

**Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik für Zahn-, Mund-
und Kieferkrankheiten der Universität München
Vorstand: Frau Prof. Dr. Rudzki-Janson**

**Klinische Studie zur Effektivität zweier Handzahnbürsten hinsichtlich
der Plaquerreduktion bei Patienten mit festsitzenden
kieferorthopädischen Apparaturen**

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

**vorgelegt von
Grit Scharnowski
aus Zwickau
2004**

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K. H. Kunzelmann
Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. K. Radon
Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. Th. Sagner
Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. K. Peter
Tag der mündlichen Prüfung: 30.11.2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung.....	1
2 Literaturübersicht.....	4
2.1 Plaque als Ursache für Karies und Parodontopathien.....	4
2.1.1 Plaqueätiologie.....	4
2.1.2 Kariesätiologie.....	5
2.1.3 Ätiologie der Parodontopathien.....	9
2.1.3.1 Gingivitis.....	11
2.1.3.2 Parodontitis.....	12
2.2 Studien zur Mundhygiene und ihrer Bedeutung für die Kariesinzidenz.....	13
2.3 Studien zur Mundhygiene bei kieferorthopädischer Behandlung.....	14
2.4 Die Gestaltung von Zahnbürsten.....	18
2.4.1 Studien zur Gestaltung von Zahnbürsten.....	18
2.4.2 Aufbau und DIN-Normen einer Handzahnbürste.....	20
2.4.2.1 Bestandteile einer manuellen Zahnbürste.....	21
2.4.2.2 Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe.....	23
2.4.2.3 Lieferart und Verpackung.....	23
2.5 Systematische Zahnpflege.....	24
2.5.1 Zahnputztechniken und ihre Indikationen.....	25
2.5.1.1 Horizontale Methode, Schrubb-Technik.....	25
2.5.1.2 Bass-Methode (1954), Vibrationstechnik.....	26
2.5.1.3 Stillmann-Methode (1933), Auswischtechnik.....	26
2.5.1.4 Charters-Methode (1922).....	27
2.5.2 Weitere Mundhygienehilfsmittel.....	29

2.5.3	Zahnputzdauer und -frequenz.....	30
3	Ziel der Arbeit.....	33
4	Material und Methode.....	34
4.1	Testzahnbürsten.....	34
4.2	American Dental Association (ADA).....	36
4.3	Untersuchungsteilnehmer.....	37
4.3.1	Patientenauswahl.....	37
4.3.2	Screening und qualifizierender API.....	38
4.4	Kalibrierung.....	41
4.5	Versuchsdurchführung.....	41
4.5.1	Indikatorlösung.....	42
4.5.2	Fotodokumentation.....	43
4.5.3	Ablauf der Studiensitzungen.....	44
4.6	Bewertungsmethoden.....	48
4.6.1	Erhebung des Plaqueindex.....	48
4.6.2	Erhebung des Gingivitisindex.....	49
4.7	Auswertungsmethoden.....	50
4.7.1	Auswertung der fotografischen Dokumentation.....	50
4.7.2	Index-Auswertung.....	51
4.7.2.1	Untersuchung auf Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen.....	53
4.7.2.2	Untersuchungen zur kurzfristigen Effektivität beider Zahnbürsten.....	54

4.7.2.3	Untersuchungen zur langfristigen Effektivität beider Zahnbürsten.....	55
5	Ergebnisse.....	57
5.1	Untersuchung auf Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen.....	57
5.2	Untersuchungen zur kurzfristigen Effektivität beider Zahnbürsten.....	60
5.3	Untersuchungen zur langfristigen Effektivität beider Zahnbürsten.....	66
5.4	Ergebnisse der Fotodokumentation.....	74
6	Diskussion.....	75
6.1	Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen.....	75
6.2	Zahnbürsteneffektivität.....	76
6.3	Befunderhebung mit dem Quigley-Hein-Index.....	80
6.4	Befunderhebung mit dem SBI nach MÜHLEMANN und SON.....	81
6.5	Anzahl der Probanden.....	83
6.6	Zustand der Zahnbürsten nach 4-wöchigem Gebrauch.....	83
6.7	Integration der Studie in den Praxisablauf.....	86
6.8	Verzicht auf die Unterweisung in eine Zahnputztechnik.....	87
6.9	Wahl der Indikatorlösung.....	88
7	Schlussfolgerungen.....	89
8	Klinische Hinweise.....	91
9	Zusammenfassung.....	92
10	Literaturverzeichnis.....	94
11	Anhang.....	104
11.1	Formblätter für die Probanden.....	104

11.1.1	Anamnesebogen für die Zahnputzstudie.....	104
11.1.2	Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie.....	105
11.2	Formblätter zur Befunderhebung.....	106
11.2.1	Befundbogen 1.....	106
11.2.2	Befundbogen 2.....	107
11.3	Formblatt zur Integration in den Praxisablauf.....	108
11.4	Tabellen zur Statistik.....	110
11.4.1	Basiswerte.....	110
11.4.2	Deskriptive Statistik.....	114
11.4.2.1	API.....	114
11.4.2.2	SBI.....	116
11.4.3	Wilcoxon-Test.....	117
11.4.3.1	API.....	117
11.4.3.2	SBI.....	127

Danksagung

Lebenslauf

1 Einleitung

1 Einleitung

Die Anhäufungen von mikrobiellen Zahnbelägen (Plaque) auf der Zahnoberfläche spielen bei der Entstehung von Karies und entzündlichen Parodontopathien eine entscheidende Rolle. Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen, welche zur orthodontischen Behandlung von Dysgnathien eingesetzt werden, begünstigen die Akkumulation und Retention von Plaque. Für Träger derartiger Multibandapparaturen ist die Mundhygiene erheblich erschwert, so dass es bei diesen Patienten zu einem erhöhten Kariesrisiko kommen kann.

Für eine adäquate Plaqueentfernung stehen heute eine Vielzahl von Mundhygienemitteln zur Verfügung, wobei die mechanische Reinigung mit einer Zahnbürste nach wie vor als effektivste Maßnahme anzusehen ist [39]. Nicht immer war die Zahnbürste jedoch so verbreitet und ihre Wichtigkeit so bekannt wie heute [41, 89, 98].

Ein Utensil zur Zahnreinigung, die sogenannte Zahnfege, wird schriftlich erstmalig in der Susutra, einer altindischen Sammlung medizinischen Wissens aus dem vierten Jahrhundert, erwähnt. Dort werden faserig gekaute Zweige, welche mit einer Mixtur aus verschiedenen Pulvern, Ölen und Gewürzen der Verbesserung der mundhygienischen Verhältnisse dienen, beschrieben [35]. Mit dem durch langanhaltende Kaubewegungen und Plattklopfen ausgefaserten Ende des ca. 3-30 cm langem Holzstäbchen werden die Speisereste aus den Zähnen entfernt und somit die Zahnoberfläche gereinigt.

Naturvölker in Afrika, z.B. die Massei, reinigen sich noch heute auf ganz ähnliche Weise mit einem sogenannten Miswak die Zähne. Interessanter Weise lässt sich dabei

1 Einleitung

mit richtiger Technik und genügend langem Gebrauch eine ähnlich effiziente Reinigungswirkung wie mit einer modernen Zahnbürste erzielen [100].

In Deutschland wird die Zahnbürste erstmalig in der Zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts im „Universalexikon aller Wissenschaften und Künste“ schriftlich erwähnt, erfährt aber noch keine weitere Verbreitung [24]. Erst zum Ende des 18. Jahrhunderts, als der Münchner Bürstenmacher Peter Ruppensberger den Antrag zur Ausübung der „Zahnbürstelmachung“ aus Knochen und darin eingezogenen Ziegenhaaren und Schweineborsten stellt, hält sie Einzug in die höheren adeligen Gefilde Europas und ist zunächst Luxusgegenstand der Reichen. Erst 1880, fast 100 Jahre später, fand die Zahnbürste durch Massenproduktion eine größere Verbreitung.

Weiterentwicklungen im Bürstendesign führen seit dieser Zeit zu einer Erhöhung der Effektivität und Zweckmäßigkeit der Zahnbürste. Es wurden Zahnbürsten für schwer zugängliche Bereiche der Dentition und für besondere dentale Situationen, z.B. bei einer kieferorthopädischen Multibandbehandlung, entwickelt. Diese Behandlungsapparaturen können vom Patienten nicht selbst entfernt werden und verbleiben während der gesamten Behandlungszeit, in der Regel 1 ½ bis 2 Jahre, im Mund des Patienten. Schon ein bis zwei Monate nach Einsetzen der Apparatur kann es auf Grund lokaler Intoxikation zu entzündlichen Veränderungen des parodontalen Gewebes kommen [65, 108]. Für diese Patienten ist also ein optimales Zahnbürstendesign zur Reinigung der Zähne von essentieller Bedeutung.

Die Firma Oral-B hat vor einigen Jahren eine Zahnbürste speziell für die Mundhygiene von Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen entwickelt. Diese Zahnbürste wird vom Leiter Clinical Research Europa-Gillette Gruppe Deutschland als

1 Einleitung

„Nischenprodukt“ bezeichnet, obwohl sie bislang die einzige Handzahnbürste für festsitzende kieferorthopädische Apparaturen auf dem Markt ist [97]. Produktinformationsbroschüren für den Nutzer existieren bisher nicht und technische Spezifikationen über das Produkt waren nur spärlich zu erhalten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, die entwickelte Zahnbürste Ortho P35 mit einer Kontrollzahnbürste zu vergleichen und ihre Effektivität und Zweckmäßigkeit zu untersuchen.

In Teststudien zur Optimierung von Design und Effektivität der Zahnbürsten werden, wie in dieser Studie auch, genormte Indizes verwendet, um das Auftreten von Plaque vergleichbar zu untersuchen. Die Plaquemenge wird dabei in Indexgraden klassifiziert. Bei der Bestimmung des Indexgrades ist, trotz genormter Gradeinteilung der subjektive Blick des Untersuchenden problematisch. Zur Dokumentation der Putzergebnisse werden in dieser Studie zusätzlich intraorale Bilder vor und nach jedem Putzvorgang erstellt, welche in einer weiteren Arbeit als Grundlage für die Entwicklung einer objektiven Meßmethode zur Plaquemengenauswertung genutzt werden sollen.

2 Literaturübersicht

2.1 Plaque als Ursache für Karies und Parodontopathien

Bei der Entstehung von Karies, Gingivitis und Parodontitis, den drei Hauptkrankheiten der Zahnmedizin, ist die Anwesenheit bakterieller Plaque auf der Zahnoberfläche der wichtigste ätiologische Faktor [58]. Infolge unzureichender Mundhygiene kommt es zur Anlagerung von Mikroorganismen auf der Zahnoberfläche und somit zur Bildung von dentaler Plaque.

2.1.1. Plaqueätiologie

Als dentale Plaque werden zähe, verfilzte Zahnbeläge aus Speichelbestandteilen, bakteriellen Stoffwechselprodukten, Nahrungsresten und Bakterienzellen bezeichnet [34].

Zur Ausreifung der Plaque kommt es schrittweise in vier Phasen [33].

An einen gründlich gereinigten Zahn, welcher mit einem „erworbenen Schmelzhautchen“ (Pellicle) überzogen ist, heften sich innerhalb weniger Stunden durch spezielle Moleküle an der Zelloberfläche die ersten Bakterienzellen an (1. Phase). Innerhalb der nächsten 4-7 Tage verändert sich die Zusammensetzung der Bakterienarten und die Qualität der Plaquematrix (2.Phase). Die Plaque wächst durch Teilungsvorgänge und Akkumulation weiterer Bakterien. Zellteilungen innerhalb dieser Matrix führen zur Bildung von Mikrokolonien und nachfolgend zur Entstehung der dentalen Plaque (3.Phase). Ausgereifte Plaque besteht zu 60-70 % aus dicht gepackten Bakterienzellen sowie Nahrungsresten und Speichelbestandteilen [34]. Sie ist in diesem Zustand nicht mehr durch die Selbstreinigungskräfte der Mundhöhle, z.B. durch die Zunge, vom Zahn zu entfernen (4.Phase). Entsprechend der Zugänglichkeit der einzelnen Zahnbereiche

lokalisiert sie sich primär in den Zahnfissuren und -grübchen, dem zervikalen Drittel der Zahnkrone und den Approximalfächern der Zähne. Diese Bereiche sind bereits ohne feststehende Behandlungsapparaturen entsprechend kariesgefährdet und ihnen muss bei der Zahnreinigung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

2.1.2 Kariesätiologie

Für die Entstehung von Erkrankung der Zahnhartsubstanz (Karies) wurde diskutiert, ob die Quantität, d.h. die reine Menge der Plaque, oder deren Qualität, d.h. deren spezifische mikrobielle Zusammensetzung, ursächlich ist. Je nach Ansatz entstanden unspezifische und spezifische Theorien zur Kariesentstehung.

Die unspezifische Kariestheorie von MILLER [68], gilt in ihren Grundprinzipien bis heute als ätiologische Basis der Kariesentstehung.

Die oralen Mikroorganismen werden in ihrer Menge als einer der kariesrelevanten Faktoren herausgestellt. MILLER [68] beschreibt die Karies als einen chemisch-parasitären Vorgang, bei dem es zur Entkalkung bzw. Erweichung der Zahnhartsubstanz kommt. Durch Milchsäuren, die bei der Gärung zuckerhaltiger am Zahn haftender Speisen entstehen, werden die Entkalkungsvorgänge in Gang gesetzt. Anschließend wird das erweichte Zahnbein durch „Mundpilze“ zersetzt und abgebaut.

Es war ihm mit seinen Untersuchungen der Nachweis gelungen, dass den von Mikroorganismen aus dem enzymatischen Abbau von Kohlenhydraten gebildeten Säuren bei der kariösen Zerstörung der Zahnhartsubstanzen eine ursächliche Rolle zukommt.

In einem Tierversuch an „gnotobiontischen“ Ratten konnte dann von ORLAND et al. [75] der Beweis für den kausalen Zusammenhang zwischen Plaquemikroorganismen

und der Kariesätiologie erbracht werden. An keimfrei geborenen und unter keimfreien Bedingungen aufgewachsenen Ratten zeigte die Forschergruppe, dass ohne Bakterien keine Karies auftrat, obwohl die Tiere mit dem gleichen kariogenen Futter gefüttert wurden, welches bei normalen keimbesiedelten Ratten Kariesbefall hervorrief. Demnach sind alle Bakterien, welche die Zahnoberfläche besiedeln für die Entstehung von Plaque, Karies und Parodontopathien verantwortlich.

Im Gegensatz dazu basiert die spezifische Kariestheorie auf der Idee, dass die Plaque von spezifischen, pathogenen Keimen gebildet wird und ihre spezielle Zusammensetzung das auslösende Moment darstellt.

Streptococcus mutans wird auf Grund seiner Stoffwechsellistung eine Schlüsselrolle bei der Kariesentstehung zugeschrieben. In verschiedenen Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *Streptococcus mutans* und der Entstehung von Karies festgestellt werden [54]. Seine Eigenschaften machen ihn zu einem Leitkeim in der Kariesätiologie. So ist er z.B. säuretolerant und kann auch unter sauren mikrobiologischen Bedingungen, bei denen andere Mundhöhlenbakterien nicht überleben würden, Säuren bilden. Weiterhin ist er in der Lage, auch bei geringer Substratzufuhr über längere Zeit seinen Stoffwechsel aufrechtzuerhalten, so dass es auch dann noch zur Kariesentstehung kommen kann.

In der heutigen Zeit wird die Kariesentstehung als ein multifaktorielles Geschehen gesehen, d.h. für den kariogenen Prozeß müssen Mikroorganismen der Mundhöhle in der Lage sein, bei der Zufuhr von niedermolekularen Kohlensäuren klebrige Polysaccharide zu synthetisieren, um somit eine Plaquematrix aufzubauen. Die Mikro-

organismen produzieren als Stoffwechselprodukt organische Säuren. Diese Säuren führen bei längerer Einwirkzeit durch einen Demineralisationsprozeß zur irreversiblen Zerstörung von Zahnhartsubstanz und unbehandelt, durch die bakterielle Infektion der Pulpa, zum Zahnverlust [34].

Zahnkaries entsteht also nur im Zusammenwirken von vier primären Ursachenkomplexen.

KEYS [43] beschrieb 1962 drei ursächliche, grundlegende Voraussetzungen zur Kariesentstehung:

- 1) Wirtsorganismus mit kariesanfälligen Zähnen (Zahn und das Biotop Mundhöhle)
- 2) Mikroorganismen
- 3) Substrat (Nahrung) für die Mikroorganismen

Alle drei Bedingungen müssen laut KEYS gleichzeitig in der Mundhöhle vorliegen, damit Karies entsteht.

KÖNIG [46] fügte 1971 diesen Grundvoraussetzungen den Faktor Zeit hinzu und wies darauf hin, dass die von KEYS beschriebenen Faktoren ausreichend lange und häufig aufeinander treffen müssen:

- 4) Zeit (Häufigkeit des Substratangebotes)

Jeder einzelne der vier primären Ursachenkomplexe umfaßt eine Vielzahl von sekundären Einzelfaktoren, die auf ihn entweder kariesfördernd oder karieshemmend wirken können.

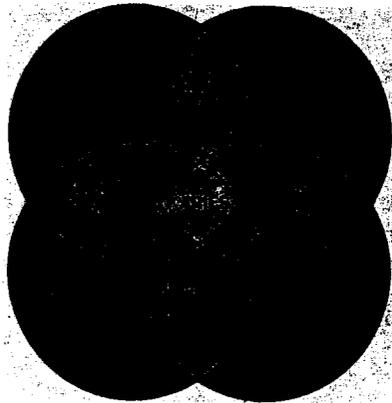


Abb. 1: Karies entsteht nur im Zusammenwirken von 4 auslösenden Wirtsfaktoren. Zusätzlich fördern sogenannte „disponierende“ Einflüsse wie die Speichelzusammensetzung, der soziale Status, die Resistenz der Zahnschmelzen die Erkrankungswahrscheinlichkeit. (Aus: Hellwege, K.D.: Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe. Hüthig, Heidelberg, 1994)

Gerade kieferorthopädische Patienten besitzen auf Grund von Zahnfehlstellungen oder während einer Behandlung auf Grund kieferorthopädischer Behandlungsapparaturen, „Plaquenischen“, welche zu den Karies disponierenden Faktoren zählen und sich somit fördernd auf die Kariesentstehung auswirken [50].

So kommt es z.B. bei einer ungünstigen Zahnform oder bei Zahnfehlstellungen zu einer gesteigerten Ablagerung von Plaque in den vorhandenen „Zahnnischen“. Im Gegensatz dazu begünstigt eine „nischenarme“ Zahnstellung die Plaqueentfernung und wirkt karieshemmend [25].

Der Kariesgefahr kann durch die Beseitigung oder die Verringerung der Plaque entgegengewirkt werden [24]. Bei der Plaqueentfernung darf die mechanische Zahnreinigung mit der Zahnbürste nach wie vor als wichtigste Maßnahme in der Karies- und Parodontalprophylaxe betrachtet werden [39].

Für Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen muss die Plaquebeseitigung dabei mit einer den individuellen Gegebenheiten angepaßten Mundhygiene erfolgen.

2.1.3 Ätiologie der Parodontopathien

Die Mikroorganismen der Mundhöhle und deren Stoffwechselprodukte verursachen einerseits Erkrankungen der Zahnhartsubstanzen (Karies) und andererseits entzündliche, meist degenerative Veränderungen des Zahnhalteapparates (Parodontopathien) [79].

Die Plaque ist, wie in der Kariesätiologie, der ätiologische Hauptfaktor nahezu aller Formen entzündlicher Parodontalerkrankungen, da die Schädigung parodontaler Strukturen die unmittelbare Folge einer Infektion des gingivalen Sulkus mit Plaquebakterien ist [69, 82].

Das Vorhandensein insbesondere von alter Plaque, mit einem hohen Anteil anaerober Keime, wird allgemein als entscheidend für die Entwicklung einer Parodontitis aus einer Gingivitis angesehen [33]. Dieser fortschreitende Prozeß wird durch die ökologischen Faktoren der Mundhöhle, die Virulenz der Mikroorganismen und durch die individuelle Abwehrlage des Patienten beeinflusst [13].

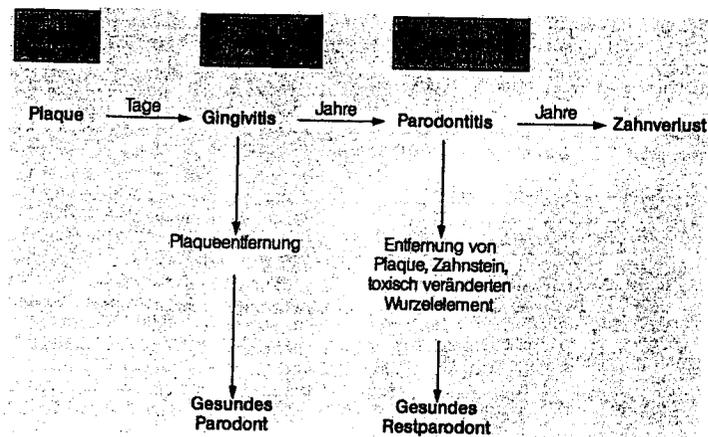


Abb. 2: Reversible und irreversible Krankheitsfolgen der Plaque in Bezug auf die Gingivitis und Parodontitis (Aus: Hellwege, H.D.: Die Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe. Hüthig, Heidelberg, 1994)

Zu den Faktoren, welche die Anhäufung und das Wachstum von Mikroorganismen und damit die mikrobiell bedingte entzündliche Reaktion des Parodonts fördern, gehören auch kieferorthopädische Apparaturen [13, 24]. Mikrobiologische Studien beweisen, dass mit Einsetzen kieferorthopädischer Bänder sich die Art der subgingivalen Keimbildung in Richtung parodontopathologischer Spezies verändert [13]. In einer Studie wurden zwei Humanpräparate mit kieferorthopädischen Bändern auf ihre parodontale Reaktion hin analysiert. Die Autoren konnten zeigen, dass mit Einsetzen der kieferorthopädischen Bänder das mikrobielle Aggressionspotential steigt und durch eine individuelle Wirtsanfälligkeit eine Parodontitis initiiert werden kann. Bei einem Präparat (Patient 9 Jahre) konnte bereits nach einer Liegedauer des Bandes von 6 Monate ein potentieller Übergang von einer chronischen Gingivitis zu einer Parodontalläsion mit Tiefenwachstum des Taschenepithels beobachtet werden [13]. Ein sorgfältiges supragingivales Plazieren und Adaptieren von kieferorthopädischen

Bändern kann, neben einer gründlichen Plaqueentfernung, auch eine wirksame prophylaktische Maßnahmen zur Verhinderung des Übergangs einer Gingivitis zur Parodontitis sein [13].

2.1.3.1 Gingivitis

Pathologische Veränderungen, die sich auf das Zahnfleisch beschränken, werden als Gingividen definiert [82].

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Plaquemenge am Gingivarand und der Schwere einer Gingivitis [4]. In einem bereits klassischen Modellversuch konnten THEILADE und LÖE 1965 nachweisen, dass eine experimentelle Gingivitis innerhalb von 7-21 Tagen durch Unterbindung der oralen Hygiene verursacht und durch Wiederaufnahme der Mundhygiene beseitigt werden kann [58].

Die initiale Phase der Gingivitis führt innerhalb weniger Tage nach der Plaquebildung zur Entstehung eines Sulkus gingivae, zur Bildung einer submarginalen, bindegewebigen Reaktionszone und zur Bildung eines Exsudates bei gleichzeitiger leicht ödematöser Schwellung der Gingiva [92]. Die zunächst rein supragingivale Plaque kann sich nun apikalwärts in den Sulkus ausdehnen.

Die Gingiva zeigt die typischen klinischen Entzündungszeichen:

- Rötung,
- Schwellung und
- spontane Blutung oder Blutung bei Berührung.

Die Entzündung beginnt meist interdental und wird klinisch zunächst an den Papillen sichtbar. In fortgeschrittenen Stadien greift sie auch auf den Marginalsaum über. Dabei

können sich infolge des entzündlichen Ödems oder auch durch hyperplastische Verdickung der Gingiva auf Grund einer chronischen Entzündung, zusätzlich Pseudotaschen bilden.

Etwa 95% der Bevölkerung mit eigenen Zähnen leiden an einer Gingivitis simplex [82]. Die Gingivitis kann ohne Therapie jahrelang nondestruktiv verlaufen. Häufiger jedoch wird sie sich bei fehlender Behandlung, bei Anwesenheit spezifischer Bakterien und bei schlechter immunologischer Reaktionslage des Patienten zur Parodontitis mit Alveolarknochenlyse entwickeln [82, 92]. Bei Behandlung ist die Prognose im allgemeinen gut und die Entzündungszeichen reversibel.

2.1.3.2 Parodontitis

Die Parodontitis stellt die Entzündung der Gingiva und eines oder mehrerer Teile des Parodonts dar. Sie ist gekennzeichnet durch Schwundprozesse des parodontalen Stützgewebes, die zu echter Taschenbildung, Zahnlockerung und schließlich zu Zahnverlust führen kann [34].

Bei der Parodontitis ist im Gegensatz zur Gingivitis das gesamte Parodontalgewebe, insbesondere der Alveolarknochen, mitbeteiligt. Es kommt zur Auflösung und zum Abbau des parodontalen Stützgewebes. Obwohl die Parodontitis auf dem Boden einer chronischen Gingivitis entsteht, ist sie nicht die unabwendbare logische Folge einer Gingivitis. Sie entsteht nur dann, wenn gewisse zusätzliche Faktoren, wie Stauung des gingivalen Exsudates, Anwesenheit spezifische Bakterien und eine schlechte immunologische Reaktionslage des Patienten, hinzukommen [92].

Zu den klinischen Symptomen der Parodontitis gehören, wie bei der Gingivitis, die klassischen Entzündungszeichen:

- Zahnfleischrötung,
- Zahnfleischbluten,
- Zahnfleischschwellung.

Darüber hinaus kommt es hier

- zum Abbau des Alveolarknochens mit
- der Bildung von echten Knochentaschen.

Dies äußert sich durch Zahnlockerung, Taschensekretion und Konkrementablagerung.

Die Parodontitis ist auch bei Behandlung nur beschränkt reversibel [82].

2.2 Studien zur Mundhygiene und ihre Bedeutung für die Kariesinzidenz

In Studien zur Kariesinzidenz fallen die Untersuchungen zur Beziehung zwischen Mundhygiene und Karies uneinheitlich aus.

Experimentelle Studien konnten einerseits nachweisen, dass Zähneputzen unmittelbar nach jeder Mahlzeit den Kariesbefall verringert [19, 63]. GÜLZOW [26] stellte 1971 gleichfalls einen sicheren Zusammenhang zwischen der Plaquebeseitigung und einem damit verminderten Kariesbefall her. Andererseits gibt es Untersuchungen, welche keinen Zusammenhang zwischen Mundhygiene und Karies finden konnten. So führte die tägliche überwachte Zahnreinigung bei Schulkindern zwar zu einer Reduzierung des Plaque- und Gingivitisbefundes, aber zu einer Verringerung des Kariesbefalls gegenüber einer Kontrollgruppe kam es nicht [38, 94].

Die Untersuchungsergebnisse über Beziehungen zwischen Mundhygiene und Gingivitis sind dagegen recht eindeutig. Im Schrifttum wird die Zunahme von Zahnfleischentzündungen bei verschlechterter Mundpflege nachgewiesen. So liefert die Studie von THEILADE und LÖE [58] einen eindeutigen Beweis für Plaque als Ursache für Gingivitis. Sie zeigten, dass durch Einstellung jeglicher Mundhygiene innerhalb weniger Tage eine Zahnfleischentzündung induziert werden und diese durch erneutes Einsetzen einer optimalen Mundpflege wieder zum Abklingen gebracht werden kann.

