

**Klinisch-experimentelle Studie zur Bestimmung der
Auswirkungen zweier Zahnbürsten auf das Zahnhart- und
Weichgewebe sowie auf die Plaquerreduktion**

**Kristian VarosaneK
2006**

**Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der
Universität München**

Direktor: Prof. Dr. Reinhard Hickel

**Klinisch-experimentelle Studie zur Bestimmung der
Auswirkungen zweier Zahnbürsten auf das Zahnhart- und
Weichgewebe sowie auf die Plaquereduktion**

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

**Vorgelegt von
Kristian Varosnek
aus Čakovec
2006**

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

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

Mitberichterstatter: Prof. Dr. I. Rudzki-Janson

Priv. Doz. Dr. I. Jeremias

Dekan: Prof. Dr. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 09. 01. 2006

Meinem Vater gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	4
2.1 Kariesätiologie	4
2.1.1 Plaque	5
2.1.2 Speichel	7
2.1.3 Wirt	8
2.1.4 Substrat	8
2.2 Erosionen und Rezessionen	9
2.3 Ätiologie entzündlicher Parodontopathien	10
2.4 Zahnbürsten	11
2.5 Vergleich Zahnbürstenstudien	12
2.6 Studiendauer und Anzahl der Teilnehmer	13
2.7 Indices	14
2.8 Designformat	16
2.9 Orale Metrologie	18
3. Zielsetzung der Studie	19
4. Material und Methoden	20
4.1 ADA-Zahnbürste	22
4.2 Sonicare-Zahnbürste	24
4.3 Versuchsanordnung	25
4.4 Abdrucknahme und Herstellung der Modelle	31
4.5 Index-Auswertung	35
4.5.1 Basis-Werte	35
4.5.2 Mögliche Wechselwirkungen zwischen der 1. und 2. Testphase bedingt durch das Cross-over Studiendesign	38
4.5.3 Effektivitätsvergleich der Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen	38
4.5.4 Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten über den Zeitraum von jeweils drei Monaten	40

4.6 3D-Auswertung	41
4.6.1 Auswertung	43
6. Ergebnisse	44
6.1 Patientenkollektiv	44
6.2 Plaque- und Gingivitiswerte	44
6.2.1 Wechselwirkungen	44
6.2.2 Effektivitätsvergleich der Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen	46
6.2.3 Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten über den Testzeitraum von drei Monaten	62
6.3 3D-Evaluation	77
6.3.1 Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen bezogen auf alle getesteten Zähne	77
6.3.2 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezüglich aller getesteten Zähne	84
6.3.3 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf einzelne Zähne	90
6.3.3.1 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 13	90
6.3.3.2 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 13	91
6.3.3.3 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 14 (12)	93
6.3.3.4 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 14 (12)	94
6.3.3.5 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 15	96
6.3.3.6 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 15	99
6.3.3.7 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 16	101
6.3.3.8 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 16	102
6.3.3.9 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 23	104
6.3.3.10 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 23	105
6.3.3.11 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 24 (22)	109
6.3.3.12 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 24 (22)	110
6.3.3.13 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 25	112
6.3.3.14 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 25	113
6.3.3.15 ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 26	115
6.3.3.16 Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 26	116
6.4 Fragebogen	122
6.4.1 Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürstenborsten	122

6.4.2 Beurteilung der Größe der Zahnbürstenköpfe	125
6.4.3 Form des Bürstengriffes	128
6.4.4 Bevorzugte Zahnbürste in Bezug auf das Putzgefühl und das Gefühl der besseren Reinigung	129
6.4.5 Insgesamt bevorzugte Zahnbürste	131
7. Diskussion	132
7.1 Studiendesign	132
7.2 Anzahl und Alter der Studienteilnehmer	134
7.3 Studiendauer	136
7.4 Indexauswertung	136
7.4.1 Plaqueindexauswertung mit Hilfe des Turesky et al.-Indexes	136
7.4.2 Gingivitisindexauswertung mit Hilfe des SBI nach Mühlemann und Son	137
7.5 Zahnauswahl	138
7.6 Abdrucknahme	139
7.7 Indexauswertung	140
7.7.1 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen	140
7.7.2 Auswertung der Gingivitisindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen	141
7.7.3 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten	142
7.7.4 Auswertung der Gingivitisindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten	142
7.8 3D-Evaluation	143
7.8.1 Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen bezogen auf alle Zähne	143
7.8.2 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf alle Zähne	145
7.8.3 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf einzelne Zähne	147
7.9 Fragebogen	151
8. Zusammenfassung	157

9. Literaturverzeichnis	160
10. Anhang	174
10.1 Erhebungsbögen	174
10.1.1 Anamnesebogen	174
10.1.2 Einverständniserklärung	176
10.1.3 Befunderhebungsbogen der Screening Sitzung	177
10.1.4 Befunderhebungsbogen für jede Sitzung (pre- und postbrush)	179
10.1.5 Fragebogen zur Zahnbürstenstudie	180
10.2 Tabellen	182
10.2.1 Tabellen Indexwerte	182
10.2.1.1 Dokumentationstabellen Gingivitis-Indexwerte	182
10.2.1.2 Dokumentationstabellen Plaque-Indexwerte	187
10.2.1.3 Cross-over Auswertungstabelle	191
10.2.1.4 Tabelle zur Auswertung der Effizienz beider Zahnbürsten innerhalb der Sitzungen	193
10.2.1.5 Tabelle zur Auswertung der Effizienz beider Zahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten	195
10.2.2 3D-Tabelle	197
10.3 Anleitung zum Vorgehen an dem 3D-Scanner und der Verarbeitung der gewonnenen Daten mit dem Match-3D-Programm	209
11. Danksagung	212
12. Erklärung	213
13. Lebenslauf	214

1. Einleitung

Die mechanische Entfernung von Plaque durch Zähneputzen mit einer Zahnbürste ist einer der wichtigsten Pfeiler der Mundhygiene und der Prävention von Zahnfleisch- und Zahnbetterkrankungen, sowie der Entstehung von Karies.

Für die meisten Menschen ist das Putzen mit einer Zahnbürste die einzige und gebräuchlichste Maßnahme der Plaquekontrolle, dabei variieren die Methode, die Häufigkeit und die Zahnbürsten - in ihrer Modellvielfalt - erheblich voneinander.

Zahnbürste und Zahnpaste sowie Hilfsmittel zur Reinigung der Zahnzwischenräume sind die Grundausrüstung für eine gute häusliche Zahnpflege.

Bei den Zahnbürsten dominierten lange Zeit Standardmodelle. Dies lag an den konventionellen Fertigungstechniken, da mit diesen auch nur konventionelle Zahnbürsten produziert werden konnten. Die heutigen Methoden ermöglichen hingegen, Bürstenköpfe mit Einzelborsten zu bestücken, auch die Borstenenden nichtplaner Borstenfelder abzurunden sowie nahezu jede denkbare Borstenkonfiguration. Allerdings ist nicht alles Neue automatisch auch gut und bedarf daher einer wissenschaftlich fundierten Bewertung.

Es ist allgemein bekannt, dass supra- und subgingivale Plaque in einem gewissen Bezug zur Entwicklung von Zahnfleisch- und Zahnbett-erkrankungen stehen. Über die Bedeutung guter Mundhygiene weiß man seit Jahrhunderten, obwohl die Rolle der Plaque als einem Hauptfaktor für die Gingivitis erst seit der experimentellen Studie von Loe im Jahre 1965 (Loe et al. 1965) bekannt ist.

Verschiedene Studien (Roger et al. 1998, van der Weijden et al. 1996, Grossman et al. 1996) haben gezeigt, dass eine effektive Plaquekontrolle durch die Zuhilfenahme von Zahnbürsten ausgeübt und Karies sowie Erkrankungen des Zahnhalteapparates verhindert bzw. an ihrem Fortschreiten gehindert werden können.

Exzessive Mundhygiene kann zu Zahnfleisch- und Zahnschmelztraumata führen - wie gingivale Rezessionen und Schmelzabrasionen, dies wird leider häufig verkannt und ist auf falsche Putztechniken zurückzuführen (Sharma et al. 2001, van der Weijden et al. 2000).

Da Zähneputzen in der Bevölkerung trotz steigenden Bewußtseins für eine gute Zahn- und Mundgesundheit immer noch als ein lästiges Übel angesehen wird, sind seit über 30 Jahren elektrische Zahnbürsten auf dem Markt erhältlich, um die Ausübung der Mundhygiene zu erleichtern. Ende der 60er-Jahre kamen die ersten Modelle mit dem Anspruch auf den Markt, die Mundhygiene einfacher und effektiver zu gestalten. Diese zeigten sich in ihrer Funktion als sicher und effektiv, sogar der Handzahnbürste gegenüber überlegen (van der Weijden et al. 1993, 1998, 2002, Khocht 1992, Grossman et al. 1996, Ernst et al. 1998, Danser et al. 1998, Barnes 1999, Dörfer et al. 2001, Dentino et al. 2002). Nicht jeder Mensch braucht für eine gute Mundhygiene eine elektrische Zahnbürste, und nicht jede ist für jeden gleich gut geeignet. Insgesamt sind die elektrischen Zahnbürsten heute zu einer interessanten Alternative zur Handzahnbürste geworden.

Elektrische Handzahnbürsten gibt es in verschiedenen Ausführungen sowohl im Design als auch in der Funktionsweise, diese reicht von der einfachen ursprünglichen Vor- und Rückwärtsbewegung des Bürstenkopfes bis hin zu rotierend-oszillierenden Bürstköpfen - die Rotationsbewegungen nachahmen. Die Entwicklung neigt heute immer mehr zu rotierenden Bürstköpfen und höheren Rotationsfrequenzen (Walmsley 1997).

Seit wenigen Jahren ist ein Modell auf dem Markt - Objekt dieser Studie - welches ein neues Funktionsmuster aufweist, durch akustische Vibrationen werden die Borsten in Schwingungen versetzt und führen somit zu einer dynamischen Flüssigkeitsbewegung mit dem Ziel der besseren Plaque-entfernung.

Um Erfolge und Mißerfolge guter und schlechter Mundhygiene quantifizieren und verifizieren zu können wurden verschiedene Plaque- und

Gingivitisindices entwickelt (Dörfer et al. 2001, Aass und Gjermo 2000, Haffajee et al. 2001, Danser et al. 1998).

Vor wenigen Jahren wurde die Orale Metrologie in die Zahnmedizin eingeführt, ein Verfahren zur objektiven Bestimmung von Verschleiß sowohl an Zahnersatz als auch an Zahnschmelz selbst. Sie ist aber auch eine Antwort zur Lösung von Problemen, die sich aufgrund der Problematik ergeben, durch fehlende Objektivität, gewonnene optische Ergebnisse bei der Erstellung von Indices subjektiv bewerten zu müssen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Ermittlung und Vergleich der Veränderungen an Zahnhart- und Weichgewebe durch den Gebrauch einer elektrischen und einer manuellen Handzahnbürste. Mit Hilfe der oralen Metrologie wurden anhand der gewonnenen Abdrücke der untersuchten Zähne die daraus resultierenden Daten der Plaque- und Gingivitisindices verifiziert. Weiteres Ziel dieser Studie ist die Bewertung einer neu eingeführten Methode der Abdrucknahme zur Erstellung von Replika-
modellen.

2. Literaturübersicht

2.1 Kariesätiologie

Die Zahnkaries wird in der modernen Literatur weniger als Folge einer fehlerhaften Ernährung oder unzureichenden Mundhygiene, sondern vielmehr globaler als das Resultat einer Störung des ökologischen Gleichgewichts der Mundhöhle angesehen (Einwag 1997).

Hinsichtlich ihrer Pathophysiologie besitzen die dentale Karies und die Parodontitis als bakterielle Infektionserkrankungen teilweise gemeinsame Ursachen. Als zentraler Auslöser für beide Erkrankungen kann die Etablierung einer pathogenen mikrobiellen Besiedelung der freien Zahnoberfläche bzw. des dento-gingivalen Kompartiments, also des Zahnfleischsulcus, angesehen werden (Ximenez-Fyvie et al. 2000).

Bei beiden Erkrankungen formiert sich die pathogene Bakterienflora in Symbiose mit komensalischen Bakterien der Mundhöhle in Form eines Biofilms. Die typischen Erkrankungssymptome resultieren nicht aus der Infektion durch Bakterien einer singulären Spezies. Vielmehr ermöglicht erst das Zusammenspiel zahlreicher verschiedener Bakterienspezies, die Etablierung der eigentlichen krankheitsauslösenden Bakterien (Socransky et al. 1998).

Keyes` Theorie zur Kariesätiologie (1962) beschrieb die drei Faktoren Mikroorganismen, Substrat und Wirtsfaktoren als essenziell und hinreichend für die Entstehung einer kariösen Läsion.

1971 ergänzte König diesen „Kariesursachenkomplex“ um einen Faktor - die Zeit - und definierte damit das bis heute gültige Modell der Karies-ätiologie (König 1972).

Die Zahnkaries wird als lokalisierter, pathologischer Vorgang bakteriellen Ursprungs bezeichnet, der zur Demineralisation der Zahnhartsubstanzen und schließlich zur Kavitation führt (Riethe 1977). Sie ist die wohl am weitesten verbreitete Infektionserkrankung vor allem in Industrienationen (Sauerwein 1981).

Außer der ursächlichen Bedeutung der Mikroorganismen, spielen somit folgende Komponenten eine Rolle, die alle vorliegen müssen damit eine Karies entstehen kann:

- Wirtsorganismus mit kariesanfälligen Zähnen
- Mikroorganismen
- Substrat für die Mikroorganismen
- Zeit (Frequenz der Nahrungsaufnahme, Dauer der Einwirkung)

Karies entsteht wenn das Zusammenspiel zwischen Mikroorganismen und deren Retention am Zahn (Wirt) bzw. an der Zahnoberfläche über längere Zeit gesichert ist, so dass die demineralisierenden Stoffwechselprodukte (Säuren) in genügend hoher Konzentration im Plaquesystem durch häufige Zufuhr von Kohlenhydraten mit der Nahrung (Substrat) wirksam werden können (Keyes 1962, Neubrun 1983, König 1987).

Sie wird im wesentlichen durch Bakterien der Spezies *Streptococcus mutans* und *Lactobacillus* spp. induziert.

Der Virulenzmechanismus dieser Bakterien führt zu einem Prozeß der Entkalkung und Auflösung von Schmelz und Dentin.

Neben diesen vier Hauptfaktoren zählen auch der pH-Wert des Speichels, - die Qualität - serös oder mukös, sowie die Häufigkeit der Substratzufuhr eine entscheidende Rolle in der Genese der Karies.

Es gibt zahlreiche Theorien, die die Entstehung der Karies zu erklären versuchten, hierbei hat sich die im Jahre 1889 von Miller vorgestellte chemoparasitäre Theorie als die die Kariesentstehung am besten zu erklärende Hypothese bestätigt. Dabei geht man davon aus, dass kariogene Mikroorganismen der Plaque bei Zufuhr von Kohlenhydraten organische Säuren bilden und diese bei entsprechend langer Zeit die Zahnhartsubstanzen demineralisieren (Hellwig et al. 1995).

2.1.1 Plaque

Unter diesem Begriff ist ein eiweiß-, polysaccharid- und bakterienhaltiger Belag zu verstehen der im Gegensatz zur *Materia Alba* - einer lockeren Anhäufung von Mikroorganismen und Epithelzellen auf der

Zahnoberfläche, durch einen Wasserstrahl schwer bzw. überhaupt nicht abzuspülen ist.

Abhängig von den Außenbedingungen entwickelt sich sukzessive eine differenzierte Mikroflora an der Zahnoberfläche, die spezifische StoffwechsellLeistungen zeigt. Durch Einlagerung von Calcium und Phosphat aus dem Speichel bilden sich Kristallisationszentren, über die die Plaque mehr oder minder schnell verkalkt. Der entstehende Zahnstein (lat. = calculus dentis) stellt das stoffwechsellinaktive Endstadium der Plaqueentwicklung dar.

Der komplexe Vorgang der Plaqueentstehung vollzieht sich in mehreren Schritten:

Innerhalb von sieben Tagen bildet sich aus einem proteinreichen erworbenen Schmelzoberhäutchen, der sogenannten Pellicle eine reife Plaque, bestehend aus gramnegativen Stäbchen und Filamenten, die die ursprünglich vorhandenen grampositiven Kokken und Aktinomyzeten in einem anaeroben Milieu ersetzen (Heidemann 1997). Die ausgereifte Plaque ist durchsetzt mit einer großen Ansammlung von Bakterien, die in einer Plaquematrix eingebettet - und durch natürliche Selbstreinigung der Mundhöhle - nicht entfernbar sind.

Seit den Experimenten von Loe (1965) ist allgemein akzeptiert, dass die Plaque in direktem Zusammenhang mit der Entstehung von Parodontopathien und Gingivitiden steht. Loe hatte mit einem Humanexperiment den indirekten Zusammenhang zwischen der mikrobiellen Plaque als Ursache und der Gingivitis als Folge belegt, indem bei einer Probandenauswahl jegliche Mundhygiene untersagt wurde und in der Folge Gingivitiden entstanden. Bei Wiederaufnahme der gewohnten Mundhygiene gingen die Entzündungen innerhalb weniger Tage vollständig zurück.

Heute geht man von einer opportunistischen Erkrankung des Zahnhalteapparates aus, während man in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts annahm, dass allein das Vorhandensein der Plaque ausreichen würde („unspezifische Plaquehypothese“), die Plaque als Masse oder zumindest eine Anzahl verschiedener Arten der Plaquemikroflora als ätiologischer Faktor. Zwei Jahrzehnte später sprach man einer besonderen - in der Plaque vorkommenden Bakterienflora größere Bedeutung zu, welche sich in der „spezifischen Plaquehypothese“ niederschlug.

Untersuchungen von Socransky et al. (1998, 2000) haben aufgezeigt, dass nur wenige der ca. 400 in der Mundhöhle vorhandenen Bakterienspezies ein hochpathogenes Potenzial für die Entstehung einer tiefen Parodontalerkrankung haben.

Die Leitkeime der Parodontitis sind obligat anaerobe, schwarzpigmentierte Bakterienarten wie:

- Actinobacillus actinomycetemcomitans
- Bacteroides forsythus
- Prevotella intermedia
- Porphyromonas gingivalis
- Treponema denticola

2.1.2 Speichel

Speichel ist das Produkt der Speicheldrüsen und umspült kontinuierlich die oralen Weichgewebe und Zähne.

Der Speichel (lat. = saliva) besteht zu 99 % aus Wasser sowie anorganischen und organischen Substanzen. Die wichtigsten anorganischen Bestandteile sind Natrium, Kalium, Kalzium, Phosphat, Chlorid, Magnesium und Fluorid. Der organische Anteil setzt sich aus Enzymen wie alpha-Amylase, Lysozym, Laktoperoxidase und Eiweißen zusammen. Ist nicht genügend Speichel vorhanden, kann es zu einer eingeschränkten Geschmackswahrnehmung, Schwierigkeiten bei der Nahrungsaufnahme, schmerzhaften Entzündungen der Weichgewebe und einer kaum beherrschbaren kariösen Zerstörung der Zahnhartsubstanzen kommen (Rateitschak und Wolf 2002).

Die Funktionen des Speichels bestehen in der Pufferung von Säuren, antibakterieller Aktivität, Andauung von Nahrung, Remineralisierung entkalkten Zahnhartgewebes sowie die eigentliche Spülung der Mundhöhle. Die Bikarbonat- und Phosphatpuffer spielen eine wichtige Rolle in der Kariesätiologie. Die Aufgabe dieser beiden Puffersysteme ist es, den pH-Wert des Speichels bei 6,5-7,0 annähernd konstant zu halten. Fällt der pH-Wert für längere Zeit unter den kritischen Wert von 5,5 setzen

die Demineralisationsprozesse ein und das Zahnhartgewebe wird durch die Säuren in der Plaque und im Speichel demineralisiert.

Die Plaque-ph-Studie von Stephan und Miller (1943) zeigte den Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Kohlenhydraten und ph-Abfall: Nach einer Glukosespülung sinkt der Plaque-ph-Wert innerhalb von wenigen Minuten bis zum kritischen Wert 5,5 oder darunter. Erst nach 30-60 Minuten erreicht er wieder den Ausgangswert.

2.1.3 Wirt

Eine raue Zahnoberfläche, Anomalien in der Morphologie, oder Zahnfehlstellungen führen zu verstärkter Plaqueretention und begünstigen die Karies und Parodontopathogenese.

2.1.4 Substrat

Ein entscheidender Faktor bei der Kariesentstehung ist die häufige Zufuhr vergärbare Kohlenhydrate, die durch Mikroorganismen der supra-gingivalen Plaque verstoffwechselt werden.

Beim Abbau der Kohlenhydrate entstehen organische Säuren wie z.B. Laktat oder Pyruvat, die den ph-Wert in der Plaque so weit absenken können, dass ein Mineralverlust an der Zahnoberfläche eintreten kann. Bei der Glykolyse spielt die Saccharose als Disaccharid eine besondere Rolle. Sie ist hochlöslich und wird in die Monozucker Fructose und Glucose gespalten, die in den Bakterienzellen zu Milchsäure und Brenztraubensäure anaerob abgebaut wird.

Aus der Glucose der Saccharose können extrazelluläre Polysaccharide synthetisiert werden, die eine Adhäsion der Plaque an der Zahnoberfläche - und eine Aggregation untereinander begünstigen.

Aus der Fructose kann ein intrazelluläres Fructosepolysaccharid synthetisiert werden, das als Reservekohlenhydrat im nahrungsfreien Intervall dient.

Die Vipeholm-Studie (Gustafsson et al. 1954) - eine über fünf Jahre dauernde Untersuchung über die Verabreichung zuckerhaltiger Kost an Heimkindern - führte zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Zuckergenuß während der Hauptmahlzeiten führte zu geringem Kariesbefall
- die gleiche Menge Zucker über den Tag verteilt verursachte ein Mehrfaches an Defekten
- Süßigkeiten mit erhöhtem Adhäsionsvermögen waren erheblich kariogener als gelöster Zucker

Das hohe kariogene Potential der Saccharose wurde in der Turku-Zucker-Studie (Scheinin und Mäkinen 1975) nachgewiesen. Diese über zwei Jahre dauernde Studie führte zu dem Schluß, dass beim Austausch der Saccharose durch Stärke oder Xylit - einem Zuckeraustauschstoff - die Entstehung kariöser Läsionen nahezu verhindert werden konnte aufgrund der Nicht-Vermentierbarkeit durch Plaquebakterien.

Die Substitution durch Xylit hat sich als effektive Methode der Kariesprophylaxe klinisch bewährt (Strübig 1986).

2.2 Erosionen und Rezessionen

Wie die artifizielle zahnärztliche Säurekonditionierung, beruht auch die Erosion auf der Einwirkung eines großen Überschusses an relativ starken Säuren, die man z.B. in Zitrusfrüchten, bei chronischem Erbrechen, Säuredämpfen oder kohlenensäurehaltigen Getränken vorfinden kann (König 1987).

Unter normalen physiologischen Bedingungen wird die Säure durch den Speichel rasch - in ca. zehn Minuten - eliminiert. Sind die Speichelfließrate, die Speichelpufferkapazität und der Speichel-ph-Wert jedoch reduziert, so erhöht sich das Erosionsrisiko (Hellwig et al. 1995).

Auftreten, Ausmaß und Progression der Erosionsabrasionen sind weitgehend abhängig von der Einwirkungszeit und Häufigkeit des Säurekontaktes, vom ph-Wert saurer Stoffe, der Pufferkapazität, der Remineralisationspotenz des Speichels sowie der Zeitspanne (Rateitschak und Wolf 2002).

