Zimmer S., Didner B., Roulet J.F. (1999): Clinical study on the plaque removing ability of a new triple-headed toothbrush. In: J Clin Periodontol, H. 26 (5), S. 281–285.
- Zimmer S. (2000): Kariesprophylaxe als multifaktorielle Präventionsstrategie. Habilitationsschrift.

Zimmer S., Fosca M., Roulet J.F., (2000): Clinical study of the effectiveness of two sonic toothbrushes. In: J Clin Dent., H. 11(1), S. 24–27.

Zimmer S. (2000): Kariesprophylaxe als multifaktorielle Präventionsstrategie. Habilitationsschrift.

## **9. Anhang**

### **9.1 Erhebungsbögen**

#### **9.1.1 Einverständniserklärung**

### **Einverständniserklärung**

#### **Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie**

Wir möchten Sie bitten, an einer wissenschaftlichen Studie teilzunehmen, und wollen Sie mit diesem Formblatt über Folgendes informieren:

Es handelt sich um eine Zahnbürstenstudie, die unter Anleitung von Prof. Dr. K.-H. Kunzelmann, Zahnklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, durchgeführt wird.

Wir werden Ihnen nacheinander zwei Zahnbürsten aushändigen, die Sie wie gewohnt benutzen sollen. An insgesamt vier Tagen im Zeitraum von neun Wochen kommen Sie in meine zahnärztliche Praxis, wo Untersuchungen zur Zahnbelagbestimmung und zum Zustand des Zahnfleisches erfolgen.

Auf folgende Punkte im Rahmen dieser Studie möchte ich besonders hinweisen:

Jeweils 12 bis 16 Stunden vor einem vereinbarten Termin sollten die Zähne nicht geputzt sein.

Bitte putzen Sie Ihre Zähne morgens und abends und verwenden sie dabei keine zusätzlichen Hilfsmittel wie Zahnseide, Zahnhölzer o.Ä.

Benutzen Sie Ihre gewohnte Zahnpasta, wechseln Sie die Zahnpastamarke während der Studie bitte nicht.

Alle genannten Maßnahmen und Untersuchungen sind mit keinerlei Risiken verbunden.

Die Ergebnisse der Studie können nützliche Erkenntnisse über zweckmäßige Mundhygiene zur Prophylaxe erbringen, die dann Ihnen und allen weiteren Patienten zugute kommen.

Die gewonnenen Daten sind anonym.

Datum:

Unterschrift

## 9.1.2 Anamnesebogen

### Anamnesebogen

Anamnesebogen für die Zahnbürstenstudie

Name: Geb.:

Straße: Wohnort:

Tel.:

Standen Sie bis vor kurzem in <b>ärztlicher Behandlung?</b>	Ja	Nein	Unbek.
Stehen Sie in ärztlicher Behandlung?			
Nehmen Sie <b>Medikamente</b> ein?			
Wenn ja, <b>welche:</b>			
Haben Sie einen Allergiepass?			
Auf welche Stoffe reagieren Sie allergisch?			
Leiden oder litten Sie an folgenden <b>Krankheiten?</b>			
Herzerkrankung			
Hoher Blutdruck			
Niedriger Blutdruck			
Blutgerinnungsstörungen, Nachblutungen			
Schlaganfall			
Lebererkrankung (z.B. Gelbsucht/Hepatitis)			
Zuckerkrankheit (Diabetes)			
Magen-/Darmerkrankung			
Nierenerkrankung			
Nervenerkrankung			
Anfallsleiden (Epilepsie)			
Migräne			
Schilddrüsenerkrankung			
Infektionskrankheiten (HIV, Hepatitis, Tbc. usw.)			
Rheuma			
Unfall/Verletzungen			
Haben Sie <b>andere ernsthafte Erkrankungen?</b>			
Wenn ja, <b>welche?</b>			
<b>Zahnärztliche Behandlungen:</b>			
Sind Sie zurzeit in kieferorthopädischer Behandlung?			
Hatten Sie in den letzten 6 Monaten eine Zahnfleischbehandlung (Parodontitis-Behandlung)?			
Besteht eine Schwangerschaft?			