2.3 Studien zur Mundhygiene bei kieferorthopädischer Behandlung

In Studien zur Mundhygiene mit orthodontischen Behandlungsapparaturen zeigt sich, dass Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen spezielle Probleme bei der Zahnreinigung haben [8, 40].

Nach CANUT [8] wird die Mundhygiene des Patienten durch Einsetzen einer festsitzenden kieferorthopädischen Apparatur folgendermaßen erschwert:

- Erweiterung der Zahnkrone und somit Behinderung der Selbstreinigungsmechanismen
- Schwierigkeiten beim Zähnebürsten durch
 - a) Einengung des Bewegungsraumes der Zahnbürste in der Mundhöhle
 - b) durch Zunahme der Retentionsstellen
- Verringerte Beweglichkeit beim Kauen.

Diese Faktoren führen zu einer vermehrten Anhäufung von Plaque auf der Zahnoberfläche und begünstigen somit die Entstehung von Karies. Festsitzende Apparaturen führen zusätzlich zur Veränderung der Plaquematrix, was BALENSEIFEN und MADONIA [5] bereits 1970 feststellten. Die Autoren konnten nachweisen, dass der pH-

Wert nach dem Einsetzen der festsitzenden Apparatur fällt und die Anzahl von Streptokokken und Lactobazillen, als Initialkeime der Kariesgenese, steigt [5, 9].

Die weitere Bedeutung des Makroreliefs der Zähne, im Sinne von Zahnfehlstellungen, wird deutlich bei der Betrachtung von geschlossenen und offenen Interdentalräumen und ihrer Relevanz für die Retention von Nahrungsresten als Substratdepot für die Plaquegenese [66]. Zahnengstand und Schachtelstellung begünstigen die Kariesentstehung und werden allgemein als prädisponierende Faktoren für eine erhöhte Plaquebildung angesehen [46]. Eine „verwinkelte“ Zahnmorphologie schafft zusätzliche Retentionsräume in denen Speisereste hängen bleiben und sich Mikroorganismen ansiedeln können. Häufig sind diese Bereiche der natürlichen und künstlichen (mechanischen) Zahnreinigung nur erschwert zugänglich. Die Folge ist eine erhöhte Kariesgefährdung der entsprechenden Zähne und Zahnflächen [24].

Die einzelnen Elemente der kieferorthopädischen Apparaturen müssen häufig in nächster Nähe zum Parodont platziert werden, was die orale Hygiene des Zahnfleischsaumes erheblich behindert und die Entwicklung von Parodontopathien begünstigt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um:

- Bänder und Brackets nahe beim oder im gingivalen Sulkus
- Bögen, Federn und Gummizüge nahe der Weichgewebe
- Lücken, die während der Therapie entstehen und zu „food impaction“ führen [42].

In einer Studie konnte KASIVINER [42] zeigen, dass kieferorthopädische Maßnahmen ein bis zwei Monate nach Einsetzen der Apparatur zu einer leichten generalisierten hyperplastischen Veränderung des Parodonts führt, welche jedoch einen Monat nach

Entfernung der festsitzenden Apparatur wieder abklingt. Es kam zu keiner irreversiblen Schädigung des Parodonts [42, 108].

Im Gegensatz dazu konnten DIETRICH und JANSON [13] irreversible Veränderungen bei Patienten mit kieferorthopädischen Bändern nachweisen.

Autoren, welche sich mit der Veränderung des parodontalen Gewebes während der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen beschäftigten, stellten fest, dass ein konsequent durchgeführtes Mundhygieneprogramm das Ausmaß parodontologischer Veränderungen beeinflussen kann [65].

BELLINI [7] stellte fest, dass die Gingivitis bei jungen Erwachsenen durch zwei professionelle Reinigungen im Jahr verhindert und ein weiterer Attachmentverlust gestoppt werden konnte. Ein Erfolg, welcher durch Mundhygieneinstruktion allein nicht möglich ist.

MENG [65] empfiehlt für Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen sogar eine monatliche professionelle Zahnreinigung als effiziente Methode zur Kontrolle von entzündlichen Veränderungen des Parodontalgewebes. Er machte deutlich, dass die Qualität der Mundhygiene einen entscheidenden Einfluß auf die Ausbildung von Parodontopathien hat.

Ein wichtiger Faktor in der Prophylaxe ist der Willen des Patienten den Anweisungen des Arztes Folge zu leisten (Compliance). Dabei muss der Patient ständig unterstützt und motiviert werden [39, 82].

HOFFMANN und JANSON [36] stellten jedoch in einer Studie fest, dass die Compliance während einer kieferorthopädischen Behandlung, welche erhöhte Kon-

trollintervalle und intensivere Beschäftigung mit den Zähnen bedingt, nicht automatisch besser wird.

Dem gegenüber steht die Aussage von MENG [65]: „...kieferorthopädische Behandlung mit festsitzenden Apparaturen führt bei konsequenter Hygieneinstruktion zu einer anhaltenden Verbesserung des Mundhygienebewusstseins.“

Durchschnittlich 55% der kieferorthopädisch behandlungsbedürftigen Dysgnathien zeigen einen Erbcharakter. Die restlichen 45% sind ausschließlich durch Karies erworbene Zahn- und Gebißfehlstellungen [60, 70]. Häufig kommt es schon im Kindesalter durch frühzeitigen Milchzahnverlust zu sekundären Engständen und damit zu einer Fehlentwicklung der Zahnbögen.

Eine Aufgabe der Kieferorthopädie ist es also, neben dem Erkennen von Gebiß- und Zahnfehlstellungen und deren Behandlung, auch zu deren Verhütung beizutragen.

HOFFMANN und JANSON [36] formulierten zwei klare Aufgaben und Ziele einer kieferorthopädischen Behandlung:

- 1) bei Vorliegen von regelrechten Entwicklungsabläufen für Zähne und Kiefer, sollten schädigende Einflüsse rechtzeitig erkannt und eliminiert werden;
- 2) bei Vorliegen von fehlerhaften Entwicklungsabläufen für Zähne und Kiefer, sollte eine weitere Verschlechterung durch äußere Einflüsse verhindert werden, um der notwendigen kieferorthopädischen Therapie nicht zusätzliche erschwerende Faktoren zu bringen.

Einerseits bedingen also vor allem die festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen eine erschwerte Mundhygiene. Sie führen zu verstärkter Plaqueakkumulation und damit zu einem erhöhten Kariesrisiko, so dass eine insuffiziente Mundhygiene die kieferorthopädische Therapie gefährden kann [8, 39]. Andererseits werden fast die Hälfte

aller kieferorthopädisch behandlungsbedürftigen Gebißanomalien durch schlechte Mundhygiene verursacht, so dass oftmals bereits schlechte oral-hygienische Voraussetzungen für die notwendige Therapie vorliegen [36, 60].

Eine effektive Mundhygiene ist somit für eine kieferorthopädische Behandlung allgemein und insbesondere für das Eingliedern einer Multibandapparatur eine unabdingbare Voraussetzung und muss während der gesamten Behandlung fortgesetzt werden [14]. Die Verbesserung und Erleichterung einer gründlichen Mundhygiene mit Hilfe eines optimalen Bürstendesigns ist somit von primärer Bedeutung.

2.4 Die Gestaltung von Zahnbürsten

2.4.1 Studien zur Gestaltung von Zahnbürsten

Zur Erhöhung der Reinigungseffektivität von Zahnbürsten wurden unterschiedliche Designformen und Bürstenvarianten entwickelt. Das optimale Bürstendesign scheint aber bisher noch nicht gefunden worden zu sein [32]. Eine Zahnbürste sollte in jedem Fall in Größe, Form und Beschaffenheit den individuellen Bedürfnissen, dem Alter und manuellen Fähigkeiten des Benutzers angepaßt sein. Nur dann kann sie die Mundhygiene optimal unterstützen und zu einer plaquefreien Zahnoberfläche führen [23].

In Zahnbürstenstudien werden im Allgemeinen zwei oder mehrere Zahnbürstentypen gegenübergestellt und die einzelnen Zahnbürstendetails verschiedener Zahnbürstentypen geprüft.

LANGE [52, 53] erkannte in Abhängigkeit von der Größe des Borstenfeldes und dessen Gestaltung (gezahnt oder plan) eine Beeinflussung der Gewebefrktion im Bereich der Gingiva.

RIEHTE [87] empfiehlt eine Kurzkopfzahnbürste, da sie sich den Gegebenheiten der Mundhöhle am besten anpaßt.

Untersuchungen zum Borstenmaterial machten deutlich, dass in jedem Fall die Naturborsten den synthetischen Borsten in ihren Eigenschaften unterliegen.

HANKE [28] erkennt in seinen Untersuchungen Vorteile für eine weiche Zahnbürste in bezug auf die Verletzungsgefahr der Gingiva bei putztechnisch nicht-instruierten Patienten. Er weist allerdings darauf hin, dass sich, entsprechend der individuellen Gebrauchsmuster (Zahnputzdruck und -technik), kürzere Benutzungsperioden ergeben.

Neben den Prüfungen einzelner Bestandteile manueller Zahnbürsten werden auch immer wieder elektrische und manuelle Zahnbürsten gegenübergestellt [2, 31, 64, 74, 76]. Die elektrische Zahnbürste ist laut Statistik in 18% aller deutschen Haushalte anzutreffen.

In einem Vergleichstest zwischen einer Handzahnbürste und einer elektrischen Zahnbürste machte MAYER [64] deutlich, dass diese Studien nicht zu kurz angelegt sein dürfen, um fundierte Aussagen zu einer längerfristigen Effektivität von Zahnbürsten machen zu können.

Er fand durchweg Vorteile für die Handzahnbürste in bezug auf die Plaqueindexwerte heraus, verweist allerdings auf den Vorteil der elektrischen Zahnbürsten in Hinsicht auf den gewichtigeren Sulkus-Blutungs-Index. Nach einer Eingewöhnungszeit und über die

gesamte Dauer der Studie verringert sich dieser bei Gebrauch einer elektrischen Zahnbürste [64].

RATEITSCHAK [82] stellte fest, dass bei richtiger Instruktion und Anwendung die Reinigungswirkung mit der Handzahnbürste und der elektrischen Zahnbürste auf Dauer etwa gleich gut ist. Lediglich bei geistig und/oder körperlich Behinderten und bei Kindern zeigt die elektrische Zahnbürste bessere Resultate als die Handzahnbürste.

2.4.2 Aufbau und DIN-Normen einer Handzahnbürste

Handzahnbürsten werden vom Verbraucher allgemein nach ihrem Härtegrad „weich, mittel oder hart“ sowie ihrer Bürstenkopfform „Spitz- oder Ovalkopf“ differenziert.

Bei der Vermarktung von Zahnbürsten werden heute in zunehmendem Maße auch wissenschaftlich belegte Putzeigenschaften oder eine komfortable Handhabung durch auffällige moderne Form- und Farbgebungen angepriesen.

Der Verwender ist dabei selten in der Lage, die Eigenschaften einer nach oral-hygienischen, anatomischen und mechanisch-physikalischen Gesichtspunkten richtig konstruierten Zahnbürste korrekt einzuschätzen [33].

Die Deutsche Industrienorm definierte 1986 in einem DIN-Blatt 13917 die Abmaße und Bestandteile einer Zahnbürste sowie die Anforderungen an Werkstoff und Verpackungsart für die einheitliche Herstellung und den Vertrieb von zweckmäßigen Zahnbürsten. So kommt es zur Einteilung der Zahnbürsten entsprechend der Zielgruppe bzw. des Verwenders, also beispielsweise Zahnbürsten für Kinder, Jugendliche und Erwachsene (Abb. 3).

	Breite des Bürstenfeldes max. in mm	Länge des Bürstenfeldes in mm	Schnitthöhe der Besteckung in mm
Kinder	9	15-25	9-12
Jugendliche	11	17-30	9-13
Erwachsene	13	18-40	9-13

Abb. 3: Abhängigkeit der Länge und Breite des Bürstenfeldes und der Schnitthöhe der Besteckung vom Alter des Patienten (nach DIN 13917, 1986). Aus: Hellwege, K.D.: Die Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe. Hüthig (1994)

2.4.2.1 Die Bestandteile einer manuellen Zahnbürste

Die zahnmedizinische Qualität einer manuellen Zahnbürste wird durch drei wesentliche Bestandteile bestimmt (DIN 13917):

- 1) Einzelborste
- 2) Bürstenfeld
- 3) Zahnbürstengriff

Bei den Einzelborsten unterscheidet man Naturborsten und Kunststoffborsten. Naturborsten haben in ihrem Inneren einen Markkanal, der beim Beschneiden der Borsten geöffnet wird. Dieser Kanal kann zur ökologischen Nische für Bakterien werden. Naturborsten splintern und knicken bei mechanischer Belastung und quellen unter Feuchtigkeitseinfluß auf.

Kunststoffborsten bestehen aus dauerelastischen und chemisch beständigen Polyamiden (Nylon). Sie besitzen eine glatte und porenfreie Oberfläche und nehmen praktisch keine Feuchtigkeit auf. Ihre Materialeigenschaften werden durch täglichen Gebrauch nicht beeinflußt. Sie können mundhygienegerecht bearbeitet werden, z.B. abgerundete

Borstenenden zur Verhinderung von Zahnfleischverletzungen. Aus hygienischen und mechanischen Gründen ist also die Kunststoffborste (Kunststofffilamente) den Naturborsten vorzuziehen [86].

Der Durchmesser der Borstenfilamente (Kunststoff) beträgt je nach Härte 0,18-0,35 mm, die Länge ca. 10-12 mm. Die Borsten sind meist in Büscheln von 20-40 Borsten angeordnet. Die Härte der Bürste ist nicht allein vom Borstendurchmesser, sondern auch von der Besatzdichte und der Borstenlänge abhängig. Ein sehr dichter Borstenbesatz des Bürstenkopfes beeinflusst die Reinigungswirkung der Zahnbürste jedoch ungünstig [39].

Als **Bürstenfeld** wird die Breite, Länge und der Schnitt einer Zahnbürstenbesteckung bezeichnet. Allgemein ist das Bürstenfeld aus einem vielbündeligen Borstenfeld (multi-tufted) zusammengestellt. In jedem Fall muss sie den anatomischen und oral-hygienischen Bedingungen des Nutzers angepaßt sein, um optimal reinigen zu können [25].

Die Länge des Bürstenfeldes wird durch die Funktion bestimmt: Der Zahnbürstenkopf wird bei einer systematischen Zahnpflege von Zahnabschnitt zu Zahnabschnitt bewegt und daher sollte die Länge eines Bürstenfeldes nicht die Maße von 2-3 Zahnbreiten überschreiten.

Die Breite des Bürstenfeldes ist abhängig von den klinischen Gegebenheiten der Mundhöhle und sollte auch den letzten Backenzahn problemlos erreichen können, z.B. kleinköpfiges Bürstenfeld bei Kindern = „Lernzahnbürste“, es sollte jedoch mindestens 3-reihig sein.

Eine spezielle 2-reihige Zahnbürste wird in der Parodontologie zur Sulkusreinigung verwendet. Sie wird auch bei Patienten mit festsitzenden Zahnspangen als Zusatzzahn-

bürste empfohlen, da das schmale Bürstenfeld besonders gut den Saum zwischen Zahnfleisch und Bracketapparatur reinigen kann [33].

Der **Bürstengriff** sollte in seiner Ergonomie dem Halten mit der Handinnenfläche (Palmargriff) angepasst sein. Er sollte komfortabel in der Hand liegen und die feinfühligke Führung des Bürstenfeldes in der Mundhöhle unterstützen [33]. Es werden Zahnbürsten mit Rutschsicherung durch einen Zweikomponenten-Griff angeboten sowie für Kinder sogenannte Lernzahnbürsten mit verdicktem Griff, da in diesem Alter die Motorik weniger ausgeprägt ist.

2.4.2.2 Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe

Die Werkstoffe müssen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch chemisch-physikalisch unbedenklich sein und dürfen keine toxischen Substanzen abgeben. Das Material muss geruchs- und geschmacksneutral sein und der verarbeitete Farbstoff darf keine gesundheitlichen Schäden verursachen. Kunststoffe für Griff- und Bürstenfeldträger müssen stoß- und schlagfest sein und der Verbindungsanker zu den Borsten aus korrosionsfestem Material bestehen.

2.4.2.3 Lieferart und Verpackung

Die Zahnbürsten müssen mit sichtbarem Bürstenkopf und hygienisch verpackt in den Handel kommen.

2.5 Systematische Zahnpflege

In Prophylaxeprogrammen wird die Durchführung einer systematischen Zahnpflege empfohlen. Dabei wird, unter Verwendung einer speziellen Putztechnik, der Ober- und Unterkiefer in kleine Zahnabschnitte eingeteilt:

- a) hintere Zahnabschnitte für die Molaren
(Abschnitt 1 und 4)
- b) mittlere Zahnabschnitte für die Prämolaren
(Abschnitt 2 und 5)
- c) vordere Zahnabschnitte für die Frontzähne
(Abschnitt 3 und 6)

Jeder Zahnabschnitt wird jeweils auf der oralen, der vestibulären und der okklusalen Zahnfläche gereinigt.

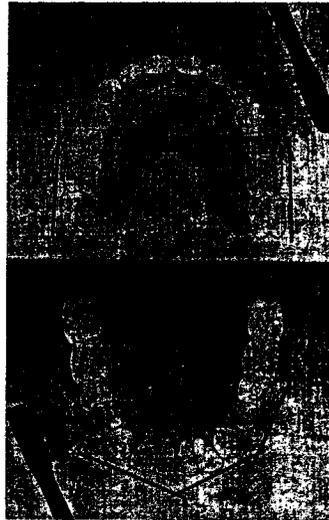


Abb. 4: Aus: Hellwege, K. D.: Die Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe. Hühig, Heidelberg (1994)

In der Bevölkerung ist es heute noch weitverbreitet, mit der Zahnbürste völlig unsystematisch waagrecht im Mund „hin- und her zu schrubben“ (Schrubb-Technik) [67]. Häufig werden nur die labialen und leicht erreichbaren bukkalen Zahnflächen gesäubert und die oralen, schwerer zugänglichen Areale, werden nur ungenügend gereinigt.

2.5.1 Zahnputztechniken und ihre Indikation

In der Literatur wird eine Vielzahl von Zahnputztechniken beschrieben. RIETHE [86] stellte 1974 fest, dass es keine Putztechnik gibt, die universell allen Patienten ohne Ausnahme zu empfehlen wäre. Das Erkennen von spezifischen Erkrankungen, z.B. Karies und Parodontopathien, die morphologischen Gegebenheiten, z.B. Rezessionen, Engstände usw., die Geschicklichkeit des Patienten sowie die Wahl einer zweckmäßigen Zahnbürste spielen bei der Wahl der „richtigen“ Putztechnik eine entscheidende Rolle [45, 86].

Folgende drei anerkannte Zahnputztechniken der Zahnheilkunde werden den Patienten mit speziellen Erkrankungen des Zahnhalteapparates empfohlen [82]:

- das zirkuläre Zähnebürsten, modifiziert nach Bass (Bass-Technik)
- das vertikale Zähnebürsten, modifiziert nach Stillmann (Stillmann-Technik)
- die Charters-Methode (Charters-Technik)

Im Folgenden werden die vier am häufigsten verwendeten Zahnputztechniken und ihre Indikationen kurz beschrieben:

2.5.1.1 Horizontale Methode, Schrubb-Technik

Diese horizontale Methode ist mit einer Verbreitung von 40%-90% die am meisten angewandte Technik [26, 87].

Das Bürstenfeld wird in einem 90°-Winkel an die Zahnoberfläche angelegt. Mit horizontalen und grobmotorischen Hin- und Herbewegungen, meist unter großem Druck, wird die Gebißreinigung vollzogen werden. Dabei erreicht das Bürstenfeld einerseits nur Zahnflächen, die meist schon der Selbstreinigung unterliegen. Andererseits werden Speisereste zusätzlich in den Approximalraum gedrückt [87]. Diese

unsystematische und unkontrollierte Putzbewegung folgt individuellen Bewegungsmustern (Gewohnheiten) und besitzt, da leicht reproduzierbar, ein starkes Beharrungsvermögen [67]. Oft kommt es hierbei zu Verletzungen oder Retraktionen des Gingiva-saumes (Stillmannsche Spalten) und Zahnhartsubstanzdefekten (keilförmige Defekte). Auch Kinder bevorzugen diese Zahnputzmethode, denn ihre Motorik ist noch ungelentk. International ist sie daher auch als kindgemäßer Einstieg in die Zahnpflege akzeptiert.

2.5.1.2 Bass-Methode (1954), Vibrationstechnik [6]

Diese leicht erlernbare Putztechnik nach Bass hat international die größte Verbreitung erlangt, da sie sich ohne Mühe in allen Zahnputzbereichen anwenden läßt. Bei der Bass-Methode wird das Bürstenfeld schräg in einen Anstellungswinkel von 45° gegen den Zahnfleischsaum gelegt und dann mit kleinen rüttelnden Hin- und Herbewegungen von einer halben Zahnbreite bewegt.

Diese Technik beseitigt gezielt supra- und subgingivale Plaque entlang des Zahnfleischsaums sowie auf den Kauflächen und wird hauptsächlich Patienten mit gesunden Parodontalverhältnissen oder leichten Gingivitiden empfohlen [85].

2.5.1.3 Stillmann-Methode (1933), Auswischtechnik [95]

Die Zahnputzmethode nach Stillmann erfordert eine erhöhte manuelle Geschicklichkeit des Patienten und ist nicht leicht erlernbar. Die Borstenbündel liegen bei der Stillmann-Technik parallel zur Zahnachse, das Bürstenfeld zeigt wurzelwärts. Auf den Kauflächen steht es senkrecht. In einem kombinierten Bewegungsablauf von Rüttel- und Rollbewegungen wird das Bürstenfeld von wurzelwärts rüttelnd und abrollend zur Kaufläche hingeführt. Dabei kommt es zu einer guten Massagewirkung und Kräftigung des Zahn-

fleischsaumes, so dass diese Technik zur Stimulation der Gingiva empfohlen wird. Sie ist deshalb besonders bei Patienten mit entzündungsfreien Zahnfleischrezessionen (Stillmannsche Spalten) angezeigt.

Sie kann jedoch nicht in allen Zahnputzbereichen angewendet werden, da die empfohlenen Zahnputzbewegungen auf den Innenflächen der Seitenzähne kaum zu praktizieren sind.

2.5.1.4 Charters-Methode (1922) [10]

Die Charters-Methode läßt sich als spiegelbildliche Stillmann-Methode beschreiben und erfordert ebenfalls eine hohe Geschicklichkeit des Anwenders. Das Borstenfeld zeigt in einem Winkel von 45° kronenwärts und wird mit einer kombinierten Rüttel- und Abrollbewegung von der Kaufläche nach wurzelwärts geführt. CHARTERS [10] empfahl seine Methode, um speziell das marginale und interdentale Zahnfleisch zu reinigen und zu massieren. Sie wird heute in erster Linie als unterstützende Maßnahme bei der Behandlung von entzündlichen Parodontalerkrankungen und als Rezidivprophylaxe bei abgeschlossenen Parodontalbehandlungen angesehen und nicht eigentlich als Zahnputzmethode. Aus diesem Grund sollte der Anwendung dieser Technik auch immer eine übliche Zahnreinigung vorausgehen. Die Charters-Methode ist auf den Innenflächen der Seitenzähne nicht oder nur sehr schwer anzuwenden. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Konsequenz, dass diese Methode von wenigen Patienten und sehr indikations- und zeitbegrenzt eingesetzt werden kann.

Aus der Beschreibung der Zahnputzmethoden ist zu erkennen, dass das Erlernen einer speziellen Putztechnik für den Patienten einen hohen Zeitaufwand und umfangreiche

Unterweisungen erfordert. Für die Beherrschung einer effizienten und schonenden Technik sind mehrfach Motivation (Kontrolle) und Instruktion durch den Zahnarzt oder geschultes Personal notwendig [82]

Beobachtungen in der Praxis machen deutlich, dass eine intensive Instruktion oft nicht möglich ist und die Anweisungen zur Zahnpflege nur ungenügend befolgt werden. Gerade jugendliche kieferorthopädische Patienten zeigen auf Grund pubertärer psychischer Veränderungen häufig Defizite in Motivation und Ausdauer [14]. Zusätzlich erfordert die Reinigung kieferorthopädischer Apparaturen erhöhtes Geschick bei der Handhabung der Zahnbürste, was gerade jungen Patienten fehlt. Der erhöhte Aufwand beim Zähneputzen erscheint den Patienten somit als „mühsam“ und „lästig“ [14, 106].

GÜLZOW [23] ist daher der Meinung, dass man auf keinen Fall aus der zu wählenden Zahnputztechnik eine „Weltanschauung“ machen sollte. Wenn der Patient in der Lage ist mit seiner individuellen Technik sein Gebiß und sein marginales Parodont sauber zu halten, sollte man ihn nicht auf eine andere Technik umstellen. Der Patient darf mit der ausgewählten Technik nicht überfordert werden. Gerade bei Kindern werden die natürlichen, horizontalen Putzbewegungen international als sinnvolle, kindliche Bürstenbewegungen empfohlen [33].

Welche Zahnputzmethode also einem Patienten empfohlen wird, muss vom Zustand des Parodonts, als auch von seiner Fähigkeit, eine bestimmte Technik geschickt anzuwenden, abhängig gemacht werden.

Der Erfolg der Zahnreinigung, d.h. die Entfernung weicher Beläge, hängt erst in zweiter Linie von Zahnputzmethode, Bürstenform und Zahnpasta (Hilfsmittel) ab. Wichtiger ist die regelmäßige und systematische Durchführung einer Zahnreinigung [24, 33, 82].

2.5.2 Weitere Mundhygienehilfsmittel

Mit Zahnbürste und Zahnpasta läßt sich die Plaque an den allgemein zugänglichen Zahnbereichen grundlegend entfernen. In den dentalen Nischenbereichen, z.B. dem Approximalraum, kommt es jedoch zu Plaqueanhäufungen, die ohne spezielle Mundhygienehilfsmittel nur schwer zu entfernen sind. Dies trifft um so mehr für Träger kieferorthopädischer Apparaturen zu, da die Borsten einer normalen Bürste an den feinen Drahtligaturen der kieferorthopädischen Apparatur vorbeigleiten. Es entsteht eine Schattenwirkung, die in diesen Bereichen zu regelmäßig verbleibenden Plaqueinseln führt [50].

Zu den weiteren zahnmedizinisch anerkannten zusätzlichen Hilfsmitteln der Zahnreinigung zählen Zahnseide, Interdentalbürsten und mechanische Zahnhölzer sowie antimikrobielle und desinfizierende Mundspüllösungen.

Zahnseide zählt zu den effektivsten Hilfsmitteln, um insbesondere proximale Plaque-reste zu entfernen [11]. Klinische Beobachtungen zeigen jedoch, dass die Anwendung von Zahnseide bei Patienten mit orthodontischen Geräten auf Grund des durchgehenden Drahtbogens nur schwer nutzbar ist.

Eine unterstützende Zahnreinigung durch **Interdentalbürsten** und **mechanischen Zahnhölzern** empfiehlt sich daher für diese Patienten eher. Interdentalbürsten werden besonders in Bereichen, die auf Grund ihrer Morphologie schwer zugänglich sind angewendet.