Eine weitere Ursache können stark scheuernde Zahnpflegemittel sein mit einem hohen Gehalt an Putzkörpern, wodurch im Extremfall keilförmige Defekte entstehen können, zusätzlich verursacht durch überhöhte Bürstkraft und falsche Putztechnik (Mierau 1992).

Muldenförmige Zahnschubstanzverluste mit fließenden Übergängen entstehen vorwiegend nach geringer bis mäßiger Säureeinwirkung mit nachfolgendem kraftintensivem Bürsten (Mierau et al. 1991).

Die gingivale Rezession ist als partielle Denudation der Wurzeloberfläche zu bezeichnen, verursacht durch das Ausweichen des gesamten marginalen Parodontiums nach apikal. Die Rezessionen zeigen sich gelegentlich in Form einer Stillman-Spalte oder sind von einer leicht hyperplastischen Gingiva begrenzt (McCall-Girlande) (Heidemann 1997). Auch diese pathologischen Vorgänge sind überwiegend auf zu exzessives Zähneputzen zurückzuführen.

Weitere Ursachen oder Kofaktoren können eine dünne vestibuläre Knochenlamelle, kieferorthopädische Behandlungen oder auch hoch ansetzende Lippen und Wangenbänder sein.

Bei parodontalen Rezessionen werden nach Miller (1985) vier verschiedene Klassen differenziert, diese reichen von der einfachen Gingivarezession ohne weitere Weich- und Hartgewebeverluste (Grad 1), bis hin zur Rezession - die über die Mukogingivallinie hinaus reicht mit schweren Alveolarknochen und Gingivaverlusten (Grad 4).

2.3 Ätiologie entzündlicher Parodontopathien

Unter dem Begriff Parodontopathien werden entzündlich - und nicht entzündlich bedingte Erkrankungen der Gingiva und des Zahnhalteapparates zusammengefasst. Hierbei wird zwischen einem primären und einem sekundären Ursachenkomplex unterschieden.

Der primäre Ursachenkomplex beschreibt die Zahnplaque und die plaquebedingten entzündlichen Reaktionen des Parodonts.

Parodontopathogene Bakterien zerstören den Zahnhalteapparat indem sie durch Endo- und Exotoxine, Enzyme und Stoffwechselprodukte die Destruktion des Parodonts initiieren und beschleunigen.

Der sekundäre Ursachenkomplex umfasst lokale und systemische Faktoren, die den primären Ursachenkomplex beeinflussen können, dazu gehören

Zahnstein, kariöse Läsionen, fehlerhafte Restaurationen, Ernährungsfehler, Rauchen (Hellwig et al. 1995) sowie Okklusionstraumata (Listgarten 1986).

2.4 Zahnbürsten

Die Zahnbürste als Hilfsmittel mundhygienischer Maßnahmen dient der mechanischen Entfernung von Plaque und Nahrungsrückständen an den Glattflächen der Zähne (Rateitschak und Wolf 2002), und der Massage des Zahnfleisches. In Verbindung mit Zahnpasta spielt sie eine wichtige Rolle in der Prävention der Entstehung von Karies als auch in der Reduktion ebensolcher (Wunderlich et al. 1985).

Eine Zahnbürste muß den individuellen Anforderungen in Größe, Form und Beschaffenheit angepasst - leicht, gut zu reinigen, haltbar und nicht zu teuer sein (Naseeb et al. 1987, Rieth 1977). Griff und Schaft können gerade oder abgewinkelt sein. Zahnbürsten werden nach der Härte ihrer Besteckung als weich, mittel oder hart bezeichnet. Der weichen Zahnbürste wurde häufig die Möglichkeit einer wirksamen Plaqueentfernung abgesprochen. Heute werden vermehrt weiche monofile Borsten zur Schonung von Hartsubstanzen und Weichteilen empfohlen.

Während man früher überwiegend Naturborsten verwendete, finden Monofile heute immer mehr Anwendung und das zurecht. So zeigte eine Studie, dass nach Gebrauch von Zahnbürsten mit anschließender Reinigung und Trocknung, diese mit einer immer noch frappierend großen Anzahl an Mikroorganismen behaftet waren (Kozai et al. 1989). Der Nachteil der Naturborsten ist der Markkanal der durch das industrielle Behandeln der Borsten eröffnet wird und zum Quellen der Borste und zu einer zusätzlichen Ansammlung von Mikroorganismen führt (Henschke 1978). Monofile haben eine relativ glatte Oberfläche und keinen Markkanal, dadurch bleiben die Materialeigenschaften wie Stabilität, Haltbarkeit, Elastizität und Uniformität weitgehend konstant.

Pretara-Spanedda et al. (1989) kommen aufgrund einer Studie zum Schluß, dass Zahnbürsten mit einer höheren Borstendichte signifikant mehr Plaque entfernen als eine mit weiten Abständen der Borstenbüschel.

Die Erfindung einer elektrisch-mechanisch betriebenen Zahnbürste geht auf T.W. Tornberg im Jahre 1885 zurück (Scutt und Swann 1975, Barnes et al.

1999). Heute gibt es eine Vielzahl an elektrisch betriebenen Modellen, die sich im Design, Technologie und Funktionsweise unterscheiden. So zeichnet die Sonicare-Zahnbürste folgende Funktionsweise aus: durch ihre Schallwellentechnologie ist sie in der Lage adhärenente Bakterien bis zu vier Millimeter abseits der Borsten - in vitro, und drei Millimeter in vivo, zu entfernen (Stanford et al. 1997).

Elektrische Zahnbürsten werden allgemein Bettlägerigen und Körperbehinderten empfohlen aber auch Patienten mit festsitzender Spange (Trimpeneers et al. 1997, Kugel und Boghosian 2002), in diesem Falle ist die elektrisch betriebene Zahnbürste einer Handzahnbürste ebenbürtig, wie die Untersuchungen von Haesman et al. (1998), Heintze et al. (1996) zeigten.

2.5 Vergleichende Zahnbürstenstudien

Zahlreiche Zahnbürstenstudien wurden in den vergangenen Jahrzehnten durchgeführt um die Vor- und Nachteile einer elektrischen und einer manuellen Handzahnbürste zu vergleichen. Im Jahre 1998 kam der europäische Arbeitskreis für mechanische Plaquekontrolle zum Schluß, dass elektrische Zahnbürsten effektiver reinigen als Handzahnbürsten. Überwiegend wurden Zahnbürsten der Marke Oral B von Braun mit Referenzzahnbürsten verglichen (Grossman et al. 1996, Sharma et al. 2000, Heasman et al. 1998, Warren et al. 2001, Barnes et al. 1999, van der Weijden et al. 1992, Niemi 1987, McCracken et al. 2001, Driesen et al. 1998). In einigen Studien wurde die von Philips entwickelte elektrische Zahnbürste Sonicare (Boyd 1997, Isaacs et al. 1998, Johnson und McInnes 1994, Sharma et al. 2000, 2002, van der Weijden et al. 1996, Robinson et al. 1997) untersucht.

Die Mehrzahl der Studien ergab, elektrische Zahnbürsten würden in ihrer Reinigungswirkung über die manuelle Zahnbürste dominieren (Jongenelis und Wiedemann 1997, Grossman et al. 1996, Heasman et al. 1998, Warren et al. 2001, Sharma et al. 2001, Cronin et al. 1998, van der Weijden et al. 1992, 1998, Dentino et al. 2002, McCracken et al. 2001, Grossman et al. 1996).

Andere Studien wiederum wiesen nach, dass bei einer Handzahnbürste die Kräfte, die auf das Zahnhart- und Weichgewebe ausgeübt werden um ein vielfaches größer sind als bei elektrischen Zahnbürsten (Boyd et al. 1997, Niemi 1987, McCracken et al. 2001).

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

2.6 Studiendauer und Anzahl der Teilnehmer

Die Wahrscheinlichkeit, dass man gewonnene Daten und Ergebnisse aus einer Studie mit einer bestimmten Anzahl an Teilnehmern auf die Gesamtbevölkerung oder auf eine größere Gruppe als die teilnehmende übertragen kann hängt von der Größe der Teilnehmergruppe und der zeitlichen Länge der Studie ab. Dabei geht man davon aus, dass eine Studie repräsentativer ist je größer die Anzahl der Teilnehmer und je länger die Studiendauer.

1998 erlies die American Dental Association ein Richtlinienkonzept, indem für eine repräsentative Studie folgende Bedingungen gestellt wurden:

- es können mehr als 25 Personen teilnehmen aber es müssen mindestens 25 die Studie beenden
- die Mindeststudiendauer beträgt 30 Tage
- Messungen finden zum Baseline-Zeitpunkt (Anfang der Studie), nach 15 Tagen (optional) und nach 30 Tagen bzw. am Ende der Studie statt

Bezogen auf Studien bei denen die Effektivität und Effizienz von Zahnbürsten untersucht wurden, nahmen an einigen Untersuchungen weniger als 50 Teilnehmer teil (Danser et al. 1998, Thompson et al. 2001, van der Weijden et al. 1996, 1998, Trimpeneers et al. 1997), und bei anderen wiederum mehr als 50 (Cronin et al. 1998, Warren et al. 2001, Sharma et al. 2000, Isaacs et al. 1998, Borutta et al. 1997, McCracken et al. 2001, Khocht et al. 1992). Die Studiendauer variierte dabei zwischen zwei

Wochen (van der Weijden et al. 1996) und 52 Wochen (Trimpeneers et al. 1997). Bei der Mehrzahl der Studien wurde eine Studiendauer von zwölf Wochen angesetzt (Warren et al. 2001, Cronin et al. 1998, Sharma et al. 2000).

Die Probanden bzw. Studienteilnehmer mussten bestimmte Teilnahmebedingungen erfüllen, dabei durchliefen sie ein Screening-Verfahren (Wunderlich et al. 1985, Khocht et al. 1992). Folgende Bedingungen mussten erfüllt sein:

- Ausgeschlossen aus der Bewertung sind Zähne mit zervikalen Füllungen, großflächige ausgedehnte Karies, überkronte Zähne, Zähne mit Taschentiefen > 5 mm
- die Teilnehmer dürfen an keinen systemischen Erkrankungen leiden oder Medikamente einnehmen die Einfluß auf das Studienergebnis haben könnten, ebenso wurden Patienten mit behandelten Zähnen von Studien ausgeschlossen
- um das Screening-Verfahren zu bestehen, musste ein minimaler Gingivitisindex von 0,9 und ein minimaler Plaqueindex von 1,8 vorliegen

2.7 Indices

Auf der Suche nach einem einfachen und effektiven klinischen Verfahren zur Diagnostik der Zahnfleischentzündung sind zahlreiche Gingivitisindizes vorgeschlagen worden.

Sie sind auf der Intensität bestimmter Gingivitisymptome aufgebaut. Die gebräuchlichsten Indizes zur Beurteilung des gingivalen Zustandes sind der Sulkus-Blutungs-Index (Mühlemann und Son 1971) und der Gingivalindex (Löe und Silness 1963). Diese unterscheiden sich grundsätzlich in der Einstufung bestimmter gingivaler Erkrankungssymptome.

Nach der Untersuchung von Mühlemann und Son (1971) ist die Reizblutung das erste und führende Zeichen einer Gingivaentzündung.

Das initiale Zeichen einer Gingivitis bei Beurteilung durch den Gingivalindex ist die leichte Farb- und Formveränderung. Die Reizblutung wird als ein später auftretendes Symptom betrachtet (Curilovic und Axelsson 1980).

Jeder Index scheint für einen spezifischen Zweck geschaffen worden zu sein. Die bisherige Entwicklung verlief in Richtung immer weiter unterteilter Indizes, die zur Bewertung kurzfristiger klinischer Untersuchungen wohl geeignet sind. Die zunehmende Genauigkeit ist zwar für wissenschaftliche Zwecke von Vorteil, aber aus der Sicht des öffentlichen Zahngesundheitswesens nicht immer praktikabel.

Im Idealfall sollte ein Index eine hohe Spezifität und Sensitivität aufweisen. Unter Spezifität versteht man die Eignung einer Methode, bei Gesunden keine falsch positiven Werte zu erhalten, errechnet als Anteil der richtig negativen Ergebnisse geteilt durch die - mit Vergleichsmethoden ermittelte Gesamtzahl der Gesunden unter den Probanden.

Die Sensitivität zeigt die Eignung einer Methode an, Ergebnisse als richtig zu erkennen, errechnet als Anteil der richtig positiven Ergebnisse, geteilt durch die Gesamtzahl der Probanden (Heidemann 1997).

Plaqueindizes dienen der quantitativen Erfassung des Plaquebefalls und seiner Verteilung im Mund. Die Befunde können graduell - in Grade eingeteilt oder dichotom mit einer ja / nein Entscheidung bewertet werden.

Für die Beurteilung der Plaque und Gingivitis sind zu den schon oben aufgeführten Indices weitere entwickelt worden:

- Plaque-Index nach Silness und Loe (1964)
- Plaque-Index nach Quigley und Hein (1962) (modifiziert nach Turesky et al. 1972)
- Approximal-Plaque-Index nach Lange et al. (1986)
- Papillenblutungsindex nach Saxer und Mühlemann (1975)

- Rustogi et al.-Index (Rustogi et al. 1992)
- Gingival-Bleeding-Index (Ainamo und Bay 1975)

Beim Plaqueindex nach Quigley und Hein (1962) wird die flächenhafte Verteilung der Plaque auf der Zahnoberfläche bewertet. Vor der Erhebung werden die Zähne mit einem Plaquerevelator angefärbt. Der Index wird hauptsächlich zur Beurteilung der Wirkung der mechanischen Reinigung benutzt. Die Bewertungsgrade rangieren von 0 (keine Plaque) bis 5 (die Plaque bedeckt mehr als 2/3 der Zahnoberflächen) (Lange et al. 1977). Turesky et al. (1970) haben diesen Index modifiziert, indem sie die Zahnoberfläche vestibulär und oral bzw. distal-mesial in jeweils drei Flächen unterteilt haben. Somit ist eine genauere Bewertung der interproximalen Räume möglich.

Der Rustogi et al.-Index (Rustogi et al. 1992) ist ein besonders differenzierender Index. Er ist eine Modifikation des Modified-Navy-Plaque-Indexes. Dieser Index teilt sowohl die bukkale als auch linguale Fläche in neun Felder (Dörfer et al. 2001), diese werden dichotom nach ihrem Plaquebefall bewertet.

Beim GBI (Ainamo und Bay 1975) handelt es sich um einen vereinfachten Gingivalindex von Loe und Silness (1963). Das Sondieren der Sulci (bleeding on probing) führt bei Blutung zu einem positiven Befund und wird auch entsprechend vermerkt. Es handelt sich hierbei um einen dichotomen Index.

Gemäß dem Richtlinienkonzept der ADA (1998) wird für Bürstenstudien empfohlen, die Indices Gingivitis-Index nach Loe und Silness sowie den Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky et al. zu verwenden.

2.8 Designformat

Zu den am meisten verwendeten Designformaten von Therapiestudien zählen:

- Parallelgruppen-Studien

- Crossover-Studien

Desweiteren können diese Studien als offene, einzelblinde und doppelblinde Studien unterteilt werden.

Bei einem Parallelgruppenvergleich werden die geeigneten Patienten zeitlich parallel auf die verschiedenen Gruppen verteilt und behandelt. Für langfristige Studien bietet sich das Parallel-Design an, da die Gesamtdauer bei einem anderen Konzept zu lang wäre.

Bei einer Crossover-Studie erhält jeder Patient alle Zahnbürsten nacheinander, die Reihenfolge der Behandlungen ist zufällig und für jeweils die gleiche Zeitdauer. Er testet also beide Zahnbürsten in der Studie (Addy 1998). Die einzelnen Testphasen werden von Wash-out-Phasen unterbrochen um Wechselwirkungen zu vermeiden (Sharma et al. 2000). Beide Studientypen gewährleisten eine zeitliche Homogenität der Vergleichsgruppen.

Dem Nachteil eines Parallelgruppenvergleichs, nämlich dass pro Patient nur eine Behandlung getestet werden kann und damit individuelle Behandlungsunterschiede nicht erfasst werden können, steht eine einfache Durchführung und Auswertung gegenüber.

Bei einer Crossover-Studie besteht der Vorteil, individuelle Behandlungsunterschiede auswerten zu können und mit wenigen Patienten / Probanden auszukommen. Es liegen gleiche Voraussetzungen vor - da alle Probanden auch alle Zahnbürsten testen. Der Nachteil bei diesem Studientyp ist der größere Aufwand bei der Durchführung und die möglichen Schwierigkeiten bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.

Bei der Mehrzahl der Zahnbürstenstudien entschieden sich die Autoren für das Crossover-Design (Isaacs et al. 1998, van der Weijden et al. 1996, Borutta 1997, Trimpeneers et al. 1997), ebenso fand einen hohen Zuspruch der Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky et al. (Aass und Gjermo 2000, Haffajee et al. 2001, Dörfer et al. 2001, Dentino et al. 2002, Danser et al. 1998, Barnes et al. 1999, Ruhlmann et al. 2001, McCracken et al. 2001, Ernst et al. 1998, Cronin et al. 1998, Borutta 1997, van der Weijden 1998, 2001) und der Gingivitisindex nach Loe und Silness (McCracken et al. 2001, Isaacs et al. 1998, van der Weijden et al. 1993, 1996, Haffajee et al. 2001, Aass und Gjermo 2000).

Eine Modifikation des Modified-Navy-Plaque-Indexes (Elliot et al. 1972) stellt der Rustogi et al.-Index (Rustogi et al. 1992) dar. Hierbei wird die

vestibuläre Zahnfläche in neun Felder unterteilt – beginnend mit Feld A und endend mit Feld I. Bei beiden Indices liegt der Schwerpunkt der Bewertung im interproximalen und marginalen Zahnhalsbereich. Der Rustogi et al.-Index wurde in zahlreichen Studien zur Bestimmung der Zahnfleischentzündung benutzt (Sharma et al. 2000, 2001, Balanyk et al. 1993, Sarker et al. 1997, Singh et al. 2001, Nathoo et al. 2000).

2.9 Orale Metrologie

Die orale Metrologie soll der objektiven Beurteilung und Bewertung von subjektiv gewonnenen Daten dienen. Sie ist in den vergangenen Jahren besonders im Rahmen von Verschleißmessungen zahnärztlicher Füllwerkstoffe entwickelt und durchgeführt worden, indem zu unterschiedlichen Zeitpunkten Modelle von denselben Zähnen hergestellt und mit Hilfe eines 3D-Scanners vermessen wurden. Veränderungen im mikroskopischen Bereich werden mit bloßem Auge nicht erkannt oder werden falsch gedeutet.

Das dreidimensionale Messverfahren wurde Anfang der 80-er Jahre in die Zahnheilkunde eingeführt. Bei diesem Verfahren besteht neben der Möglichkeit Gipsmodelle zu vermessen, auch direkt - die Abdrücke dreidimensional zu scannen (DeLong et al. 2001).

Mehl et al. (1997) haben ein dreidimensionales Meßverfahren entwickelt, welches es ermöglicht, Veränderungen an Zahnhart- und Weichgewebe oder an Materialoberflächen ohne feste Referenzpunkte zu bestimmen.

Mithilfe eines optischen 3D-Scanners, einem Triangulationsverfahren und einer 3D-Überlagerungssoftware werden Differenzbilder erstellt, die Veränderungen im mikroskopischen Bereich sichtbar machen und deren objektive Verifizierung ermöglichen.

Mit einem Exkurs sei auf die Habilitationsschrift von Kunzelmann (1996) verwiesen, der Verfasser analysierte und untersuchte hierbei den Verschleiß von Füllungswerkstoffen im Zusammenhang mit dem methodischen Vorgehen der oralen Metrologie.

3. Zielsetzung der Studie

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Ermittlung der Effektivität und Effizienz der neu auf den Markt eingeführten elektrischen Handzahnbürste Sonicare-Advance (Philips) und einer ADA-Referenzzahnbürste in Bezug auf die Plaque- und Gingivitisreduktion sowie auf deren Auswirkungen auf die Hartschmelze.

Die konkrete Fragestellung lautet:

- Ist die elektrische Handzahnbürste Sonicare mit ihrer neuen Funktionsweise - Schallwellentechnologie mit dynamischer Flüssigkeitsströmung, der manuellen ADA-Handzahnbürste in ihrer Reinigungswirkung überlegen?
- Sind bei der Sonicare-Zahnbürste größere Zahnputztraumata zu erwarten als bei der ADA?
- Ist mit der Sonicare eine größere Gingivitisreduktion zu erwarten?
- Erzeugt die Sonicare eine bessere Plaqueeliminierung?
- Wird die Sonicare aufgrund ihres Designs und ihrer Funktionsweise von den Probanden besser akzeptiert als die ADA-Referenzzahnbürste?
- Bestätigt das dreidimensionale Messverfahren mit Laserabtastung der Replikamodelle die aus den Plaque- und Gingivitisindizes gewonnenen Daten?

4. Material und Methoden

In dieser über sechs Monate verlaufenden prospektiven Studie wurde die Wirksamkeit und Verträglichkeit der elektrischen Sonicare-Handzahnbürste Advance mit einer ADA-Referenzzahnbürste verglichen, hinsichtlich der Plaqueeliminierung und der Auswirkung auf Zahnhart- und Weichgewebe.



Abb. 4.1: Beide Zahnbürsten im Vergleich

Insgesamt nahmen 30 anamnestisch gesunde Probanden im Alter zwischen 15 und 64 Jahren teil. Davon waren vier männliche und 26 weibliche Teilnehmer.

Das Durchschnittsalter betrug 24 Jahre. Keiner der Probanden besaß eine spezifische zahnmedizinische Vorbildung, alle waren systemisch gesund, besaßen zahnärztlich gut versorgte Zähne mit Ausnahme leichter Gingivitiden.

Um an der Studie teilnehmen zu können mussten die Probanden einen qualifizierenden Plaqueindex und Gingivitisindex aufweisen um bestimmte Einschlusskriterien zu erfüllen. Diese wurden in einer Screening-Sitzung festgestellt:

- die Untersuchungen fanden an den Zähnen 13-16 und 23-26 statt, bei Fehlen einer dieser Zähne wich man auf 12 bzw. 22 aus
- die Probanden durften prothetisch nur mit Kronen versorgt sein
- keine Taschentiefen > 5 mm
- qualifizierender Plaqueindex mit einem Durchschnittswert $\geq 1,5$
- qualifizierender Gingivitisindex mit einem Durchschnittswert $\geq 1,0$
- keine vorliegende Schwangerschaft
- keine Einnahme von entzündungshemmenden Medikamenten
- keine vorherige Benutzung der beiden Zahnbürsten

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

Sowohl in den Studiensitzungen als auch in den Screenings wurden für die Bestimmung des Plaqueindexes der modifizierte Plaqueindex nach Turesky et al. verwandt, dabei wurden die Zähne 13-16 und 23-26 mit

Mira-2-Tone (Hager und Werken) - einer Revelatorlösung - vestibulär angefärbt. In den Screening-Sitzungen wurden die vestibulären und mesialen Flächen bewertet, in den Studiensitzungen wurde zusätzlich die distal-vestibuläre Fläche bewertet.

Alle gewonnenen Daten wurden in einem Befundbogen festgehalten, dabei wurden ebenfalls die Angaben der Patienten zu ihrem Gesundheitszustand in einem Anamnesebogen vermerkt, der unterschrieben an den Behandler zurückgegeben wurde.