Datum:

Unterschrift:

### 9.1.3 Befunderhebungsbogen der Screening-Sitzung

#### Befunderhebungsbogen der Screening-Sitzung

Name des Probanden:

Datum:

01- Befund+Taschentiefenmessung

Schema

Zahn	SBI mesial	Plaqueindex mesial
16		
15		
14		
24		
25		
26		

#### Gingivitisindex:

0 = keine Blutung

1 = Blutung bei Sondierung, keine Schwellung oder Farbveränderung

2 = Blutung und Farbveränderung, noch keine Schwellung

3 = Blutung, Farbveränderung, schwache ödematöse Schwellung

4 = Blutung, Farbveränderung, deutl. Schwellung

5 = deutliche Blutung, auch spontan, deutl. Farbveränderung, starke Schwellung mit und ohne Ulzeration

#### Plaqueindex:

0 = keine Plaque

1 = einzelne Plaqueinseln am Gingivalsaum

2 = dünnes Band von Plaque  $\leq 1$  mm entlang des Gingivalsaumes

3 = Band von Plaque  $\geq 1$  mm

4 = Plaque bedeckt min. 1/3, aber weniger als 2/3 der Krone

5 = Plaque bedeckt mehr als 2/3 der Krone

Qualifizierender Plaqueindex = Summe aller erhobenen Plaquewerte/Anzahl der bewerteten Zähne (6)

Qualifizierender Plaqueindex  $\geq 1,5$  Voraussetzung

### 9.1.4 Befunderhebungbogen (für jede Sitzung, pre-und postbrush)

#### Befunderhebungbogen (für jede Sitzung, pre-und postbrush)

1. 2. 3. 4. Sitzung

pre-/postbrush-Evaluation:

Testzahnbürste:

Name des Probanden:

Datum:

prebrush

Zahn	SBI mes	SBI vest	SBI dist	PLI mes	PLI vest	PLI dist
16						
15						
14						
13						
(12)						
(22)						
23						
24						
25						
26						

postbrush

Zahn	PLI mes	PLI vest	PLI dist
16			
15			
14			
13			
(12)			
(22)			
23			
24			
25			
26			

## 9.1.5 Fragebogen

### Fragebogen zur Zahnbürstenstudie

(bitte ankreuzen)

Name:

Datum:

1. Wie beurteilen Sie den Härtegrad der Bürste?

	a zu hart	b mittel	c zu weich
Pulsar			
ADA			

2. Wie fanden Sie die Größe des Bürstenkopfes?

	a zu klein	b genau richtig	c zu groß
Pulsar			
ADA			

3. Wie fanden Sie die Form des Bürstengriffs?

( Mehrfachnennungen möglich)

	a zu dick	b zu dünn	c zu lang	d zu kurz
Pulsar				
ADA				

	e angenehm	f zu kantig	g zu glatt
Pulsar			
ADA			

4. Welche Zahnbürste war Ihnen beim Putzen vom Gefühl her angenehmer?

Pulsar	a
ADA	b
weiß nicht	c

5. Bei welcher Zahnbürste hatten Sie das Gefühl der besseren Reinigung?

Pulsar	a
ADA	b
weiß nicht	c

6. Welche Zahnbürste würden Sie insgesamt gesehen bevorzugen?

Pulsar	a
ADA	b
weiß nicht	c

## 9.1.6 Fragebogen zur Zahnbürstenstudie ausgewertet

### Fragebogen zur Zahnbürstenstudie

Antworten aller Probanden absolut und prozentual

1. Wie beurteilen Sie den Härtegrad der Bürste?

	a zu hart	b mittel	c zu weich
Pulsar	2 5,9 %	29 85,3 %	3 8,8 %
ADA	7 20,6 %	13 38,2 %	14 41,2 %