Eine zusätzliche Anwendung von **antimikrobiellen** und **desinfizierenden Spüllösungen** zu herkömmlich mechanischen Reinigungsverfahren hat sich in den letzten Jahren für Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen ebenfalls als

vorteilhaft erwiesen. Chlorhexidin ist dabei der bisher am intensivsten untersuchte Wirkstoff (mehr als 3000 belegbare Studien) und besitzt für die Plaque- und Gingivitisreduzierung die größte Wirksamkeit [22]. Das ursprünglich 1954 zur Malariaphylaxe hergestellte Chlorhexidin ist ein antimikrobieller Breitbandwirkstoff. Er kann sich leicht an Zahnschmelz, Plaque und Schleimhaut binden, setzt seinen Wirkstoff verzögert frei und führt so zu einem langandauernden, antibakteriellen Effekt. Chlorhexidin sollte auf Grund der Nebenwirkungen nur zeitlich befristet angewendet werden.

Im Allgemeinen können derartige Lösungen überall dort angewendet werden, wo kurzzeitig eine Keimreduzierung in der Mundhöhle erzielt werden soll bzw. eine mechanische Plaqueentfernung vorübergehend erschwert ist, z.B. bei behinderten und alten Menschen, im Rahmen einer parodontalen Nachsorge oder auch bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen und der Gefahr zu Gingivitiden [25, 105]

In den letzten Jahren werden auch die seit langem bewährten Fluoridverbindungen, z.B. Amin- und Zinnfluoride, als plaquehemmende Substanzen in der Kariesprophylaxe eingesetzt. Ein Produkt welches Amin- und Zinnfluorid im Verhältnis 1:1 enthält, besitzt eine plaquereduzierende Wirkung, die derjenigen von Chlorhexidin nahe kommt [78]. Amin- und Zinnfluoride sind nach heutiger Meinung frei von Nebenwirkungen und lassen sich daher langfristiger anwenden als Chlorhexidinlösungen [90].

2.5.3 Zahnputzdauer und -frequenz

In der Plaque wird der Bakterienstoffwechsel durch Verfügbarkeit von Substrat (Zucker) in Gang gehalten. Untersuchungen belegen, dass die Entfernung von Speiseresten 10 Minuten nach jeder Mahlzeit zu einer Kariesverminderung um über 50% führt

[19, 63]. Besonders approximal kam es zu einer guten kariesprophylaktischen Wirkung und einer Verminderung des Karieszuwachses um 60%. Durch sofortige Entfernung lediglich der Speisereste kann die Kariesgefahr also stark reduziert werden. Andererseits belegt eine weitere Studie an 11-15jährigen Schulkindern, dass eine tägliche, überwachte Plaqueentfernung keinen signifikanten Nutzen für die Mundgesundheit bringt [38, 94]. Es kommt zu keiner nachweislichen Verminderung der Kariesinzidenz, obwohl die Plaque um rund ein Fünftel und die Gingivitis um rund ein Drittel gesenkt wird.

Es ist bekannt, dass bei unvollständiger Plaqueentfernung den Bakterien ein ausreichendes Substratangebot zum Grundumsatz bleibt. Es befinden sich noch Mucopolysaccharide im Speichel und Exsudat mit Polysacchariden im Sulkus. Entfernt man die Plaque vollständig, kann auch aus diesen Zuckern keine Säure mehr gebildet werden. Nach Untersuchungen dauert es 24 Stunden bis zur Neubildung der Bakterienplaque [9]. Danach ist also die völlige Plaqueentfernung in größeren zeitlichen Abständen günstiger als eine häufigere Entfernung lediglich der Speisereste [49].

Technisch-praktisch gesehen bereitet die völlige Plaqueentfernung große Schwierigkeiten und ist nur mit entsprechend hohem Aufwand an Zeit und Mühe von besonders motivierten Patienten zu erreichen. Die tatsächliche Putzzeit der Bevölkerung ist häufig nicht ausreichend [26]. Sie beträgt bei uninstruierten, unüberwachten Patienten lediglich 33 Sekunden (+/- 12 Sekunden) [61].

2 Literaturübersicht

Ein wirklich sauberes und plaquefreies Gebiß ist aber erst nach 5-10 Minuten Putzzeit zu erzielen [63] und ohne gute Beleuchtung, Spiegel, Anfärben der Beläge und zusätzlichen Hilfsmitteln wie Zahnseide usw. kaum möglich [49].

Zweimal tägliches Zähneputzen reicht zur Prävention einer Gingivitis aus. Mehr als zweimal täglich die Zähne zu putzen bringt keinen zusätzlichen Vorteil für die Kariesprophylaxe [15].

3 Ziel der Arbeit

3 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Effektivität und Zweckmäßigkeit einer speziell für die Mundhygiene von Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen entwickelten Zahnbürste im Vergleich zu einer Kontrollzahnbürste zu untersuchen.

Diese Arbeit ist dabei als ein Beitrag zur Bewertung und Weiterentwicklung von Pflegeinstrumenten für besondere Mundhygienesituationen und damit zur Unterstützung einer optimierten Zahnpflege des orthodontisch behandelten Patienten zu sehen.

Die Bestimmung der in dieser Studie erhobenen Plaque- und Gingivitisindizes unterliegt während der Bewertung der Subjektivität des Betrachters. Eine Methode, diese Subjektivität des Betrachters auszuschalten, würde die Fotodokumentation mit anschließender planimetrischer Plaqueflächenausmessung bieten. Es werden daher zusätzlich zur visuellen Beurteilung der Plaquemenge vor und nach jedem Putzvorgang intraorale Bilder erstellt, welche dann in einer weiteren Studie zur Entwicklung einer planimetrischen Auswertungsmethode genutzt werden können.

4 Material und Methode

4.1 Testzahnbürsten

Bei den zu untersuchenden Zahnbürsten handelte es sich einmal um die Ortho P 35 der Firma Oral-B und als Referenzbürste um die ADA Kontrollzahnbürste. Durch die Verwendung einer Referenzzahnbürste konnten „Forschungs-Artefakte“, wie der „Hawthorn-Effekt“ unbeachtet bleiben [88]. Beide Handzahnbürsten wurden bezüglich ihrer Reinigungswirkung und gingivalen Gesundheit getestet.

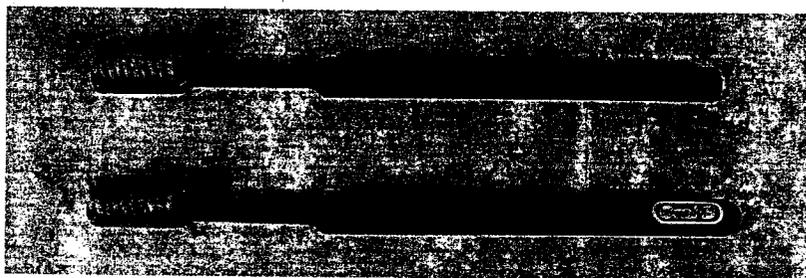


Abb. 5: ADA-Kontrollzahnbürste und Testzahnbürste Oral-B Ortho P35

Die Ortho P35 wurde speziell für die Zahnreinigung der Zähne mit festsitzenden Apparaturen entwickelt. Sie besitzt als Besonderheit längere Außenborsten und eine kürzere und v-förmig eingeschnittene mittlere Borstenreihe.

Die ADA-Kontrollzahnbürste ist die von der Council on Scientific Affairs der ADA in ihren Acceptance-Program-Studien [3] verwendete Zahnbürste. Sie gleicht in ihrer Bürstenfeldlänge und -breite den Ausmaßen der Ortho P35. Grifflänge und -breite weichen nur geringfügig von einander ab. Der Borstenfeldschnitt ist abweichend zur Oral-B Bürste flach mit durchweg gleich langen Borsten.

Beide Bürsten haben keine Griffabwinklung.

technische Spezifikationen der Zahnbürsten:

Ortho P35

ADA Kontrollzahnbürste



Gesamtlänge:	177 mm	178 mm
Grifflänge:	115 mm	113 mm
Griffbreite:	9-11 mm	9-12 mm
Griffwinkel:	nein	nein
Kopflänge:	25 mm	25 mm
Kopfbreite:	10 mm	10 mm
Länge des Borstenfeldes:	23 mm	23 mm
Breite des Borstenfeldes:	8 mm	8 mm
Bündelanzahl:	39	39
Bündelanordnung:	multi-tufted, parallel	multi-tufted, parallel
Borstenlänge:	außen: 11 mm innen: 7 mm	außen: 11 mm
Trimmwinkel:	45°	keinen
Anzahl der Filamente pro Bündel:	20 +/- 2	20 +/- 2
Material:	Isoplast	Isoplast

Die verwendeten Chemikalien entsprechen oder übertreffen den Oral-B Standard

4.2 American Dental Association (ADA)

Die American Dental Association ist u.a. eine Vereinigung zur Qualitätssicherung von dentalen Produkten. Sie fördert mit ihren Qualitätskontrollprogrammen die Sicherheit und Effektivität von zahnmedizinischen Produkten. Rund 60 % der bewerteten 1300 Dentalprodukte sind professionell genutzte zahnärztliche Verbrauchsmaterialien, z.B. Antibiotika und Füllmaterialien. Die restlichen 40% sind Verbraucherprodukte, z.B. Zahnpasta, Zahnseide oder manuelle und elektrische Zahnbürsten.

In den Testprogrammen werden Standards und Richtlinien für die Prüfung von Materialien, Instrumenten und Ausrüstung definiert, welche auch in dieser Studie herangezogen wurden.

In Anlehnung an das ADA Acceptance-Program-Toothbrush [3] ergeben sich folgende allgemeine Anforderungen an diese Zahnbürstenstudie:

- Vorauswahl von geeigneten Patienten mit „durchschnittlicher“ Plaquebelastung, um Veränderungen in den gemessenen Indexwerten deutlich machen zu können (Patientenscreening)
- ausreichende Zeitintervalle zwischen den Messungen, um zahnbürstenbedingte Charakteristika herauszustellen (Mindestdauer 30 Tage)
- den Untersuchungskriterien angepaßte Indizes und Methoden
- keine besonderen Instruktionen zur Mundhygiene
- mindestens zweimaliges Zähneputzen täglich
- Zuverlässigkeit und Studienmotivation der Patienten
- Geheimhalten der Bürstenidentität vor dem Patienten

Den Richtlinien der ADA wurde in der vorliegenden Studie wie folgt entsprochen.

4.3 Untersuchungsteilnehmer

4.3.1 Patientenauswahl

Zu Studienbeginn wurden ca. 50 Patienten einer kieferorthopädischen Praxis nach einem Zufallsprinzip ausgewählt. Dabei wurden von jedem alphabetischem Buchstaben der in der Praxis vorhandenen Patientenkartei mindestens 2 Patienten mit einer Karteimarkierung gekennzeichnet. In dieser Studie standen ausschließlich Kassenpatienten als Probanden zur Verfügung.

Die Patienten der gekennzeichneten Karteikarten erfüllten bereits folgende Kriterien, welche Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie waren:

- Die Untersuchungsteilnehmer waren mindestens 12 Jahre alt. Auf Grund von Extraktionen, Nichtanlagen, Spätzahnung oder Verlagerung können vereinzelt Prämolaren bzw. Eckzähne noch nicht durchgebrochen/ nicht vorhanden sein.
- Die Patienten waren seit mindestens ½ Jahr vollbehandelt, d.h., sie besaßen Bänder bzw. Brackets an allen vorhandenen Zähnen bis einschließlich der Sechsjahrmolaren in beiden Kiefern.
- Es lag von Seiten des Patienten die Bereitschaft vor, zu vier weiteren Untersuchungsterminen zu erscheinen
- Die Patienten werden ihre festsitzende Apparatur noch mindestens ½ Jahr tragen
- Probanden mit folgender Gesundheitsanamnese wurden ausgenommen:
 - mit systemischen Erkrankungen, welche die orale Mundflora beeinflussen
 - die zur Zeit entzündungshemmende Medikamente einnehmen

4.3.2 Screening und qualifizierender API

Die Patienten wurden während einer kieferorthopädischen Kontrollsitzung über die Studie informiert und erklärten sich, durch Unterschreiben einer Einverständniserklärung, zur Teilnahme an der Studie bereit. Bei jedem Probanden, welcher sich zur Studienteilnahme bereit erklärt hatte, wurde anschließend im Rahmen einer „nullten“ Studiensitzung ein Screening durchgeführt, d.h., die Probanden wurden durch die Ermittlung eines qualifizierenden API's weiter selektiert. Gleichzeitig erfolgte eine Instruktion in studienbedingte Verhaltensregeln.

Die Probanden erhielten in der Screeningsitzung („nullte“ Studiensitzung) folgende Einweisungen zur Studie:

- Jeweils 12-16 Stunden vor einem vereinbarten Termin sollten die Zähne nicht mehr geputzt werden (over-night-plaque-formation) [3].
- Der Patient wurde angewiesen, seine gewohnten Mundpflegegewohnheiten während der gesamten Studie beizubehalten. Die Zähne sollten morgens und abends bis zu einem Gefühl der Sauberkeit geputzt werden. Eine vorherige Unterweisung zur Ausübung einer bestimmten Bürstentechnik während der Studie erfolgte nicht. Die Autorin versprach sich davon, die Bereitschaft und Motivation der Probanden nicht nachhaltig zu beeinflussen.
- Aus Akzeptanzgründen konnte die gewohnte Zahnpasta genutzt werden, im Verlauf der Studie sollte die Zahnpastamarke jedoch nicht gewechselt werden, um deren möglichen Effekt zu eliminieren.
- Während der beiden Testphasen sollten keine zusätzlichen Hilfsmittel wie Zahnseide, Zahnstocher, Interdentalbürsten u.ä. verwendet werden.

Im Rahmen der Screeningsitzung wurde, zusätzlich zur Einweisung der Probanden, ein Zahnstatus und ein qualifizierender API aufgenommen. Der qualifizierende API wurde erhoben, um anschließend Probanden mit nur milder oder moderater Plaquebelastung zu selektieren. Zur Ermittlung des qualifizierenden Plaqueindex wurden die Zähne angefärbt und jedem Zahn ein Indexgrad zugeteilt. Die Gradeinteilung und Anfärbung entspricht dem im Abschnitt Versuchsdurchführung beschriebenen Vorgehen. Für den qualifizierenden API wurden alle vorhandenen Zähne beurteilt und aus den ermittelten Werten das arithmetische Mittel gebildet. Der Patient wurde nur dann in die Zahnputzstudie aufgenommen, wenn der qualifizierende API $\geq 1,5$ war [3].

Alle Versuchsteilnehmer wiesen regelmäßige Mundpflegegewohnheiten auf und gaben an, mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen [3].

Keiner der Patienten hatte in den letzten 6 Monaten vor Untersuchungsbeginn Antibiotika eingenommen oder eine professionelle Zahnreinigung erfahren.

Die Größe kariöser Läsionen bzw. Füllungen können auf Grund der größeren Plaque-retention von Brackets und Bändern vernachlässigt werden.

Nach Erfüllung aller Auswahlkriterien wurde der Proband in die Studie aufgenommen und stand jetzt für die weiteren Studiensitzungen zur Verfügung.

Für die statistische Auswertung standen die Ergebnisse von 28 Patienten zur Verfügung. Die Versuchsteilnehmer waren zwischen 12 und 28 Jahren alt. Untersucht wurden 19 weibliche Probanden im Alter von 12 bis 28 Jahren und 9 männliche Probanden im Alter von 12 bis 17 Jahren.

22 der ursprünglich 50 Probanden nahmen nicht an der Studie teil, die Verluste lassen sich wie folgt erklären.

Es gestaltete sich schwierig, die Studienuntersuchungen einerseits in den Praxisablauf und andererseits in die regelmäßigen Kontrolltermine der Patienten einzubinden, ohne dass der Proband durch zusätzliche Termine oder verlängerte Sitzungszeiten belastet wurde.

Diese Studie wurde vorwiegend mit schulpflichtigen Kindern durchgeführt, welche dafür nur ungern von den Eltern vormittags von der Schule freigestellt wurden. Die Untersuchungen fanden daher meist vor oder nach den täglichen Praxiszeiten statt, was jedoch ein zusätzliches Erscheinen der Probanden zu den normalen Kontrollterminen bedingte, da diese Sitzungen ohne kieferorthopädische Kontrolle erfolgten.

Die sorgfältige visuelle Bestimmung der Plaqueindexwerte und der anschließende Zahnputzvorgang mit vorheriger und nachfolgender Fotodokumentation umfaßt ca. 30-40 Minuten. Im Zusammenhang mit einer kieferorthopädischen Kontrollsitzung mit Bogenwechsel von ca. 30 Minuten resultiert daraus eine Kontrollsitzung von mindestens einer Stunde, welche vor allem von den jugendlichen Patienten abgelehnt wurde.

Ursachen für den Verlust waren also:

- fehlende Bereitschaft an der Studie teilzunehmen
- Nichteinhalten der Terminvorgaben
- Nichterreichen eines bestimmten Plaqueindexwertes ($API \geq 1,5$).

4.4 Kalibrierung

Das Ziel jeder Teststudie sollte es sein, gleiche Bewertungsmaßstäbe in die Resultate der Untersuchung eingehen zu lassen. Dazu ist es u.a. notwendig für die Erhebung aller Werte gleiche räumliche Bedingungen zu schaffen und alle Untersuchenden identisch einzuweisen (kalibrieren).

Die Untersuchungen dieser Studie erfolgten in einer kieferorthopädischen Praxis in einem separaten Raum, mit immer gleichen Lichtverhältnissen und wurden von ein und demselben Behandler durchgeführt. Hierdurch sollte eine gleichartige Bewertung der SBI- und API-Werte gewährleistet werden.

4.5 Versuchsdurchführung

Der Versuch erstreckte sich über einen Zeitraum von zweimal vier Wochen. Zwischen den beiden Testzeiträumen lag für jeden Probanden eine mindestens 7- bis 21-tägige Pause (wash-out-phase). Die gesamte Versuchsdauer umfaßte also 10-12 Wochen, je nach Länge der wash-out-phase der einzelnen Probanden.

Die Studiensitzungen erfolgten jeweils zu Beginn und zum Ende der zwei Testphasen. So ergaben sich vier Studiensitzungen. Studiensitzung „1“ und „2“ während der ersten Testphase und Studiensitzung „3“ und „4“ während der zweiten Testphase.

Alle Versuchsteilnehmer bildeten eine experimentelle Gruppe, welcher nacheinander, jeweils zu Beginn der vierwöchigen Testphase, also in der 1. und 3. Studiensitzung, ein neuer Zahnbürstentyp ausgehändigt wurde.

In beiden Testphasen wurde die Bürstenidentität vor dem Probanden geheim gehalten. Jeweils zu Beginn der 4 Wochen (begin) und am Ende des vierwöchigen Zeitraumes (end), wurde vor (v) und nach (n) dem Zähneputzen in der Praxis der Sulkus-Blutungs-

Index nach MÜHLEMANN und SON (1971) und ein modifizierter Plaqueindex nach QUIGLEY und HEIN (1962) erhoben. Nach der Befunderhebung wurden die Ergebnisse fotografiert.

Zu jeder Sitzung fanden sich die Patienten mit einem over-night-Plaquestatus in der Praxis ein, d.h., sie haben über einen Zeitraum von 12-16 Stunden die Zähne nicht geputzt.

Während der zwischen den Testphasen liegenden „wash-out-phase“, einer kontrolllosen „Auswaschphase“ zwischen der Testphase für Zahnbürste A und der Testphase für Zahnbürste B, wurde dem Probanden die Möglichkeit gegeben, wieder zu seiner gewohnten Zahnpflege mit seiner „alten“ Zahnbürste, sowie der Nutzung von Mundhygienehilfsmitteln überzugehen. Dadurch sollte sich eine eventuell existierende Gingivitis zurückbilden bzw. neu manifestieren sowie der Einfluß der Reihenfolge der Zahnbürsten ausgeschaltet werden.

4.5.1 Indikatorlösung

Zur Bewertung supragingivaler Zahnbeläge werden Relevatoren verwendet, d.h., die Plaque der Zähne wird mit einem „Färbemittel“ sichtbar gemacht. Derartige Indikatorlösungen erlauben es, die Ausbreitung der Zahnbeläge auf der Zahnoberfläche einfacher zu diagnostizieren. Die in dieser Studie genutzte Indikatorlösung Erythrosin ist eine Ein-Komponenten-Lösung und färbt vorhandene Zahnbeläge rot ein.

Der Farbstoff wurde mit einem Wattepellet leicht tupfend auf die Zähne aufgebracht. Dabei wurde genau darauf geachtet, die Plaque nicht zu „verwischen“.

Der überschüssige Farbstoff wurde anschließend vom Patienten durch zweimaliges Spülen aus dem Mund entfernt, da dieser sonst die Zunge und Schleimhäute ebenfalls rot einfärben würde.

4.5.2 Fotodokumentation

In jeder der vier Studiensitzungen wurde der Zustand vor und nach dem Putzen in der Praxis fotografisch dokumentiert. Dabei entstanden drei Aufnahmen vor dem Putzen und drei Aufnahmen nach dem Putzen, jeweils en face, lateral links und lateral rechts (Abb. 6, 7, 8).

Die Aufnahmen erfolgten mit einer Intraoralkamera (Yashica, Dental-Eye II) nach Anfärben der Zähne. Mittels einer Feststellschraube wurde, durch Stationieren des Focusrings, der Abstand zum Objekt (25,5 cm) definiert [20].

Bei den intraoralen Aufnahmen erwies sich eine Kopfbißstellung der Zähne als günstig, da es so zu keiner Verdeckung seitlicher und frontaler Zahnflächen kam.

Das zu untersuchende Zahnfeld wurde durch Einlegen eines Mundspanners sichtbar gemacht [106].



Abb. 6: en face

Abb. 7: lateral links

Abb. 8: lateral rechts

4.5.3 Ablauf der Studiensitzungen

0. Screeningsitzung

- Bestimmung der teilnehmenden Patienten durch:
 - o unterschreiben einer Einverständniserklärung
 - o eine qualifizierende Plaqueindexbestimmung (API \geq 1,5)
- Einweisung der evaluierten Patienten in Verhaltensregeln während der Studie

1. Studiensitzung

- Prebrushing/vorher:
 - o Gingivitisindexbestimmung
 - o Fotografische Darstellung mit Anfärben
 - o Plaqueindexbestimmung
- Vergabe der **ADA-Kontrollzahnbürste**
 - o Der Patient putzt sich im Mundhygieneraum der Praxis die Zähne bis zum Gefühl der Sauberkeit.
- Postbrushing/nachher:
 - o Fotografische Darstellung mit Anfärben
 - o Plaqueindexbestimmung

Der Patient wurde mit dem ersten Zahnbürstentyp nach Hause entlassen. Er sollte über eine Dauer von 30 Tagen damit seine Zahnpflege betreiben und sich anschließend wieder in der Praxis vorstellen.

2. Studiensitzung

- Prebrushing/vorher:

- o Gingivitisindexbestimmung
- o Fotografische Darstellung mit Anfärben
- o Plaqueindexbestimmung
- Der Patient putzte sich in der Praxis mit der ADA-Kontrollzahnbürste wie gewohnt die Zähne, anschließend erfolgte der **Einzug der ADA-Kontrollzahnbürste**
- Postbrushing/nachher:
 - o Fotografische Darstellung
 - o Plaqueindexbestimmung

wash-out-phase von 7-21 Tagen

- o Der Patient ging zu Hause wieder zur gewohnten Zahnpflege über und konnte dabei seine „alte“ Bürste und zusätzliche Mundhygienehilfsmittel verwenden.

3. Studiensitzung

- Prebrushing/vorher:
 - o Gingivitisindexbestimmung
 - o Fotografische Darstellung mit Anfärben
 - o Plaqueindexbestimmung
- Die **Oral-B Ortho P35** wurde dem Patienten ausgehändigt und der Patient putzte im Mundhygieneraum der Praxis die Zähne bis zum Gefühl der Sauberkeit.
- Postbrushing/nachher:

- Fotografische Darstellung
- Plaqueindexbestimmung

Der Patient nahm anschließend den zweiten Zahnbürstentyp für einen 30-tägigen Gebrauch mit nach Hause und putzte entsprechend den Anweisungen seine Zähne.

4. Studiensitzung

- Prebrushing/vorher:
 - Gingivitisindexbestimmung
 - Fotografische Darstellung mit Anfärben
 - Plaqueindexbestimmung
- Der Patient putzte sich in der Praxis mit der Ortho P35 die Zähne und es erfolgte der **Einzug der Ortho P35**.
- Postbrushing/nachher:
 - Fotografische Darstellung
 - Plaqueindexbestimmung

Alle Befunde und Daten wurden in einem Prüfprotokoll dokumentiert (Kap. 11.2).

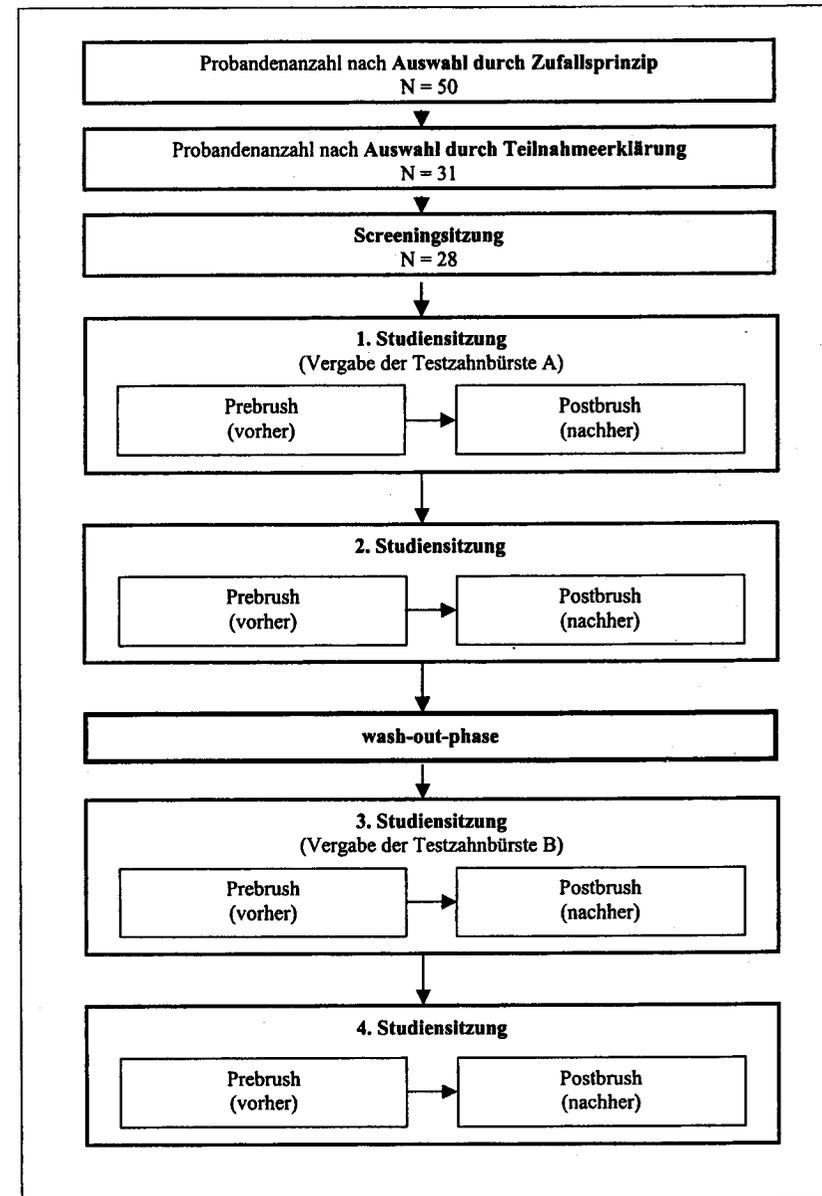


Abb. 9: Flussdiagramm zum Ablauf der Zahnputzstudie

4.6 Bewertungsmethoden

4.6.1 Erhebung des Plaqueindex

Die Plaquebelastung der Zähne wurde mittels des modifizierten Plaqueindex nach QUIGLEY und HEIN erhoben. Dabei wurden die Werte an den sogenannten Ramfjörzähnen (16, 21, 24, 36, 41, 46) gemessen [17]. Alle untersuchten Zähne waren entweder mit Bändern oder mit Brackets versehen.