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

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

4.1 ADA-Testzahnbürste

Die in dieser Vergleichsstudie verwendete ADA-Referenzzahnbürste besitzt einen geraden Griff, einen Kurzkopf mit einem kurzen Bündelabstand (multi-tufted) und abgerundeten Monofilenden. Das Bürstenfeld ist plan geschnitten, 23 mm lang und 7 mm breit.



Abb. 4.1.1: ADA-Zahnbürste Seitenansicht



Abb. 4.1.2: ADA-Zahnbürste Aufsicht

4.2 Sonicare-Testzahnbürste

Die Sonicare-Advance ist eine an der Universität Washington entwickelte und von der Firma Philips vertriebene elektrische Handzahnbürste (Johnson und Mcinnes 1994).

Das Funktionsprinzip basiert auf einer patentierten Schallwellentechnologie. Hierbei entstehen akustische Schallvibrationen erzeugt durch annähernd 32.000 Bürstenkopfbewegungen pro Minute (Heasman 1998). Die Schallvibrationen führen hierbei zu einer dynamischen Flüssigkeitsströmung.

Die Aufsteckbürste besitzt eine Besteckung mit jeweils abwechselnden kurzen und langen Borsten mit einem Borstenfeld der Länge 25 mm und 8,6 mm Breite (Sharma et al. 2000).



Abb. 4.2.1: Sonicare-Zahnbürste Seitenansicht



Abb. 4.2.2: Sonicare-Zahnbürste Aufsicht

4.3 Versuchsanordnung

Alle 30 Probanden testeten beide Zahnbürsten für jeweils 3 Monate bzw. 12 Wochen nacheinander mit einer Wash-out-Phase von 7 Tagen um Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Zahnbürsten zu vermeiden. Alle 30 Probanden begannen mit der Austestung der ADA-Referenzzahnbürste. Die Probanden nahmen nach der Screening-Sitzung an vier Folgesitzungen teil.

Schematische Darstellung des Studiendesigns:

Screening	1. Sitzung	2. Sitzung	Wash-out	3. Sitzung	4. Sitzung
Feststellen des SBI / PLI und Taschentieftiefenmessung	Bewertung des SBI / PLI	Bewertung des SBI / PLI		Bewertung des SBI / PLI	Bewertung des SBI / PLI
	Zähneputzen	Zähneputzen		Zähneputzen	Zähneputzen
	Bewertung des SBI / PLI	Bewertung des SBI / PLI		Bewertung des SBI / PLI	Bewertung des SBI / PLI
	Abdrucknahme der vest. Zahnflächen im 1. bzw. 2. Quadranten	Abdrucknahme der vest. Zahnflächen im 1. bzw. 2. Quadranten		Abdrucknahme der vest. Zahnflächen im 1. bzw. 2. Quadranten	Abdrucknahme der vest. Zahnflächen im 1. bzw. 2. Quadranten

Während des gesamten Studienverlaufs fanden vier Sitzungen statt. In jeder Sitzung wurde eine Prebrush- und eine Postbrush-Evaluation durchgeführt. Die Probanden putzten 12-16 Stunden vor jeder Sitzung die Zähne das letzte mal um mit einem Plaquestatus (over night plaque formation) zur Behandlung zu erscheinen.

Prebrush-Evaluation: Die Zahnfleischfurchen der Zähne 3-6 im Oberkiefer wurden mit einer Parodontalsonde sondiert. Dabei wurden die jeweiligen Blutungswerte gemäß dem SBI-Index nach Mühlemann und Son (1971) erhoben. Anschließend wurde der modifizierte Plaqueindex nach Turesky et al. (1970) bestimmt.

Postbrush-Evaluation: Nach der Bestimmung der zwei Indices putzten sich die Patienten die Zähne, in der 1. und 2. Sitzung mit der ADA-Referenzzahnbürste, in der 3. und 4. mit der Sonicare Zahnbürste. Anschließend wurden erneut der SBI und modifizierte Plaqueindex erhoben.

Die 1. und 2. Quadranten wurden für spätere metrologische Untersuchungen mit einem additionsvernetzenden Silikonabformmaterial der Firma Espe, Seefeld abgeformt. Als Abformmassenträger wurden modifizierte Teilabdrucklöffel verwendet.



Abb. 4.3.1: Abformmassenträger

Die ersten 12 Wochen putzten die Teilnehmer mit der ADA-Zahnbürste. Nach Ende der 2. Sitzung gaben die Patienten diese dem Behandler zurück. In der 3. Sitzung wurden den Probanden die Sonicare Zahnbürsten ausgehändigt. Alle vier Sitzungen hatten das gleiche Verlaufsmuster und waren im Ablauf identisch. Am Ende der vierten Sitzung wurde den Patienten ein Fragebogen ausgehändigt, mit der Bitte sich zu den getesteten Zahnbürsten zu äußern.

Gingivitisindexbestimmung: Das Auftreten einer Blutung nach schonender Sondierung des Gingivalrandes im Einzugsbereich des Sulkus wurde als Kriterium für die Stärke der gingivalen Entzündung herangezogen, dabei wurde der Sulkus-Blutungs-Index nach Mühleman und Son (1971) benutzt. Grundlage hierbei war, dass die erhöhte Blutungsneigung eines der ersten Symptome einer initialen gingivalen Entzündung ist.

30 Sekunden nach Sondierung mit einer PA-Sonde wurde die provozierte Reizblutung mesial, vestibulär und distal bewertet. Der SBI wird in folgende Grade eingeteilt:

- Grad 0: keine Entzündung, keine Blutung bei Sulkussondierung
- Grad 1: Blutung bei vorsichtiger Sondierung ohne sichtbare klinische Veränderungen der Gingiva
- Grad 2: Sulkusblutung bei Sondierung mit Farbveränderungen ohne Schwellung
- Grad 3: Blutung nach Sondierung, Farbveränderungen und leichte ödematöse Schwellung
- Grad 4: Sulkusblutung bei Sondierung, Farbveränderungen und stärkerer Schwellung
- Grad 5: Sondierungsblutung, deutliche Farbveränderungen, starke ödematöse Schwellung mit oder ohne Ulzeration



Abb. 4.3.2: Sondierungsblutung (bleeding on probing)

Plaqueindexbestimmung: Die Bewertung der mit Plaque belegten Zahnflächen erfolgte anhand des modifizierten Turesky et al.-Indexes. Mit der

Modifikation des Quigley und Hein-Indexes (1962) wurde die Objektivität der Kriterien verbessert. Bei diesem Index werden die zu bewerteten Zahnflächen in drei Abschnitte unterteilt, mesial, vestibulär und distal. Für die Studie wurden nur die vestibulären (mesial / vestibulär / distal) Zahnflächen bewertet, dieses erfolgte nachdem auf die Zähne Mira-2-Tone (Hager und Werken), ein Revelator mit zwei-Farben-Indikator aufgetragen wurde. Die Gradeinteilung erfolgt in fünf Stufen:

Grad 0: keine Plaque

Grad 1: vereinzelte Plaqueinseln entlang der marginalen Gingiva

Grad 2: dünne Plaquelinie (kleiner als 1 mm) entlang des marginalen Gingivarandes

Grad 3: dünne Plaquelinie (größer als 1mm), die aber weniger als 1/3 der klinischen Krone bedeckt

Grad 4: Plaque bedeckt mehr als 1/3 aber weniger als 2/3 der klinischen Krone

Grad 5: Plaque bedeckt mehr als 2/3 der klinischen Krone



Abb. 4.3.3: Plaquebefall nach „over night plaque formation“



Abb. 4.3.4: Plaquebefall nach „over night plaque formation“

4.4 Abdrucknahme und Herstellung der Modelle

Die Abdrucknahme der Zähne 3-6 bzw. 2-6 im Oberkiefer erfolgte am Schluß jeder Sitzung, dabei wurden Abformmassenträger verwendet, die speziell für diese Studie modifiziert worden sind.



Abb. 4.4.1: Abdruckmassen im Abformmassenträger

Um die Nachteile zu eliminieren, die beim Abziehen eines Abdrucklöffels von der Zahnreihe nach axial-okklusal entstehen - Verformungen und Abreißen der Abdruckmasse besonders im Interdentalbereich bedingt durch die Zahnmorphologie, wurde nach Aushärten der Abdruckmasse der Abdruck nach lateral von der bukkalen Zahnfläche abgezogen.

Der Erstabdruck wurde zunächst mit Dimension Garant H Quick® (Espe) einem A-Silikon hoher Konsistenz gewonnen. Die Korrektur erfolgte mit Dimension Garant L Quick® (Espe) einem leichtfließenden A-Silikon niedriger Konsistenz.

Die Abformungen wurden anschließend nach erfolgter Rückstellungsphase frühestens nach 30 Minuten ausgegossen.



Abb. 4.4.2: Ausgegossene Gipsreplik

Messobjekte:

Die Gipsreplika welche zur Vermessung herangezogen wurden, bestehen aus weißem Superhartgips Fuji Rock®. Als Messareale wurden die vestibulären Flächen und vestibuläre Gingivabereiche der Zähne (12), 13, 14, 15, 16, (22), 23, 24, 25, 26 festgelegt. Vermessen wurden die Modelle der Abdrücke, welche bei der 1., 2., 3. und 4. Sitzung gewonnen wurden.

Datenverarbeitung:

Die Auswertung der dreidimensionalen Bilder wurde mit der Software Match 3D durchgeführt. Dieses Programm vermag den Substanzabtrag durch Überlagerung der 3D-Daten der Ausgangsmodele mit denen der jeweiligen Nachuntersuchung zu errechnen, hierbei entsteht ein Differenzbild. Volumenverluste sind rot gekennzeichnet, je intensiver desto größer die Abnahme.



Abb. 4.4.3: Dreidimensionales Bild, Baseline

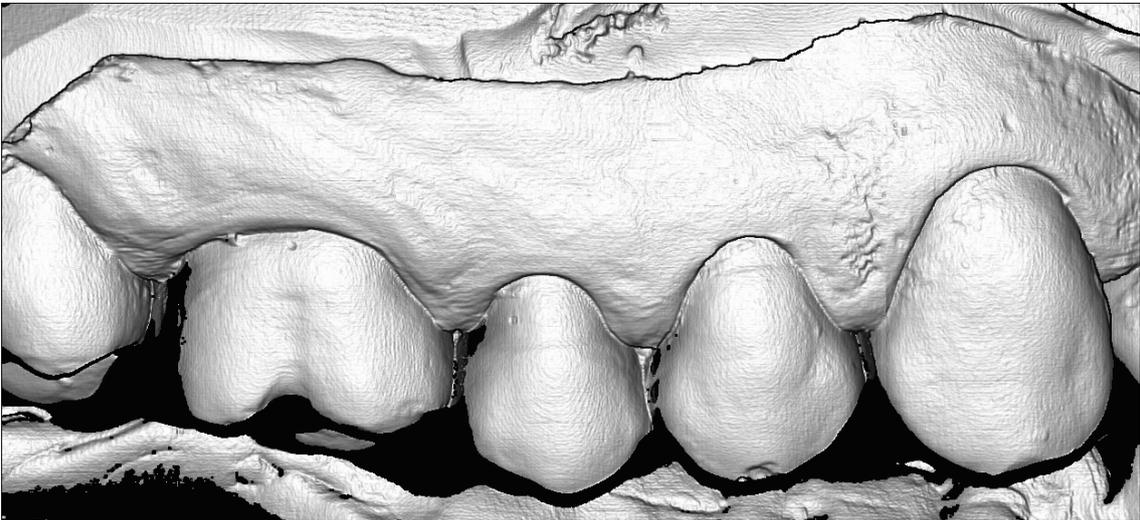


Abb. 4.4.4: Dreidimensionales Bild, Follow-up



Abb.4.4.5: 3D-Differenzbild des Zahnes 14 in Greycast-Darstellung

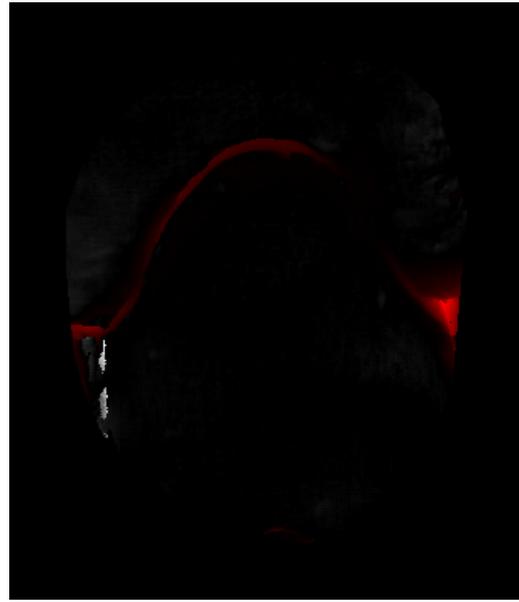


Abb.4.4.6: 3D-Differenzbild des Zahnes 14 in Falschfarben-Darstellung

Nach erfolgreicher Zuordnung kann an jeder x-y Koordinate die Differenz zwischen Ausgangs- und Folgemodell berechnet werden. Einzelpunkte, Linienprofile, Flächen oder Volumenveränderungen des gesamten Bildes oder bestimmter Bildteile können vermessen und für Interpretationen verwendet werden.

Mit den gewonnenen Daten konnte die Effektivität der beiden Zahnbürsten über den Testzeitraum von insgesamt sechs Monaten evaluiert und verglichen werden.

Hierbei konnte man die Werteveränderung der Ausgangsplaque- und Gingivitiswerte zwischen Beginn und Ende der Studie vergleichen. Die Zusammenhänge der jeweiligen Werte sind mit Boxplot-Diagrammen grafisch dargestellt worden. Die Prüfung auf signifikante Unterschiede erfolgte mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test. Signifikante Unterschiede wurden mit dem p-Wert angegeben. Es galt die Nullhypothese zu widerlegen. Diese besagt, daß zwischen zwei Gruppen keine systematischen Unterschiede zwischen den Werten einer Variablen X bestehen.

4.5 Index-Auswertung

4.5.1 Basis-Werte

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

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

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

m = mesial

v = vestibulär

d = distal

g = gesamt

gi = Gingivitisindex

pli = Plaqueindex

pre0 = prebrush Baseline

post0 = postbrush Baseline

pre1 = prebrush Follow-up

post1 = postbrush Follow-up

M = mean

Dif = Differenzwert

Die Summenwerte sind mit folgenden Bezeichnungen und Abkürzungen versehen worden. Sie beziehen sich auf die Werte in den Tabellen 10.2.1.1 und 10.2.1.2.

Abkürzung der Variable	Vollständige Bezeichnung der Variable
mgi_pre0	Mesialer Gingivitisindex prebrush Baseline
mgi_post0	Mesialer Gingivitisindex postbrush Baseline
vgi_pre0	Vestibulärer Gingivitisindex prebrush Baseline
vgi_post0	Vestibulärer Gingivitisindex postbrush Baseline
dgi_pre0	Distaler Gingivitisindex prebrush Baseline
dgi_post0	Distaler Gingivitisindex postbrush Baseline
mgi_pre1	Mesialer Gingivitisindex prebrush Follow-up
mgi_post1	Mesialer Gingivitisindex postbrush Follow-up
vgi_pre1	Vestibulärer Gingivitisindex prebrush Follow-up
vgi_post1	Vestibulärer Gingivitisindex postbrush Follow-up
dgi_pre1	Distaler Gingivitisindex prebrush Follow-up
dgi_post1	Distaler Gingivitisindex postbrush Follow-up

mpli_pre0	Mesialer Plaqueindex prebrush Baseline
mpli_post0	Mesialer Plaqueindex postbrush Baseline
vpli_pre0	Vestibulärer Plaqueindex prebrush Baseline
vpli_post0	Vestibulärer Plaqueindex postbrush Baseline
dpli_pre0	Distaler Plaqueindex prebrush Baseline
dpli_post0	Distaler Plaqueindex postbrush Baseline
mpli_pre1	Mesialer Plaqueindex prebrush Follow-up
mpli_post1	Mesialer Plaqueindex postbrush Follow-up
vpli_pre1	Vestibulärer Plaqueindex prebrush Follow-up
vpli_post1	Vestibulärer Plaqueindex postbrush Follow-up
dpli_pre1	Distaler Plaqueindex prebrush Follow-up
dpli_post1	Distaler Plaqueindex postbrush Follow-up

Tab. 4.5.1.1: Summenwerte

4.5.2 Mögliche Wechselwirkungen zwischen der 1. und 2. Testphase bedingt durch das Cross-over Studiendesign

Die „Gesamt Plaqueindexwerte prebrush“ der ersten und dritten Sitzung der beiden Zahnbürsten sind miteinander verglichen worden, um zu eruieren ob für beide Zahnbürsten die gleichen Ausgangsbedingungen vorherrschten.

Die Auswertungsvariablen wurden wie folgt berechnet:

Der mesiale, vestibuläre und distale Plaqueindex prebrush Baseline-Sitzungen wurde summiert und durch die Anzahl der Summanden (3) geteilt. Daraus errechnete sich der „Gesamt Plaqueindexwerte prebrush Baseline-Sitzungen“ ($= mpli_pre0 + vpli_pre0 + dpli_pre0 / 3$)
Abkürzung: $gpli_pre0$ (Tab. 10.2.1.3)

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

4.5.3 Effektivitätsvergleich der Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen

Es wurde ein Vergleich durchgeführt, die kurzfristige Effektivität innerhalb der Sitzungen der beiden Testzahnbürsten hinsichtlich der Plaque- und Gingivitisreduktion zu eruieren. Dabei wurde geprüft welche der beiden Zahnbürsten innerhalb der Sitzung durch das Putzen den prebrush-Wert mehr reduziert bzw. einen höheren pre-postbrush-Differenzwert erzielt.

Hypothese: Die Sonicare-Zahnbürste ist aufgrund ihrer Funktionsweise der ADA-Zahnbürste in ihrer Putzwirkung überlegen und reduziert die Plaque- und Gingivitiswerte stärker. Es folgte eine Auswertung mit Hilfe der „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler / gesamt Plaque- / Gingivitisindex Baseline + Follow-up“.

Berechnung der erforderlichen Auswertungsvariablen:

1. Nachfolgend wurden die Differenzen zwischen Postbrush- und Prebrush-Werten errechnet (postbrush-prebrush), so daß die Unterschiede zwischen den Werten vor (= pre-) und nach (= post-) dem Putzen während der Sitzungen dargestellt werden konnten. Diese Differenzwerte stellen den Reduktionswert durch das Putzen innerhalb der Sitzung dar. Die Evaluationen wurden in der Flächenunterteilung mesial / vestibulär / distal getrennt berechnet. Dies sind die „Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler Gingivitis- / Plaqueindex Baseline / Follow up“ (= $\text{mgi_post0} - \text{mgi_pre0}$ usw.). Somit ergaben sich folgende Bezeichnungen:

dif_mgi0 , dif_mgi1 , dif_vgi0 , dif_vgi1 , dif_dgi0 , dif_dgi1 , dif_mpli0 , dif_mpli1 , dif_vpli0 , dif_vpli1 , dif_dpli0 , dif_dpli1

2. Auch von diesen Werten wurden Mean-Indexwerte, d. h. Werte pro Zahnfläche, berechnet. Die Ergebnisse der Berechnung wurden bezeichnet als „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler Gingivitis- / Plaqueindex Baseline / Follow up“ (= $\text{dif_mgi0} / 8$ usw.).

Abkürzung: Mdif_mgi0 , Mdif_mgi1 , Mdif_vgi0 , Mdif_vgi1 , Mdif_dgi0 , Mdif_dgi1 , Mdif_mpli0 , Mdif_mpli1 , Mdif_vpli0 , Mdif_vpli1 , Mdif_dpli0 , Mdif_dpli1

3. Die Summierung der „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler Gingivitis- / Plaqueindex Baseline / Follow up“ erzielt den „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitis- / Plaqueindex Baseline / Follow up“ (= $(\text{Mdif_mgi0} + \text{Mdif_vgi0} + \text{Mdif_dgi0}) / 3$ usw.).

Abkürzung: Mdif_ggi0 , Mdif_gpli0 , Mdif_ggi1 , Mdif_gpli1

4. Als letzter Schritt wurden die „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler / gesamt Gingivitis- / Plaqueindex Baseline / Follow up“ hinsichtlich der Testzeitpunkte Baseline + Follow up zusammengefaßt, d.h. summiert und durch die Anzahl der Summanden (2) dividiert. Sie heißen „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler / gesamt Gingivitis- / Plaqueindex Baseline + Follow up“ (= $(\text{Mdif_mgi0} + \text{Mdif_mgi1}) / 2$ usw.).

Abkürzung: Mdif_mgi01 , Mdif_vgi01 , Mdif_dgi01 , Mdif_mpli01 , Mdif_vpli01 , Mdif_dpli01 , Mdif_ggi01 , Mdif_gpli01 (Tab. 10.2.1.4).

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

4.5.4 Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten über den Zeitraum von jeweils drei Monaten

Verglichen wurde die Effektivität der beiden Zahnbürsten über den Testzeitraum von jeweils drei Monaten bezüglich ihrer Plaque- und Gingivitisreduktion bezogen auf Einzel- und Gesamtflächen der untersuchten Zahnhart- und Weichgewebe.

Als Auswertungsvariablen dienten die „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler / gesamt Gingivitis- / Plaqueindex prebrush“ (Tab.10.2.1.5), Werte mit denen sich die Probanden zu den jeweiligen Sitzungen vorstellten.

Berechnung der erforderlichen Auswertungsvariablen:

1. Aus dem „mesialen / vestibulären / distalen Gingivitis- / Plaqueindex prebrush Baseline / Follow up“ ist jeweils der Differenzwert zwischen Baseline-Sitzung und Follow-up-Sitzung errechnet worden. Dieser wurde als „Differenzwert mesialer / vestibulärer / distaler Gingivitis- / Plaqueindex prebrush“ bezeichnet (= $mg_i_pre1 - mg_i_pre0$ usw.).

Abkürzungen: dif_mgi_pre , dif_vgi_pre , dif_dgi_pre , dif_mpli_pre , dif_vppli_pre , dif_dpli_pre

2. Zusammenfassend wurde der „Differenzwert gesamt Gingivitis- / Plaqueindex prebrush“ geschaffen, indem die mesialen, vestibulären und distalen Differenzwerte prebrush addiert und durch drei dividiert wurden ($(dif_mgi_pre + dif_vgi_pre + dif_dgi_pre) / 3$).

Abkürzung: dif_ggi_pre , dif_gpli_pre

3. Darauf folgend wurden die Mittelwerte für diese Variable berechnet. Die Ergebnisse der Berechnung wurden als „Mean Differenzwerte mesialer /

vestibulärer / distaler / gesamt Gingivitis- / Plaqueindex prebrush“ benannt (dif_mgi_pre / 8 usw.).

Abkürzung: Mdif_mgi_pre, Mdif_vgi_pre, Mdif_dgi_pre, Mdif_mpli_pre, Mdif_vpli_pre, Mdif_dpli_pre, Mdif_ggi_pre, Mdif_gpli_pre (Tab. 10.2.1.5)

Mit den gewonnenen Daten konnte die Effektivität der beiden Zahnbürsten über den Testzeitraum von jeweils drei Monaten evaluiert und verglichen werden. Hierbei konnte man die Werteveränderung der Ausgangsplaque- und Gingivitiswerte zwischen Beginn und Ende der Studie vergleichen.

Die Zusammenhänge der jeweiligen Werte sind mit Boxplot-Diagrammen grafisch dargestellt worden. Die Prüfung auf signifikante Unterschiede erfolgte mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test.

Signifikanzwerte wurden mit der Monte-Carlo-Signifikanz angegeben.

4.6 3D-Auswertung

Für die 3D-Auswertung wurden Differenzbilder benutzt, die mit Hilfe des Match 3D Programms erstellt wurden.