2. Wie fanden Sie die Größe des Bürstenkopfes?

	a zu klein	b genau richtig	c zu groß
Pulsar	1 2,9 %	31 91,2 %	2 5,9 %
ADA	9 26,5 %	12 35,3 %	13 38,2 %

3. Wie fanden Sie die Form des Bürstengriffs?

( Mehrfachnennungen möglich)

	a zu dick	b zu dünn	c zu lang	d zu kurz
Pulsar	11 32,4 %	0 0 %	34 100 %	0 0 %
ADA	1 2,9 %	19 55,9 %	1 2,9 %	2 5,9 %

	e angenehm	f zu kantig	g zu glatt
Pulsar	30 88,8 %	1 2,9 %	0 0 %
ADA	6 17,6 %	18 52,9 %	13 38,2 %

4. Welche Zahnbürste war Ihnen beim Putzen vom Gefühl her angenehmer?

Pulsar	29 85,3 %
ADA	5 14,7 %
weiß nicht	0 0 %

5. Bei welcher Zahnbürste hatten Sie das Gefühl der besseren Reinigung?

Pulsar	30 88,2 %
ADA	2 5,9 %
weiß nicht	2 5,9 %

6. Welche Zahnbürste würden Sie insgesamt gesehen bevorzugen?

Pulsar	3 8,8 %
ADA	28 82,4 %
weiß nicht	3 8,8 %

## **10. Danksagung**

Die vorliegende Arbeit entstand an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktor: Prof. Dr. Reinhard Hickel).

Mein besonderer Dank geht an Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann für die Überlassung des interessanten Themas dieser Dissertation, für seine fachliche Beratung und für seine Unterstützung bei der Auswertung der statistischen Daten.

Des Weiteren möchte ich mich bei allen Probanden, die an dieser Studie teilgenommen haben, bedanken, ohne deren Zuverlässigkeit diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Herrn Lektor Peter Fischenbeck möchte ich ganz herzlich für die kurzfristige Durchsicht dieser Dissertation danken.

Meiner Frau Sabine möchte ich besonders danken, da sie mir bei der Evaluation der Daten in der Praxis sehr geholfen hat und mich immer wieder mit großem Verständnis unterstützt hat, diese Dissertation zu schreiben.

## **11. Erklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die vorliegende Arbeit selbständig und nur mit Hilfe der angegebenen Hilfsmittel angefertigt zu haben. Die verwendete Literatur ist vollständig angegeben.

Prien, den 01.12.2008

## 12. Lebenslauf

Name:	Klotz
Vorname:	Stefan
Geburtsdatum:	14.09.1960
Geburtsort:	Saarlouis
Familienstand:	verheiratet
Schulbildung:	
1966–1967	Riethofschule, Frankfurt am Main
1967–1970	Volksschule, Niederlinxweiler
1970–1971	Nikolaus-Obertreis-Schule, St. Wendel
1971–1978	Cusanusgymnasium, St. Wendel
20.07.1978	Mittlere Reife
1978–1979	BGJ Neunkircher Eisenwerk, Neunkirchen
1981–1983	Ernst-Schering-Oberschule, Berlin
26.01.1983	Helferbrief als Zahnarthelfer
1983–1987	Peter-A.-Silbermann Abendgymnasium für Berufstätige
23.06.1987	Allgemeine Hochschulreife
Hochschulbildung:	
1988–1994	Studium Zahnmedizin an der FU Berlin
1989	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
1991	Zahnärztliche Vorprüfung
1994	Zahnärztliche Prüfung
25.07.1994	Approbation als Zahnarzt
Juli 1994–Okt 1994	Vorbereitungsassistent bei Dr. Sleik in Griesstätt/Oberbayern
Nov 1994–Juli 1996	Vorbereitungsassistent bei Dr. Dohmeier in Berlin
Aug 1996–Dez 2003	Niedergelassener Zahnarzt in Halfing/Oberbayern
Seit Jan 2004	Niedergelassener Zahnarzt in Prien am Chiemsee/Oberbayern