Die Messungen wurden an den Vestibulärflächen aller vorhandenen Zähne vorgenommen, da die Ansammlung von Plaque an den Palatinal- bzw. Lingualflächen zu sehr unter dem Einfluß der Zunge stehen und festsitzende kieferorthopädische Apparaturen hauptsächlich auf den vestibulären Zahnflächen zu erhöhter Plaqueakkumulation führen. Zusätzlich ist für den Reinigungsgrad der Palatinal- und Lingualflächen der Zähne auch die jeweilige manuelle Geschicklichkeit des Patienten ausschlaggebend und diese sollte hier nicht beurteilt werden.

Da kieferorthopädische Befestigungselemente die zu beurteilende vestibuläre Fläche eines Zahnes teilweise unterteilen und verdecken, erfolgt die Zuordnung der Plaqueausdehnung in den Graden 3 bis 5 in Relation zu den Brackets [14]. Die Menge der Plaque wurde nach folgenden Kriterien in sechs Grade eingeteilt:

- Grad 0: keine Plaque
- Grad 1: vereinzelte Plaqueinseln entlang des Gingivarandes
- Grad 2: deutliche Plaquelinie ($\leq 1\text{mm}$) entlang des Gingivarandes
- Grad 3: Plaqueausdehnung im zervikalen Drittel bis zur gingivalen Bracketbasis
- Grad 4: Plaqueausdehnung (auch approximal) bis zur inzisalen Bracketbasis
- Grad 5: Plaqueausdehnung über die inzisale Bracketbasis hinaus

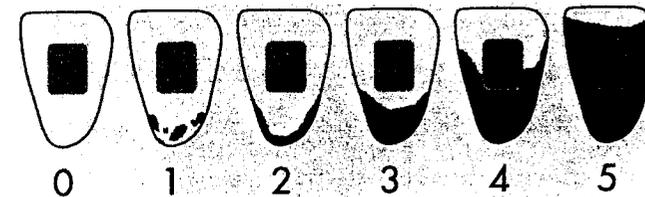


Abb. 10: Schemazeichnung des für kieferorthopädische Fragestellung mit festsitzenden Apparaturen modifizierten Quigley-Hein-Index. Die Plaque ist schwarz dargestellt, die Brackets werden durch die grauen Rechtecke symbolisiert. Aus: Doll et al.: Reinigungseffizienz elektrische Zahnbürsten bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen. Kieferorthop 15 (4): 323-332 (2001)

Die Grade 3 bis 5 wurden auch dann registriert, wenn die Beläge nur mesial oder distal des Brackets vorkamen. Bebänderte Zähne wurden in gleicher Weise beurteilt, wie Zähne mit Brackets. Hierbei wurden die gelöteten Röhrrchen und Bracketflügel in ihrer Höhe zur Auswertung herangezogen.

4.6.2 Erhebung des Gingivitisindex

Die Entzündung der Gingiva, als Zeichen vermehrter Plaqueakkumulation, wurde im SBI erfaßt. Sie beginnt meist interdental und wird klinisch zuerst an den Papillen erkennbar. Im weiteren Verlauf greift sie auch auf den Marginalsaum über. Ein Auftreten von leichten Blutungen im Sulkusbereich ist als Initialsymptome einer Gingivitis anzusehen [82].

Nach dem Sulkus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON können sechs Entzündungsgrade unterschieden werden:

- Grad 0: normal aussehende Gingiva, keine Blutung bei Sondierung
- Grad 1: keine Farb- oder Formveränderungen der Gingiva, Blutung bei Sondierung

- Grad 2: Sulkusblutung, entzündliche Farbveränderungen, keine Schwellung
- Grad 3: Blutung, Farbveränderung, leichtes Ödem
- Grad 4: Blutungen, Farbveränderungen, deutliche Schwellung
- Grad 5: spontane Sulkusblutungen, deutliche Farbveränderungen, starke Schwellungen mit und ohne Ulzerationen

Der Entzündungsgrad des Zahnfleisches wird an Hand der Blutungen entlang des Gingivasaumes oder aus dem interdentalen Taschengbiet bestimmt. Eine stumpfe Parodontalsonde (WHO-Sonde) wird unter schonungsvoller Sondierung ohne Druck in den gingivalen Sulkus geschoben, bis sie auf leichten Widerstand stößt. Es wird die Schwere der Auftretenden Blutung und die Farb- und Formveränderungen des Zahnfleisches vermerkt.

Die SBI-Werte wurden ebenfalls an den sogenannten Ramfjordzähnen (16, 21, 24, 36, 41, 44) erhoben. Bei fehlenden Zähnen wurde jeweils nach distal ausgewichen.

Während der Studiendauer wurden keine zahnärztlichen Maßnahmen durchgeführt.

4.7 Auswertungsmethoden

4.7.1 Auswertung der fotografischen Dokumentation

In den vier Sitzungen wurde der Patient vor und nach dem Zähneputzen in der Praxis in jeweils drei Ansichten fotografiert. So entstanden 4 mal 6 Bilder, also 24 Aufnahmen pro Patient. Für 28 Probanden ergab das 672 Bilder. Zur Nachbereitung der gewonnen Vorher- und Nachher-Bilder wurden alle Aufnahmen mittels eines Diascanners der Universität München eingescannt und mit einer Filecodierung versehen.

Die Codierung enthält alle wichtigen Daten für die Auswertung und Zuordnung der Aufnahmen in einer definierten Reihenfolge:

- Zahnbürstenart: Ortho P 35 (1) / ADA-Kontrollzahnbürste (2)
- laufende Filmnummer (1-24)
- laufende Bildnummer (00-37)
- Name des Patienten
- Zeitpunkt der Aufnahme: vorher (pre) / nachher (post)
- Ansicht: en face (1) / lateral links (2) / lateral rechts (3)

Beispiel für die 6 Aufnahmen während einer Sitzung:

1-01-00-name-pre1	1-01-03-name-post1
1-01-01-name-pre2	1-01-04-name-post2
1-01-02-name-pre3	1-01-05-name-post3

4.7.2 Index- Auswertung

Für die statistische Auswertung wurden je Patient die Indexgrade API/ SBI der Ramfjordzähne „16“, „21“, „24“, „36“, „41“, „44“ und deren Median „mean“ verwendet. Die Auswertung der evaluierten Werte erfolgte auf einem PC der Abteilung Kieferorthopädie des Klinikums der Universität München. Dabei wurde das Statistik-Programm SPSS 11.5 für Windows und Microsoft® Excel 2000 verwendet.

API/SBI

Die Nomenklatur der gewonnenen Werte für API und SBI der einzelnen Ramfjordzähne wurde unterteilt nach:

- der Angabe der Sitzung („begin“/ „end“)
- und dem Zeitpunkt der Erhebung innerhalb der Sitzung („v“/ „n“)

Es ergaben sich folgende Auswertungsvariablen:

v: vorher, vor einem Putzvorgang
 n: nachher, nach einem Putzvorgang
 n-v: Differenzwert nachher-vorher

A begin: 1. Studiensitzung der Zahnbürste A

A end: 2. Studiensitzung der Zahnbürste A

B begin: 1. Studiensitzung der Zahnbürste B

B end: 2. Studiensitzung der Zahnbürste B

brush A: Gesamtdifferenzwert der Zahnbürste A; Differenz zwischen A end / A begin

brush B: Gesamtdifferenzwert der Zahnbürste B; Differenz zwischen B end / B begin

mean v: Median der Indexwerte aller Ramfjordzähne eines Patienten vor dem Putzen

mean n: Median der Indexwerte aller Ramfjordzähne eines Patienten nach dem Putzen

mean n-v: Median der Indexwerte aller Ramfjordzähne eines Patienten nachher-vorher

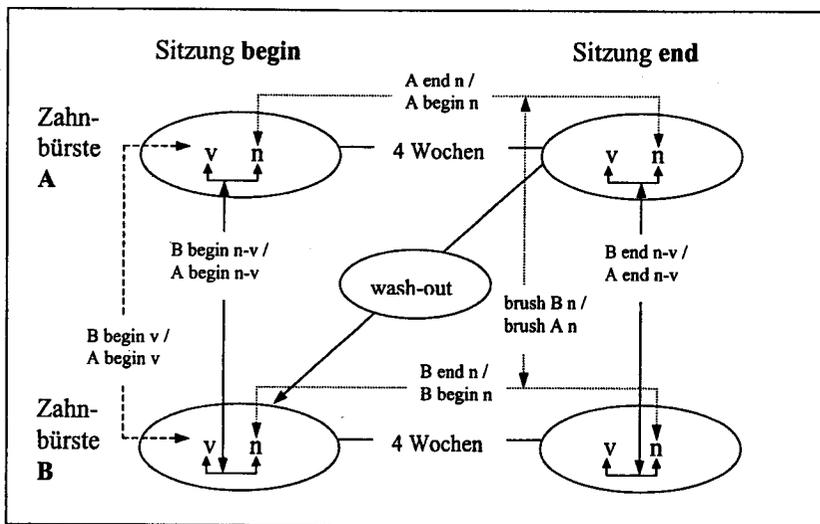


Abb. 11: Nomenklatur der Auswertungsvariablen

Die Vergleiche der erhobenen Indexwerte erfolgten innerhalb einer Testphase für die jeweilige Zahnbürste sowie zwischen den Zahnbürsten A und B (Abb. 11).

Um das durchschnittliche Gesamtverhalten jeder Zahnbürste in den unterschiedlichen Phasen darzustellen, wurde pro Patient der Median über die verwendeten Ramfjordzähne in die statistische Betrachtung mit einbezogen. Änderungen der Plaque- und Blutungsindizes wurden deskriptiv wiedergegeben sowie durch kumulative Auszählung positiver und negativer Ränge respektive Bindungen erfasst als auch durch Boxplot-Diagramme visualisiert.

Die Prüfung auf signifikante Unterschiede in den einzelnen Fragestellungen erfolgte mit dem nichtparametrischen Test nach Wilcoxon auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

4.7.2.1 Untersuchung auf Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen

Mit dieser Fragestellung wurde geprüft, ob die Ausgangsbedingungen der beiden Testphasen miteinander vergleichbar waren.

Es wurde die Hypothese aufgestellt, wenn die API- Werte „v A begin“ und „v B begin“ sowie die SBI- Werte „A begin“ und „B begin“ zu Beginn beider Testphasen keine Unterschiede zeigen, so bestehen für beide Phasen adäquate Ausgangsbedingungen.

Um diese Hypothese zu überprüfen, wurden die entsprechenden API/ SBI-Werte zuerst deskriptiv verglichen. Im weiteren wurden durch den nichtparametrischen Test nach Wilcoxon Signifikanzen der Gruppenunterschiede gesucht und negative und positive Ränge sowie Bindungen analoger Wertepaare betrachtet. Alle durchgeführten Betrachtungen wurden einzeln für die jeweiligen Ramfjordzähne als auch gesamt für deren Median durchgeführt.

4.7.2.2 Untersuchungen zur kurzfristigen Effektivität beider Zahnbürsten

Bei dieser Untersuchung sollte festgestellt werden, welche der beiden Zahnbürsten innerhalb eines Zahnputzvorgangs (kurzfristig) die Plaquewerte an den evaluierten Zähnen stärker reduzieren kann.

Der Vergleich erfolgte zwischen den Plaqueindexwerten (API). Für den SBI wurden keine vorher-nachher-Werte evaluiert, da entsprechend der Ätiologie einer Gingivitis während eines Putzvorganges keine Indexänderungen zu erwarten waren.

Es wurden zunächst die API-Differenzen der 6 Ramfjordzähne vor und nach dem Putzen innerhalb einer Sitzung zu Beginn und am Ende der Testphasen ermittelt. Die Differenz zwischen den nachher-vorher-Werten ist dabei ein Maß für die individuelle Reduzierung der Plaque durch das Putzen mit der jeweiligen Zahnbürste. Dieser einfache Differenzvergleich wurde deskriptiv durchgeführt und seine Unterschiede durch den Wilcoxon-Test überprüft. Auf die Visualisierung eines sicher eintretenden Reinigungseffektes durch Boxplot-Diagramme wurde an dieser Stelle verzichtet.

Der Vergleich dieser Differenzwerte der Gruppen „A begin n-v / B „begin n-v“ sowie „A end n-v / B end n-v zwischen den Testphasen macht eine Aussage darüber, welche der Bürsten die Plaque während eines Putzvorganges effektiver reduzierte. Neben der reinen Deskription der Werte und der Anwendung des Wilcoxon-Tests mit Betrachtung der Ränge und Bindungen können hier Boxplot-Diagramme einen Informationszugewinn erwarten lassen.

4.7.2.3 Untersuchungen zur langfristigen Effektivität beider Zahnbürsten

Hierbei sollte ein Vergleich der Effektivität der Testzahnbürsten über einen Zeitraum von 4 Wochen vorgenommen werden.

Bei dieser Untersuchung wurden sowohl die API-Werte als auch die SBI-Werte zur Auswertung herangezogen, da zu diesem Zeitpunkt entsprechend der Ätiologie einer Gingivitis auch eine Veränderung der SBI-Werte zu erwarten war.

Der Vergleich erfolgte zwischen den nachher-Werten „n“ beider Testphasen, somit nach dem Putzen in der Praxis. Dadurch wurde der möglicherweise artifizielle Einfluss von vorangegangenen Mahlzeiten eliminiert und nur fest haftende Plaque in die Auswertung einbezogen.

Zur Auswertung wurden zunächst die API-Differenzwerte zwischen „A begin n/A end n“ und zwischen „B begin n/B end n“ gebildet. Diese Differenzwerte beschreiben die Veränderung der Plaqueindexwerte innerhalb einer Testphase. Es ergaben sich die beiden Auswertungsvariablen „brush A n“ sowie „brush B n“. Der anschließende Vergleich dieser Differenzwerte, als Vergleich zwischen den Testphasen, zeigte die Langzeiteffektivitätsunterschiede zwischen den Zahnbürsten A und B.

Analog dazu erfolgte die Auswertung der SBI-Werte. Entsprechend der SBI-Evaluierung, einmal pro Sitzung, entstanden die Auswertungsvariablen SBI „A begin“ und „A end“ sowie SBI „B begin“ und „B end“. Zunächst wurde der Differenzwert „A begin/A end“ und „B begin/B end“ ermittelt, er beschreibt die Veränderung der Gingivitisindexwerte innerhalb einer Testphase für die entsprechende Zahnbürste.

Beim Vergleich der SBI-Werte „brush A/ brush B“ zwischen den Testphasen konnte die Gesamtveränderung der Gingivitiswerte, d.h. der Langzeiteffekt zwischen den Zahnbürsten im Sinne einer Gingivitisrückbildung, ermittelt werden.

5 Ergebnisse

5.1 Untersuchung auf Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen

Zur Untersuchung der Vergleichbarkeit der Ausgangsbedingungen beider Testphasen wurden die API/SBI-Werte zur Auswertung herangezogen. Es erfolgte ein deskriptiver Vergleich der Ausgangswerte und der Wilcoxon-Test für A begin v/B begin v der einzelnen Ramfjordzähne und deren Median (Abb. 11).

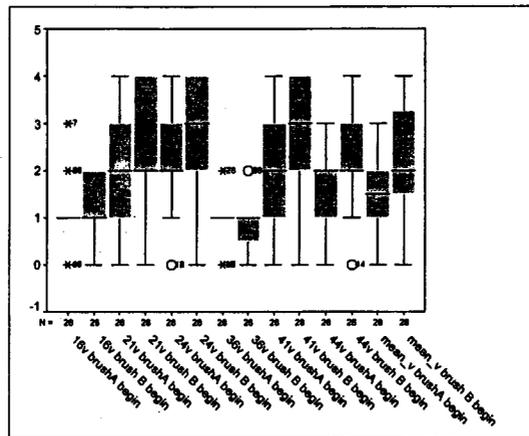
API

Bei der deskriptiven Betrachtung der Ausgangsbedingungen „A begin v“/ „B begin v“ fanden sich, wie in Tabelle 1 wiedergegeben, an zwei Zähnen keine Unterschiede in den Indexgraden, an drei Zähnen Unterschiede von $\Delta=1$ Indexgraden und an Zahn 44 sowie an mean „v“ von $\Delta=0,5$. Das bedeutet, in der zweiten Testphase wurde durchschnittlich mit einem höheren Indexgrad an den Zähnen gestartet.

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16v begin B-A	28	3,00	-2,00	1,00	0
21v begin B-A	28	4,00	-2,00	2,00	1
24v begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	1
36v begin B-A	28	2,00	-1,00	1,00	0
41v begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	1
44v begin B-A	28	4,00	-1,00	3,00	0,5
mean v begin B-A	28	3,50	-1,00	2,50	0,5

Tab. 1: Deskription API der Differenzwerte B begin v/ A begin v

Einen vergleichbaren visuellen Eindruck für die Ähnlichkeit beider Gruppen liefert das Boxplotdiagramm.



Graphik 1: Boxplot-Diagramm für API A begin v/ B begin v

Signifikant sind diese Unterschiede nach Wilcoxon bei den Zähnen 21, 24, 41 mit $\Delta=1$ sowie bei 44 und mean mit $\Delta=0,5$ (Tab. 1 und 2).

API	16 v B begin / 16 v A begin	21 v B begin / 21 v A begin	24 v B begin / 24 v A begin	36 v B begin / 36 v A begin	41 v B begin / 41 v A begin	44 v B begin / 44 v A begin	mean v B begin / mean v A begin
Z	-,258	-,2426	-,2874	,000	-,2010	-,3216	-,3484
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,796	,015	,004	1,000	,044	,001	,000

Tab. 2: Wilcoxon-Test für die Parameter API B begin v/ A begin v

Die kumulative Betrachtung der Ränge respektive Bindungen lieferte folgendes Ergebnis: Negative Ränge im Sinne von „v B begin“ < „v A begin“ 27, positive Rängen 76 und Bindungen 65 (Kap. 11.4.3.1, Tab. 42).

Die hohe Zahl der positiven Ränge unterstreicht, ebenso wie die Betrachtung der mittleren Unterschiede beider Gruppen, dass zu Beginn der Phase B, Ortho P 35, die Plaqueansammlung höher war, als zu Beginn der Testphase A, ADA-control. Wenn sich

also Tendenzen zu einer besseren Putzleistung durch die Bürste B gegenüber der Bürste A zeigen, so resultieren diese nicht durch begünstigende Effekte aus Phase A.

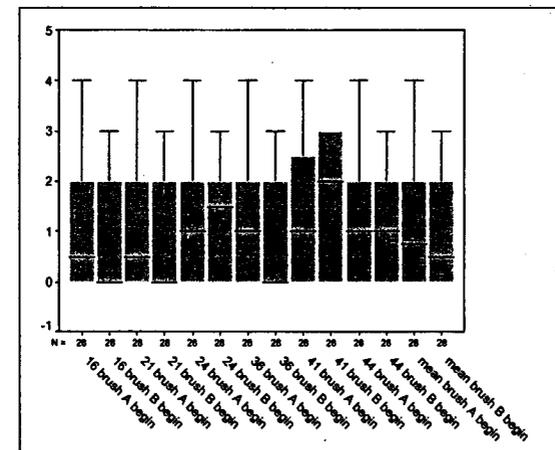
SBI

Bei der deskriptiven Betrachtung der SBI-Werte fanden sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ($\Delta=0$ für alle Zähne).

SBI	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 B-A begin	28	5,00	-3,00	2,00	0
21 B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
24 B-A begin	28	3,00	-1,00	2,00	0
36 B-A begin	28	6,00	-3,00	3,00	0
41 B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
44 B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
mean B-A begin	28	3,17	-1,33	1,83	0

Tab. 3: Deskription der Differenzwerte SBI B begin/ A begin

Der Vergleich der Differenzen im Boxplot zeigte eine auffällig gleichmäßige Streuung der Indexgrade, was auf eine Homogenität der SBI-Werte in beiden Gruppen hinweist.



Graphik 2: Boxplot-Diagramm für SBI A begin/ B begin

Der Wilcoxon-Test zeigte keine Signifikanz für die berechnete Mediangleichheit der einzelnen Ramfjordzähne, es bleiben somit nur Indizien auf eine Gleichheit der SBI-Werte zu Beginn beider Testphasen (Tab. 4).

SBI	16 B begin / 16 A begin	21 B begin / 21 A begin	24 B begin / 24 A begin	36 B begin / 36 A begin	41 B begin / 41 A begin	44 B begin / 44 A begin	mean B begin / mean A begin
Z	-,962	-,486	-,1043	-,1328	-,1255	-,491	-,242
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,336	,627	,297	,184	,210	,623	,809

Tab. 4: Wilcoxon-Test für die Parameter SBI B begin/ A begin

Die Betrachtung der Ränge respektive Bindungen wies folgende Ergebnisse aus: Negative Ränge im Sinne von „B begin“ < „A begin“ 35, positive Ränge 29 und Bindungen 104. Die Häufigkeit der Bindungen zeigte, dass in beiden Testphasen mit überwiegend gleichen Gingivitisindexwerten begonnen wurde (Kap. 11.4.3.2, Tab. 63). Für die Gingivitisindexwerte war die Dauer der wash-out-phase folglich ausreichend, um gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen.

5.2 Untersuchungen zur kurzfristigen Effektivität beider Zahnbürsten

Der kurzfristige Effektivitätserfolg beider Zahnbürsten sollte einerseits durch die deskriptive Betrachtung der n-v-Differenzen innerhalb einer Sitzung zu Beginn und am Ende der Testphasen, vor allem aber durch den Vergleich dieser Differenzwerte A begin n-v/ B begin n-v und A end n-v/ B end n-v zwischen den beiden Zahnbürsten, beurteilt werden (Abb. 11).

Wie zu erwarten, zeigten nach einem einmaligen Putzvorgang (kurzzeitig) die nachher minus vorher Differenzwerte zu Beginn und am Ende der beiden Testphasen sowohl für

die ADA-control als auch für die Ortho P35 durchgehend negative Werte, wodurch eine Plaquerreduzierung wiedergegeben ist.

Die reduzierte Plaquemenge nahm bei beiden Zahnbürsten von mesial (Frontzähne 21, 41) nach distal (Molaren 16, 36) ab und war im Bereich der Prämolaren (24, 44) und der unteren Frontzähne (41) am größten (Tab. 5).

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v A begin	28	4	-2	2	-1
16 n-v B begin	28	2	-2	0	-1
21 n-v A begin	28	6	-4	2	-1
21 n-v B begin	28	4	-4	0	-1,5
24 n-v A begin	28	4	-3	1	-1
24 n-v B begin	28	3	-3	0	-2
36 n-v A begin	28	4	-2	2	-1
36 n-v B begin	28	2	-2	0	-1
41 n-v A begin	28	5	-3	2	-1
41 n-v B begin	28	4	-4	0	-2
44 n-v A begin	28	4	-3	1	-1
44 n-v B begin	28	3	-3	0	-1
mean n-v A begin	28	5	-3	2	-1
mean n-v B begin	28	3	-3	0	-1

Tab. 5: Deskription der Differenzwerte API A begin n-v und B begin n-v

Da durchgehend höhere Differenzwerte für die Bürste B vorlagen, ergibt sich, Ortho P35 putzte effektiver als die ADA-Kontrollzahnbürste (Tab. 5).

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v A end	28	4	-3	1	-1
16 n-v B end	28	2	-2	0	-1
21 n-v A end	28	3	-3	0	-1
21 n-v B end	28	4	-4	0	-2
24 n-v A end	28	3	-3	0	-1
24 n-v B end	28	4	-4	0	-2
36 n-v A end	28	3	-2	1	-1
36 n-v B end	28	2	-2	0	-1
41 n-v A end	28	4	-3	1	-1,5
41 n-v B end	28	4	-4	0	-2
44 n-v A end	28	5	-3	2	-1
44 n-v B end	28	4	-4	0	-2
mean n-v A end	28	4	-3	1	-1
mean n-v B end	28	4	-4	0	-1,5

Tab. 6: Deskription der Differenzwerte API A end n-v und B end n-v

5 Ergebnisse

Gleichzeitig wurde am Ende der Testphasen mehr Plaque reduziert, da im Vergleich A end/ B end insgesamt höhere Differenzwerte vorlagen als bei A begin/ B begin (Tab. 6)

Zur Unterstützung der deskriptiven Statistik wurde der Wilcoxon-Test durchgeführt, welcher die Aussage der eindeutigen Plaquereduzierung bei beiden Zahnbürsten während eines Putzvorganges bestätigte. Es kam an allen 6 Ramfordzähnen sowohl bei der Ortho P35 als auch bei der ADA-Kontrollzahnbürste zu hochsignifikanten Ergebnissen (Tab. 7, 8, 9, 10)

API	16n A begin/ 16v A begin	21n A begin/ 21v A begin	24n A begin/ 24v A begin	36n A begin/ 36v A begin	41n A begin/ 41v A begin	44n A begin/ 44v A begin	mean n A begin/ mean v A begin
Z	-2,914	-3,690	-4,110	-3,370	-3,929	-3,279	-4,176
Asymp. Signifikanz (2-seitig)	,004	,000	,000	,001	,000	,001	,000

Tab. 7: Wilcoxon-Test der API- Parameter A begin n/ A begin v

API	16n B begin/ 16v B begin	21n B begin/ 21v B begin	24n B begin/ 24v B begin	36n B begin/ 36v B begin	41n B begin/ 41v B begin	44n B begin/ 44v B begin	mean n B begin/ mean v B begin
Z	-3,827	-4,343	-4,497	-4,066	-4,425	-4,657	-4,564
Asymp. Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Tab. 8: Wilcoxon-Test für die API- Parameter B begin n/ B begin v

API	16n A end / 16v A end	21n A end / 21v A end	24n A end / 24v A end	36n A end / 36v A end	41n A end / 41v A end	44n A end / 44v A end	mean n A end / mean v A end
Z	-3,139	-4,285	-4,457	-3,398	-4,116	-3,681	-4,388
Asymp. Signifikanz (2-seitig)	,002	,000	,000	,001	,000	,000	,000

Tab. 9: Wilcoxon-Test für die API- Parameter A end n/ A end v

API	16n B end / 16v B end	21n B end / 21v B end	24n B end / 24v B end	36n B end / 36v B end	41n B end / 41v B end	44n B end / 44v B end	mean n B end / mean v B end
Z	-4,564	-4,505	-4,505	-4,208	-4,508	-4,346	-4,567
Asymp. Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Tab. 10: Wilcoxon-Test für die API- Parameter B end n/ B end v

5 Ergebnisse

Für den Vergleich kurzfristiger Effektivität zwischen beiden Zahnbürsten wurden deren Differenzen A begin n-v / B begin n-v zu Beginn der Testphasen und A end n-v / B end n-v am Ende der Testphasen gegenüber gestellt.

In der Deskription zeigten sich zu Beginn der Testphasen keine Unterschiede in der Plaquereduktion ($\Delta=0$).