Mit einem festgelegten Auswertungsfenster dessen Größe und Position für jedes Differenzbild gleich war wurden die jeweiligen Veränderungen ausgewertet.

Das Auswertungsfenster mußte folgende Bedingungen erfüllen:

- es sollte in der Mitte des vestibulären Flächenbereiches jedes bewerteten Zahnes liegen
- es sollte eine ausreichende Höhe haben, um sowohl die attached Gingiva als auch einen ausreichenden Anteil von Zahnhartgewebe zu umfassen
- es sollte für alle Zähne gleich groß sein, um Daten nicht zu verzerren und um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen

Ausgewertet wurden die Zahnhart- und Weichgewebeanteile jeweils unabhängig voneinander, dies geschah indem man irrelevante Anteile des Differenzbildes bei der Auswertung elektronisch entfernte.

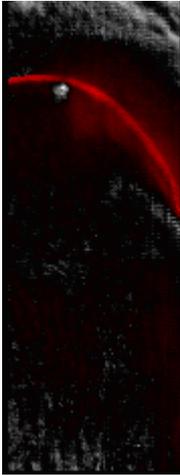


Abb. 4.6.1: Auswertungsfenster

Im Bereich des Auswertungsfensters sind die Datensätze statistisch ausgewertet worden, dabei lieferten die Differenzbilder die Daten, die man benötigte um Volumenveränderungen verifizieren und quantifizieren zu können, die im Zeitraum von jeweils drei Monaten an den getesteten Zahnhart- und Weichgeweben stattfanden.

Die Auswertungsvariable „avol_tot“ (= totale Volumenveränderung) (Tab. 10.2.2) ist zur Berechnung der Volumenveränderungen für die statistische Auswertung verwendet worden. Sie stellt den Gesamtwert für die Volumenveränderung innerhalb des Auswertungsfensters dar. Die Volumenveränderungen sind in Form von Häufigkeitshistogrammen dargestellt worden. Signifikante Volumenveränderungen erzeugt durch die Bürsten, wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes verifiziert. Da die Anzahl der zu bewertenden Differenzbilder 240 pro Zahnbürste betrug, ist die asymptotische Signifikanz als Signifikanzwert verwendet worden.

Da die Bewertung der Gingivitis durch Quantifizierung der Volumenveränderungen am Weichgewebe ein neuer Ansatz zur Bewertung der Gingivitis darstellt, ist in Bezug auf das Weichgewebe die statistische Untersuchung differenziert auch auf einzelne Zähne erweitert worden. Die Weichgewebivolumenveränderungen sind in Form von Häufigkeits-histogrammen dargestellt und in Bezug auf die zwei Testzahnbürsten auf Unterschiede untersucht worden.

Die Ausweichzähne 12 und 22, die bei Patienten bewertet wurden denen die Zähne 13 / 23 oder einer der Prämolaren fehlte, sind mit in die Statistik einbezogen worden. Bei der Signifikanzevaluation der einzelnen Zähne ist die Monte-Carlo-Signifikanz berücksichtigt worden.

Volumenveränderungen der Zahnhart- und Weichgewebe sind in μm^3 angegeben.

4.6.1 Auswertung

Die Auswertung der aus Fragebogen, Indexerhebung und metrologischer Untersuchung gewonnenen Daten wurde an der Abteilung Zahnerhaltung und Parodontologie im Klinikum der Universität München durchgeführt. Die Einweisung in die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe von Dr. Michael Wiseman, benutzt wurde das Statistikprogramm SPSS 12.0.

6. Ergebnisse

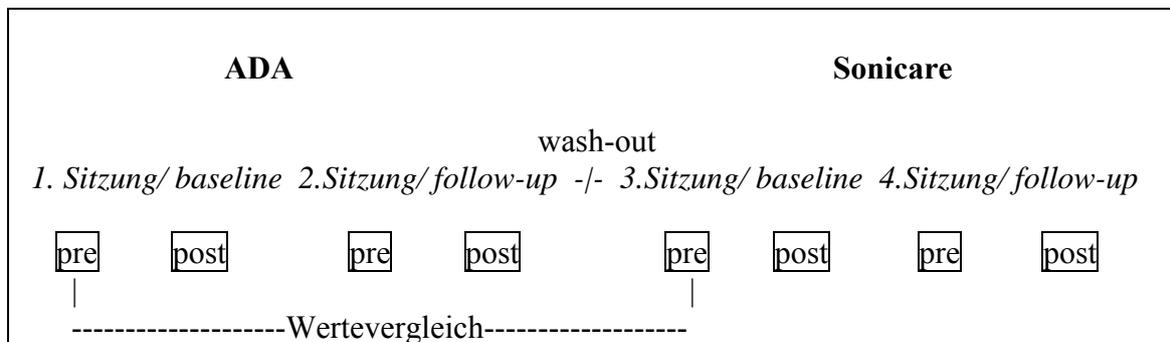
6.1 Patientenkollektiv

Insgesamt nahmen 30 Probanden im Alter zwischen 16 und 64 Jahren an dieser über sechs Monate verlaufenden Studie teil. Davon waren vier männliche und 26 weibliche Teilnehmer. Das Durchschnittsalter lag bei 24 Jahren. Ein Drop-out lag nicht vor.

6.2 Plaque- und Gingivitiswerte

6.2.1 Wechselwirkungen

Für beide Zahnbürsten wurden die „Gesamt Plaqueindices prebrush Baseline-Sitzungen“ der ersten und dritten Sitzung verglichen. Dabei wurde untersucht, ob die Wash-out-Phase von sieben Tagen zwischen der zweiten und dritten Sitzung ausgereicht hatte um Wechselwirkungen der ADA-Zahnbürste auf die Sonicare-Zahnbürste zu vermeiden.



Das Boxplot-Diagramm veranschaulicht die Gegenüberstellung der „Gesamt Plaquewerte prebrush“ der beiden Zahnbürsten in den beiden Baseline-Sitzungen:

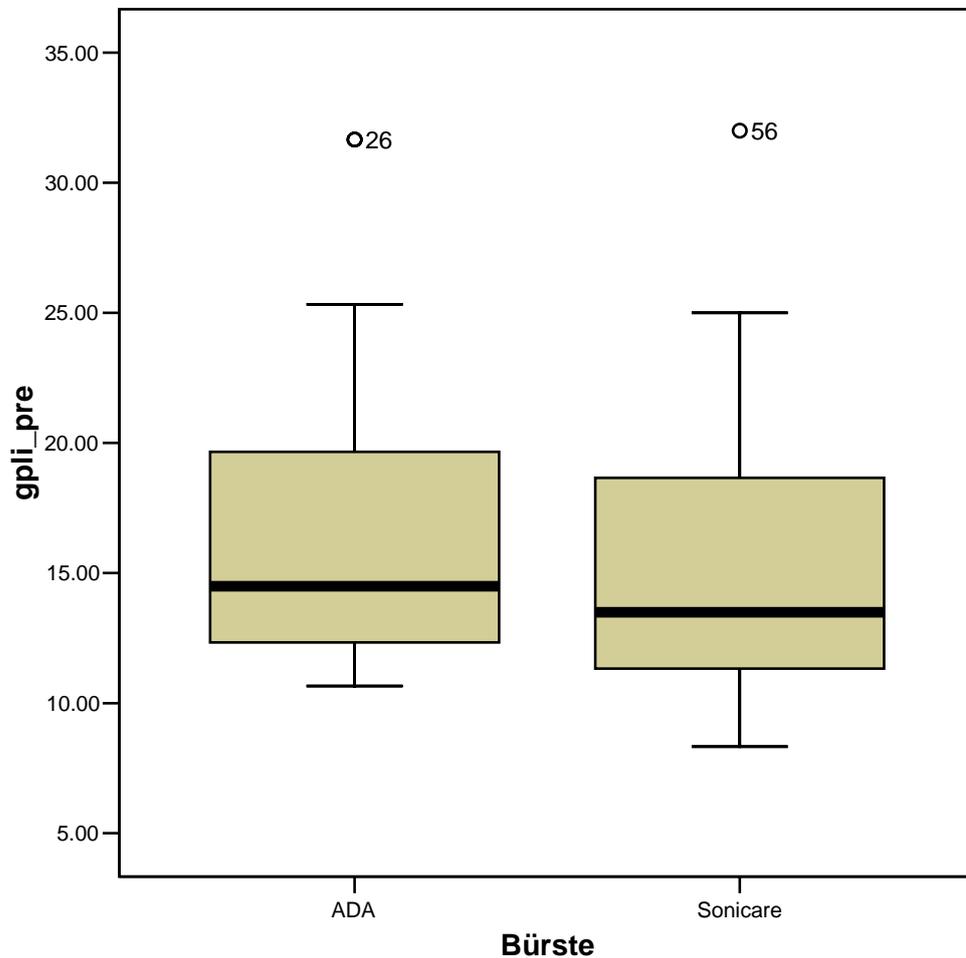


Abb. 6.2.1.1: Boxplot zur Untersuchung möglicher Wechselwirkungen der ADA-Zahnbürste auf die Sonicare-Zahnbürste unter Verwendung der „Gesamt Plaqueindices prebrush Baseline-Sitzungen“ (gpli_pre)

		25. Perzentil	Median	75. Perzentil
Bürste	ADA	12,33	14,50	19,75
	Sonicare	11,33	13,50	18,91

Tab 6.2.1.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste des „Gesamt Plaqueindices prebrush Baseline-Sitzungen“ (gpli_pre)

Unterschiede der Plaqueindexwerte (Tabelle. 10.2.1.3), in den beiden Baseline-Sitzungen wurden auf ihre statistische Signifikanz mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes geprüft. Hierbei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p=0,277$) der „Gesamt Plaqueindices prebrush Baseline-Sitzungen“ für beide Zahnbürsten. Die Wash-out-Phase von sieben Tagen hat ausgereicht, um mögliche Wechselwirkungen zu beseitigen.

			gpli_pre
Mann-Whitney-U			376,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,277
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,278(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,266
		Obergrenze	,289

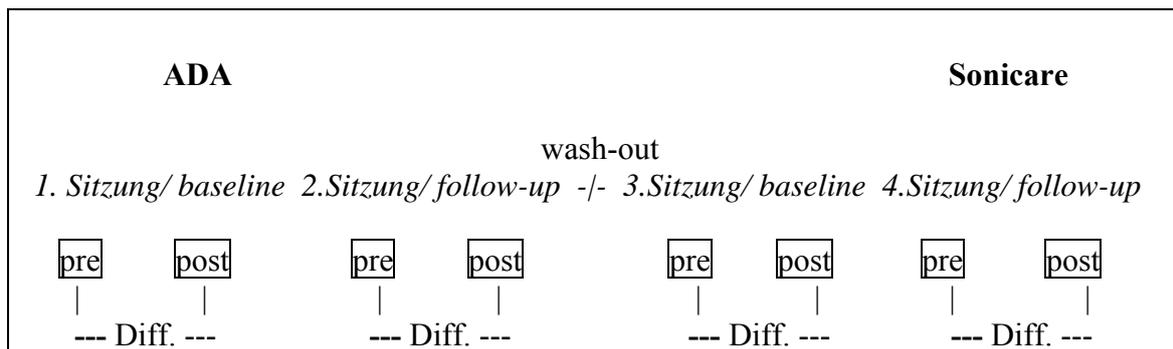
Tab. 6.2.1.2: Statistik für die Untersuchung möglicher Wechselwirkungen unter Verwendung der „Gesamt Plaqueindexwerte prebrush“ (gpli_pre)

6.2.2 Effektivitätsvergleich der Testzahnbürsten beim Putzen innerhalb der Sitzungen

Um die Effektivität der Plaquereduktion innerhalb der Sitzungen der beiden Zahnbürsten miteinander vergleichen zu können, wurden die Indices

- „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex Baseline + Follow-up“
- „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex Baseline + Follow-up“
- „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex Baseline + Follow-up“
- „Mean Differenzwerte gesamt Plaqueindex Baseline + Follow-up“

(Kap. 10, Tab. 10.2.1.4) erstellt.



1. Erstellung von Differenzwerten: *Differenzwert = Postbrush-Werte minus Prebrush-Werte* der jeweiligen Zahnbürste in der jeweiligen Baseline- und Follow-up Sitzung.
2. Abgeleitet aus diesen Werten wurden Mean Differenzwerte erstellt: *Mean Differenzwert = Differenzwert / 8*, da 8 Zähne bewertet wurden
3. Zusammenfassung der Einzelflächen: *Mean Differenzwerte Gesamtfläche = Summe mesiale + vestibuläre + distale Mean Differenzwerte / 3*, da pro Zahnfläche 3 Teilflächen bewertet wurden
4. Die Ergebnisse der Baseline- und Follow-up-Sitzungen wurden zusammengefasst: *(Mean Differenzwerte Baseline + Mean Differenzwerte Follow-up) / 2*, da für jede Zahnbürste 2 Sitzungen stattfanden

Mit Boxplot-Diagrammen wurden die Auswirkungen auf die einzelnen Flächen und anschließend auf die Gesamtfläche verglichen und grafisch dargestellt.

1. Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten an den mesialen Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion innerhalb der Sitzungen:

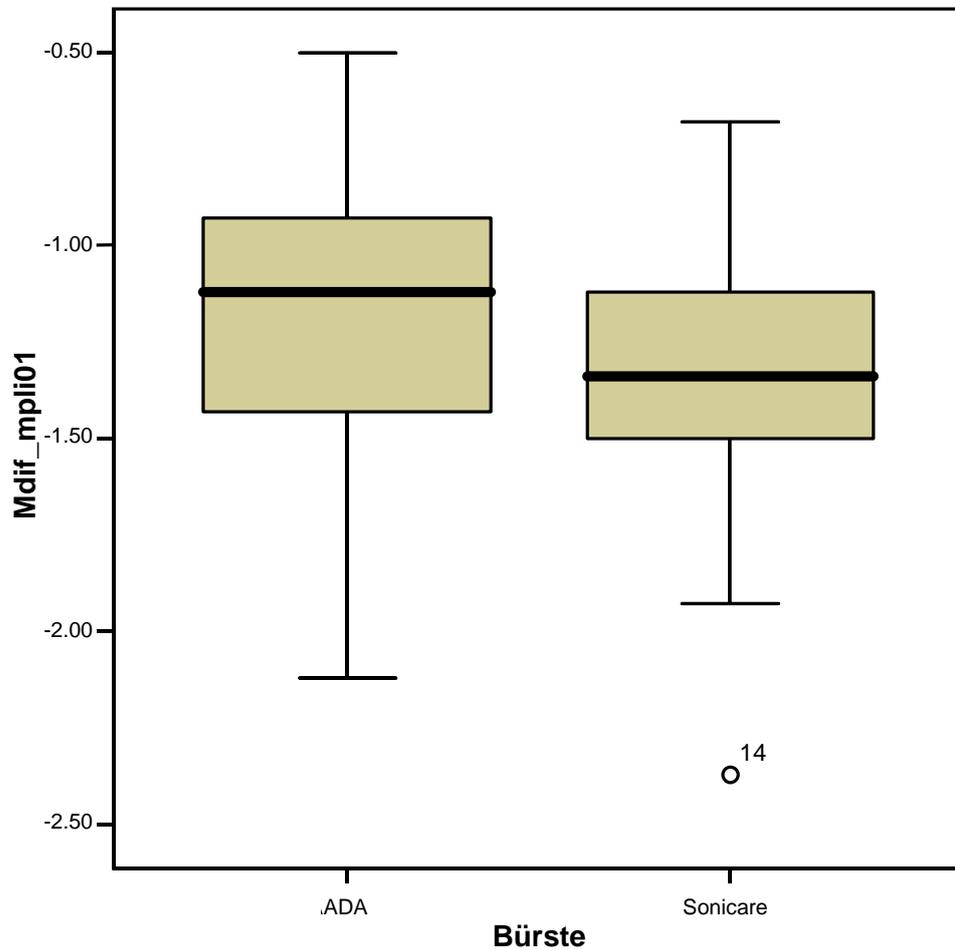


Abb. 6.2.2.1: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_mpli01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-1,4	-1,1	-0,9
Sonicare	-1,5	-1,3	-1,1

Tab. 6.2.2.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_mpli01)

Um zu eruieren, ob signifikante Unterschiede bestehen hinsichtlich der Plaquereduktion, wurde der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

			Mdif_mpli01
Mann-Whitney-U			356,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,163
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,167(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,158
		Obergrenze	,177

Tab. 6.2.2.2: Statistik für den Effektivitätsvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug auf den „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex“ (Mdif_mpli01)

Bezüglich der Unterschiede in der Putzeffektivität an den mesialen Flächen der Zähne, konnte durch den Signifikanzwert $p = 0,167$ nachgewiesen werden, dass keine signifikanten Unterschiede vorliegen.

2. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an den vestibulären Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion innerhalb der Sitzungen:

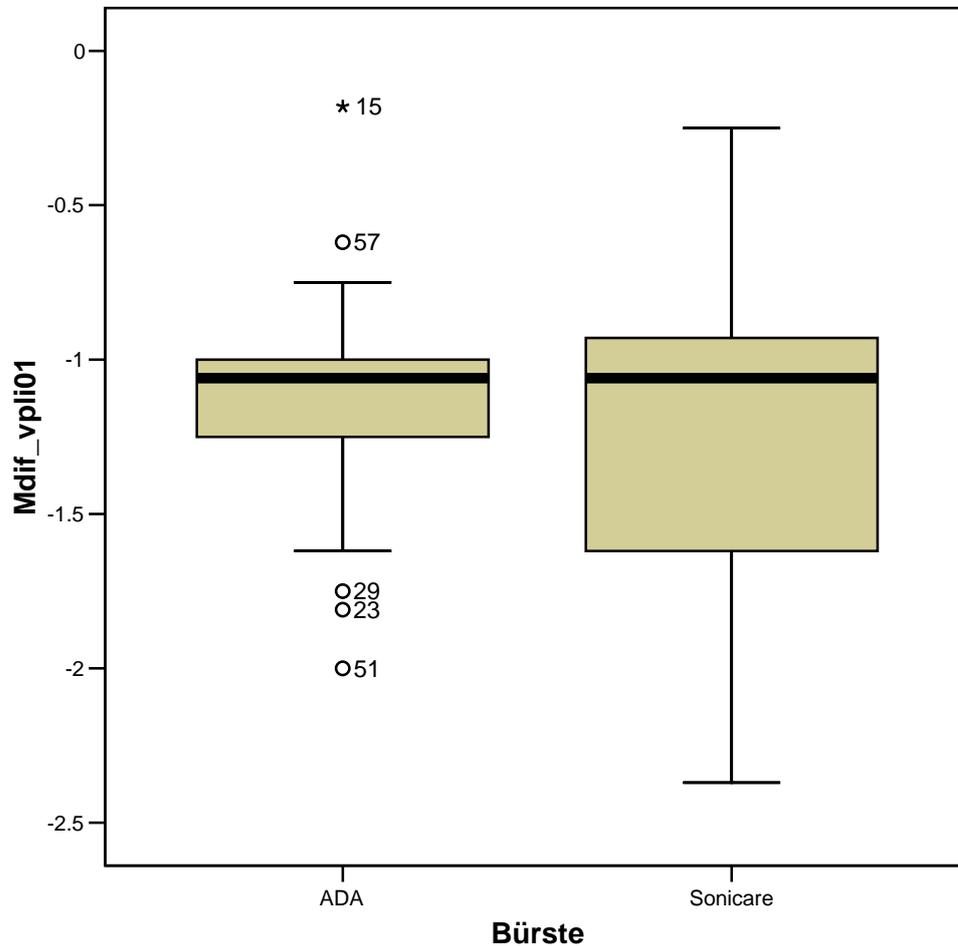


Abb. 6.2.2.2: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_vpli01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-1,25	-1,06	-,98
Sonicare	-1,62	-1,06	-,93

Tab.6.2.2.3: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_vpli01)

An den vestibulären Zahnflächen der getesteten Zähne fand kein signifikanter Unterschied bezüglich der Plaquereduktion statt, wie aus dem Monte-Carlo-Signifikanzwert ersichtlich: $p = 0,828$.

			Mdif_vpli01
Mann-Whitney-U			435,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,830
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,828(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,818
		Obergrenze	,838

Tab. 6.2.2.4: Statistik für den Effektivitätsvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug auf den „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex“ (Mdif_vpli01)

3. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an den distalen Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion innerhalb der Sitzungen:

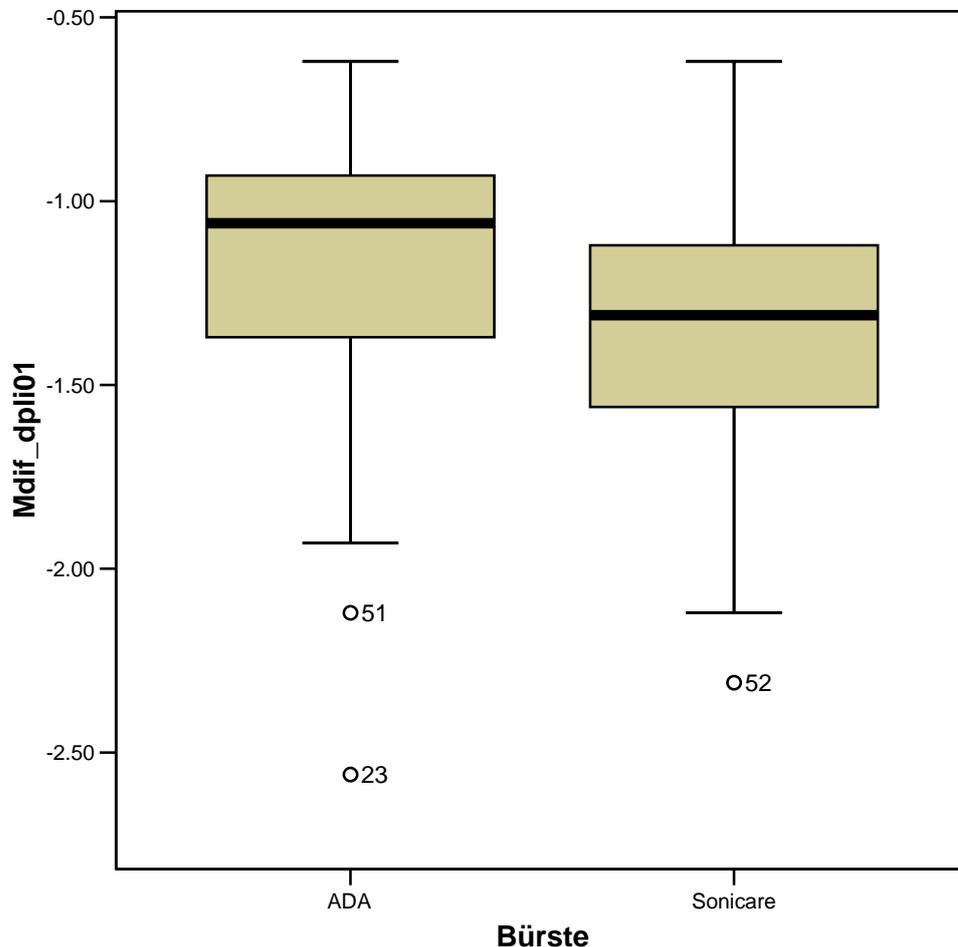


Abb. 6.2.2.3: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte distaler Plaquerindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_dpli01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-1,37	-1,06	-,93
Sonicare	-1,59	-1,31	-1,12

Tab. 6.2.2.5: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte distaler Plaquerindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_dpli01)

Ausgehend von der Hypothese, dass die Sonicare in ihrer Putzwirkung der ADA-Zahnbürste überlegen ist, konnte mit dem Monte-Carlo-Wert (1-seitig) von $p = 0,024$ nachgewiesen werden, dass die Sonicare mit einem Median-Reduktions-Indexwert von -1,31 signifikant besser putzt als die ADA-Zahnbürste - an den distalen Zahnflächen.