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
21 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
24 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
36 begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
41 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
44 begin B-A	28	4,00	-1,00	3,00	0
mean begin B-A	28	3,00	-,50	2,50	0

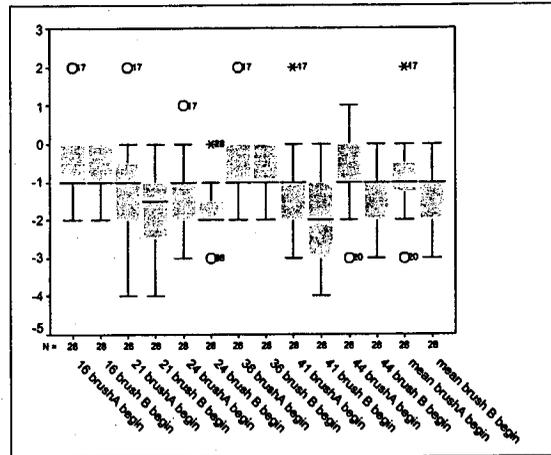
Tab. 11: Deskription der Differenzwerte API B begin n-v/ A begin n-v

Am Ende der Testphasen zeigten sich bei Zahn 24, 41 und mean ein Unterschied von $\Delta=0,5$ Indexgraden.

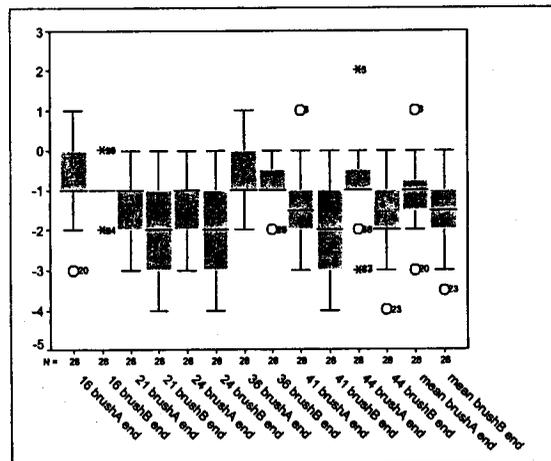
API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 end B-A	28	4,00	-2,00	2,00	0
21 end B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
24 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0,5
36 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
41 end B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0,5
44 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
mean end B-A	28	3,50	-1,00	2,50	0,5

Tab. 12: Deskription der Differenzwerte API B end n-v/ A end n-v

Bei Betrachtung der Boxplot-Diagramme zeigte sich, dass es sowohl zu Beginn als auch am Ende der Testphasen in der überwiegenden Zahl der Zähne keinen Unterschied in der Plaquereduktion der beiden Bürsten gab. Wenn es jedoch zu einem Unterschied zwischen den Bürsten kam, dann reduzierte die Zahnbürste B mehr als die Zahnbürste A. Dies findet sich an Zahn 21 und 24 zu Beginn und an Zahn 41 und 44 am Ende.



Graphik 3: Boxplot-Diagramm für API A begin n-v/ B begin n-v



Graphik 4: Boxplot-Diagramm für API A end n-v/ B end n-v

Der Wilcoxon-Test für A begin n-v/ B begin n-v weist für die Zähne 24, 44 sowie für mean „n-v“ signifikant Mediangleichheit aus (Tab. 11 und 13).

Für den Vergleich am Ende der Testphasen A end n-v/ B end n-v zeigten sich deutlich mehr Signifikanzen, wobei für die Zähne 21, 36 und 44 kein Unterschied in der Plaque-reduktion besteht, für 24 und mean kam es zu einem Unterschied von $\Delta=0,5$ Index-graden (Tab. 12 und 14).

API	16 n-v B begin / 16 n-v A begin	21 n-v B begin / 21 n-v A begin	24 n-v B begin / 24 n-v A begin	36 n-v B begin / 36 n-v A begin	41 n-v B begin / 41 n-v A begin	44 n-v B begin / 44 n-v A begin	mean n-v B begin / mean n-v A begin
Z	-,832	-1,477	-2,172	-,483	-1,432	-2,980	-2,910
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,405	,140	,030	,629	,152	,003	,004

Tab. 13: Wilcoxon-Test der Parameter API B begin n-v/ A begin n-v

API	16 n-v B end / 16 n-v A end	21 n-v B end / 21 n-v A end	24 n-v B end / 24 n-v A end	36 n-v B end / 36 n-v A end	41 n-v B end / 41 n-v A end	44 n-v B end / 44 n-v A end	mean n-v B end / mean n-v A end
Z	-1,342	-2,415	-2,696	-2,295	-1,880	-2,763	-2,875
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,180	,016	,007	,022	,060	,006	,004

Tab. 14: Wilcoxon-Test der Parameter API B end n-v/ A end n-v

Beim Vergleich der Ränge respektive Bindungen zeigten sich an den Frontzähnen und Prämolaren (21, 24, 41, 44) deutlich mehr negative Ränge als positive Ränge. Bei den Molaren (16, 36) kam es zu einer fast paritätischen Verteilung der positiven und negativen Ränge sowie Bindungen. Es kam zu folgender Verteilung zu Beginn der Testphasen: 67 negative Ränge, 35 positive Ränge und 66 Bindungen. Am Ende der Testphasen: 78 negative Ränge, 27 positive Ränge und 63 Bindungen. Wobei hier, im Vergleich von Differenzen, negative Ränge im Sinne von $B < A$ bedeuten, dass die Plaquereduktion der Zahnbürstengruppe B, Ortho P35, stärker war, als die der Gruppe A, ADA-control (Kap. 11.4.3.1, Tab. 52, 54).

5.3 Untersuchungen zur langfristigen Effektivität beider Zahnbürsten

Um zu untersuchen, welche der beiden Zahnbürsten die Plaque langfristig effektiver entfernt, wurden deskriptiv und mittels des Wilcoxon-Test die API-Werte A begin n/ A end n und B begin n/ B end n innerhalb einer Testphase als auch, um die Zahnbürsten zu vergleichen, die API-Differenzwerte brush A n / brush B n verglichen (Abb. 11)

API

In der Deskription zeigten sich über einen Zeitraum von vier Wochen sowohl für die Zahnbürste A als auch für die Zahnbürste B keine Unterschiede in der Plaquemenge zu Beginn und am Ende der Testphasen ($\Delta=0$).

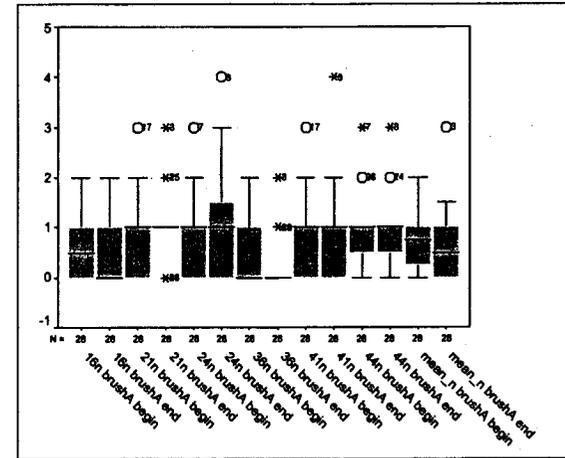
Im Boxplot zeigte sich an Zahn 16 der Zahnbürste A, ADA-control, eine scheinbare Plaquereduktion, welche jedoch laut Wilcoxon nicht signifikant war. Alle anderen Zähne zeigten im Boxplot eine unveränderte Plaquesituation.

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16n A D	28	4	-2	2	0
21n A D	28	4	-2	2	0
24n A D	28	4	-1	3	0
36n A D	28	3	-2	1	0
41n A D	28	5	-2	3	0
44n A D	28	3	-1	2	0
Mean n A D	28	3	-1	2	0

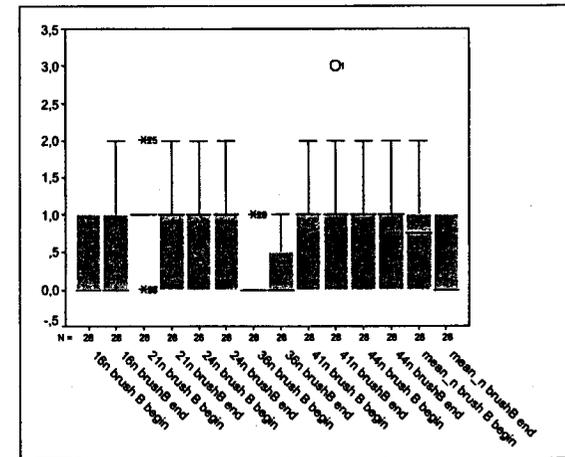
Tab. 15: Deskription der Differenzwerte API A begin n/ A end n

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16n B D	28	2	-1	1	0
21n B D	28	2	-1	1	0
24n B D	28	3	-2	1	0
36n B D	28	2	-1	1	0
41n B D	28	3	-1	2	0
44n B D	28	3	-2	1	0
mean n B D	28	2	-1	1	0

Tab 16: Deskription der Differenzwerte API B end n/ B begin n



Graphik 5: Boxplot-Diagramm für API A begin n/ A end n



Graphik 6: Boxplot-Diagramm für API B begin n/ B end n

Der Wilcoxon-Test zeigte für den Langzeiteffekt der Zahnbürste A keine Signifikanzen (Tab. 17) und für Zahnbürste B eine signifikante Wertkonstanz an Zahn 21 sowie bei „mean n“ (Tab. 18). Hieraus folgt, dass keine der beiden Zahnbürsten die Plaquereduzierung innerhalb der Testphasen verbessern konnte.

API	16n A end / 16n A begin	21n A end / 21n A begin	24n A end / 24n A begin	36n A end / 36n A begin	41n A end / 41n A begin	44n A end / 44n A begin	Mean n A end / mean n A begin
Z	-1,076	-1,388	-1,091	-,905	-,642	-,243	-,299
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,282	,165	,275	,366	,521	,808	,765

Tab. 17: Wilcoxon-test für die Parameter API A end n/ A begin n

API	16n B end / 16n B begin	21n B end / 21n B begin	24n B end / 24n B begin	36n B end / 36n B begin	41n B end / 41n B begin	44n B end / 44n B begin	mean n B end / mean n B begin
Z	-,707	-2,309	-1,213	-,447	-,263	-1,807	-2,299
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,480	,021	,225	,655	,793	,071	,022

Tab. 18: Wilcoxon-Test für die Parameter API B end n/ B begin n

Im Vergleich der Ränge respektive Bindungen des Wilcoxon-Tests zeigten sich hauptsächlich Bindungen, d.h. während des Beobachtungszeitraums blieben die Plaque-verhältnisse überwiegend unverändert. Die Ränge verteilten sich wie folgt für die Zahnbürste A, ADA-control: Negative Ränge im Sinne von A end n < A begin n 40, positive Ränge 45 und Bindungen 83. Für die Zahnbürste B, Ortho P35: Negative Ränge im Sinne von B end n < B begin n 40, positive Ränge 24 und Bindungen 104 (Kap. 11.4.3.1, Tab. 57, 59).

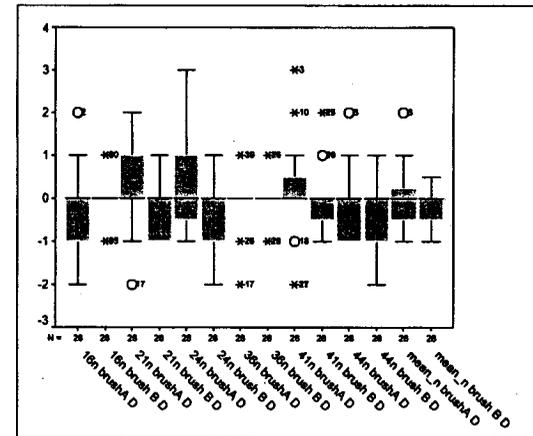
Der Vergleich der Werte brush A n/ brush B n zwischen den Zahnbürsten über einen vierwöchigen Beobachtungszeitraum, erlaubte eine Gesamtaussage darüber, ob es, trotz nicht nachweisbarem Langzeiteffekt innerhalb einer Bürste, statistische Unterschiede zwischen ADA-control und Ortho P35 gibt.

Die Deskription der brush A n/ brush B n -Werte zeigte einen Unterschied für Zahn 21 mit $\Delta = -1$ Indexgraden, alle anderen Zähne blieben ohne Unterschied in der Plaque-

reduktion. Im Boxplot-Diagramm (Graphik 7) fanden sich keine Unterschiede in der Putzqualität der beiden Zahnbürsten.

API	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n brush B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
21 n brush B-A	28	4,00	-2,00	2,00	-1
24 n brush B-A	28	6,00	-4,00	2,00	0
36 n brush B-A	28	4,00	-2,00	2,00	0
41 n brush B-A	28	8,00	-4,00	4,00	0
44 n brush B-A	28	5,00	-3,00	2,00	0
mean n brush B-A	28	3,50	-2,00	1,50	0

Tab 19: Deskription der Differenzwerte API brush B n/ brush A n



Graphik 7: Boxplot-Diagramm für API brush A n/ brush B n

Da der Wilcoxon-Test für brush A n/ brush B n keine Signifikanzen zeigte, lässt sich diese Aussage weder bestätigen noch verwerfen.

Die Ortho P 35 und die ADA-Kontrollzahnbürste unterschieden sich somit langfristig nicht in ihrer Effektivität.

API	16n B D / 16n A D	21n B D / 21n A D	24n B D / 24n A D	36n B D / 36n A D	41n B D / 41n A D	44n B D / 44n A D	Mean n B D / mean n A D
Z	-1,470	-1,934	-1,488	-,884	-,506	-,956	-1,446
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,142	,053	,137	,377	,613	,339	,148

Tab. 20: Wilcoxon-Test für die Parameter API brush B n/ brush A n

SBI

Um heraus zu finden, ob eine der Zahnbürsten eine bessere Langzeitwirkung auf die Gingiva und das Parodont entwickeln konnte wurden die Differenzen A begin/ A end bzw. B begin/ B end innerhalb einer Testphase sowie A / B zwischen den Testphasen deskriptiv beurteilt als auch durch den Wilcoxon-Test überprüft.

Bei der deskriptiven Betrachtung der SBI-Werte fanden sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ($\Delta=0$ für alle Zähne).

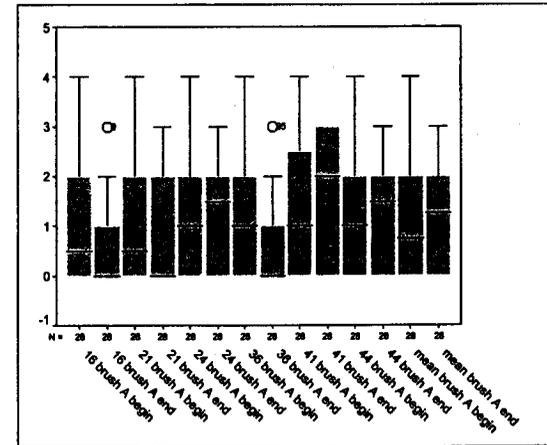
SBI	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 brush A	28	6	-3	3	0
21 brush A	28	4	-2	2	0
24 brush A	28	3	-1	2	0
36 brush A	28	6	-3	3	0
41 brush A	28	5	-2	3	0
44 brush A	28	3	-1	2	0
mean brush A	28	2,5	-1,0	1,5	0

Tab. 21: Deskription der Differenzwerte SBI A end/ A begin

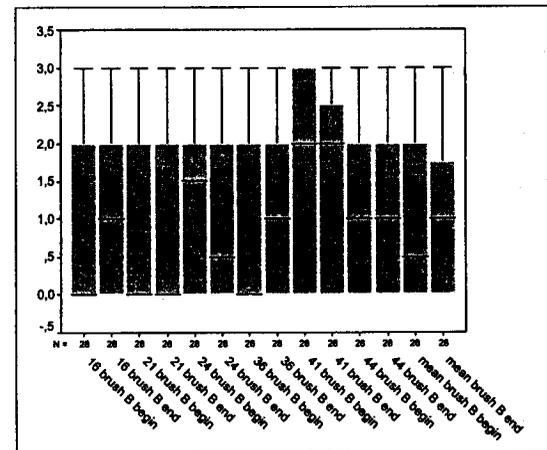
SBI	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 brush B	28	4	-1	3	0
21 brush B	28	2	-1	1	0
24 brush B	28	3	-2	1	0
36 brush B	28	4	-2	2	0
41 brush B	28	3	-1	2	0
44 brush B	28	4	-2	2	0
mean brush B	28	3	-1	2	0

Tab. 22: Deskription der Differenzwerte SBI B end/ B begin

Im Boxplot-Diagramm konnten für beide Zahnbürsten Unterschiede, jedoch nicht trendweisend für eine Verbesserung der SBI-Werte festgestellt werden. Unterschiede in den Indexgraden erwiesen sich im Wilcoxon-Test als nicht signifikant.



Graphik 8: Boxplot-Diagramm für SBI A begin und A end



Graphik 9: Boxplot-Diagramm für SBI B begin und B end

Die Untersuchungen zur Langzeiteffektivität auf den Gingivazustand innerhalb einer Testphase durch den Wilcoxon-Test für die Werte A begin/ A end sowie B begin/ B end ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bürsten. Die einzige Signifikanz an Zahn 36 zeigte Mediangleichheit ($\Delta=0$).

5 Ergebnisse

SBI	16 A end / 16 A begin	21 A end / 21 A begin	24 A end / 24 A begin	36 A end / 36 A begin	41 A end / 41 A begin	44 A end / 44 A begin	mean A end / mean A begin
Z	-1,479	-,225	-1,396	-2,090	-1,370	-1,299	-,164
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,139	,822	,163	,037	,171	,194	,870

Tab. 23: Wilcoxon-Test für die Parameter SBI A end/ A begin

SBI	16 B end / 16 B begin	21 B end / 21 B begin	24 B end / 24 B begin	36 B end / 36 B begin	41 B end / 41 B begin	44 B end / 44 B begin	mean B end / mean B begin
Z	-1,500	-,577	-1,811	-1,076	-,188	-,711	-,071
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,134	,564	,070	,282	,851	,477	,943

Tab. 24: Wilcoxon-Test für die Parameter SBI B end/ B begin

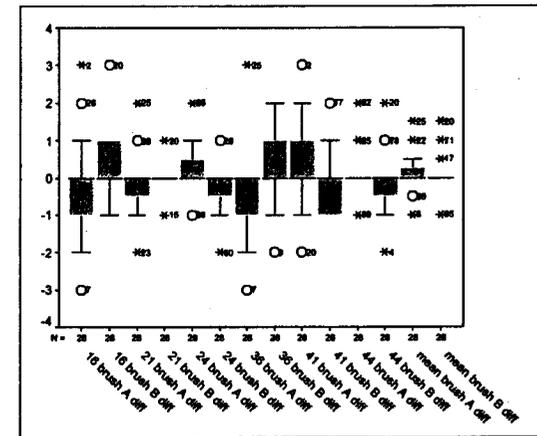
Die kumulative Betrachtung der Ränge respektive Bindungen wies folgende Ergebnisse aus: Für die Zahnbürste A, ADA-control, negative Ränge im Sinne von A end < A begin 41, positive Ränge 33 und Bindungen 94. Für die Zahnbürste B, Ortho P35, negative Ränge im Sinne von B end < B begin 32, positive Ränge 32 und Bindungen 104. Das Überwiegen der Bindungen bei beiden Zahnbürsten legt nahe, dass beide keinen erkennbaren Einfluß auf die gingivale Gesundheit hatten (Kap. 11.4.3.2, Tab. 65, 67).

Im Gesamtvergleich brush A/ brush B wurden die Veränderungen der Gingivitiswerte zwischen den Testphasen gegenübergestellt. Deskriptiv fanden sich auch hier keine Unterschiede zwischen den beiden Zahnbürsten ($\Delta=0$ für alle Zähne)

SBI	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 begin B-A	28	5	-3	2	0
21 begin B-A	28	4	-2	2	0
24 begin B-A	28	3	-1	2	0
36 begin B-A	28	6	-3	3	0
41 begin B-A	28	4	-2	2	0
44 begin B-A	28	4	-2	2	0
mean begin B-A	28	4	-2	2	0

Tab. 25: Deskription der Differenzwerte SBI brush A/ brush B

5 Ergebnisse



Graphik 10: Boxplot-Diagramm für SBI brush A/ brush B

Der Wilcoxon-Test wies an Zahn 24 mit einer Signifikanz von $p=0,026$ eine Mediangleichheit ($\Delta=0$) aus (Tab. 25 und 26).

SBI	16 brush B diff / 16 brush A diff	21 brush B diff / 21 brush A diff	24 brush B diff / 24 brush A diff	36 brush B diff / 36 brush A diff	41 brush B diff / 41 brush A diff	44 brush B diff / 44 brush A diff	mean brush B diff / mean brush A diff
Z	-1,705	-,462	-2,223	-1,842	-1,248	-1,050	-,174
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,088	,644	,026	,066	,212	,294	,862

Tab. 26: Wilcoxon-Test für die Parameter brush B/ brush A

Die kumulative Betrachtung der Ränge des Wilcoxon-Test unterstrich dieses Ergebnis. Die Ränge wiesen folgende Verteilung auf: Negative Ränge im Sinne von brush B < brush A 45, positive Ränge 49 und Bindungen 74. Damit lagen überwiegend Bindungen vor, d.h. es kam zu überwiegend gleichen Indexwerten für den Entzündungsgrad der Parodontien im Vergleich zwischen den Bürsten (Kap. 11.4.3.2, Tab. 69).

Langfristig ergaben sich bei der Betrachtung der Gingivitiswerte sowohl innerhalb einer Testphase, als auch zwischen den Testphasen keine Effektivitätsvorteile für eine der beiden Zahnbürsten. Einzelzahnsignifikanzen wie an Zahn 36 im Vergleich innerhalb einer Zahnbürste und an Zahn 24 im Vergleich zwischen den Bürsten führen im Median zu keinen Unterschieden in den Indexwerten (Kap. 5.3, Tab. 23, 26). Studien, welche den SBI zur Aussage über die Putzeffektivität mit herangezogen haben, bestätigen dieses Ergebnis [30, 44, 95]. Zusätzlich war in der vorliegenden Arbeit der Unterschied in der Plaquerreduktion der Zahnbürsten sehr gering. Es dauert vermutlich sehr lang, bis dieser Unterschied auch zu einer Veränderung im Gingivitisindex führt.

MAYER macht in seiner Arbeit deutlich, dass derartige Studien auch mit einer Gewöhnungsphase angelegt sein sollten [64]. Er fand nach einer längeren Eingewöhnungszeit der Patienten signifikante Unterschiede in den SBI-Indexwerten bei einem Vergleich zwischen Handzahnbürsten und elektrischen Zahnbürsten.

Auf Grund der Gingivitisindexwert-Ergebnisse dieser Studie (Kap. 5.3), welche eine nur sehr geringe Veränderung bis gar keine Veränderung des Gingivazustandes verdeutlichen, sollte für zukünftige Studien mit diesem Schwerpunkt ein etwas längerer Testzeitraum festgelegt werden, damit sich eine Gingivitis deutlicher reduzieren bzw. manifestieren kann.

6.3 Befunderhebung mit dem API nach Quigley-Hein

In Studien zur Plaqueeelimination mittels Hand- oder elektrischer Zahnbürste werden vorwiegend modifizierte Indizes verwendet, welche eine zusätzliche Flächenunterteilung der Zahnkrone in vestibulär, mesial und distal ermöglichen [31]. Bei Patienten mit festsitzenden Behandlungsapparaturen kommt es besonders an den mesiobukkalen

und distobukkalen Kronenflächen zur Anhäufung von Belägen. Der die Bänder und Brackets verbindende Behandlungsbogen festsitzender kieferorthopädischer Apparaturen erschwert die Befundung in diesen Bereichen, da er zu Sichtbehinderungen führt. In der vorliegenden Studie hat sich ein modifizierter Plaqueindex nach QUIGLEY-HEIN [77] bewährt, welcher die Bänder und Brackets als Referenzpunkte zur Plaquebestimmung heranzog und die flächenhafte Verteilung der Plaque auf der gesamten, nicht weiter unterteilten Zahnoberfläche bewertete. Die Grade 3-5 wurden auch dann registriert, wenn die Beläge nur mesial oder nur distal des Brackets vorkamen, somit wurden diese gefährdeten Bereiche explizit in die Indexbewertung einbezogen [14].

Für nachfolgende Studien kann empfohlen werden, die Befundung bei ausgebundener Bogenapparatur vorzunehmen, da so die gefährdeten Bereiche noch besser beurteilt werden können. Dieses Vorgehen bedingt jedoch eine weitere Erhöhung der Studiensitzungszeit um insgesamt 30 bis 40 Minuten pro Patient.

6.4 Befunderhebung mit dem SBI nach MÜHLEMANN und SON

Bei der Bewertung der gingivalen Gesundheit werden in Zahnputzstudien vorwiegend drei Gingivaindizes verwendet. Der Gingivaindex nach SILNESS und LÖE (GI), der Papillen-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN (PBI) und der Sulkus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON (SBI). Letzterer hat den Vorteil, das er die Beurteilung sowohl mit schonungsvoller Sondierung des gingivalen Sulkus (invasiv), als auch mit visueller Feststellung von Farb- und Formveränderungen der Gingiva (noninvasiv) in sich vereint. Ödematöse Schwellungen und Farbveränderungen sind häufig in der Anfangsphase einer Gingivitis noch nicht nachzuweisen. Das Leitsymptom einer

Gingivitis ist die spontane Blutung. Diese ermöglicht es dem Untersuchenden schnell und zuverlässig die An- oder Abwesenheit einer Entzündung zu bestimmen, weshalb sich die Verwendung des invasiven SBI nach MÜHLEMANN und SON in dieser Studie bewährt hat. In den beiden anderen Indizes wird entweder nur invasiv (PBI) oder nur noninvasiv (GI) getestet.

In der vorliegenden Studie kam es zu keinen relevanten Unterschieden in der Gingivitisreduzierung zwischen den Testzahnbürsten. Diskutiert wurde in diesem Zusammenhang die Einführung eines qualifizierenden SBI als Screeningfaktor, um sicher zu gehen, dass auch alle Probanden mit einer bereits manifestierten Gingivitis in die Studie gehen [95].

Die Eingliederung von festsitzenden Apparaturen kann schon nach zweimonatiger Liegedauer zu einer generalisierten hyperplastischen Gingiva führen [109]. Alle Probanden dieser Studie besaßen ihre Behandlungsapparatur seit mindestens einem halben Jahr (Kap. 4.2) und zeigten erste Formen einer Gingivitis. Die Nutzung eines qualifizierenden SBI, um Patienten ohne Gingivitis zu eliminieren, muss bei Studien mit festsitzenden Apparaturen nicht in Betracht gezogen werden.

Eine mögliche Ursache für das Ausbleiben eines Ergebnisses, könnte in der zu kurz angelegten Studiendauer liegen. Nach 7-21 Tagen kommt es zur Manifestation bzw. zur Rückbildung einer Gingivitis [58]. Die Intervalle dieser Studie überschritten diese Frist nur geringfügig. Bei einer Verlängerung der Studiendauer hätten die Ergebnisse möglicherweise geschärft werden können.

Für künftige Studien ist daher zu empfehlen, die Testphasen zu verlängern und die Durchführung eines qualifizierenden SBI zu überdenken.

6.5 Anzahl der Probanden

Die Gruppengrößen der Probanden in Studien zur Effektivitätsmessung von Zahnbürsten differieren stark [31, 39]. Die Stärke der Probandengruppe hängt mit der Art der Studie zusammen. Während bei Pilotstudien eher kleinere Probandengruppen gewählt werden, partizipieren bei erprobten Studiendesigns eine größere Anzahl von Teilnehmern. Eine Mindestprobandenzahl von 25 Personen ist die Empfehlung der American Dental Association (ADA 1998), welche Standards und Richtlinien zur Prüfung von dentalen Materialien und Instrumenten in Testprogrammen definiert.

Der Realisierbarkeit einer deutlich größeren Gruppenstärke, als der hier verwendeten 28 Personen, sind bei Durchführung in einer Praxis durch Zeit- und Kostenaufwand Grenzen gesetzt.

In Folgestudien sollte die Probandenzahl erhöht werden, in der Hoffnung, mehr Signifikanzen zu erhalten.

6.6 Zustand der Zahnbürsten nach 4-wöchigem Gebrauch

Bei der Betrachtung gebrauchter Zahnbürsten des Typs Ortho P35 und der ADA fällt das Auffächern des Borstenfeldes auf (Abb. 13, 14, 16, 17). Die Patienten gaben an, dass sich das Borstenfeld in diesem „ausgefranst“ Zustand mit der Bracketapparatur „verhakt“. In einigen Fällen wurde sogar ein Borstenverlust angegeben (Abb. 17).

Es muss jedoch bemerkt werden, dass die Probanden nicht unter Aufsicht ihre Zähne putzten. Deshalb konnten Anpressdruck, Häufigkeit und Dauer des Putzvorganges, Faktoren, welche den Verformungsgrad einer Zahnbürste beeinflussen, nicht kontrolliert werden. Zusätzlich kommt es auf Grund der Bracketapparatur zu einer

erhöhten mechanischen Belastung des Bürstenfeldes, wie in den folgenden Abbildungen zu erkennen ist.

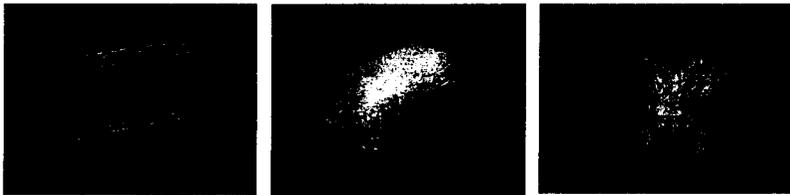


Abb. 12: ADA-Kopf neu

Abb. 13: ADA-Kopf nach 4-wöchigem Gebrauch

Abb. 14: ADA-Kopf nach 4-wöchigem Gebrauch

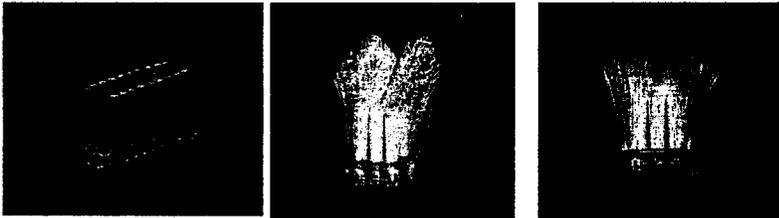


Abb. 15: Ortho P35-Kopf neu

Abb. 16: Ortho P35-Kopf nach 4-wöchigem Gebrauch

Abb. 17: Ortho P35-Kopf nach 4-wöchigem Gebrauch



Abb. 18: Borstenverlust bei der Ortho P35 bei einem Patienten während des 4-wöchigen Gebrauchs

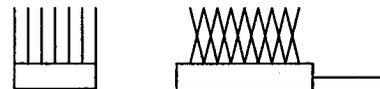
Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen ist daher eine kürzere Gebrauchszeit für die Zahnbürste bzw. ein Wechsel der alten Zahnbürste nach spätestens vier Wochen zu empfehlen. Damit bestätigte sich die Aussage von HANKE

[28], welcher in seinen Untersuchungen Vorteile für eine weiche Zahnbürste in bezug auf eine geringere Verletzungsgefahr der Gingiva bei putztechnisch nicht-instruierten Patienten erkennt, allerdings darauf hinweist, dass sich, entsprechend der individuellen Gebrauchsmuster wie Zahnputzdruck und -technik, kürzere Benutzungsperioden ergeben.

Lösungsansatz für einen Borstentyp bei Patienten mit kieferorthopädischen Apparaturen, um das Auffächern des Borstenfeldes zu verhindern:

Um den massierenden Effekt auf die Gingiva zu erhalten sollten die längeren Außenborsten der Ortho P35 erhalten bleiben. Um die Putzqualität zu verbessern würde sich ein Borstenfeld mit einer Abwinkelung der einzelnen Borstenbüschel wie bei der Oral-B Cross-action, jedoch in transversaler Richtung, auf die Brackets zu, besser eignen. Dabei würde dem Putzdruck entgegen gewirkt und das Auffächern des Borstenfeldes eventuell vermieden werden.

Oral-B Cross-action:



Ortho P35:



Neuer Lösungsansatz:



6.7 Integration der Studie in den Praxisablauf

Die Integration in den täglichen Ablauf einer Praxis wurde durch drei wesentliche Faktoren erschwert: durch die Länge der Studiendauer, die Länge der Studiensitzungen und den hohen Anteil schulpflichtiger Kinder.

Die Länge der Studiendauer wurde durch das Aufeinanderfolgen der beiden Testphasen, getrennt durch eine wash-out-phase, bestimmt. Für die Länge der Testphasen zur Evaluierung von Plaqueindexwerten werden in der Literatur mindestens 1-2 Wochen [3] durchschnittlich jedoch 4 Wochen [14, 31, 44] und zur Erhebung von Gingivitiswerten 3-12 Wochen [64] angegeben, da bei einer Gingivitis zum Abklingen bzw. zum erneuten Manifestieren der Initialsymptome 7-21 Tage notwendig sind, sich die Plaque dagegen innerhalb von Stunden neu bildet (Kap. 2.1, Kap. 2.2). Zusätzlich wurde die wash-out-phase auf zwei bis drei Wochen erhöht, um eine Evaluierung von unabhängigen Gingivitiswerten vornehmen zu können. Dadurch musste eine Verlängerung der Studiendauer akzeptiert werden. Für nachfolgende Studien kann empfohlen werden, möglichst mit einer doppelt so hohen Probandenzahl zu starten, um die Testphasen eventuell parallel laufen zu lassen und damit die Studiendauer zu verkürzen.

Durch eine zeitlich aufwendige Fotodokumentation kam es zu langen Kontroll-sitzungsterminen. Für den Probanden bedeutete dies, im Zusammenhang mit einem kieferorthopädischen Bogenwechsel, eine Sitzung von 1-1½ Stunden, was die Integration in den täglichen Praxisablauf erschwerte. Für nachfolgende Studien kann empfohlen werden, die Studiensitzungen von den kieferorthopädischen Kontroll-terminen zu trennen, um die einzelnen Sitzungen zu verkürzen.

Die Terminvergabe konnte auf Grund des hohen Anteils schulpflichtiger Kinder in einer kieferorthopädischen Praxis nicht immer auf den Vormittag gelegt werden (Kap. 11.1). Es wurden Studiensitzungen teilweise auf den Nachmittag gelegt und somit eine „over-day-plaque-formation“ eruiert. Der Patient hatte sich zum Vortag die Zähne nicht geputzt, aber zwischenzeitlich schon wieder Nahrung aufgenommen und damit das Bild der „over-night-plaque-formation“, ohne Zwischenmahlzeiten, verwischt. Für nachfolgende Studien kann empfohlen werden, mit einem möglichst hohen Anteil Erwachsener kieferorthopädischer Patienten zu arbeiten, um durch die Vergabe von Vormittagsterminen eine sichere Evaluierung von „over-night-plaque“-Werten zu erreichen.

6.8 Verzicht auf die Unterweisung in eine Zahnputztechnik

In Studien zur Mundhygiene wurde gezeigt, dass eine spezielle Zahnputztechnik, abgestimmt auf die jeweilige Situation des Patienten, Vorteile bringt [50]. In der vorliegenden Studie wurde auf die Einweisung der Probanden in eine spezielle Putztechnik verzichtet. Die Patienten wurden angehalten, bis zu einem „Gefühl der Sauberkeit“ zu putzen. Dieses Vorgehen entsprach, nach Angabe der Patienten und der Literatur, dem häuslichen Zahnpflegeverhalten [14, 56, 107]. Das Verwenden einer Putztechnik hätte somit dem bisherigen Verhalten widersprochen. Da in dieser Studie die Zahnbürsten unter Alltagsbedingungen getestet werden sollten, konnten durch diese Instruktion verfälschende Einflüsse durch eine neu erlernte Technik ausgeschlossen werden. Mit Hilfe von individuellen Prophylaxeprogrammen kann der Patient jedoch eine für ihn empfehlenswerte Zahnputztechnik erlernen. Das Erlernen einer auf die individuellen Gegebenheiten, wie eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur,

abgestimmten Zahnpflichtechnik, kann zu einer Steigerung der Effektivität der Mundhygiene führen [50].

Gleichzeitig konnte festgestellt werden, dass sich besonders unter den Bogenelementen, welche der Patient nicht selbst entfernen kann, Plaque anhäuft [50]. Auch nach der Reinigung mit der Ortho P35 wurden in diesen Bereichen häufig Plaquereste evaluiert. Es ist daher zu empfehlen, bei Bogenwechsel in der kieferorthopädischen Praxis eine professionelle Zahnreinigung durchzuführen und den Patienten somit bei seiner häuslichen Zahnpflege zu unterstützen. Entsprechend den Literaturangaben wird hier eine professionelle Zahnreinigung zwei bis drei Mal im Jahr empfohlen [7, 65].

6.9 Wahl der Indikatorlösung

Die in dieser Studie verwendete Indikatorlösung Erythrosin ist eine Ein-Komponenten-Lösung und färbt vorhandene Zahnbeläge rot ein. Die Nutzung der erstellten intraoralen Fotografien zur späteren planimetrischen Plaquemengenauswertung war auf Grund einer ungenügenden Kontrastierung zur Gingiva, welche sich unter Erythrosin ähnlich rot darstellt, nicht möglich. Die Indikatorlösung hat sich hier als ungünstig erwiesen, wurde aber zu Gunsten einer gleichmäßigen Evaluierung der visuellen Indexwerte bis zum Ende der Studie genutzt.

In weiterführenden Arbeiten mit dem Schwerpunkt planimetrischer Plaquemengenvermessung sollte ein differenziert färbender Indikator wie „Mira-2-Ton“ verwendet werden. Diese Zwei-Komponenten-Lösung färbt jüngere Beläge rot und Beläge, welche älter als 24 Stunden sind, blau ein. Damit wäre neben der besseren Unterscheidung zur Gingiva gleichzeitig eine Differenzierung zwischen Langzeit- und Kurzzeitplaque möglich.

7 Schlussfolgerungen

- Bei einer wash-out-phase von 7-21 Tagen zwischen den Testphasen bestehen keine verbesserten Ausgangsbedingungen für die zweite Testphase, d.h. die Länge der wash-out-phase war für die Eliminierung von verbessernden Mundhygieneinflüssen ausreichend.
- Sowohl die Testzahnbürste Ortho P35, als auch die ADA-Kontrollzahnbürste reduzieren die Plaqueablagerungen auf den Zähnen in gleichem Maß. Die Ortho P35 kann folglich als Basisgerät für die Zahnreinigung bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen genutzt werden.
- Bei der differenzierten Betrachtung einzelner Zahngruppen im kurzfristigen Vergleich zeigt die Ortho P35 einen signifikanten Unterschied in der Plaqueentfernung im Prämolarenbereich, d.h. es kommt in der Einzelzahn Betrachtung zu einem Putzvorteil für den, durch die kieferorthopädische Apparatur eingeschränkten, vorderen Seitenzahnbereich. In der Molarenregion führt der zunehmende Wangendruck zu Mobilitätseinschränkungen beim Putzen, so dass sich der andeutende Effekt nicht etablieren konnte.
- Im Vergleich der Indexwerte über einen längerfristigen Zeitraum lassen sich keine Unterschiede bei der Plaqueentfernung oder der Verminderung parodontaler Erkrankungen für die Ortho P35 nachweisen, d.h. beide Zahnbürsten haben über einen Zeitraum von vier Wochen die Mundhygiene nicht verbessert. Den Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen muss empfohlen werden, bei der Plaqueentfernung mit der Ortho P35 zusätzliche Hilfsmittel, z.B. eine Interdentalebürste und Zahnseide, zu verwenden.

- Nach vier Wochen zeigen beide Zahnbürsten auf Grund der erhöhten mechanischen Belastung durch die Multibandapparatur ein deutliches Ausfransen des Bürstentfeldes, d.h. der Patient muss auf eine kürzere Gebrauchsdauer der Ortho P35 hingewiesen werden und die alte Bürste muss nach spätestens vier Wochen durch eine neue Bürste ersetzt werden.
- Die Aufnahmen einer handelsüblichen Intraoralkamera (Yashica, Dental-Eye II) sind für die fotografische Auswertung einer Plaquemenge nutzbar. Um bei einer planimetrischen Auswertung der Plaquemenge verlässliche Messergebnisse zu erhalten, müssen die Aufnahmen durch die Verwendung einer Zwei-Komponenten-Relevatorlösung, einer veränderten Blitzvorrichtung und durch die Standardisierung der Patientenkopflage während der einzelnen Aufnahmen verbessert werden.

8 Klinische Hinweise

Die massiven Plaqueanhäufungen, in den Bildern dieser Studie fotodokumentiert, zeigen eine deutliche Notwendigkeit für den Behandler, vor und während einer kieferorthopädischen Behandlung auf eine ausgezeichnete Mundhygiene zu achten, um die Folgen von Karies und die Entstehung einer Parodontitis zu verhindern. Da es während einer kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen zu einer zusätzlichen Belastung von Zähne und Parodont kommt, ist es erforderlich, Patienten mit unzureichenden API/SBI-Werten vor Behandlungsbeginn über die Gefahren bei Behandlung mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen aufzuklären. Von der Durchführung einer kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen ist in Fällen mit unzureichender Mundhygiene unbedingt Abstand zu nehmen.

Beobachtungen in der Praxis zeigen, dass die Möglichkeiten für eine intensive Instruktion der Patienten und eine Evaluierung zeitaufwendiger Plaqueindizes oft nicht gegeben sind. Unzureichende API-Werte können jedoch schnell mittels eines qualifizierenden APIs an den Ramfjordzähnen ermittelt und in den Praxisablauf integriert werden (Kap. 4.3.2). Eine kieferorthopädische Behandlung sollte nicht begonnen oder sollte abgebrochen werden, wenn der qualifizierende API $> 1,5$ ist.

9 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden zwei Handzahnbürsten bezüglich ihrer Effektivität und Zweckmäßigkeit bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen untersucht. Es handelt sich dabei einerseits um die Ortho P35 der Firma Oral-B, welche auf Grund eines speziellen v-förmigen Einschnitts im Bürstenfeld eine Effektivitätssteigerung bei der Plaqueentfernung bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Geräten verspricht sowie andererseits um die ADA-Kontrollzahnbürste, welche von der American Dental Association für derartige Teststudien als Referenzzahnbürste empfohlen wird.

Alle 28 Untersuchungsteilnehmer bildeten eine experimentelle Gruppe, welche jeweils über einen Zeitraum von vier Wochen zunächst die Zahnbürste A und anschließend die Zahnbürste B, unterbrochen durch eine wash-out-phase, getestet haben. Die Probanden wurden angewiesen, 12-14 Stunden vor der Untersuchung die Zähne nicht mehr zu putzen und während der Studie keine zusätzlichen Mundhygienemittel zu verwenden.

Zur Evaluierung der Werte wurden jeweils vor und nach dem Putzen in der Praxis, sowie zu Beginn und am Ende der Testphasen der konventionelle Sulkus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON (SBI) und ein für die Kieferorthopädie modifizierter Quigley-Hein-Index (API) erhoben. Die Erhebung der Indizes erfolgte an den Ramfjordzähnen.

Im Ergebnis der Zahnbürsteneffektivität wurde zwischen einem kurzfristigen und einem langfristigen Effekt differenziert. Grundsätzlich entfernten beide Zahnbürsten die Plaque gleichermaßen gut. Es ergaben sich kurzfristige Effektivitätsvorteile bei der Einzelzahn Betrachtung für die Plaqueindexwerte im Prämolarenbereich für die

Ortho P35, d.h. es war ein Vorteil der Ortho P35 für den eingeeengten hinteren Mundraumbereich zu erkennen. Im Ergebnis der Langzeitbeobachtungen hoben sich die Vorteile wieder auf und es kam zu keinem Effektivitätsvorteil für die Ortho P35 auf Grund ihres speziellen v-förmigen Designs.

Für den SBI zeigten sich weder kurzfristig noch langfristig Unterschiede in der Verbesserung des Gingivazustandes.

Ein Mehrkostenaufwand für die Ortho P35 für Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen kann durch die Benutzung einer design-neutralen, kostengeringeren Zahnbürste vermieden werden.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Addy, M.: Measuring success in toothbrush design- an opinion and debate of the concepts. *International Dental Journal* 48 (1), 509-18 (1998)
- [2] Albers, H. K.: Die Akzeptanz und Effektivität von elektrischen und von Handzahnbürsten. *Zahnärztl Mitt* 78: 1777-80 (1998)
- [3] American Dental Association (ADA): Acceptance Program Guidelines TOOTHBRUSH. Council of Scientific Affairs (1998)
- [4] Ash, M. M. et al.: Correlation between plaque and gingivitis. *J Periodontol* 34, 424 (1964)
- [5] Balenseifen, J., Madonia, J.: Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res.* 49: 320-324 (1970)
- [6] Bass, C.C.: An effective method of personal hygiene. *J Louisiana St Med Soc:* 106, 100 (1954)
- [7] Bellini, H. T., Campi, R., Denardi, J. L.: Four years of monthly professional tooth cleaning and topical fluoride application in Brazilian school children. *J Clin Periodont.* 8: 231-238 (1981)
- [8] Canut, J. A.: Gefahren der festsitzenden Apparatur. *Inform Orthodont Kieferorthop* 2: 117-23 (1972)
- [9] Carlsson, J., Grahnen, H., Jonsson, G.: Lactobacilli and streptococci in the mouth of children. *Caries Res* 9: 333 (1975)
- [10] Charters, W.W.: Ideal tooth brushing. *J Dent Res* 4: XI (1922)
- [11] Ciancio, S.G., Shibly, O., Farber, G.A.: Clinical evaluation of the effect of two types of dental floss on plaque and gingival health. *Clin Prevent Dent* 14: 3, 14 (1992)

- [12] Clark, J. R.: Mundhygiene in der kieferorthopädischen Praxis: Motivierung, Verantwortung und Konzeption. *Inform Orthodont Kieferorthop* 2: 133-44 (1976)
- [13] Dietrich, P., Rudzki-Janson, I., Wehrbein, H., Fritz, U.: Die Auswirkungen kieferorthopädischer Bänder auf das marginale Parodontium. *J Orofac Orthop/ Fortschr Kieferorthop;* 62:146-56 (2001)
- [14] Doll, G. H., Zentner, A., Gaertner, M.: Zur Reinigungseffizienz elektrischer Zahnbürsten bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen. *Kieferorthop* 15: 323-332 (2001)
- [15] Federation Dentaire Internationale: Techniceal report No.23; guidelines to oral Hygiene: toothbrushes, toothbrushing, dentifrices and abrasivity. *International Dental J* 35: 256-57 (1985)
- [16] Feliu, J. L.: Long-term benefits of orthodontic treatment on oral hygiene. *Am Orthod* 82: 473-477 (1982)
- [17] Fleiss, J. L., Park, M. H., Chilton, N. W.: Representativeness of the Ramfjord teeth for epidemiologic studies of gingivitis and periodontitis. *Community Dent Oral Epidemiol* 15(4), 221-24 (1987)
- [18] Fones, A.C.: Mouth hygiene. Lea and Febinger, Philadelphia (1934)
- [19] Fosdick, L. S.: The reduction of the incidence of dental caries. In: Immediate toothbrushing with a neutral dentifrice. *J Am Dent Ass* 40: 133 (1950)
- [20] Gerät: Yashica Dental-Eye II, Gebrauchsanweisung
- [21] Golding, P., S.: The development of the toothbrush; a short history of tooth cleansing. *Dental Health* 21 (4): 25-27 (1982)
- [22] Gräber, H. G.: Die Wirksamkeit von antiseptischen Mundspüllösungen mit Chlorhexidindigluconat (CHX) und Amin-Zinn-Fluorid (AZF) auf

- Plaquebildung und Gingivitis. Quintessenz 49, 10: 1001-1008 (1998)
- [23] Gülzow, H. J.: Methoden und Hilfsmittel für die tägliche Mundhygiene. Quintessenz, Berlin (1978)
- [24] Gülzow, H., J.: Präventive Zahnheilkunde, Grundlagen und Möglichkeiten der Karies und Gingivitisprophylaxe. Hanser (1995)
- [25] Gülzow, H. J., Busse, G.: Klinisch experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel. Dtsch Zahnärztl Z 25: 1126 (1970)
- [26] Gülzow, H. J., Keilwerth, S.: Über die Zahn- und Mundpflegegewohnheiten von Studierenden der Universität Erlangen/Nürnberg. Dtsch Zahnärztl Z: 9-26 (1971)
- [27] Gülzow, H. J., Opel, H. H.: Vergleichende Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Kurzkopfbürsten mit unterschiedlichen Borstenfeldern. Dtsch Zahnärztl Z 30: 576 (1975)
- [28] Hanke, M.: Gingivatraumatisierung und Plaquereduktion unter dem Einfluß der Borstenfeldhärte von multi-tufted Zahnbürsten. Zahnmed. Diss., Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen (1994)
- [29] Hardie, J., Ahmed, K.: The miswak as an aid in oral hygiene. FDI World 4 (4): 5-8, 10 (1995)
- [30] Heintze, S. D., Finke, Ch., Jost-Brinkmann, P. G., Miethke, R. R.: Individualprophylaxe in der Kieferorthopädie. Quintessenz, Berlin (1992)
- [31] Heintze, S. D., Jost-Brinkmann, P. G., Loundos, J.: Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. Amer J Orthod Dentofac Orthop Vol 110, No 6: 630-38 (1996)

- [32] Hellenthal, G.: Vergleichend klinische Untersuchung über das Putzvermögen zweier (Hand-) Zahnbürsten. Ergeben sich Vorteile für einen neuen Bürstentyp mit besonderen Konstruktionsmerkmalen?. J.W. Goethe-Universität Frankfurt (1992)
- [33] Hellwege, K. D.: Praxis der Zahnmedizinischen Prophylaxe. Huethig, Heidelberg (1984)
- [34] Hellwig E., Klimek J., Attin T.: Einführung in die Zahnerhaltung. Urban&Schwarzenberg (1995)
- [35] Hoffmann-Axthelm, W.: Lexikon der Zahnmedizin. Quintessenz, Berlin (1991)
- [36] Hoffmann, A., Janson, I., Janson, M.: Bedeutung der Prophylaxe in der kieferorthopädischen Behandlung. Zahnärztl Prax 8: 411-26 (1978)
- [37] Hollist, N., O.: The technique and use of chewing stick. Odontostomatologie Trop 4: 171 (1981)
- [38] Horowitz, A. M., Suomi, J. D., Peterson, J. K., Voglesong, R. H., Mathews, B. L.: Effekts of daily supervised plaque removal by children. First-year results (Abstr. no. 1019). J Dent Res 55, Spec Iss B (1976)
- [39] Hotz, P. R., Dula, K. F., Blaser, M.: Der Einfluß verschiedener Zahnbürsten und Zahnreinigungstechniken auf die interdental Belagsentfernung bei Zähnen ohne und mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen - ein Versuch am Modell. Schweiz Mschr Zahnmed 94: 572-79 (1984)
- [40] Huser, M.C., Baehni, P.C., Lang, R.: Effects of orthodontic bands on microbiological and clinical parameters. Am J Orthod Dentofac Orthop: 97, 213-18 (1990)
- [41] Jung, M., Türp, J. C., Kockapan, C.: Vom „Zahnbürstenbaum“ und anderen traditionellen Instrumenten zur Zahnreinigung. Quintessenz Journal 23: 379-84

- (1993)
- [42] Kasiviner, L.: Hard and soft tissue damage accompanying orthodontic therapy. Clin Preven Dent 3: 9-13 (1981)
- [43] Keys, K. H.: Recent advances in dental caries research. Bacteriology. Int Dent J 12: 443 (1962)
- [44] Kilicoglu, H., Yildirim, M., Polater, H.: Comparison of the effectiveness of two types of toothbrushes on the oral hygiene of patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances. Amer J Orthod Dentofac Orthop Vol 111, No. 6: 591-94 (1997)
- [45] Kleber, B. M.: Zur Häufigkeit und Pathogenese der lokalen und periodontalen Rezession. Stomatol DDR: 40-70 (1990)
- [46] Koenig, K. G.: Karies und Kariesprophylaxe. Goldmann, München (1971)
- [47] Koenig, K. G.: Karies und Parodontopathien. Thieme, Stuttgart: 112-220 (1987)
- [48] Koenig, K. G.: Praxis der Zahnheilkunde 2. Zahnerhaltung I. 1-6. (1992)
- [49] König, K.: Zähneputzen- einmal oder dreimal täglich? Zahnärztl Mitt 69:219 (1979)
- [50] Kremers, L., Unterer, S., Lampert, F.: Mundhygiene für Träger festsitzender Apparaturen. Fortschr Kieferorthop 44: 147-52 (1983)
- [51] Lang, N. P., Attström, R., Löe, H.: Proceedings of the European workshop on mechanical plaque control. Quintessenz, Berlin (1998)
- [52] Lange, D. E.: Parodontologie in der täglichen Praxis. Quintessenz, Berlin (1986)
- [53] Lange, D. E.: Über den Einfluß verschiedener Zahnbürstentypen auf die Gingiva. Zahnärztl Mitt: 729-67 (1977)
- [54] Lehmann, K. M., Hellwig, E.: Einführung in die restaurative Zahnheilkunde.