			Mdif_dpli01
Mann-Whitney-U			317,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,050
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,053(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,047
		Obergrenze	,058
Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)	Signifikanz		,024(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,020
		Obergrenze	,028

Tab. 6.2.2.6: Statistik für den Effektivitätsvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug auf den „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex“ (Mdif_dpli01)

4. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an den gesamten Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion innerhalb der Sitzungen:

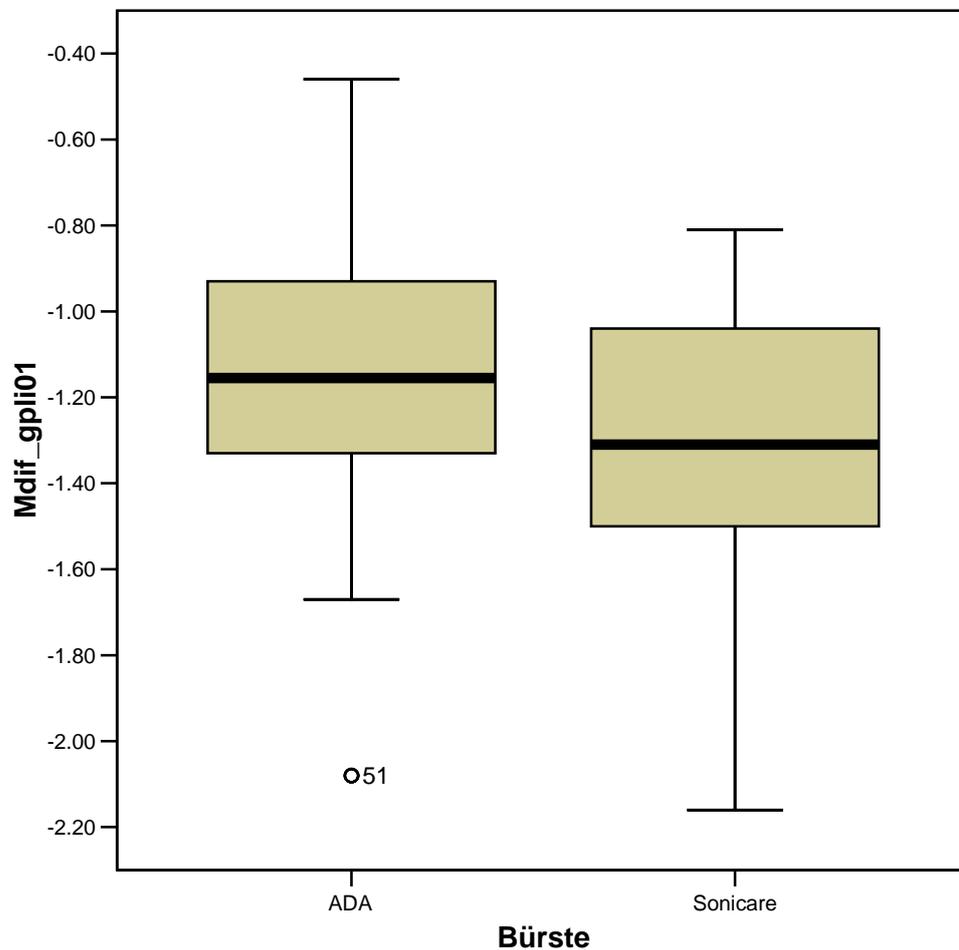


Abb. 6.2.2.4: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte gesamter Plaqueindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_gpli01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-1,33	-1,15	-0,93
Sonicare	-1,51	-1,31	-1,02

Tab. 6.2.2.7: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte gesamter Plaqueindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_gpli01)

Mit einem jeweils negativen Medianwert von -1,15 für die ADA und -1,31 für die Sonicare, führten beide Zahnbürsten zu einer Plaqueeliminierung innerhalb der Sitzungen. Da der Signifikanzwert mit $p = 0,185$ ist, liegt kein signifikanter Unterschied vor.

			Mdif_gpli01
Mann-Whitney-U			360,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,186
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,185(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,175
		Obergrenze	,195

Tab. 6.2.2.8: Statistik für den Effektivitätsvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug auf den „Mean Differenzwerte gesamter Plaqueindex“ (Mdif_gpli01)

4. Analog zu den Untersuchungen der Putzeffektivität wurde auch die Effizienz der Zahnbürsten bezüglich ihrer Gingivitisreduktion untersucht:

Die „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler / gesamt Gingivitisindex Baseline + Follow-up“ wurden bezüglich der Effizienzunterschiede der beiden Zahnbürsten verglichen.

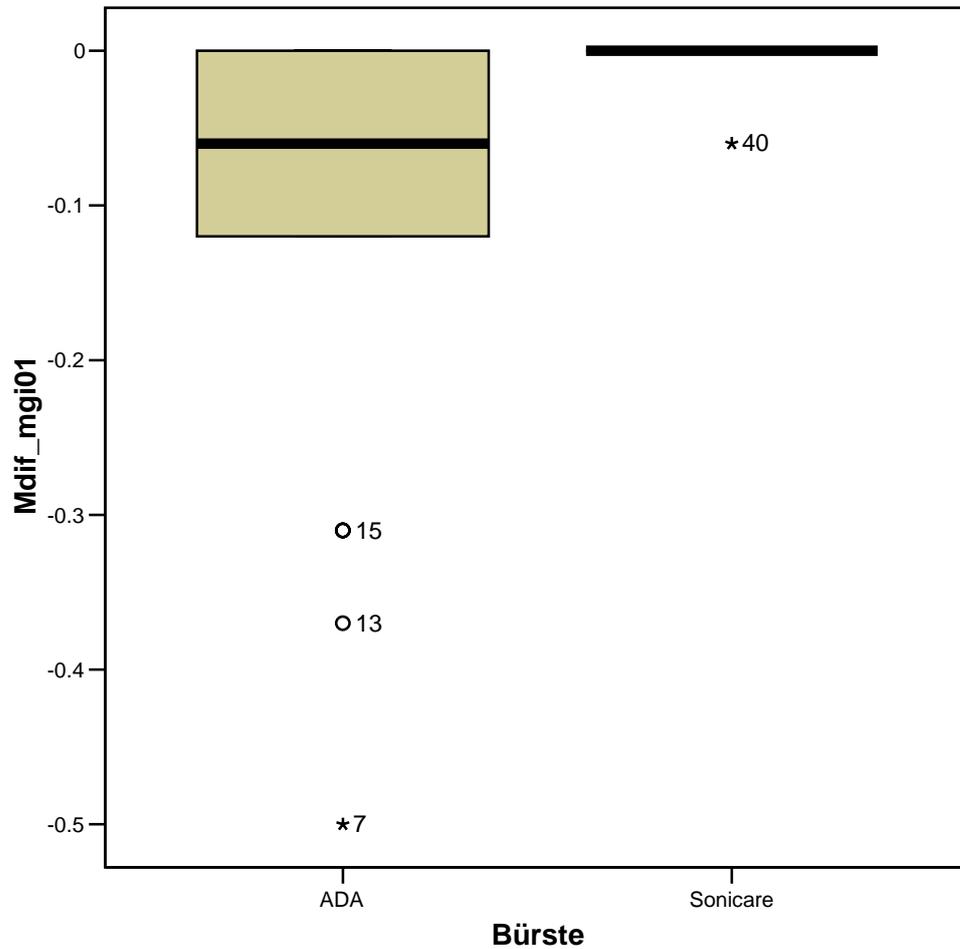


Abb. 6.2.2.5: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte mesialer Gingivitisindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_mgi01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,12	-,06	,00
Sonicare	,00	,00	,00

Tab. 6.2.2.9: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte mesialer Gingivitisindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_mgi01)

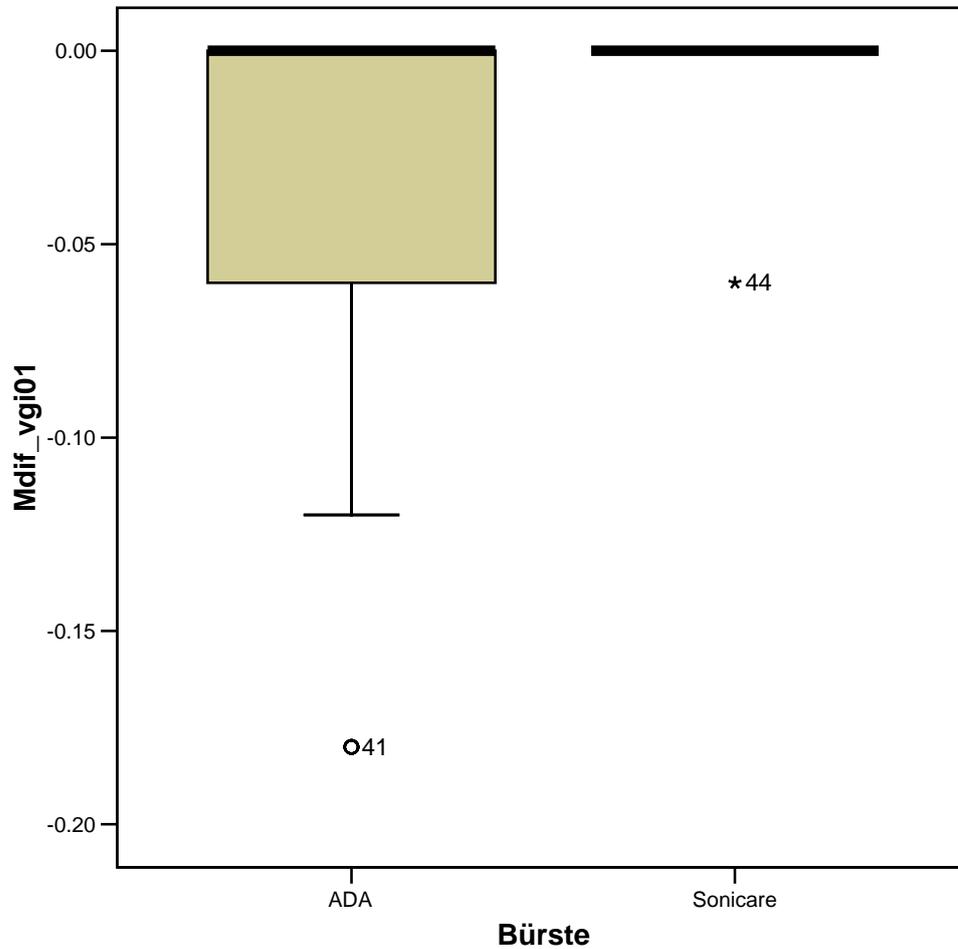


Abb. 6.2.2.6: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte vestibulärer Gingivitisindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_vgi01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,06	,00	,00
Sonicare	,00	,00	,00

Tab. 6.2.2.10: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte vestibulärer Gingivitisindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_vgi01)

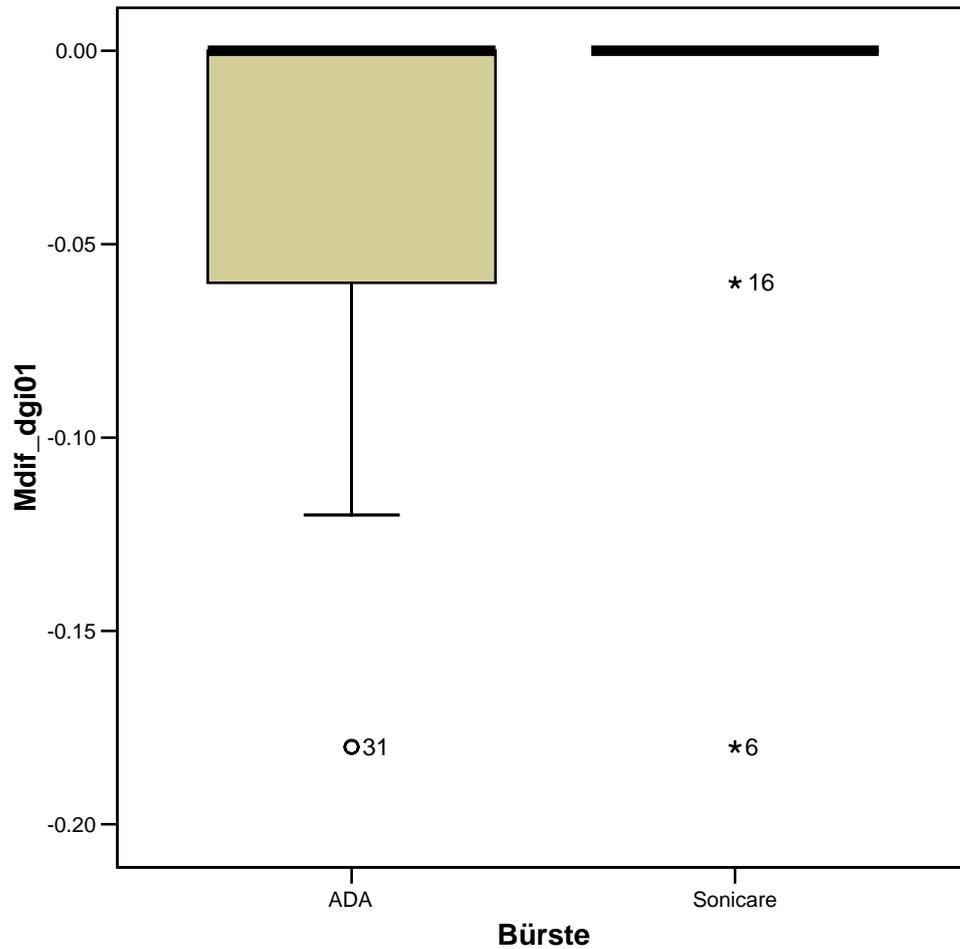


Abb. 6.2.2.7: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte distaler Gingivitisindex Baseline + Follow-up“ (Mdif_dgi01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,06	,00	,00
Sonicare	,00	,00	,00

Tab. 6.2.2.11: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte distaler Gingivitisindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_dgi01)

		Mdif_mgi01	Mdif_vgi01	Mdif_dgi01
Mann-Whitney-U		205,500	312,500	273,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,000	,003	,001
Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)	Signifikanz	,000(a)	,004(a)	,001(a)
	99%-Konfidenzintervall Untergrenze	,000	,002	,000
	Obergrenze	,000	,006	,001
Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)	Signifikanz	,000(a)	,001(a)	,001(a)
	99%-Konfidenzintervall Untergrenze	,000	,000	,000
	Obergrenze	,000	,002	,001

Tab. 6.2.2.12: Zusammenfassende Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten unter Verwendung der „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler Gingivitisindex Baseline+ Follow-up“ (Mdif_mgi01), (Mdif_vgi01), (Mdif_dgi01), bezüglich der Gingivitisreduktion

Zwischen den Zahnbürsten bestehen signifikante Unterschiede bezüglich ihrer Gingivitisreduktion innerhalb der Sitzungen.

Die Werte betragen $p = 0,000$ für die mesialen Zahnflächen, $p = 0,004$ für die vestibulären Zahnflächen und $p = 0,001$ für die distalen Zahnflächen.

Die 25. Perzentil-Werte sind bei der Beurteilung der Reduktionseffizienz ausschlaggebend, da hier für jede Zahnfläche die ADA-Zahnbürste effizienter putzt als die Sonicare.

Im Median liegen jedoch nahezu keine Unterschiede vor.

5. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an den gesamten Zahnflächen bezüglich der Gingivitisreduktion innerhalb der Sitzungen:

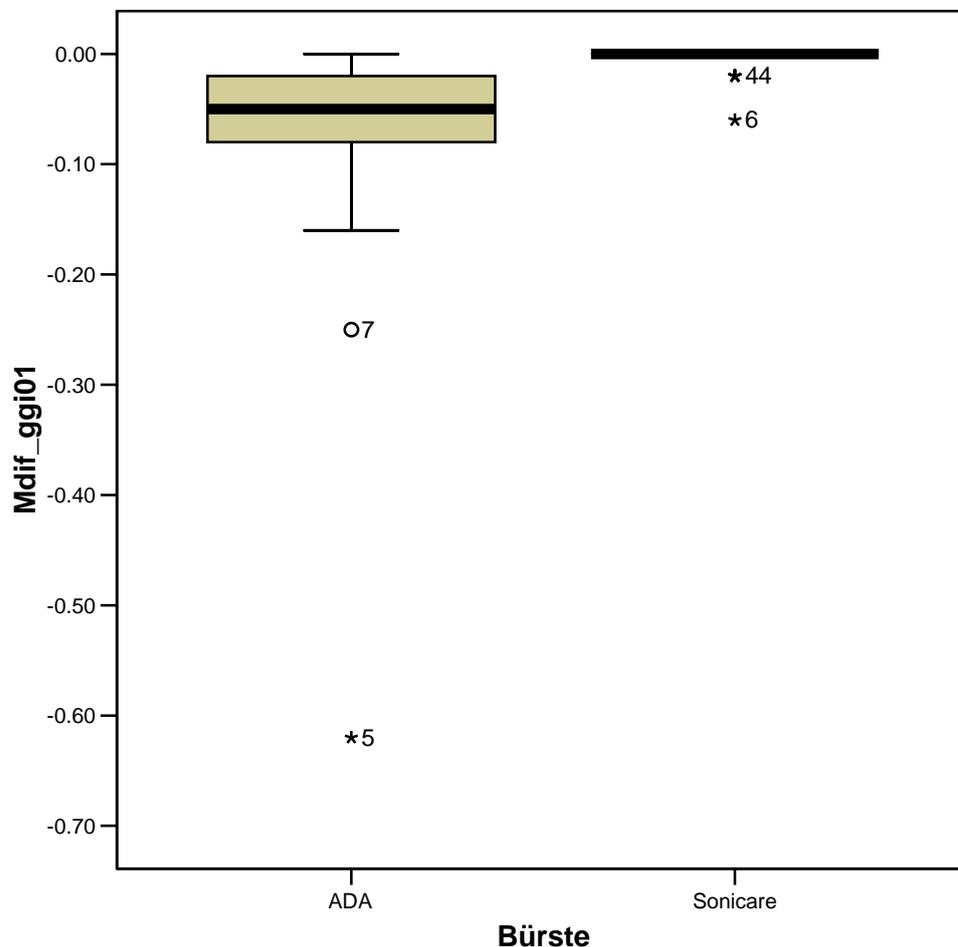


Abb. 6.2.2.8: Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare anhand der „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_ggi01)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,09	-,05	-,02
Sonicare	,00	,00	,00

Tab. 6.2.2.13: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der ADA- und Sonicare-Zahnbürste der „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex Baseline+Follow-up“ (Mdif_ggi01)

Mit einem negativen Medianwert von -0,05 für die ADA-Zahnbürste innerhalb der Sitzungen und einem Signifikanzwert mit $p = 0,000$ ($\alpha < 0,05$), reduziert die ADA-Zahnbürste innerhalb der Sitzungen die Gingivitis signifikant besser.

			Mdif_ggi01
Mann-Whitney-U			123,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,000
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,000(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,000
		Obergrenze	,000

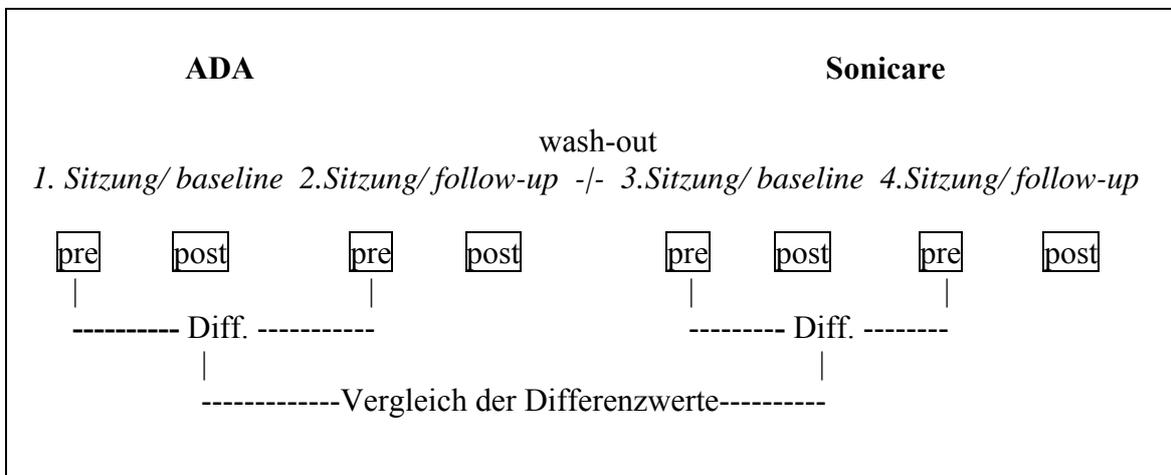
Tab. 6.2.2.14: Statistik für den Effektivitätsvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug auf den „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex“ (Mdif_ggi01)

6.2.3 Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten über den Testzeitraum von drei Monaten

Der längerfristige Effektivitätsvergleich ist mit Hilfe der Indices

- „Mean Differenzwerte mesialer Gingivitis-/ Plaqueindex prebrush“
- „Mean Differenzwerte vestibulärer Gingivitis-/ Plaqueindex prebrush“
- „Mean Differenzwerte distaler Gingivitis-/ Plaqueindex prebrush“
- „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitis-/ Plaqueindex prebrush“

für die Plaque- und Gingivitisbewertung jeweils getrennt durchgeführt worden (Kap. 10, Tab. 10.2.1.5).



1. Erstellen der Differenzwerte:

Differenzwerte prebrush = Indexwert prebrush Follow-up minus Indexwert prebrush Baseline

2. Zusammenfassung der Einzelflächen

Differenzwert prebrush Gesamtfläche = Summe mesialer + vestibulärer + distaler Differenzwert prebrush / 3

3. Erstellung der Mean Differenzwerte prebrush:

Mean Differenzwerte prebrush = Differenzwerte prebrush / 8

1. Vergleich der Effektivität der Testzahnbürsten an den mesialen Zahnflächen in Bezug auf die Plaquereduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

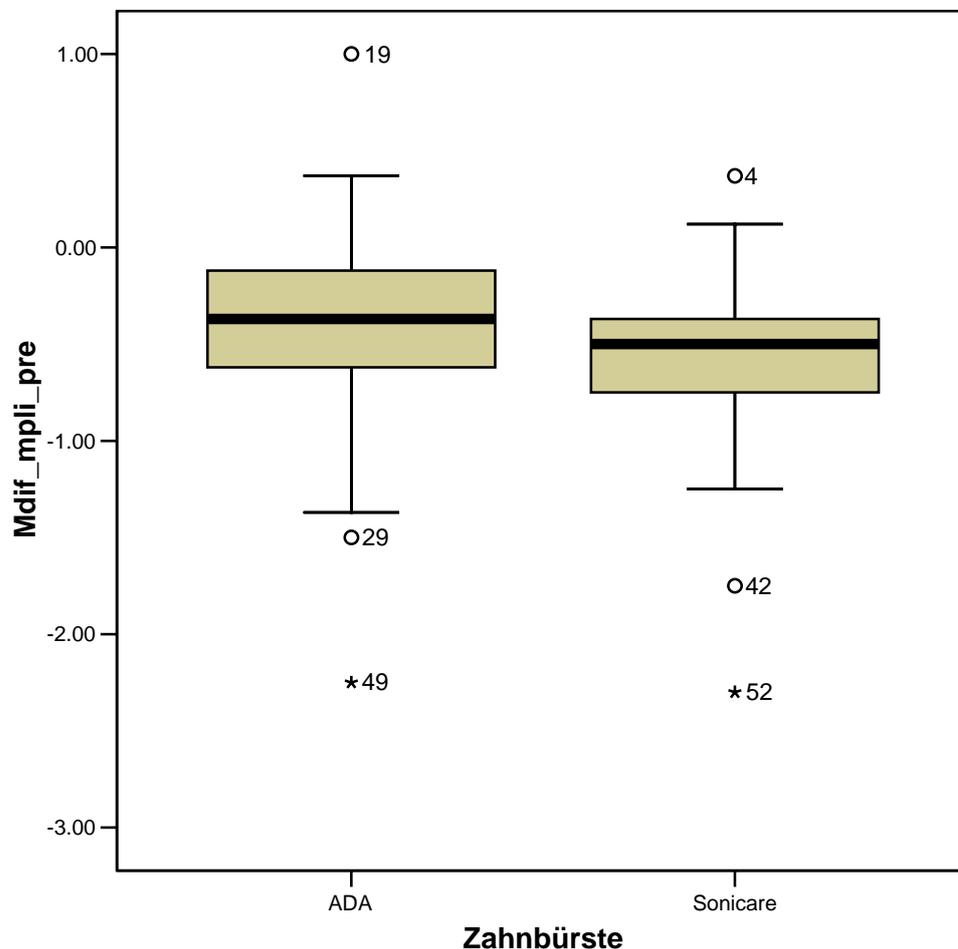


Abb. 6.2.3.1: Effektivitätsvergleich der Testzahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_mpli_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,68	-,37	-,09
Sonicare	-,75	-,50	-,37

Tab. 6.2.3.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_mpli_pre)

Über den Zeitraum von drei Monaten putzte keine der beiden getesteten Zahnbürsten an den mesialen Zahnflächen signifikant besser. Dies wird durch den Signifikanzwert $p = 0,126$ bestätigt.