- München, Urban & Schwarzenberg (1993)
- [55] Lehner, J. E.: Untersuchungen über den Abnutzungsgrad von Zahnbürsten nach 6 Wochen Gebrauch in Korrelation mit Putzverletzungen an der Gingiva, Abrasionen an den Zähnen und parodontalen Rezessionen. Zahnmed. Diss., J.-W. Goethe-Universität Frankfurt (1997)
- [56] Leonhard, N.S.: In our opinion – home technics for the care of the teeth. J Periodont: 20, 37 (1949)
- [57] Löe, H., Silness, J.: Periodontal disease in pregnancy. Acta Odontol Scand 21: 533 (1963)
- [58] Löe, H., Theilade, E., Jensen, S.B.: Experimental gingivitis in man. J Periodontol 36, 177 (1965)
- [59] Lorenz, H. K. P.: Neembaumrindenextrakt bei entzündlichen Mundschleimhautrekrankungen. Zahnärztl Prax 27, 186 (1976)
- [60] Lundström, A.: Nordisk Lärbok i ortodonti. Sveriges Tandläkarförbunds, Förlagsförening upa, Stockholm (1975)
- [61] MacGregor, I.D., Rugg-Gunn, A.J.: Toothbrushing duration in 60 uninstructed young adults. Community Dent Oral Epidemiol 13: 121-22 (1985)
- [62] MacGregor, I.D., Rugg-Gunn, A.J., Gordon, P.H.: Plaque levels in relation to the number of toothbrushing strokes in uninstructed English schoolchildren. J Periodont Res 21: 577-82 (1986)
- [63] Marthaler, T. M.: Einmal oder dreimal am Tag Zähnebürsten? Theoretische Grundlagen und Realität in der Praxis. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 88: 113 (1978)
- [64] Mayer, R.: Elektrische Zahnbürste-Handzahnbürste, ein Vergleichstest. ZWR 99 (3): 188-192 (1990)

- [65] Meng, H. P.: Qualität der Mundhygiene und Auswirkungen von festsitzenden Apparaturen auf das Parodontalgewebe. *Informationen* 4: 443-446 (1987)
- [66] Miereau, H. D.: Über die Bedeutung des Mikro- Makroreliefs der Zähne und des Parodontiums im Hinblick auf die Ätiologie der Parodontopathien. In: Siebert, G. (Hrsg.): *Zahnmedizinische Forschung Standort, Ziele und Wege*. Hanser, München (1998)
- [67] Mireau, H.-D., Haubitz, I., Völk, W.: Gewohnheitsmuster beim Gebrauch der Handzahnbürste. *Dtsch Zahnärztl Z*: 44-836 (1989)
- [68] Miller, W. D.: *Die Mikroorganismen der Mundhöhle*. Thieme, Leipzig (1889)
- [69] Mitchell, L., Mitchell, D. A.: *Oxfordkompendium der Zahnheilkunde*, Carl Hanser, München (1995)
- [70] Moyers, R.E.: *Handbook of Orthodontics*. Year Book Medical Publishers Inc., Chicago (1975)
- [71] Mühlemann, H. R.: *Einführung in die orale Präventivmedizin*. Bern- Stuttgart- Wien (1974)
- [72] Mühlemann, H. R.: *Parodontologie* (2001)
- [73] Müller, H. P.: *Parodontologie*. Thieme, Stuttgart (2001)
- [74] Niemi, M. L., Ainamo, J., Etemadzadeh, H.: Gingivale Abrasion und Plaqueentfernung mit manuellen Zahnbürsten gegenüber elektrischen Zahnbürsten. *Oralprophyl* 10: 11 (1988)
- [75] Orland, F. J. et al.: Experimental caries in germfree rats inoculated with enterococci. *J Amer Dent Ass* 50: 259 (1955)
- [76] Owen, T. L.: A clinical evaluation of electric and manuel toothbrushing by children with primary dentitions. *J Dent Child* 39: 15 (1972)
- [77] Quigley, G. A., Hein, J. W.: Comparative cleansing efficiency of manual and

- power brushing. *JADA* 65: 26-9 (1962)
- [78] Raab, W. H.- M.: Die Auswirkungen einer Aminfluorid/Zinnfluorid-Kombination in Gelform auf die Plaque- und Gingivitisentwicklung. In: Flores-de-Jacoby, L. (Hrsg.): *Möglichkeiten der Plaque- und Gingivitisprävention*. Quintessenz, Berlin (1991)
- [79] Raetzke, P.: Prophylaxe der Parodontalerkrankungen in Theorie und Praxis. *Zahnärztl Prax* 32: 534 (1981)
- [80] Raetzke, P.: Funktionelle Aspekte der Parodontalerkrankungen. *Praxis der Zahnheilkunde*, 2.Aufl, Bd. 4, Urban & Schwarzenberg, München (1990)
- [81] Ramfjord/Ash, M., M: *Periodontology and Periodontics*. Saunders, Philadelphia: 397-417 (1997)
- [82] Rateitschak, K. H., Renggli H. H., Mühlemann, H.R.: *Parodontologie*, 3.Aufl. Thieme, Stuttgart (1984)
- [83] Rechtman, J.: From toothbrush to mounthbrush: two centuries of history. *Periodontie Francaise* 12: 299-311 (1978)
- [84] Renggli, H. R.: *Ätiologie marginaler Parodontopathien*. Praxis der Zahnheilkunde. Urban & Schwarzenberg, München (1990)
- [85] Rieth, P.: Der Wert der Mundhygiene für das marginale Parodontium. *Verein für Zahnhygiene*, Frankfurt (1970)
- [86] Rieth, P.: *Die Quintessenz der Mundhygiene*. Quintessenz, Berlin (1974)
- [87] Rieth, P.: Klinisch- experimentelle Untersuchungen über den Nutzeffekt einer V- und einer multi-tufted- Bürste mit H²O. *Zahnärztl Mitt*: 67-723 (1977)
- [88] Roethlisberger, F.J., Dickson, W.J.: *Management and the worker*. Wiley, New York (1939)
- [89] Sauerwein, E.: Traktat über die Zahnbürste. *Dt Zahnärztl Z* 17: 121-34 (1962)

- [90] Saxer, U. P.: Plaquehemmung mit verschiedenen Konzentrationen von Aminfluorid und Zinnfluorid. In: Flores-de-Jacoby, L. (Hrsg.): Möglichkeiten der Plaque- und Gingivitisprävention. Quintessenz, Berlin (1991)
- [91] Schenk, R.: Kombinationspräparate pflanzlicher Herkunft als Adjuvantien der Mundschleimhautabwehr. Zahnärztliche Praxis 39: 290 (1988)
- [92] Schroeder, H. E.: Pathobiologie oraler Strukturen. Karger (1991)
- [93] Silness, J., Roynstrand, T.: Partial mouth recording of plaque, gingivitis and probing depth in adolescents. J Clin Periodontol 15(3): 189-92 (1988)
- [94] Siverstein, S., Gold, S., Heilbron, D., Nelms, D., Wycoff, S.: Effect of supervised deplaqueing on dental caries, gingivitis and plaque (Abstr. no. 1022). J Dent Res 55, Spec Iss B (1976)
- [95] Steinle, K.: Klinisch-experimentelle Studie über die Auswirkungen zweier Handzahnbürsten auf die Gingiva sowie in Bezug auf die Plaquereduktion an den Zahnoberflächen. Diskussion verschiedener Bewertungsmethoden. Zahnmed. Diss., LMU München (2002)
- [96] Stillman, P.R.: The toothbrush. J Am Dent Hyg Ass: 7, 3 (1933)
- [97] Strate, J.: Leiter Clinical Research Europa-Gillette Gruppe Deutschland, persönliche Mitteilung 2002
- [98] Sudhoff, K.: Geschichte der Zahnheilkunde. 2.Aufl.:183ff/196ff. Leipzig (1926)
- [99] Theilade, E.: The non-specific theory in microbial etiology of inflammatory periodontal disease. J Clin Periodont 13: 905 (1986)
- [100] Türp, J.: Tooth Cleaning woods – oldest toothbrushes in the world. Quintessenz 40,5: 937-948 (1989)
- [101] Van der Weijden, F. A., Timmermann, M. F., Piscoer, M.: A comparison of the efficacy of a novel electric toothbrush and a manual toothbrush in the treatment

- of gingivitis. Am J Dent 11: 23-8 (1998)
- [102] Van der Weijden, G. A.: Models for assessing powered toothbrushes. Dent Res 16: 17-20 (2002)
- [103] Van Dyke, T.E., Lester, M.A., Shapira, L.: The role of the host response in periodontal disease progression: implications for future treatment strategies. J Periodont 64, 792 (1993)
- [104] Willershausen, B., Gruber, I., Aulenbacher, K.: Wirksamkeit von Chlorhexidindigluconat und Sanguinarin auf den Plaque- und Blutungsindex. Zahnärztl Prax 5: 173-76 (1991)
- [105] Willershauser-Zönnchen, B., Butenandt, O.: Kinderzahnheilkunde. Urban & Schwarzenberg (1995)
- [106] Willershauser-Zönnchen, B.: Innovative Technik für bessere Zahnpflege. Praxis Dialog 1: 1-3 (1998)
- [107] Williams, P., v. Clerehugh, V., Shaw, W. C.: A comparison of a photographic index with a modified clinical plaque index for use with orthodontic fixed appliance patients (Abstr. no. 276). Br Dent J: 703 (1997)
- [108] Zachrisson, B.U.: Oral hygiene for orthodontic patients: Current concepts and practical advice. Amer J Orthodont 66: 486 (1974)
- [109] Zachrisson, B.U.: Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. Amer J Orthodont 69: 285 (1976)

11 Anhang

11.1 Formblätter für die Probanden

11.1.1 Anamnesebogen für die Zahnputzstudie

Name:

Geb.:

Lieber Patient, bei Fragen, welche Du nicht selbst beantworten kannst, frage bitte Deine Eltern!

	Ja	Nein	unbek.
Stehst Du in ärztlicher Behandlung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, weswegen?.....			

Nimmst Du Medikamente ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?.....			

Leidest Du unter allergischen Reaktionen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, auf welche Stoffe reagierst Du allergisch?.....			

Leidest oder littest Du an folgenden Krankheiten?

Herz-Kreislauf-Erkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoher Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niedriger Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blutgerinnungsstörungen, Nachblutungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nierenerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lebererkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuckerkrankheit (Diabetes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nervenerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anfallsleiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schilddrüsenerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infektionskrankheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hattest Du mal einen Unfall/ Verletzungen im Kopfbereich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Hast Du andere ernsthafte Erkrankungen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?.....			

Wurden oder werden beim Zahnarzt prophylaktische Behandlungsmaßnahmen durchgeführt?

Individualprophylaxe (z.B. Zahnputzübungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fluoridierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hattest Du in den letzten 6 Monaten eine Zahnfleischbehandlung (Parodontitisbehandlung)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Ist im Säuglingsalter eine Tablettenfluoridierung durchgeführt worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Sind im Säuglingsalter schwere Ernährungsstörungen aufgetreten? (z.B. Brechdurchfälle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Sind Dir Störungen in Deinem Zahnschmelz aufgefallen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------

z.B. weiße Schmelzflecken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

z.B. Einkerbungen/ Rauigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

z.B. Schliffacetten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Frage bitte Deine Eltern:

Atmet Ihr Kind vorwiegend durch den Mund ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Oder durch die Nase ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Datum:

Unterschrift:

11.1.2 Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie

Wir werden in unserer Praxis eine wissenschaftliche Studie durchführen und möchten Ihr Kind bitten daran teilzunehmen.

Es handelt sich hierbei um eine **Zahnputzstudie**.

Wie Sie sicherlich wissen, ist die Reduzierung von Plaque (Zahnbelag) eine Grundvoraussetzung für **gesunde Zähne** und **gesundes Zahnfleisch**.

Oft wird uns, gerade von Patienten mit festsitzenden Behandlungsapparaturen, die Frage gestellt: Welches ist denn nun die richtige Zahnbürste für eine effektive Zahnpflege in diesem speziellen Fall?

Die Ergebnisse dieser Studie werden nützliche Erkenntnisse über eine **zweckmäßige Mundhygiene zur Prophylaxe vor Karies** erbringen, die dann Ihrem Kind und allen weiteren Patienten zugute kommen.

Im Verlauf dieser Studie werden Ihrem Kind nacheinander 2 Zahnbürsten ausgehändigt, die es wie gewohnt benutzen soll.

Insgesamt 4 Mal in einem Zeitraum von ungefähr 12 Wochen kommen Sie in die kieferorthopädische Praxis, wo neben der routinemäßigen „Spangenkontrolle“ Untersuchungen zur Plaquebestimmung und zum Zustand des Zahnfleisches erfolgen.

Damit diese Untersuchungen ohne größere Wartezeiten für Sie durchgeführt werden können, ist es in der Regel erforderlich diese 4 Kontrolltermine vormittags durchzuführen.

Auf folgende Punkte im Rahmen dieser Studie möchten wir Ihr Kind besonders hinweisen:

- Jeweils 12 – 16 Stunden vor einem vereinbarten Termin sollten die Zähne nicht geputzt werden
- Die Zähne sind morgens und abends zu putzen, dabei sollten keine zusätzlichen Hilfsmittel wie Zahnseide, Zahnstocher, Interdentalbürsten u.ä. verwendet werden.
- Es kann dabei die gewohnte Zahnpasta genutzt werden, während der Studie sollte die Zahnpastamarke jedoch nicht gewechselt werden.

Alle Maßnahmen und Untersuchungen sind mit **keinerlei Risiko** für Ihr Kind verbunden.

Alle gewonnenen Daten werden anonym verwendet.

Bitte kreuzen Sie nun für Sie zutreffendes an:

- Ich bin mit der Teilnahme meines Kindes an der beschriebenen Studie einverstanden.
- Ich bin mit der Teilnahme meines Kindes an der beschriebenen Studie nicht einverstanden.
- Mein Kind kann dabei bis zu 4 Mal vormittags einbestellt werden.
- Mein Kind kann dabei keinesfalls bis zu 4 Mal vormittags einbestellt werden.

Landsberg, den

.....
Unterschrift

11.2 Formblätter zur Befunderhebung

11.2.1 Befundbogen 1

Name:

Geb.:

Zahnbürste:

Anamnesebogen:

Einverständniserklärung:

Screeningsitzung am:

01

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
			V	IV	III	II	I	I	II	III	IV	V			
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

MB-01

Bd.:

Br.:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

qualif. API

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

qualifizierender API = $\frac{\text{Summe der gemessenen Zähne}}{\text{Anzahl der gesamten Zähne}} = \boxed{}$

Bemerkungen / Auswertung Anamnesebogen:

11.2.2 Befundbogen 2

Studiensitzungen 1-4:

API

API Zähne	I PRE	I POST	II PRE	II POST	III PRE	III POST	IV PRE	IV POST
16								
21								
24								
36								
41								
44								

SBI

SBI Zähne	I PRE	I POST	II PRE	II POST	III PRE	III POST	IV PRE	IV POST
16								
21								
24								
36								
41								
44								

PHOTO

Photo	I PRE	I POST	II PRE	II POST	III PRE	III POST	IV PRE	IV POST
Film/Nr.								
Datum								

11.3 Formblatt zur Integration in den Praxisablauf

Dieses Formblatt wurde an der Rezeption ausgelegt und diente als Information für die Zahnarztthelferinnen zur Terminvergabe während der Zahnputzstudie.

Ablauf Zahnputzstudie

• Woche vom 12.03. / 19.03.

- Patientenkartei wird morgens vor 8.00 Uhr gekennzeichnet (von mir)
- Einlegen der Informationsblätter in Kartei (Einverständniserklärung, Anamnesebogen)
- Patient kommt zur Kontrolle ⇒ Einweisung (Anamneseblatt, Einverständniserklärung, Studienablauf)
⇒ normale Behandlungskontrolle

- Rezeption

Patient bekommt nächsten Termin (unabhängig von Behandlungskontrolle)

In spätestens 4 Wochen oder früher

- am 29.03. (schulfreier Tag)

- früh von 8.00 – 9.00 Uhr
- abends von 18.00 – 19.00 Uhr
- Freitag vormittags (Praxistechnisch günstiger Tag)

Patient kommt zur 1. Studiensitzung:

Patient gibt Blätter wieder ab (Teilnahme: ja/nein)

Anschließend Screeningsitzung und 1. Studiensitzung bei Ja-Entscheidung:

Dauer ca. 30-45 min

- Ablauf: 1. SBI
- 2. Anfärben
- 3. API
- 4. Photo
- 5. Putzen mit ZB I
- 6. SBI
- 7. Anfärben
- 8. API
- 9. Photo
- 10. Pat. putzt selbständig

- Rezeption

Pat. bekommt nächsten Termin mit

In mindestens 4 Wochen

Entscheidung, ob mit Bogenwechsel oder nicht

⇒ 2 Terminmöglichkeiten:

mit Bogenwechsel

11.30 – 12.00 Uhr

Freitag Vormittag

ohne Bogenwechsel

8.00 – 9.00 Uhr

18.00 – 19.00 Uhr

Freitag Vormittag

Pat. kommt zur 2. Studiensitzung:

- 1. Untersuchungen für die Studie (API, SBI, Photo, Putzen s.o.)

Dauer ca. 30-45 min

- 2. eventueller Bogenwechsel

- Rezeption

Patient bekommt neuen Termin mit:

⇒ 2 Terminmöglichkeiten:

mit Bogenwechsel

11.30 – 12.00 Uhr

Freitag Vormittag

ohne Bogenwechsel

8.00 – 9.00 Uhr

18.00 – 19.00 Uhr

Freitag Vormittag

usw.

11.4 Tabellen zur Statistik

11.4.1 Basisdaten

name	16v brush A begin	21v brush A begin	24v brush A begin	36v brush A begin	41v brush A begin	44v brush A begin	mean v brush A begin	16n brush A begin	21n brush A begin	24n brush A begin	36n brush A begin	41n brush A begin	44n brush A begin	mean n brush A begin
1	1	3	3	1	4	3	3	0	1	1	0	1	1	1
2	1	3	2	2	1	2	2	0	1	1	1	1	2	1
3	2	3	3	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
4	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	3	2	1	1	0	1	0	0	0	0
6	0	2	2	1	3	2	2	0	1	1	0	1	1	1
7	3	4	4	2	3	3	3	1	1	3	1	1	3	1
8	2	1	2	1	2	2	2	0	1	1	0	1	0	1
9	1	3	3	1	3	1	2	0	2	1	0	0	2	1
10	0	1	3	0	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1
11	1	1	2	1	3	1	1	1	0	2	0	0	0	0
12	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
13	2	2	3	0	2	2	2	0	2	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	3	2	1	1	2	2	1	1	0	0	1	1	1
16	1	2	2	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	1	0	1	1	1	2	3	2	2	3	1	2
18	1	2	2	1	2	2	2	1	0	1	1	1	1	1
19	1	2	3	1	2	2	2	0	0	1	0	1	1	1
20	1	4	3	1	3	3	3	0	0	1	0	1	1	1
21	2	2	1	1	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0
22	1	1	2	0	2	1	2	1	1	0	0	2	1	1
23	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	0	1	1
24	1	1	3	1	2	2	2	1	0	2	1	1	2	1
25	1	3	2	1	2	1	2	0	1	1	1	0	1	1
26	2	3	3	1	3	2	3	1	0	1	0	1	1	1
27	1	2	3	1	2	2	2	0	1	2	0	1	1	1
28	1	1	2	2	3	1	1	0	1	1	0	0	2	1

name	16v brush A end	21v brush A end	24v brush A end	36v brush A end	41v brush A end	44v brush A end	mean v brush A end	16n brush A end	21n brush A end	24n brush A end	36n brush A end	41n brush A end	44n brush A end	mean n brush A end
1	2	4	4	1	4	3	4	1	2	1	1	1	2	1
2	2	1	2	1	3	2	2	2	1	2	0	1	1	1
3	1	3	5	1	3	1	2	2	3	4	2	4	3	3
4	2	4	4	2	3	4	4	0	1	2	1	1	1	1
5	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
6	2	4	2	2	4	3	3	0	1	0	0	1	1	1
7	1	2	3	1	3	3	3	0	2	2	0	1	2	2
8	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	2	3	3	0	1	1	2	0	1	0	0	1	1	1
10	0	3	1	0	3	1	1	0	1	0	0	2	1	1
11	1	1	2	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	0
12	0	2	1	0	2	1	1	0	1	0	0	1	0	0
13	1	4	3	1	2	3	3	0	1	1	0	0	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
16	1	2	2	1	2	3	2	0	1	0	0	1	1	0
17	1	3	3	1	4	4	3	0	1	1	0	1	1	1
18	0	2	3	1	1	2	3	0	1	1	0	1	1	1
19	1	3	3	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1
20	4	4	4	2	3	2	4	1	1	1	0	0	1	1
21	0	3	2	0	2	2	2	0	1	1	0	0	0	0
22	1	3	2	0	2	2	2	0	1	1	0	0	0	0
23	1	2	4	1	2	3	3	0	1	3	0	2	0	1
24	1	2	4	1	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2
25	2	3	3	1	2	1	2	0	2	1	0	0	1	1
26	1	2	3	1	3	2	2	1	1	2	0	2	1	1
27	0	2	3	0	2	2	2	0	1	2	0	1	1	1
28	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0

name	16v brush B begin	21v brush B begin	24v brush B begin	36v brush B begin	41v brush B begin	44v brush B begin	meBn v brush B begin	16n brush B begin	21n brush B begin	24n brush B begin	36n brush B begin	41n brush B begin	44n brush B begin	mean n brush B begin
1	1	4	4	1	2	2	4	0	2	2	1	2	2	2
2	2	1	1	1	2	2	2	0	1	1	0	1	1	1
3	2	3	4	2	4	3	3	1	1	2	0	1	1	1
4	1	2	3	2	2	2	2	0	1	0	0	1	1	1
5	1	2	2	1	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0
6	1	4	4	1	4	4	4	1	1	1	0	1	1	1
7	2	4	4	1	4	3	4	1	2	2	0	1	1	1
8	1	1	2	0	2	1	1	0	1	0	0	1	0	0
9	2	4	3	0	3	3	3	0	1	0	0	0	0	0
10	1	4	3	0	3	2	3	0	1	0	0	1	0	0
11	1	2	2	1	4	4	4	0	1	0	0	1	1	0
12	1	2	1	0	2	0	3	1	1	2	1	0	1	1
13	1	3	3	1	2	2	2	0	1	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
15	0	1	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	1	0
16	2	3	4	1	3	3	3	1	0	0	1	0	0	0
17	1	0	2	2	4	3	2	0	1	1	0	1	1	1
18	1	4	4	2	3	4	4	0	0	1	0	1	1	1
19	1	2	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
20	3	4	4	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0
21	1	3	3	1	2	2	3	0	0	0	1	1	0	0
22	1	3	3	0	3	3	3	0	1	1	0	1	0	0
23	1	2	2	2	4	4	4	1	0	1	1	1	1	1
24	1	2	2	1	3	3	2	0	1	1	0	0	0	0
25	1	2	3	1	1	2	2	1	2	1	0	0	1	1
26	2	4	4	2	4	3	4	1	1	2	1	1	2	1
27	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1
28	1	2	2	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	0

name	16v brush B end	21v brush B end	24v brush B end	36v brush B end	41v brush B end	44v brush B end	meBn v brush B end	16n brush B end	21n brush B end	24n brush B end	36n brush B end	41n brush B end	44n brush B end	mean n brush B end
1	2	4	4	2	4	3	4	1	1	1	1	3	0	1
2	1	2	2	2	2	2	2	1	0	1	0	1	1	1
3	2	4	4	1	4	3	4	1	1	1	0	0	1	1
4	2	4	4	1	4	4	4	1	1	1	0	1	1	1
5	0	1	2	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	0
6	2	3	2	1	3	3	3	0	0	1	0	0	1	0
7	2	4	4	1	4	3	4	1	1	2	1	1	2	1
8	1	2	3	1	2	1	2	0	1	0	0	1	0	0
9	3	4	2	1	3	3	3	1	2	0	0	1	0	0
10	1	1	1	1	2	2	3	0	0	1	0	1	0	0
11	2	2	4	2	3	4	3	1	1	2	1	0	1	1
12	1	2	1	0	2	0	3	1	1	1	0	0	1	0
13	1	3	3	1	2	2	2	0	1	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
15	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
16	2	3	4	1	3	3	3	1	0	0	1	0	0	0
17	1	0	2	2	4	3	2	0	1	1	0	2	1	1
18	1	4	4	2	3	4	4	0	0	1	0	1	1	1
19	1	2	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
20	3	4	4	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0
21	1	3	3	1	2	2	3	0	0	0	1	1	0	0
22	1	3	3	0	3	3	3	0	1	1	0	1	0	0
23	1	2	2	2	4	4	4	1	0	1	1	1	1	1
24	1	2	2	1	3	3	2	0	1	1	0	0	0	0
25	1	2	3	1	1	2	2	1	2	1	0	0	1	1
26	2	4	4	2	4	3	4	1	1	2	1	1	2	1
27	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1
28	1	2	2	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	0

11.4.2 Deskriptive Statistik

11.4.2.1 API

Tab. 27: Deskriptive Statistik B begin v/ A begin v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Mittelwert Δ
16v begin B-A	28	3,00	-2,00	1,00	0
21v begin B-A	28	4,00	-2,00	2,00	1
24v begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	1
36v begin B-A	28	2,00	-1,00	1,00	0
41v begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	1
44v begin B-A	28	4,00	-1,00	3,00	0,5
mean v begin B-A	28	3,50	-1,00	2,50	0,5

Tab. 28: Deskriptive Statistik A begin n/ A begin v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v A begin	28	4	-2	2	-1
21 n-v A begin	28	6	-4	2	-1
24 n-v A begin	28	4	-3	1	-1
36 n-v A begin	28	4	-2	2	-1
41 n-v A begin	28	5	-3	2	-1
44 n-v A begin	28	4	-3	1	-1
mean n-v A begin	28	5	-3	2	-1

Tab. 29: Deskriptive Statistik B begin n/ B begin v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v B begin	28	2	-2	0	-1
21 n-v B begin	28	4	-4	0	-1,5
24 n-v B begin	28	3	-3	0	-2
36 n-v B begin	28	2	-2	0	-1
41 n-v B begin	28	4	-4	0	-2
44 n-v B begin	28	3	-3	0	-1
mean n-v B begin	28	3	-3	0	-1

Tab. 30: Deskriptive Statistik A end n/ A end v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v A end	28	4	-3	1	-1
21 n-v A end	28	3	-3	0	-1
24 n-v A end	28	3	-3	0	-1
36 n-v A end	28	3	-2	1	-1
41 n-v A end	28	4	-3	1	-1,5
44 n-v A end	28	5	-3	2	-1
mean n-v A end	28	4,0	-3,0	1,0	-1

Tab. 31: Deskriptive Statistik B end n/ B end v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n-v B end	28	2	-2	0	-1
21 n-v B end	28	4	-4	0	-2
24 n-v B end	28	4	-4	0	-2
36 n-v B end	28	2	-2	0	-1
41 n-v B end	28	4	-4	0	-2
44 n-v B end	28	4	-4	0	-2
mean n-v B end	28	4	-4	0	-1,5

Tab. 32: Deskriptive Statistik B end n-v/ A end n-v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 end B-A	28	4,00	-2,00	2,00	0
21 end B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
24 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0,5
36 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
41 end B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0,5
44 end B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
mean end B-A	28	3,50	-1,00	2,50	0,5

Tab. 33: Deskriptive Statistik B begin n-v/ A begin n-v

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
21 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
24 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
36 begin B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
41 begin B-A	28	5,00	-2,00	3,00	0
44 begin B-A	28	4,00	-1,00	3,00	0
mean begin B-A	28	3,00	-0,50	2,50	0

Tab. 34: Deskriptive Statistik B end n/ B begin n

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16n B D	28	2	-1	1	0
21n B D	28	2	-1	1	0
24n B D	28	3	-2	1	0
36n B D	28	2	-1	1	0
41n B D	28	3	-1	2	0
44n B D	28	3	-2	1	0
Mean n B D	28	2	-1	1	0

Tab. 35: Deskriptive Statistik A end n/ A begin n

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16n A D	28	4	-2	2	0
21n A D	28	4	-2	2	0
24n A D	28	4	-1	3	0
36n A D	28	3	-2	1	0
41n A D	28	5	-2	3	0
44n A D	28	3	-1	2	0
Mean n A D	28	3	-1	2	0

Tab. 36: Deskriptive Statistik brush B n/ brush A n

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 n brush B-A	28	3,00	-1,00	2,00	0
21 n brush B-A	28	4,00	-2,00	2,00	-1
24 n brush B-A	28	6,00	-4,00	2,00	0
36 n brush B-A	28	4,00	-2,00	2,00	0
41 n brush B-A	28	8,00	-4,00	4,00	0
44 n brush B-A	28	5,00	-3,00	2,00	0
mean n brush B-A	28	3,50	-2,00	1,50	0

11.4.2.2 SBI

Tab. 37: Deskriptive Statistik B begin / A begin

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 B-A begin	28	5,00	-3,00	2,00	0
21 B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
24 B-A begin	28	3,00	-1,00	2,00	0
36B-A begin	28	6,00	-3,00	3,00	0
41B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
44 B-A begin	28	4,00	-2,00	2,00	0
mean B-A begin	28	3,17	-1,33	1,83	0