			Mdif_mpli_pre
Mann-Whitney-U			347,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,124
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,126(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,118
		Obergrenze	,135

Tab. 6.2.3.2: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich des „Mean Differenzwerte mesialer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_mpli_pre)

2. Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten an den vestibulären Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

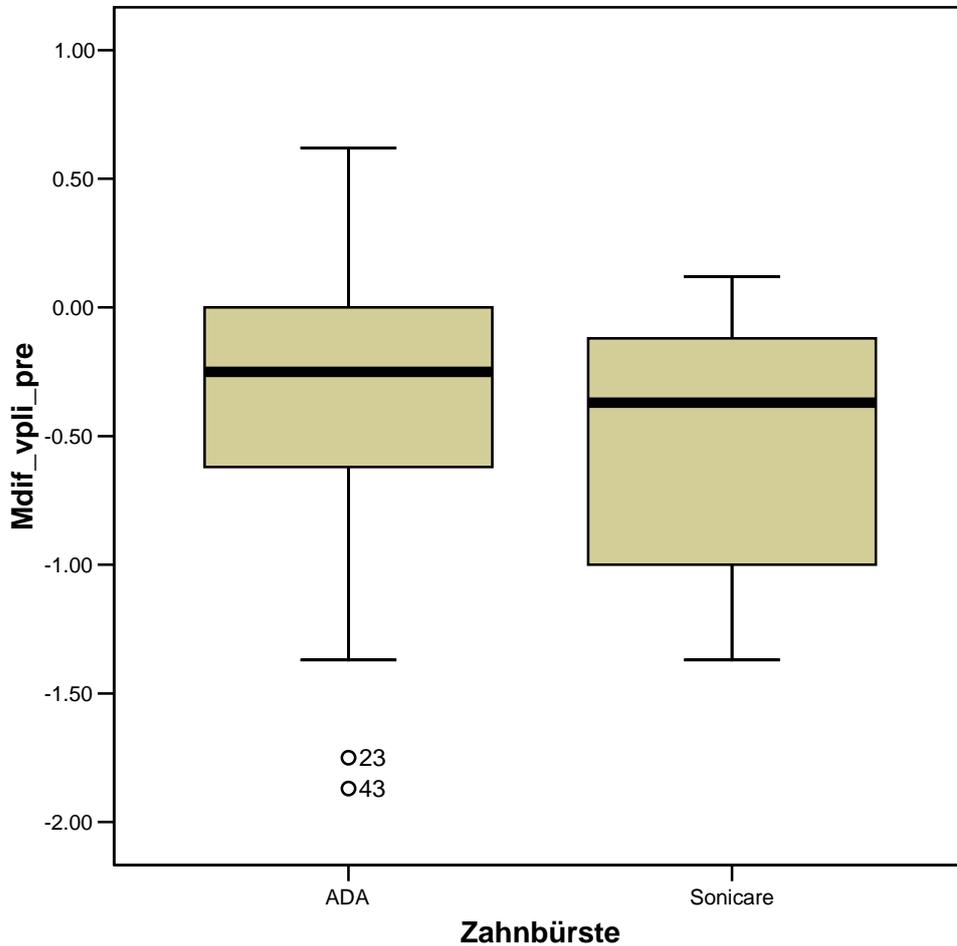


Abb. 6.2.3.2 : Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_vpli_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,65	-,25	,00
Sonicare	-1,00	-,37	-,12

Tab. 6.2.3.3: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_vpli_pre)

Über den Zeitraum von drei Monaten putzte keine der beiden getesteten Zahnbürsten an den vestibulären Zahnflächen signifikant besser. Dies wird durch den Signifikanzwert $p = 0,145$ bestätigt.

			Mdif_vpli_pre
Mann-Whitney-U			349,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,135
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,145(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,136
		Obergrenze	,154

Tab. 6.2.3.4: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich des „Mean Differenzwerte vestibulärer Plaqueindex prebrush“ (Mdif_vpli_pre)

3. Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten an den distalen Zahnflächen bezüglich der Plaquereduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

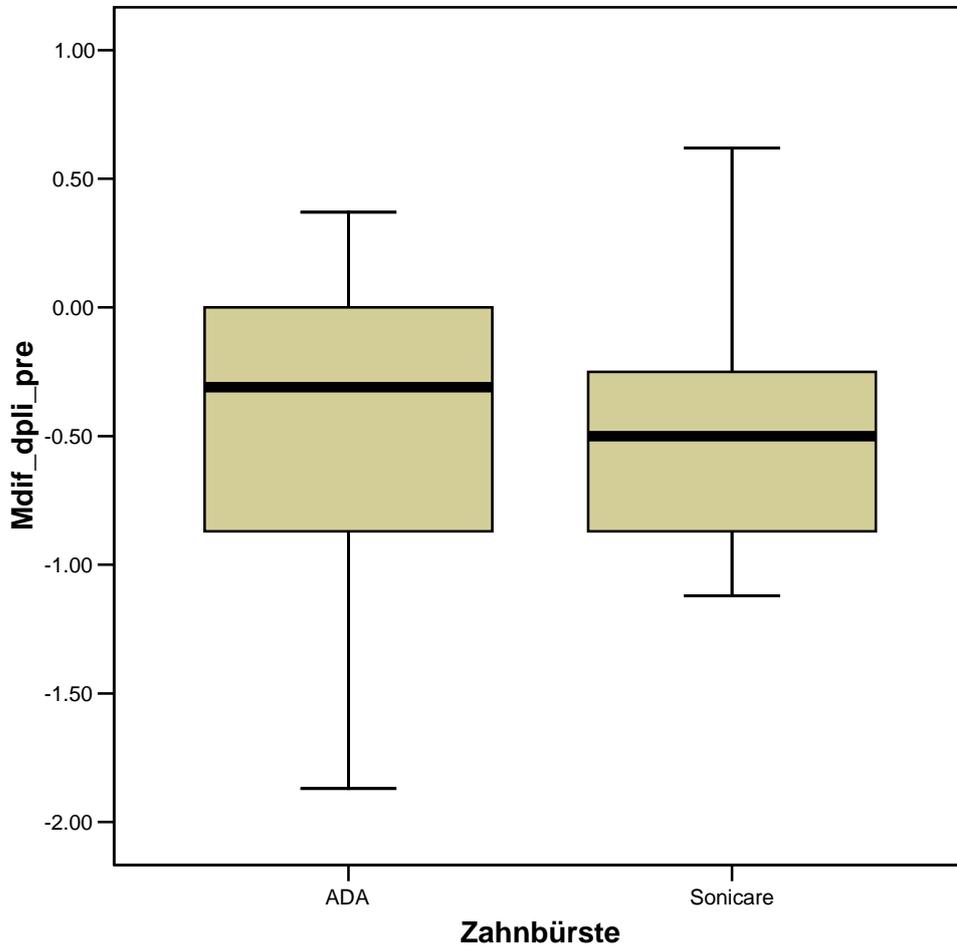


Abb. 6.2.3.3 : Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex prebrush“ (Mdif_dppli_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,87	-,31	,00
Sonicare	-,87	-,50	-,25

Tab. 6.2.3.5: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex prebrush“ (Mdif_dppli_pre)

An den distalen Zahnflächen der getesteten Zähne fand kein signifikanter Unterschied bezüglich der Plaquereduktion statt, wie aus dem Signifikanzwert ersichtlich: $p = 0,215$.

			Mdif_dpli_pre
Mann-Whitney-U			366,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,215
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,225(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,214
		Obergrenze	,236

Tab. 6.2.3.6: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich des „Mean Differenzwerte distaler Plaqueindex prebrush“ (Mdif_dpli_pre)

4. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an allen Zahnflächen der bewerteten Zähne 13(12)-16 und 23(22)-26 bezüglich der Plaquereduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

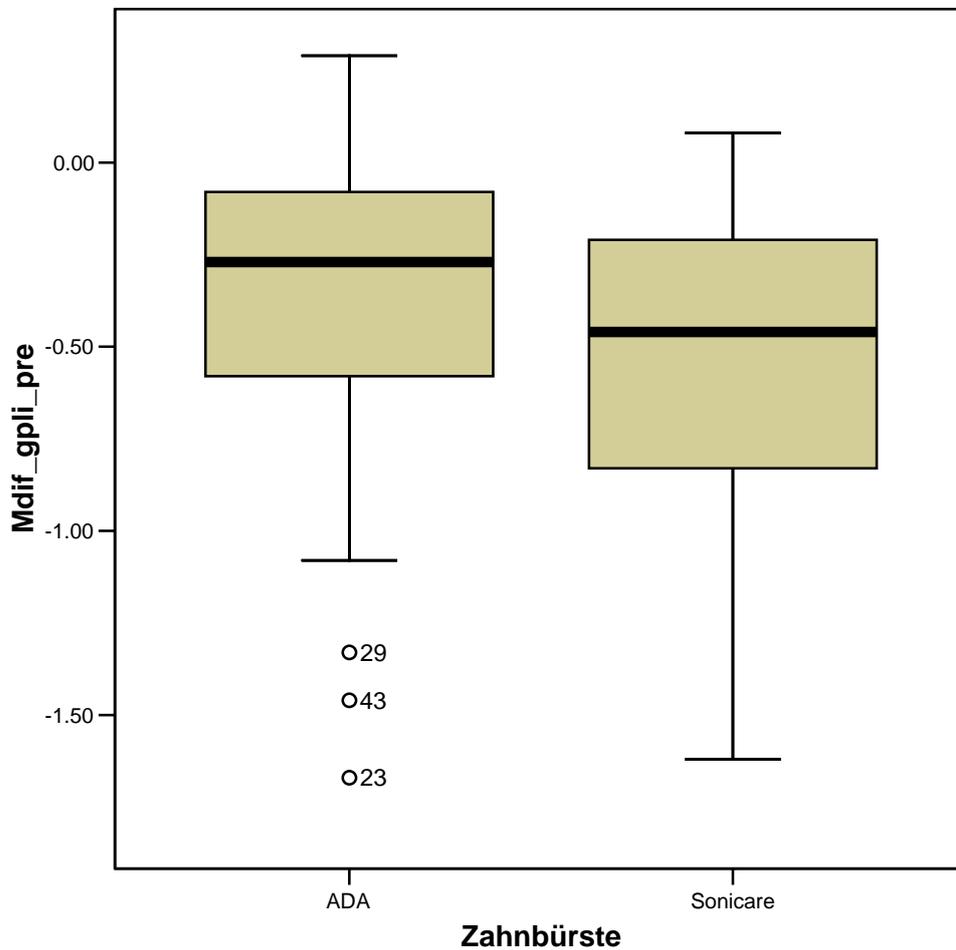


Abb. 6.2.3.4: Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte gesamt Plaqueindex prebrush“ (Mdif_gpli_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,58	-,27	-,08
Sonicare	-,85	-,46	-,20

Tab. 6.2.3.7: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte gesamt Plaqueindex prebrush“ (Mdif_gpli_pre)

Über den jeweils getesteten Zeitraum von drei Monaten, ergab sich mit $p = 0,128$ - bezüglich der Plaquerreduktion an allen Zahnflächen zusammen keine signifikant höhere Plaquerreduktion weder durch die ADA- noch durch die Sonicare-Zahnbürste.

			Mdif_gpli_pre
Mann-Whitney-U			346,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,124
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,128(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,119
		Obergrenze	,137

Tab. 6.2.3.8: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich der „Mean Differenzwerte gesamt Plaqueindex prebrush“ (Mdif_gpli_pre)

Nach den Überprüfungen der Effizienz der Zahnbürsten bezüglich ihrer Plaquerreduktion, fand die Untersuchung der Gingivitisreduktion statt, dabei wurde eruiert welche der beiden Zahnbürsten eine höhere Gingivitisreduktion innerhalb von drei Monaten erreicht.

1. Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten an den mesialen Zahnflächen bezüglich der Gingivitisreduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

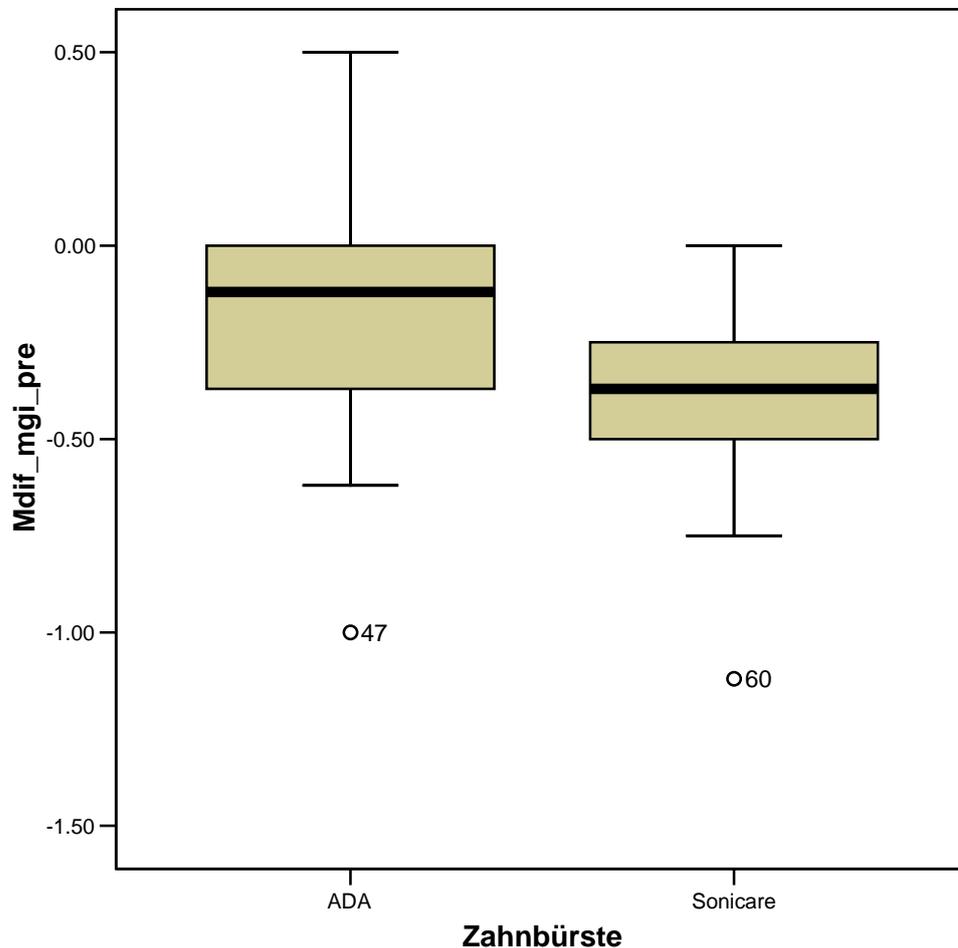


Abb. 6.2.3.5: Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte mesialer Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_mgi_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,37	-,12	,00
Sonicare	-,50	-,37	-,25

Tab. 6.2.3.9: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte mesialer Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_mgi_pre)

2. Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten an den vestibulären Zahnflächen bezüglich der Gingivitisreduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

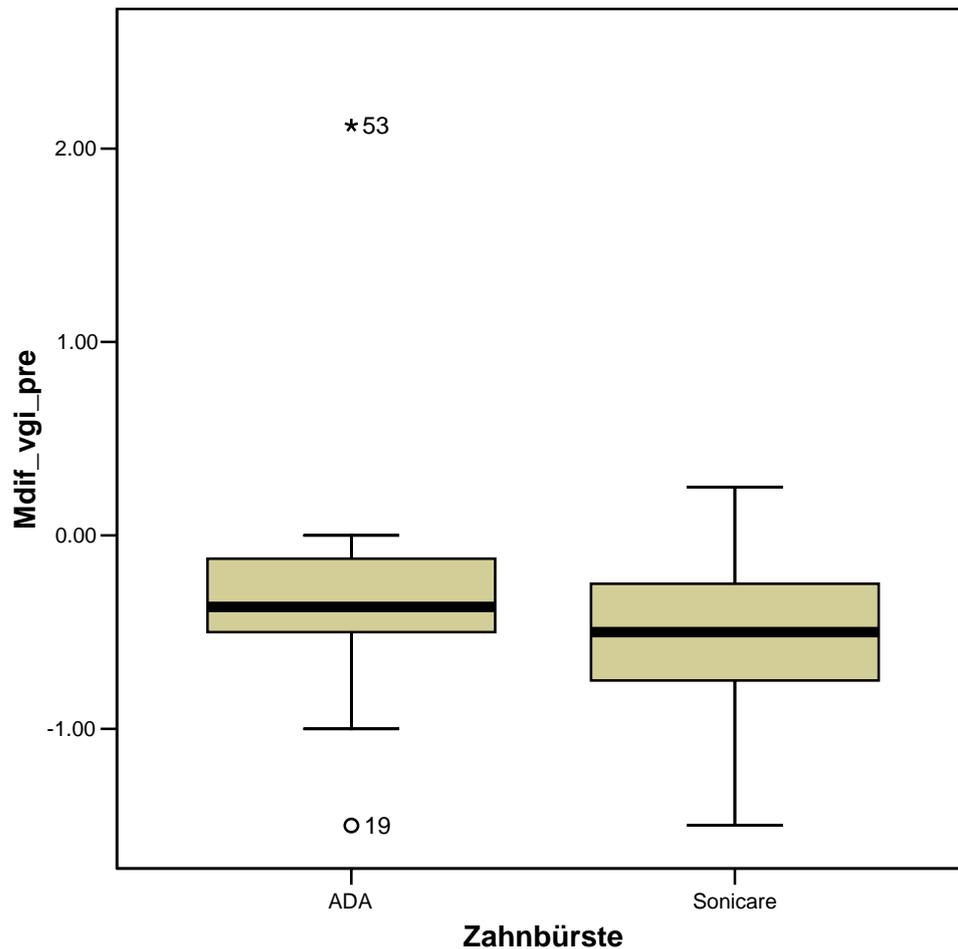


Abb. 6.2.3.6: Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte vestibulärer Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_vgi_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,53	-,37	-,09
Sonicare	-,78	-,50	-,25

Tab. 6.2.3.10: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte vestibulärer Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_vgi_pre)

3. Effektivitätsvergleich der Zahnbürsten an den distalen Zahnflächen bezüglich der Gingivitisreduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

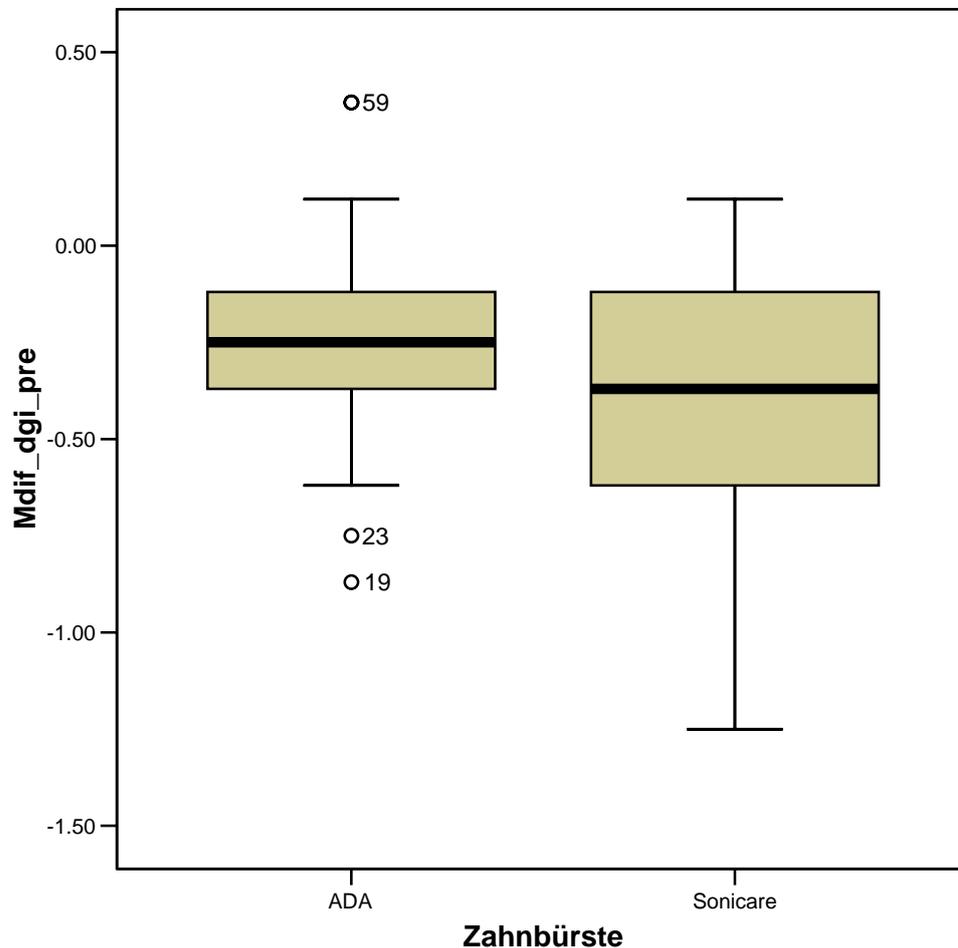


Abb. 6.2.3.7: Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte distaler Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_dgi_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-0,40	-0,25	-0,09
Sonicare	-0,62	-0,37	-0,12

Tab. 6.2.3.11: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte distaler Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_dgi_pre)

- Mit einem Wert von: $p = 0,05$ für den „Mean Differenzwert distaler Gingivitisindex prebrush“ besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Gingivitisreduktion an den distalen Zahnflächen
- Mit einem Wert von: $p = 0,118$ für den „Mean Differenzwert vestibulärer Gingivitisindex prebrush“ besteht auch für die vestibulären Zahnflächen kein signifikanter Unterschied bezüglich der Gingivitisreduktion
- Für die Gingivitisreduktion im mesialen Zahnhalsbereich ergab sich ein Wert von: $p = 0,00$ somit besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Zahnbürsten bezüglich der Gingivitisreduktion.

Mit einem Reduktionswert von $-0,37$ im Vergleich zu $-0,12$ im Median putzt die Sonicare signifikant besser im mesialen Zahnhalsbereich als die ADA-Zahnbürste.

			Mdif_mgi_pre	Mdif_vgi_pre	Mdif_dgi_pre
Mann-Whitney-U			224,500	343,500	320,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,001	,113	,052
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,000(a)	,118(a)	,050(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,000	,110	,044
		Obergrenze	,000	,126	,055

Tab. 6.2.3.12: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich der „Mean Differenzwerte mesialer/ vestibulärer/ distaler Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_mgi_pre, Mdif_vgi_pre, Mdif_dgi_pre)

4. Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten an allen Zahnflächen der bewerteten Zähne 13 (Zahn 12)-16 und 23 (Zahn 22)-26 bezüglich der Gingivitisreduktion über den Zeitraum von drei Monaten:

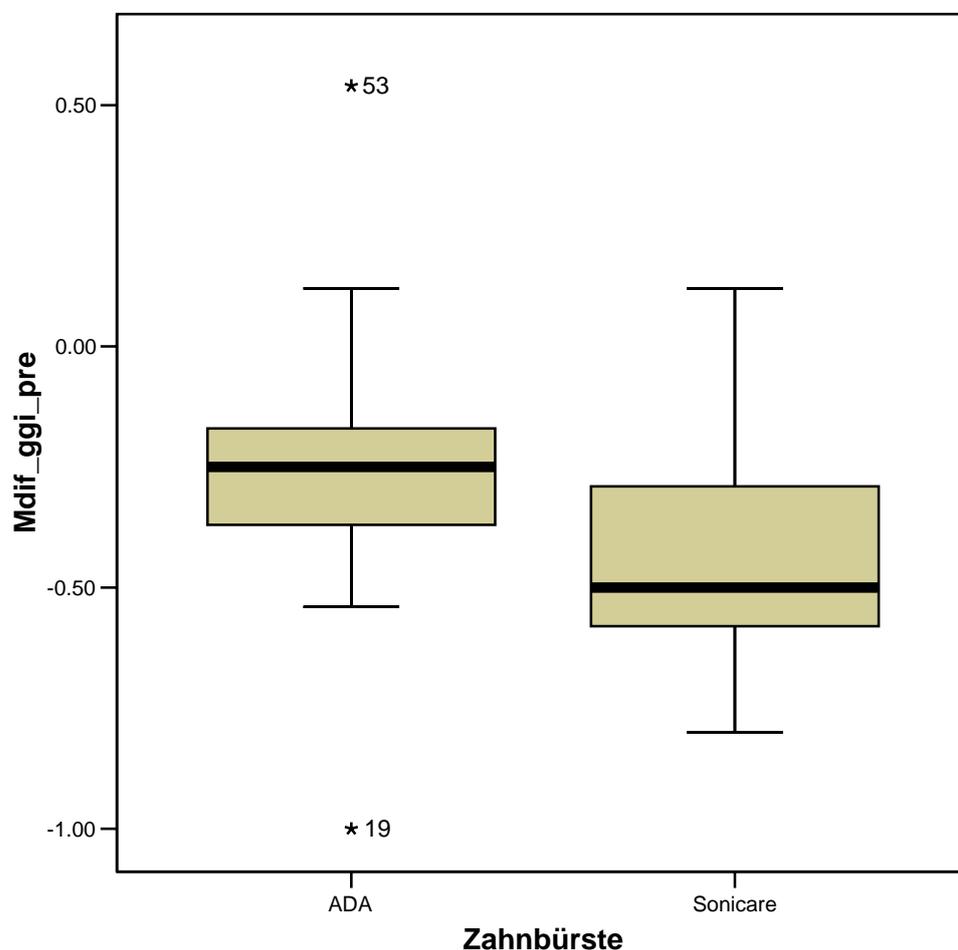


Abb. 6.2.3.8: Vergleich der Effektivität der Zahnbürsten mit Hilfe der „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_ggi_pre)

	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-,38	-,25	-,16
Sonicare	-,58	-,50	-,27

Tab. 6.2.3.13: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der beiden Zahnbürsten der „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_ggi_pre)

Die Gesamt-Gingivitisindexwerte der beiden Zahnbürsten differieren mit $p = 0,04$ signifikant voneinander. Dabei war die Gingivitisreduktion der Sonicare im Median doppelt so groß als bei der ADA.

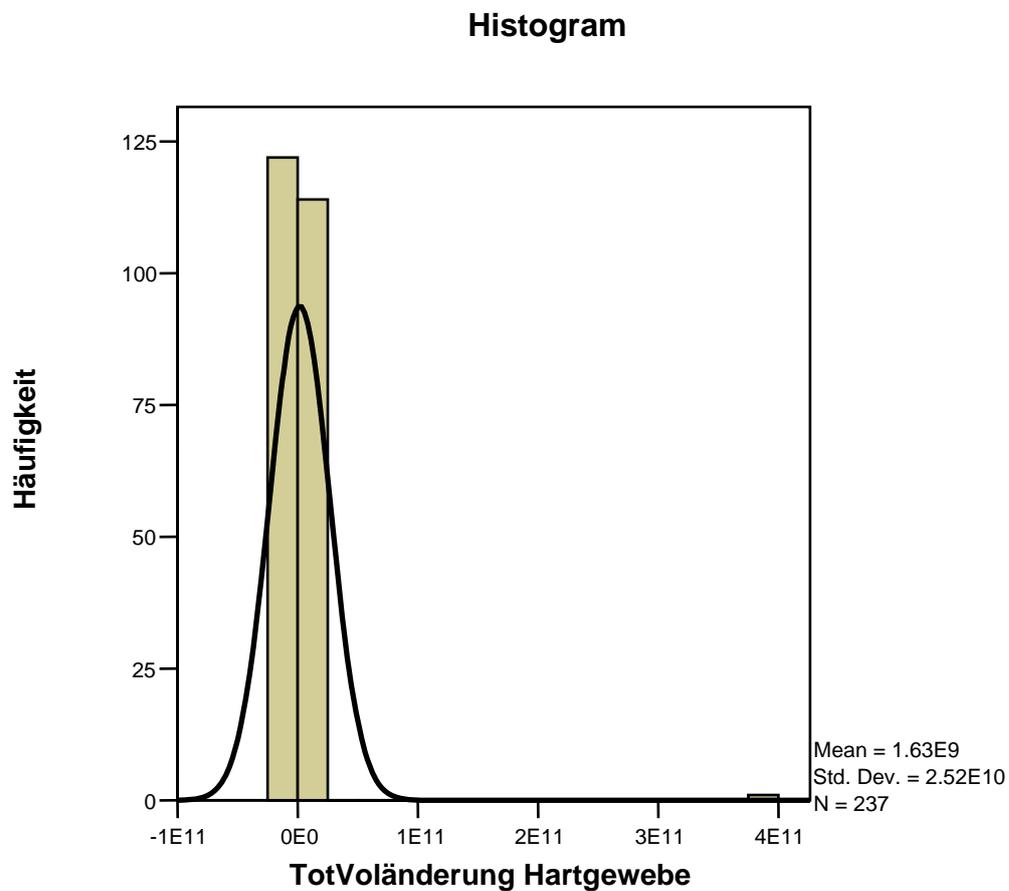
			Mdif_ggi_pre
Mann-Whitney-U			259,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,005
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,004(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,002
		Obergrenze	,005

Tab. 6.2.3.14: Statistik für den Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten bezüglich der „Mean Differenzwerte gesamt Gingivitisindex prebrush“ (Mdif_ggi_pre)

6.3 3D-Evaluation

6.3.1 Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen bezogen auf alle getesteten Zähne

Sonicare-Zahnbürste
Zahnhartsubstanzveränderung aller Zähne



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.1.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen aller Zähne in µm³ innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

Patient Nr. 13, Extremwert 3.88E+11, Zahn 13:

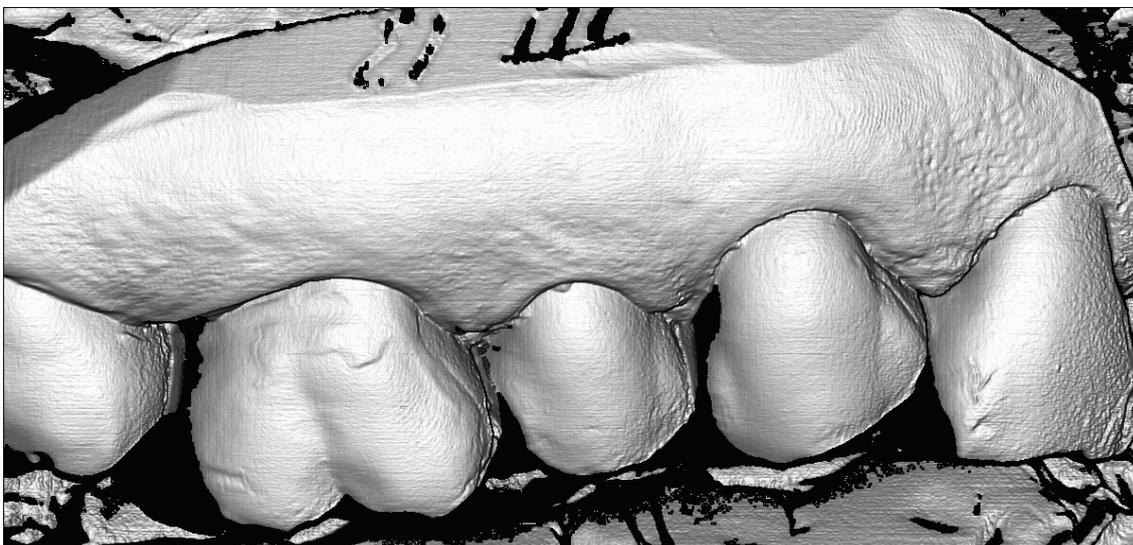


Abb. 6.3.1.2 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Baseline

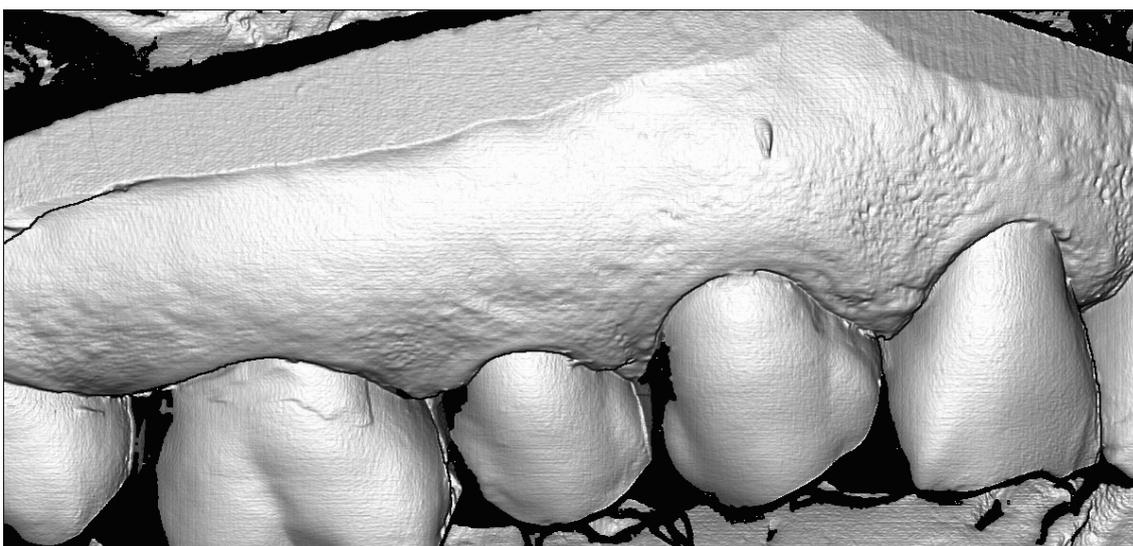


Abb. 6.3.1.3 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Follow-up



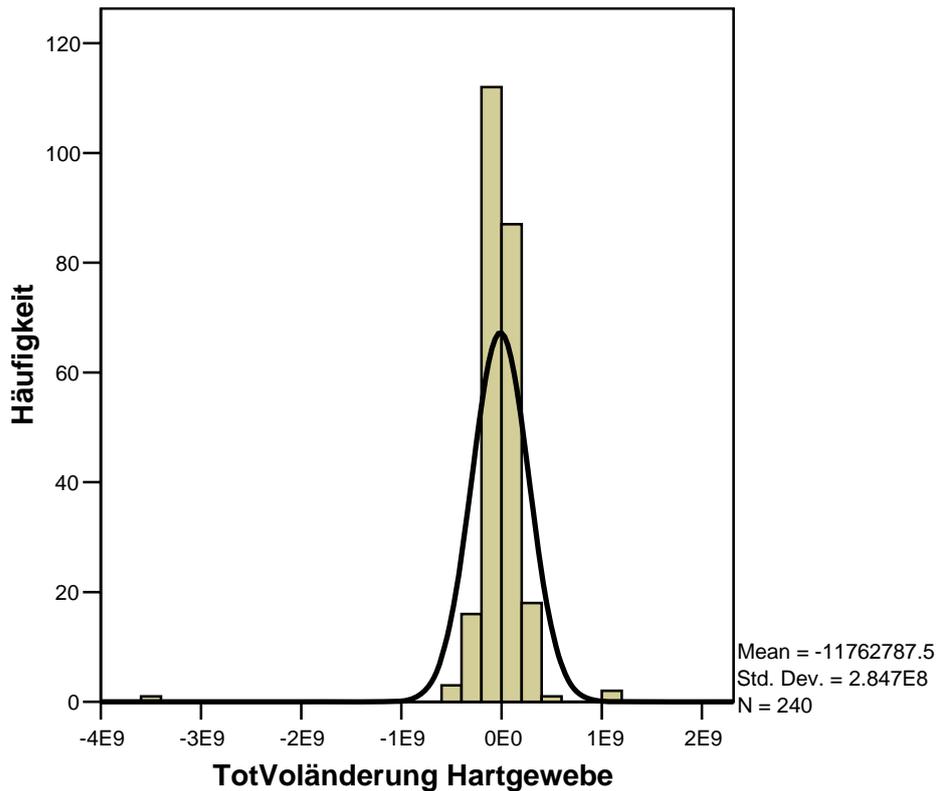
Abb. 6.3.1.4 :
Auswertungsfenster des Zahnes 13
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.1.5 :
Auswertungsfenster des Zahnes 13
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

ADA-Zahnbürste
Zahnhartsubstanzveränderung aller Zähne

Histogramm



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.1.6: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen aller Zähne in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

Patient Nr. 01, Extremwert $-3.53E+09$, Zahn 15:

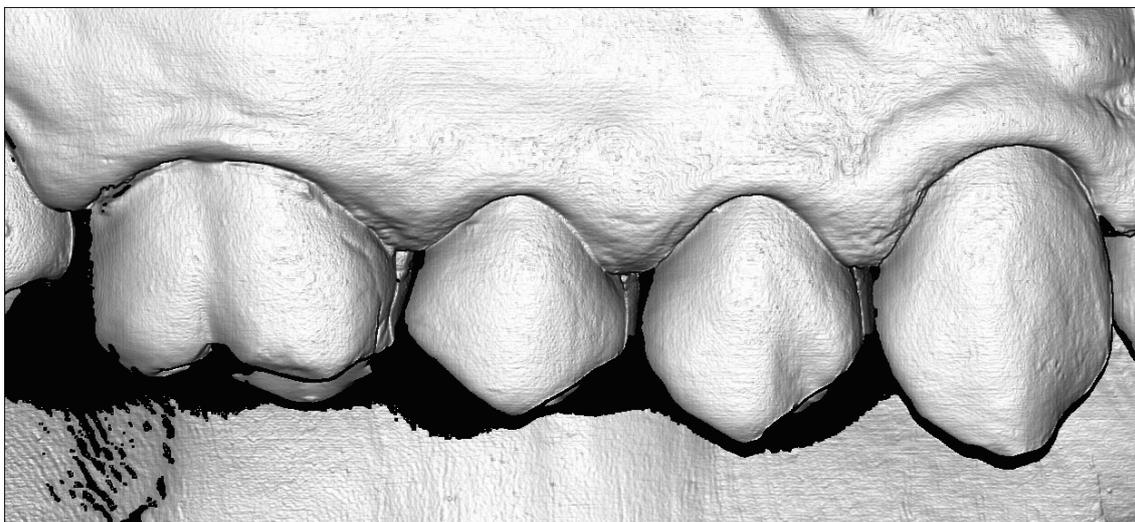


Abb. 6.3.1.7 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Baseline

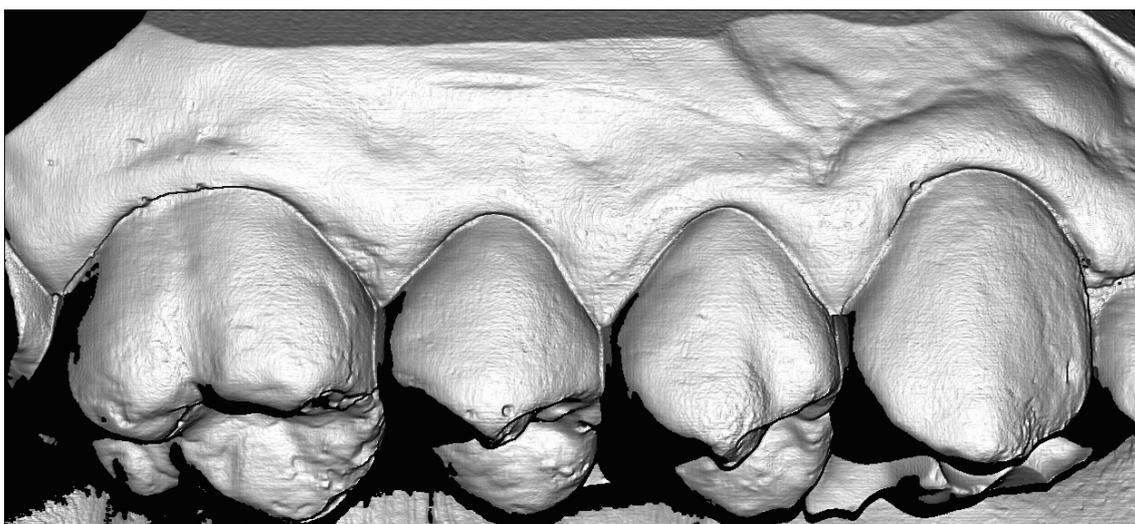


Abb. 6.3.1.8 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Follow-up



Abb. 6.3.1.9 :
Auswertungsfenster des Zahnes 15
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.1.10 :
Auswertungsfenster des Zahnes 15
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

	TotVoländerung Hartgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-71375000	-7755000	82000000
Sonicare	-73400000	-3010000	82000000

Tab. 5.3.1.1 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der
Zahnhartsubstanz-Volumenveränderung der Sonicare- und
ADA-Zahnbürste aller getesteten Zähne in μm^3

Mit den Medianwerten $-7.755.000 \mu\text{m}^3$ für die ADA-Zahnbürste und $-3.010.000 \mu\text{m}^3$ für die Sonicare-Zahnbürste konnte nachgewiesen werden, dass ein Substanzabtrag innerhalb der Testphasen von jeweils drei Monaten aufgetreten ist.

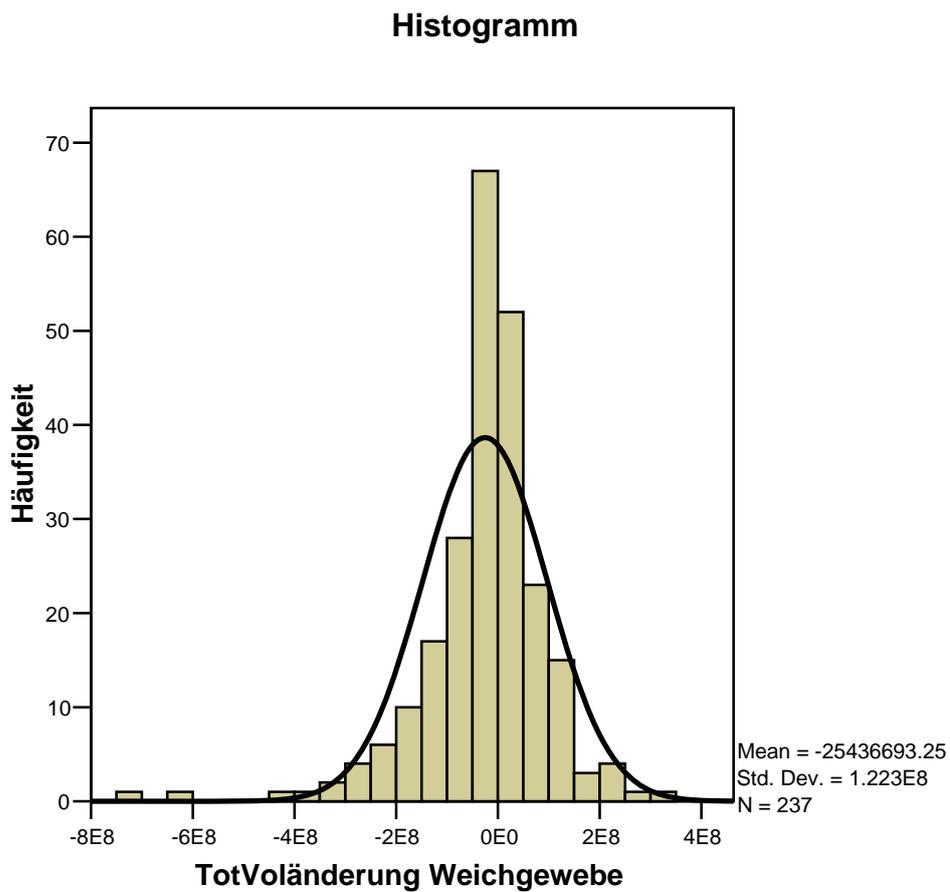
Mit dem Wert $p = 0,815$ zeigt der Mann-Whitney-U-Test, dass zwischen beiden Zahnbürsten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Zahnhartsubstanzabtrages aufgetreten sind.