Tab. 38: Deskriptive Statistik A end/ A begin

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 brush A diff	28	6	-3	3	0
21 brush A diff	28	4	-2	2	0
24 brush A diff	28	3	-1	2	0
36 brush A diff	28	6	-3	3	0
41 brush A diff	28	5	-2	3	0
44 brush A diff	28	3	-1	2	0
mean brush A diff	28	2,5	-1,0	1,5	0

Tab. 39: Deskriptive Statistik B end/ B begin

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 brush B diff	28	4	-1	3	0
21 brush B diff	28	2	-1	1	0
24 brush B diff	28	3	-2	1	0
36 brush B diff	28	4	-2	2	0
41 brush B diff	28	3	-1	2	0
44 brush B diff	28	4	-2	2	0
mean brush B diff	28	3	-1	2	0

Tab. 40: Deskriptive Statistik brush A/ brush B

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Median Δ
16 begin B-A	28	5	-3	2	0
21 begin B-A	28	4	-2	2	0
24 begin B-A	28	3	-1	2	0
36 begin B-A	28	6	-3	3	0
41 begin B-A	28	4	-2	2	0
44 begin B-A	28	4	-2	2	0
mean begin B-A	28	4	-2	2	0

11.4.3 Wilcoxon-Test

11.4.3.1 API

Tab. 41: Statistik für Test B begin v/ A begin v

	16v brush B begin / 16v brush A begin	21v brush B begin / 21v brush A begin	24v brush B begin / 24v brush A begin	36v brush B begin / 36v brush A begin	41v brush B begin / 41v brush A begin	44v brush B begin / 44v brush A begin	mean v brush B begin / mean v brush A begin
Z	-,258	-2,426	-2,874	,000	-2,010	-3,216	-3,484
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,796	,015	,004	1,000	,044	,001	,000

Tab. 42: Ränge B begin v/ A begin v

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 v B begin/ 16 v A begin	Negative Ränge	5	7,20
	Positive Ränge	7	6,00
	Bindungen	16	
Gesamt	28		
21 v B begin/ 21 v A begin	Negative Ränge	5	11,20
	Positive Ränge	17	11,59
	Bindungen	6	
Gesamt	28		
24 v B begin/ 24 v A begin	Negative Ränge	4	8,00
	Positive Ränge	16	11,13
	Bindungen	8	
Gesamt	28		
36 v B begin/ 36 v A begin	Negative Ränge	7	7,50
	Positive Ränge	7	7,50
	Bindungen	14	
Gesamt	28		
41 v B begin/ 41 v A begin	Negative Ränge	5	10,60
	Positive Ränge	15	10,47
	Bindungen	8	
Gesamt	28		
44 v B begin/ 44 v A begin	Negative Ränge	1	6,00
	Positive Ränge	14	8,14
	Bindungen	13	
Gesamt	28		
mean v B begin/ mean v A begin	Negative Ränge	3	8,33
	Positive Ränge	20	12,55
	Bindungen	5	
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16v brush B begin < 16v brush A begin

Positive Ränge: 16v brush B begin > 16v brush A begin

Bindungen: 16v brush A begin = 16v brush B begin

Tab. 43: Statistik für Test A begin n/ A begin v

	16n brush A begin / 16v brush A begin	21n brush A begin / 21v brush A begin	24n brush A begin / 24v brush A begin	36n brush A begin / 36v brush A begin	41n brush A begin / 41v brush A begin	44n brush A begin / 44v brush A begin	mean n brush A begin / mean v brush A begin
Z	-2,914	-3,690	-4,110	-3,370	-3,929	-3,279	-4,176
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,004	,000	,000	,001	,000	,001	,000

Tab. 44: Statistik Ränge A begin n/ A begin v

	Negative Ränge	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush A begin / 16v brush A begin		15	8,10	121,50
	Positive Ränge	1	14,50	14,50
	Bindungen	12		
	Gesamt	28		
21n brush A begin / 21v brush A begin	Negative Ränge	21	11,33	238,00
	Positive Ränge	1	15,00	15,00
	Bindungen	6		
	Gesamt	28		
24n brush A begin / 24v brush A begin	Negative Ränge	22	12,30	270,50
	Positive Ränge	1	5,50	5,50
	Bindungen	5		
	Gesamt	28		
36n brush A begin / 36v brush A begin	Negative Ränge	18	9,53	171,50
	Positive Ränge	1	18,50	18,50
	Bindungen	9		
	Gesamt	28		
41n brush A begin / 41v brush A begin	Negative Ränge	23	12,41	285,50
	Positive Ränge	1	14,50	14,50
	Bindungen	4		
	Gesamt	28		
44n brush A begin / 44v brush A begin	Negative Ränge	16	9,88	158,00
	Positive Ränge	2	6,50	13,00
	Bindungen	10		
	Gesamt	28		
mean n brush A begin / mean v brush A begin	Negative Ränge	25	13,52	338,00
	Positive Ränge	1	13,00	13,00
	Bindungen	2		
	Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush A begin < 16v brush A begin
Positive Ränge: 16n brush A begin > 16v brush A begin
Bindungen: 16v brush A begin = 16n brush A begin

Tab. 45: Statistik für Test B begin n/ B begin v

	16n brush B begin / 16v brush B begin	21n brush B begin / 21v brush B begin	24n brush B begin / 24v brush B begin	36n brush B begin / 36v brush B begin	41n brush B begin / 41v brush B begin	44n brush B begin / 44v brush B begin	mean n brush B begin / mean v brush B begin
Z	-3,827	-4,343	-4,497	-4,066	-4,425	-4,657	-4,564
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Tab. 46: Statistik Ränge B begin n/ B begin v

	Negative Ränge	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush B begin / 16v brush B begin		17	9,00	153,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	11		
	Gesamt	28		
21n brush B begin / 21v brush B begin	Negative Ränge	24	12,50	300,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	4		
	Gesamt	28		
24n brush B begin / 24v brush B begin	Negative Ränge	25	13,00	325,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	3		
	Gesamt	28		
36n brush B begin / 36v brush B begin	Negative Ränge	18	9,50	171,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	10		
	Gesamt	28		
41n brush B begin / 41v brush B begin	Negative Ränge	25	13,00	325,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	3		
	Gesamt	28		
44n brush B begin / 44v brush B begin	Negative Ränge	27	14,00	378,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	1		
	Gesamt	28		
mean n brush B begin / mean v brush B begin	Negative Ränge	27	14,00	378,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	1		
	Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush B begin < 16v brush B begin
Positive Ränge: 16n brush B begin > 16v brush B begin
Bindungen: 16v brush B begin = 16n brush B begin

Tab. 47: Statistik für Test A end n/ A end v

	16n brush A end / 16v brush A end	21n brush A end / 21v brush A end	24n brush A end / 24v brush A end	36n brush A end / 36v brush A end	41n brush A end / 41v brush A end	44n brush A end / 44v brush A end	mean n brush A end / mean v brush A end
Z	-3,139	-4,285	-4,457	-3,398	-4,116	-3,681	-4,388
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,000	,000	,001	,000	,000	,000

Tab. 48: Statistik Ränge A end n/ A end v

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush A end / 16v brush A end	Negative Ränge	15	9,33	140,00
	Positive Ränge	2	6,50	13,00
	Bindungen	11		
	Gesamt	28		
21n brush A end / 21v brush A end	Negative Ränge	23	12,00	276,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	5		
	Gesamt	28		
24n brush A end / 24v brush A end	Negative Ränge	25	13,00	325,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	3		
	Gesamt	28		
36n brush A end / 36v brush A end	Negative Ränge	15	8,57	128,50
	Positive Ränge	1	7,50	7,50
	Bindungen	12		
	Gesamt	28		
41n brush A end / 41v brush A end	Negative Ränge	22	12,32	271,00
	Positive Ränge	1	5,00	5,00
	Bindungen	5		
	Gesamt	28		
44n brush A end / 44v brush A end	Negative Ränge	21	11,21	235,50
	Positive Ränge	1	17,50	17,50
	Bindungen	6		
	Gesamt	28		
mean n brush A end / mean v brush A end	Negative Ränge	26	14,19	369,00
	Positive Ränge	1	9,00	9,00
	Bindungen	1		
	Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush A end < 16v brush A end

Positive Ränge: 16n brush A end > 16v brush A end

Bindungen: 16v brush A end = 16n brush A end

Tab. 49: Statistik für Test B end n/ B end v

	16n brush B end / 16v brush B end	21n brush B end / 21v brush B end	24n brush B end / 24v brush B end	36n brush B end / 36v brush B end	41n brush B end / 41v brush B end	44n brush B end / 44v brush B end	mean n brush B end / mean v brush B end
Z	-4,564	-4,505	-4,505	-4,208	-4,508	-4,346	-4,567
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Tab. 50: Statistik Ränge B end n/ B end v

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush B end / 16v brush B end	Negative Ränge	23	12,00	276,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	5		
	Gesamt	28		
21n brush B end / 21v brush B end	Negative Ränge	26	13,50	351,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	2		
	Gesamt	28		
24n brush B end / 24v brush B end	Negative Ränge	26	13,50	351,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	2		
	Gesamt	28		
36n brush B end / 36v brush B end	Negative Ränge	21	11,00	231,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	7		
	Gesamt	28		
41n brush B end / 41v brush B end	Negative Ränge	26	13,50	351,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	2		
	Gesamt	28		
44n brush B end / 44v brush B end	Negative Ränge	24	12,50	300,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	4		
	Gesamt	28		
mean n brush B end / mean v brush B end	Negative Ränge	27	14,00	378,00
	Positive Ränge	0	,00	,00
	Bindungen	1		
	Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush B end < 16v brush B end

Positive Ränge: 16n brush B end > 16v brush B end

Bindungen: 16v brush B end = 16n brush B end

Tab. 51: Statistik für Test B begin n-v/ A begin n-v

	16 brush B begin / 16 brush A begin	21 brush B begin / 21 brush A begin	24 brush B begin / 24 brush A begin	36 brush B begin / 36 brush A begin	41 brush B begin / 41 brush A begin	44 brush B begin / 44 brush A begin	mean brush B begin / mean brush A begin
Z	-.832	-1,477	-2,172	-.483	-1,432	-2,980	-2,910
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,405	,140	,030	,629	,152	,003	,004

Tab. 52: Statistik Ränge B begin n-v/ A begin n-v

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush B begin / 16 brush A begin	10	10,30	103,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	8	8,50	68,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
21 brush B begin / 21 brush A begin	10	8,55	85,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	5	6,90	34,50
Bindungen	13		
Gesamt	28		
24 brush B begin / 24 brush A begin	12	9,08	109,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	4	6,75	27,00
Bindungen	12		
Gesamt	28		
36 brush B begin / 36 brush A begin	7	9,71	68,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	8	6,50	52,00
Bindungen	13		
Gesamt	28		
41 brush B begin / 41 brush A begin	13	10,96	142,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	7	9,64	67,50
Bindungen	8		
Gesamt	28		
44 brush B begin / 44 brush A begin	15	10,10	151,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	3	6,50	19,50
Bindungen	10		
Gesamt	28		
mean brush B begin / mean brush A begin	14	9,75	136,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	3	5,50	16,50
Bindungen	11		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16 brush B begin < 16 brush A begin
 Positive Ränge: 16 brush B begin > 16 brush A begin
 Bindungen: 16 brush A begin = 16 brush B begin

Tab. 53: Statistik für Test A end n-v/ A end n-v

	16 n-v B end / 16 n-v A end	21 n-v B end / 21 n-v A end	24 n-v B end / 24 n-v A end	36 n-v B end / 36 n-v A end	41 n-v B end / 41 n-v A end	44 n-v B end / 44 n-v A end	mean n-v B end / mean n-v A end
Z	-1,342	-2,415	-2,696	-2,295	-1,880	-2,763	-2,875
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,180	,016	,007	,022	,060	,006	,004

Tab. 54: Statistik Ränge A end n-v/ A begin n-v

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush B end / 16 brush A end	10	8,25	82,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	5	7,50	37,50
Bindungen	13		
Gesamt	28		
21 brush B end / 21 brush A end	13	9,73	126,50
Negative Ränge			
Positive Ränge	4	6,63	26,50
Bindungen	11		
Gesamt	28		
24 brush B end / 24 brush A end	14	10,36	145,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	4	6,50	26,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
36 brush B end / 36 brush A end	13	9,31	121,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	4	8,00	32,00
Bindungen	11		
Gesamt	28		
41 brush B end / 41 brush A end	14	11,00	154,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	6	9,33	56,00
Bindungen	8		
Gesamt	28		
44 brush B end / 44 brush A end	14	10,50	147,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	4	6,00	24,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
mean brush B end / mean brush A end	17	13,59	231,00
Negative Ränge			
Positive Ränge	6	7,50	45,00
Bindungen	5		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16 brush B end < 16 brush A end
 Positive Ränge: 16 brush B end > 16 brush A end
 Bindungen: 16 brush A end = 16 brush B end

Tab. 56: Statistik für Test A end n/ A begin n

	16n brush A end / 16n brush A begin	21n brush A end / 21n brush A begin	24n brush A end / 24n brush A begin	36n brush A end / 36n brush A begin	41n brush A end / 41n brush A begin	44n brush A end / 44n brush A begin	mean n brush A end / mean n brush A begin
Z	-1,076	-1,388	-1,091	-,905	-,642	-,243	-,299
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,282	,165	,275	,366	,521	,808	,765

Tab. 57: Statistik Ränge A end n/ A begin n

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush A end / 16n brush A begin			
Negative Ränge	10	7,75	77,50
Positive Ränge	5	8,50	42,50
Bindungen	13		
Gesamt	28		
21n brush A end / 21n brush A begin			
Negative Ränge	6	10,58	63,50
Positive Ränge	13	9,73	126,50
Bindungen	9		
Gesamt	28		
24n brush A end / 24n brush A begin			
Negative Ränge	7	9,00	63,00
Positive Ränge	11	9,82	108,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
36n brush A end / 36n brush A begin			
Negative Ränge	5	4,80	24,00
Positive Ränge	3	4,00	12,00
Bindungen	20		
Gesamt	28		
41n brush A end / 41n brush A begin			
Negative Ränge	4	6,50	26,00
Positive Ränge	7	5,71	40,00
Bindungen	17		
Gesamt	28		
44n brush A end / 44n brush A begin			
Negative Ränge	8	7,00	56,00
Positive Ränge	6	8,17	49,00
Bindungen	14		
Gesamt	28		
mean n brush A end / mean n brush A begin			
Negative Ränge	9	8,17	73,50
Positive Ränge	7	8,93	62,50
Bindungen	12		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush A end < 16n brush A begin

Positive Ränge: 16n brush A end > 16n brush A begin

Bindungen: 16n brush A begin = 16n brush A end

Tab. 58: Statistik für Test B end n/ B begin n

	16n brush B end / 16n brush B begin	21n brush B end / 21n brush B begin	24n brush B end / 24n brush B begin	36n brush B end / 36n brush B begin	41n brush B end / 41n brush B begin	44n brush B end / 44n brush B begin	mean n brush B end / mean n brush B begin
Z	-,707	-2,309	-1,213	-,447	-,263	-1,807	-2,299
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,480	,021	,225	,655	,793	,071	,022

Tab. 59: Statistik Ränge B end n/ B begin n

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush B end / 16n brush B begin			
Negative Ränge	3	4,50	13,50
Positive Ränge	5	4,50	22,50
Bindungen	20		
Gesamt	28		
21n brush B end / 21n brush B begin			
Negative Ränge	10	6,50	65,00
Positive Ränge	2	6,50	13,00
Bindungen	16		
Gesamt	28		
24n brush B end / 24n brush B begin			
Negative Ränge	9	7,78	70,00
Positive Ränge	5	7,00	35,00
Bindungen	14		
Gesamt	28		
36n brush B end / 36n brush B begin			
Negative Ränge	2	3,00	6,00
Positive Ränge	3	3,00	9,00
Bindungen	23		
Gesamt	28		
41n brush B end / 41n brush B begin			
Negative Ränge	7	6,00	42,00
Positive Ränge	6	8,17	49,00
Bindungen	15		
Gesamt	28		
44n brush B end / 44n brush B begin			
Negative Ränge	9	6,67	60,00
Positive Ränge	3	6,00	18,00
Bindungen	16		
Gesamt	28		
mean n brush B end / mean n brush B begin			
Negative Ränge	9	6,44	58,00
Positive Ränge	2	4,00	8,00
Bindungen	17		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16n brush B end < 16n brush B begin

Positive Ränge: 16n brush B end > 16n brush B begin

Bindungen: 16n brush B begin = 16n brush B end

Tab. 60: Statistik für Test brush B n/ brush A n

	16n brush B D / 16n brush A	21n brush B D / 21n brush A	24n brush B D / 24n brush A	36n brush B D / 36n brush A	41n brush B D / 41n brush A	44n brush B D / 44n brush A	mean n brush B D / mean n brush A D
Z	-1,470	-1,934	-1,488	-,884	-,506	-,956	-1,446
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,142	,053	,137	,377	,613	,339	,148

Tab. 61: Statistik Ränge brush B n/ brush A n

	N ^a	Mittlerer Rang	Rangsumme
16n brush B D / 16n brush A D	6	8,00	48,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	11	9,55
	Bindungen	11	
	Gesamt	28	
21n brush B D / 21n brush A D	16	10,59	169,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	5	12,30
	Bindungen	7	
	Gesamt	28	
24n brush B D / 24n brush A D	13	13,12	170,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	9	9,17
	Bindungen	6	
	Gesamt	28	
36n brush B D / 36n brush A D	4	5,88	23,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	7	6,07
	Bindungen	17	
	Gesamt	28	
41n brush B D / 41n brush A D	10	6,85	68,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	5	10,30
	Bindungen	13	
	Gesamt	28	
44n brush B D / 44n brush A D	9	9,56	86,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	7	7,14
	Bindungen	12	
	Gesamt	28	
mean n brush B D / mean n brush A D	13	12,00	156,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	8	9,38
	Bindungen	7	
	Gesamt	28	

Negative Ränge: 16n brush B D < 16n brush A D

Positive Ränge: 16n brush B D > 16n brush A D

Bindungen: 16n brush A D = 16n brush B D

11.4.3.2 SBI

Tab. 62: Statistik für Test B begin / A begin

	16 brush B begin / 16 brush A begin	21 brush B begin / 21 brush A begin	24 brush B begin / 24 brush A begin	36 brush B begin / 36 brush A begin	41 brush B begin / 41 brush A begin	44 brush B begin / 44 brush A begin	mean brush B begin / mean brush A begin
Z	-,962	-,486	-1,043	-1,328	-1,256	-,491	-,242
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,336	,627	,297	,184	,210	,623	,809

Tab. 63: Statistik Ränge B begin / A begin

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush B begin / 16 brush A begin	9	5,67	51,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	3	9,00
	Bindungen	16	
	Gesamt	28	
21 brush B begin / 21 brush A begin	6	5,33	32,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	4	5,75
	Bindungen	18	
	Gesamt	28	
24 brush B begin / 24 brush A begin	4	3,50	14,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	5	6,20
	Bindungen	19	
	Gesamt	28	
36 brush B begin / 36 brush A begin	8	5,94	47,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	3	6,17
	Bindungen	17	
	Gesamt	28	
41 brush B begin / 41 brush A begin	4	7,13	28,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	9	6,94
	Bindungen	15	
	Gesamt	28	
44 brush B begin / 44 brush A begin	4	4,63	18,50
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	5	5,30
	Bindungen	19	
	Gesamt	28	
mean brush B begin / mean brush A begin	10	10,10	101,00
	Negative Ränge		
	Positive Ränge	9	9,89
	Bindungen	9	

Negative Ränge: 16 brush B begin < 16 brush A begin

Positive Ränge: 16 brush B begin > 16 brush A begin

Bindungen: 16 brush A begin = 16 brush B begin

Tab. 64: Statistik für Test A end / A begin

	16 A end / 16 A begin	21 A end / 21 A begin	24 A end / 24 A begin	36 A end / 36 A begin	41 A end / 41 A begin	44 A end / 44 A begin	mean A end / mean A begin
Z	-1,479	-,225	-1,396	-2,090	-1,370	-1,299	-,164
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,139	,822	,163	,037	,171	,194	,870

Tab. 65: Statistik Ränge A end / A begin

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush A end / 16 brush A begin			
Negative Ränge	12	7,96	95,50
Positive Ränge	4	10,13	40,50
Bindungen	12		
Gesamt	28		
21 brush A end / 21 brush A begin			
Negative Ränge	7	6,93	48,50
Positive Ränge	6	7,08	42,50
Bindungen	15		
Gesamt	28		
24 brush A end / 24 brush A begin			
Negative Ränge	4	4,50	18,00
Positive Ränge	7	6,86	48,00
Bindungen	17		
Gesamt	28		
36 brush A end / 36 brush A begin			
Negative Ränge	10	5,55	55,50
Positive Ränge	1	10,50	10,50
Bindungen	17		
Gesamt	28		
41 brush A end / 41 brush A begin			
Negative Ränge	5	7,40	37,00
Positive Ränge	10	8,30	83,00
Bindungen	13		
Gesamt	28		
44 brush A end / 44 brush A begin			
Negative Ränge	3	3,00	9,00
Positive Ränge	5	5,40	27,00
Bindungen	20		
Gesamt	28		
mean brush A end / mean brush A begin			
Negative Ränge	8	6,25	50,00
Positive Ränge	6	9,17	55,00
Bindungen	14		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16 brush A end < 16 brush A begin

Positive Ränge: 16 brush A end > 16 brush A begin

Bindungen: 16 brush A begin = 16 brush A end

Tab. 66: Statistik für Test B end / B begin

	16 B end / 16 B begin	21 B end / 21 B begin	24 B end / 24 B begin	36 B end / 36 B begin	41 B end / 41 B begin	44 B end / 44 B begin	mean B end / mean B begin
Z	-1,500	-,577	-1,811	-1,076	-,188	-,711	-,071
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,134	,564	,070	,282	,851	,477	,943

Tab. 67: Statistik Ränge B end / B begin

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush B end / 16 brush B begin			
Negative Ränge	4	6,50	26,00
Positive Ränge	9	7,22	65,00
Bindungen	15		
Gesamt	28		
21 brush B end / 21 brush B begin			
Negative Ränge	1	2,00	2,00
Positive Ränge	2	2,00	4,00
Bindungen	25		
Gesamt	28		
24 brush B end / 24 brush B begin			
Negative Ränge	7	5,29	37,00
Positive Ränge	2	4,00	8,00
Bindungen	19		
Gesamt	28		
36 brush B end / 36 brush B begin			
Negative Ränge	5	8,50	42,50
Positive Ränge	10	7,75	77,50
Bindungen	13		
Gesamt	28		
41 brush B end / 41 brush B begin			
Negative Ränge	8	6,00	48,00
Positive Ränge	5	8,60	43,00
Bindungen	15		
Gesamt	28		
44 brush B end / 44 brush B begin			
Negative Ränge	7	5,79	40,50
Positive Ränge	4	6,38	25,50
Bindungen	17		
Gesamt	28		
mean brush B end / mean brush B begin			
Negative Ränge	6	7,75	46,50
Positive Ränge	7	6,36	44,50
Bindungen	15		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16 brush B end < 16 brush B begin

Positive Ränge: 16 brush B end > 16 brush B begin

Bindungen: 16 brush B begin = 16 brush B end

Tab. 68: Statistik für Test brush B/ brush A

	16 brush B diff / 16 brush A diff	21 brush B diff / 21 brush A diff	24 brush B diff / 24 brush A diff	36 brush B diff / 36 brush A diff	41 brush B diff / 41 brush A diff	44 brush B diff / 44 brush A diff	mean brush B diff / mean brush A diff
Z-Wert	-1,705	-1,462	-2,223	-1,842	-1,248	-1,050	-,174
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,088	,644	,026	,066	,212	,294	,862

Tab. 69: Statistik Ränge brush B/ brush A

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
16 brush B diff / 16 brush A diff			
Negative Ränge	5	9,40	47,00
Positive Ränge	13	9,54	124,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
21 brush B diff / 21 brush A diff			
Negative Ränge	5	6,70	33,50
Positive Ränge	7	6,36	44,50
Bindungen	16		
Gesamt	28		
24 brush B diff / 24 brush A diff			
Negative Ränge	10	8,70	87,00
Positive Ränge	4	4,50	18,00
Bindungen	14		
Gesamt	28		
36 brush B diff / 36 brush A diff			
Negative Ränge	5	8,80	44,00
Positive Ränge	13	9,77	127,00
Bindungen	10		
Gesamt	28		
41 brush B diff / 41 brush A diff			
Negative Ränge	11	9,27	102,00
Positive Ränge	6	8,50	51,00
Bindungen	11		
Gesamt	28		
44 brush B diff / 44 brush A diff			
Negative Ränge	9	8,67	78,00
Positive Ränge	6	7,00	42,00
Bindungen	13		
Gesamt	28		
mean brush B diff / mean brush A diff			
Negative Ränge	9	7,00	63,00
Positive Ränge	6	9,50	57,00
Bindungen	13		
Gesamt	28		

Negative Ränge: 16 brush B diff < 16 brush A diff

Positive Ränge: 16 brush B diff > 16 brush A diff

Bindungen: 16 brush A diff = 16 brush B diff

Danksagung

Besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. K.- H. Kunzelmann für die Überlassung des interessanten Themas sowie für die Unterstützung und fachliche Beratung bei der Fertigstellung dieser Arbeit bedanken.

Bei Frau Prof. Dr. Ingrid Rudzki-Janson, Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie, bedanke ich mich, dass sie mir die Durchführung dieser Arbeit in ihrer Abteilung ermöglichte.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. Thomas Sagner, welcher mir bei der Erstellung meiner Arbeit intensiv zur Seite stand und mir wertvolle Tips gegeben hat.

Ebenso gilt mein Dank den Probanden der Studie, die sich zur Verfügung gestellt haben und die Grundlage für diese Arbeit darstellten.

Ich möchte mich bei meinen Eltern bedanken, die mich in meinem Studium und auf meinem Berufsweg stets unterstützt und gefördert haben.

Nicht zuletzt danke ich meinem Lebenspartner Jürgen Tangerding für das Verständnis und die Unterstützung, die er mir auch in schwierigen Abschnitten dieser Arbeit entgegengebracht hat.

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name Scharnowski
Vorname Grit
Anschrift Ludwig-Ganghofer Str. 2
86899 Landsberg am Lech
Geburtsdatum/-ort 20.01.1971 in Zwickau
Familienstand ledig

Schulbildung:

1987 - 1989
Karl-Liebnecht-Schule, Templin
Abschluß: allgemeine Hochschulreife

Studium:

1990 - 1995
Studium der Zahnheilkunde
Martin-Luther-Universität zu Halle-Wittenberg

08/1995
Staatsexamen und Approbation als Zahnärztin

Berufliche Tätigkeit:

09/1989 - 09/1990
Praktisches Jahr
- zahntechnisches Labor, Poliklinik für Stomatologie Templin
- Station für innere Medizin, Kreiskrankenhaus Templin

09/1995 - 12/1995
Zahnärztin in Brasilien
Karitativer Einsatz

01/1996 - 03/1998
Vorbereitungsassistentin (allgemeinzahnärztliche Tätigkeit)
Dipl. Stomat. D. Heuer, Zahnarzt, Lychen

04/1998 - 09/1999
Weiterbildungsassistentin Kieferorthopädie
Drs. K. und W. Rasch, KFO-Praxis, Potsdam

10/1999 - 09/2000
Weiterbildungsassistentin Kieferorthopädie
Dr. Siegfried Unterer, KFO-Praxis, Augsburg

Seit 10/2000
angestellte Zahnärztin
Dr. Thomas Fritz, KFO-Praxis, Landsberg am Lech