			TotVoländerung Hartgewebe
Mann-Whitney-U			28090,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,816
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,815(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,805
		Obergrenze	,825

Tab. 5.3.1.2: Statistik für den Abrasionsvergleich an allen getesteten Zähnen der Sonicare- und ADA-Zahnbürste

6.3.2 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezüglich aller getesteten Zähne

Sonicare-Zahnbürste
Weichgewebeveränderung aller Zähne



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.2.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen aller getesteten Zähne in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

Patient Nr. 01, Extremwert $-7.31E+08$, Zahn 26:

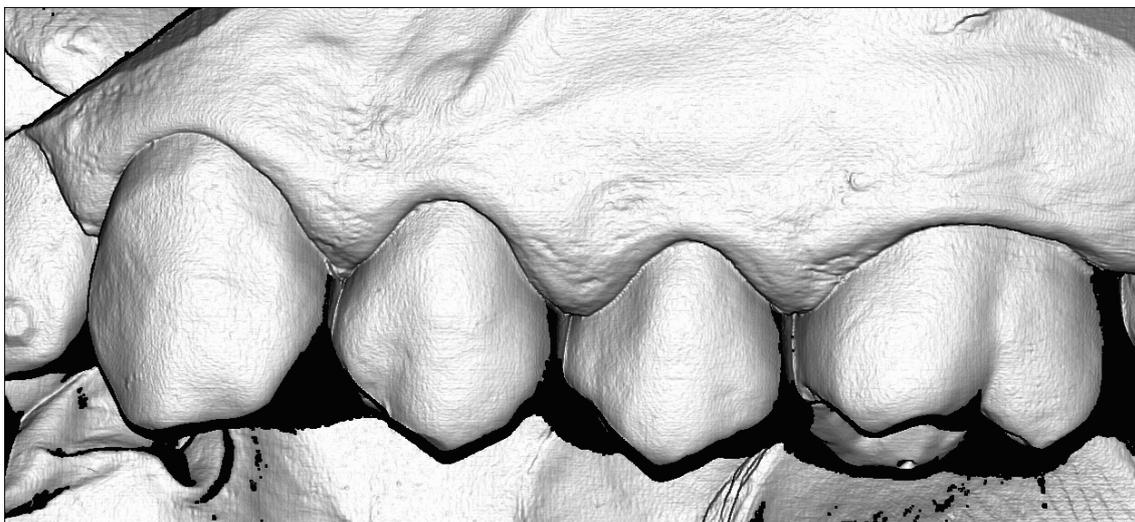


Abb. 6.3.2.2 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Baseline

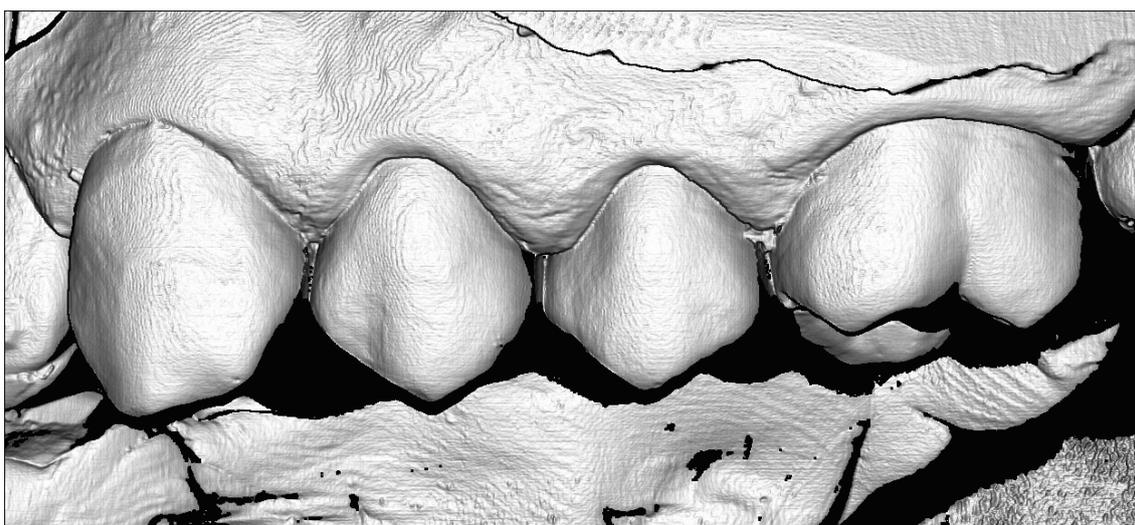


Abb. 6.3.2.3 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Follow-up



Abb. 6.3.2.4 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.2.5 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

Patient Nr. 22, Extremwert $-6.18E+08$, Zahn 26:

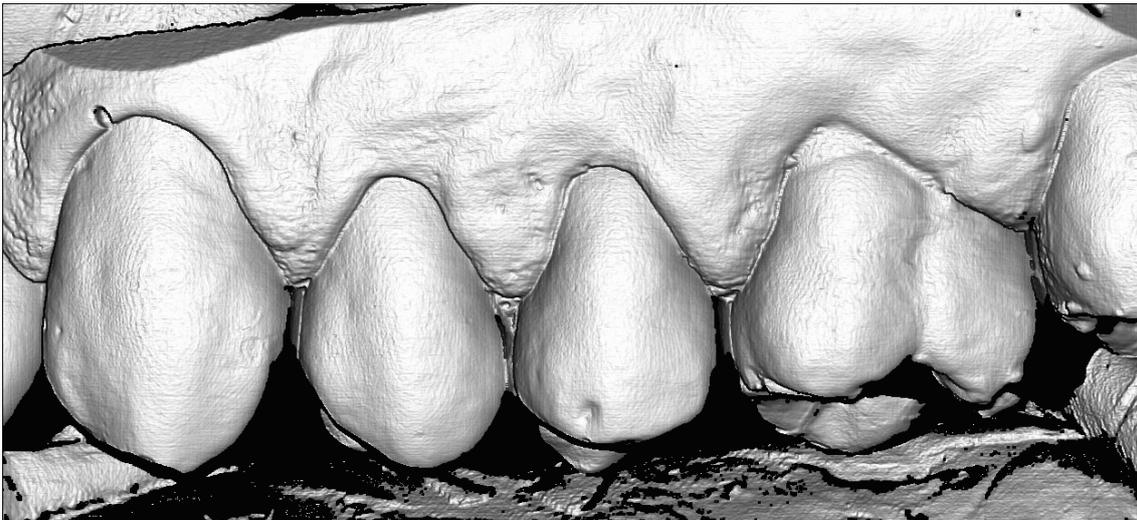


Abb. 6.3.2.6 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Baseline



Abb. 6.3.2.7 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Follow-up



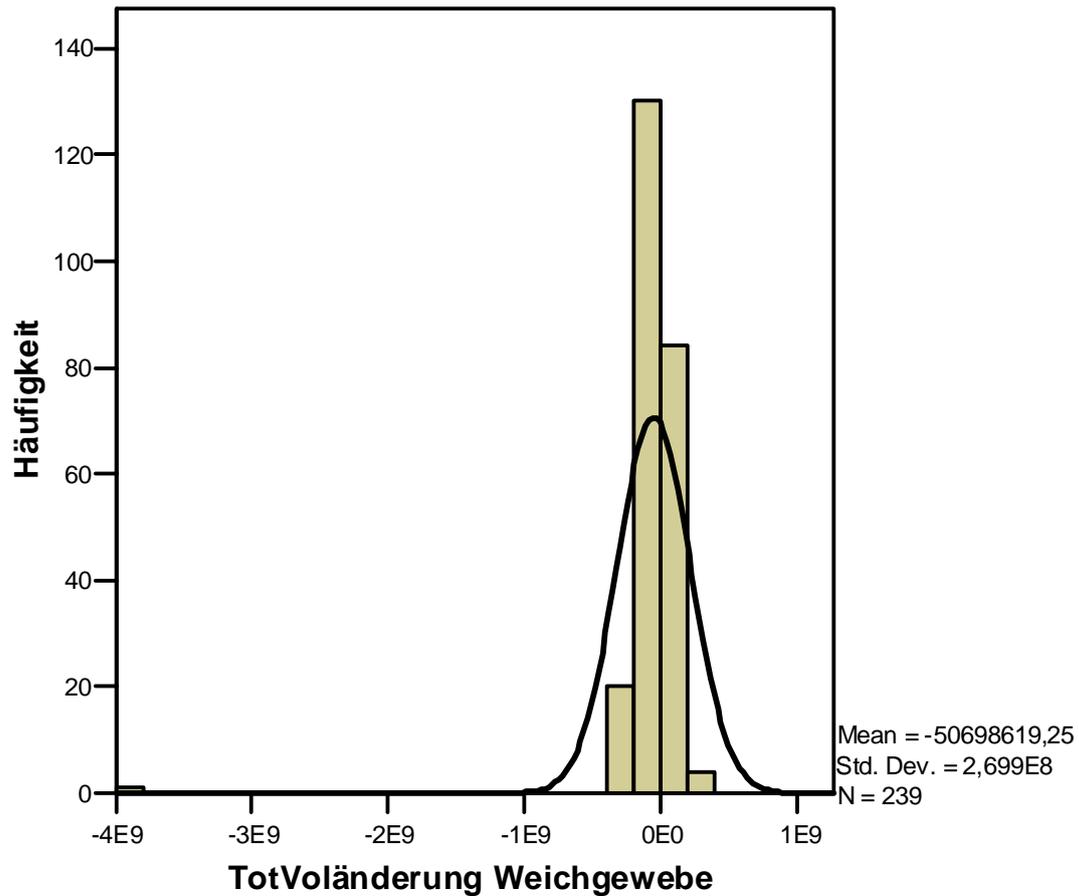
Abb. 6.3.2.8 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.2.9 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

ADA-Zahnbürste
Weichgewebeveränderung aller Zähne

Histogramm



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.2.2: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen aller getesteten Zähne in µm³ innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-97300000	-22400000	23000000
Sonicare	-76100000	-10500000	30900000

Tab. 6.3.2.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebevolumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste aller getesteten Zähne in μm^3

Innerhalb der beiden Testphasen kam es bei beiden Zahnbürsten bezüglich der Weichgewebe-Volumenveränderung zu einer Abnahme des Gingivavolumens.

Die Volumenabnahme betrug bei der Sonicare-Zahnbürste im Median $-10.500.000 \mu\text{m}^3$, bei der ADA-Zahnbürste lag der Medianwert bei $-22.400.000$. Die Unterschiede in der Volumenabnahme der beiden Zahnbürsten sind mit einem Wert $p = 0,106$ nicht signifikant.

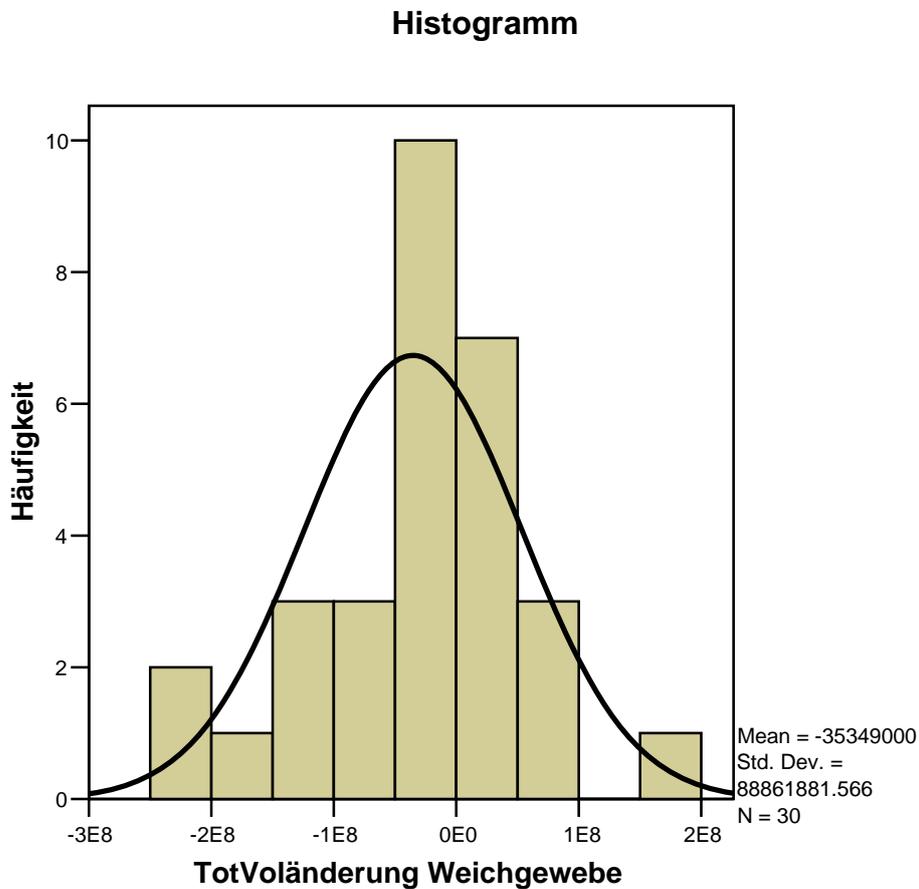
			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			25925,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,110
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,106(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,098
		Obergrenze	,114

Tab. 6.3.2.2: Statistik für den Weichgewebe-Volumenvergleich an allen getesteten Zähnen der Sonicare- und ADA-Zahnbürste

6.3.3 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf einzelne Zähne

6.3.3.1

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 13



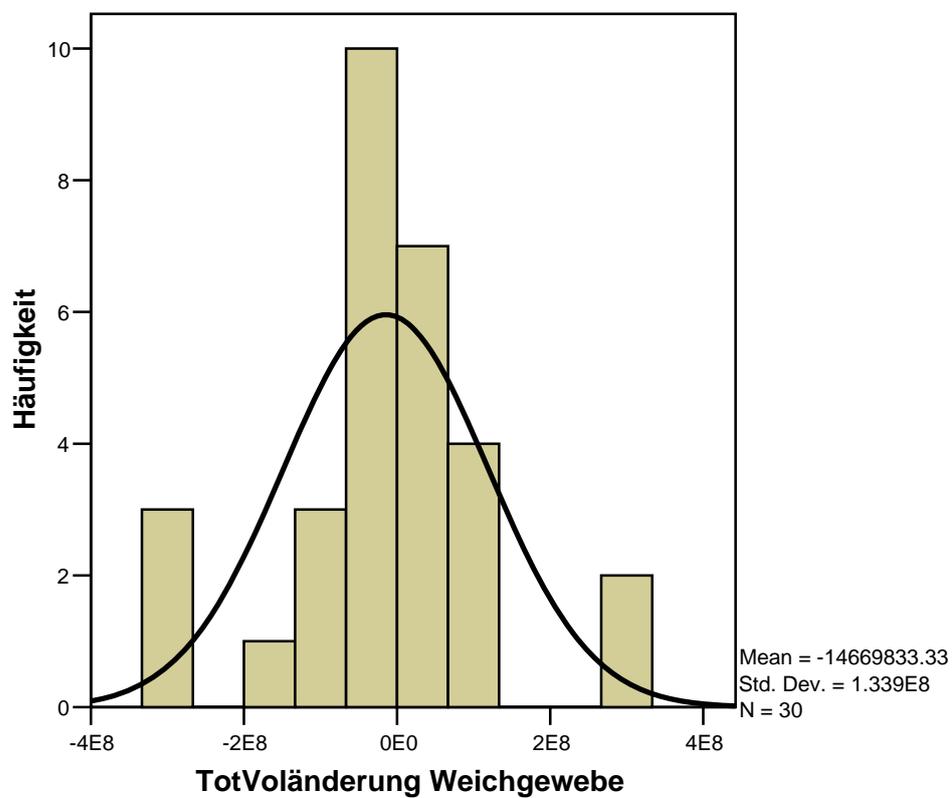
Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.1.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 13 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.2

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 13

Histogramm



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.2.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 13 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-75175000	-22600000	20050000
Sonicare	-69775000	-7690000	49300000

Tab. 6.3.3.2.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste am Zahn 13 in μm^3

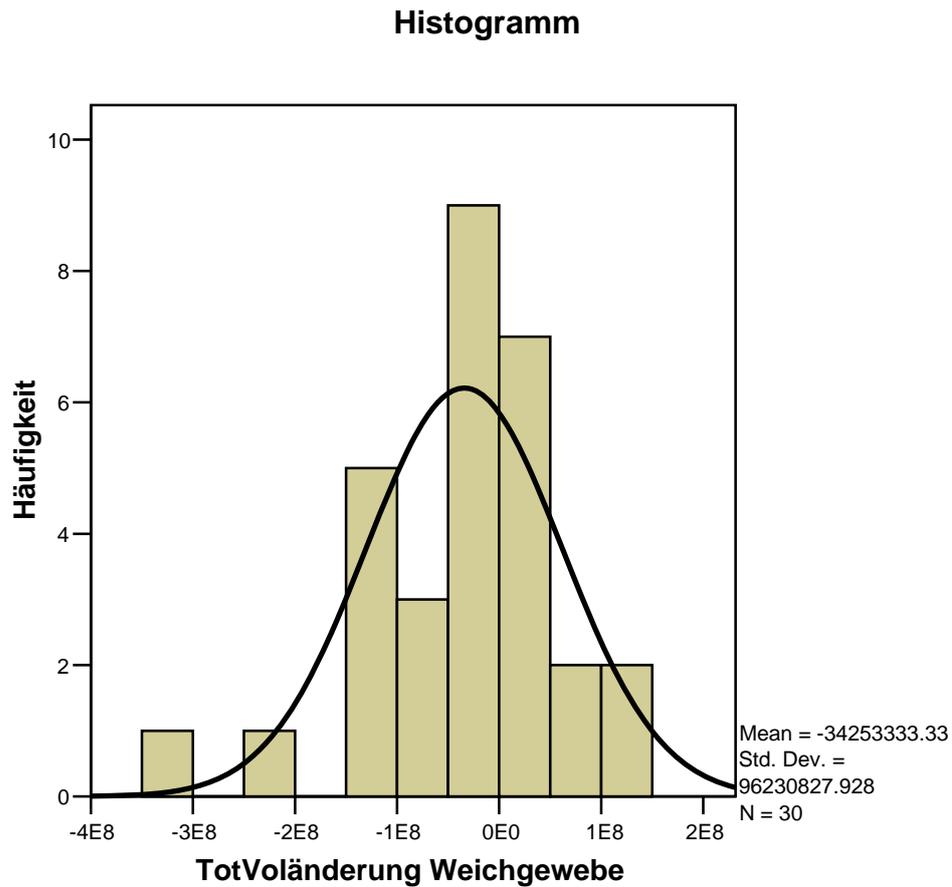
Bei beiden Zahnbürsten wurde bezüglich der Weichgewebsveränderung eine Volumenabnahme gemessen. Die ADA-Zahnbürste hat mit $-22.600.000 \mu\text{m}^3$ eine größere Volumenabnahme bewirkt als die Sonicare - mit einem Wert von $-7.690.000$. Signifikante Unterschiede konnten hier jedoch nicht festgestellt werden, da $p = 0,132$ betrug.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			392,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,395
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,408(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,396
		Obergrenze	,421

Tab. 6.3.3.2.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe des Zahnes 13

6.3.3.3

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 14 (Zahn 12)

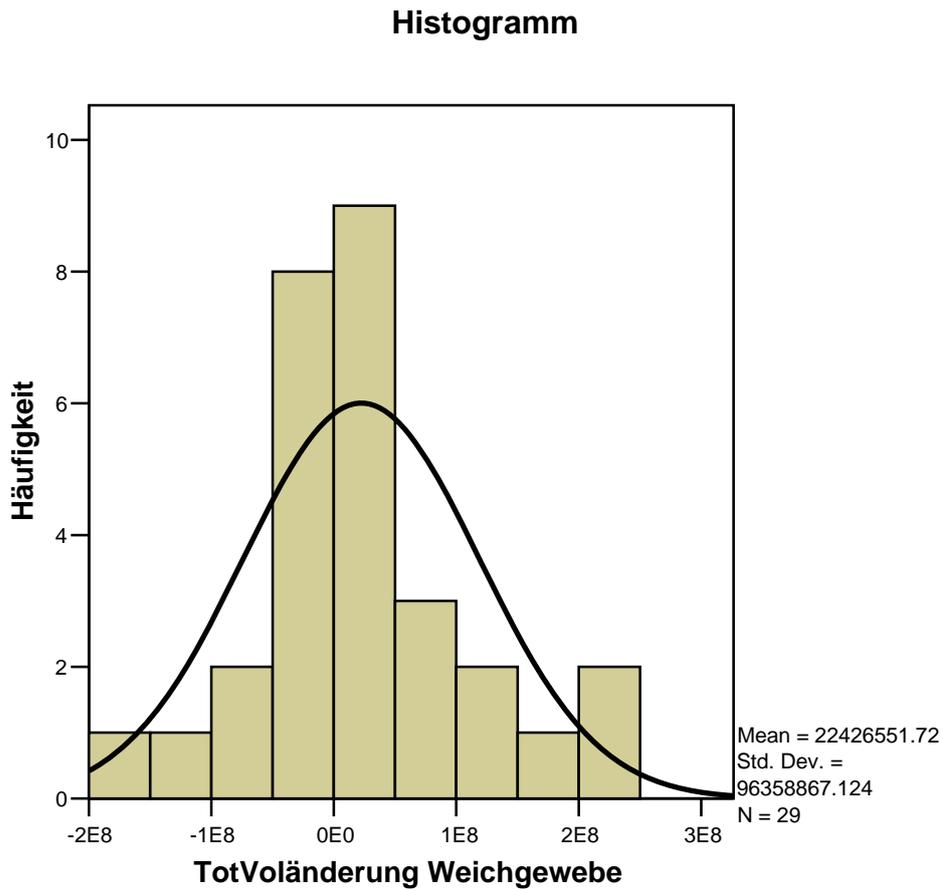


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.3.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 14 (Zahn 12) in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.4

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 14 (Zahn 12)



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.4.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 14 (Zahn 12) in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-78500000	-13500000	14525000
Sonicare	-27950000	12700000	65250000

Tab. 6.3.3.4.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare und ADA-Zahnbürste an den Zähnen 14 (12) in μm^3

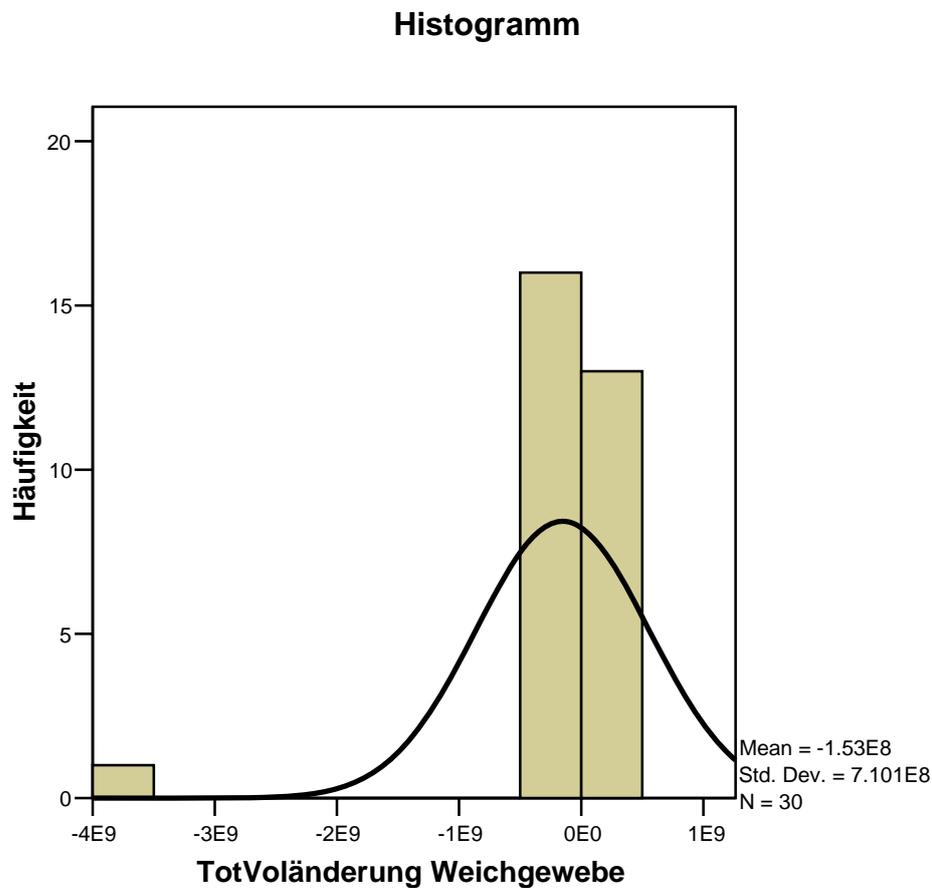
Die ADA-Zahnbürste sorgte mit einem Medianwert von $-13.500.000 \mu\text{m}^3$ für eine Abnahme des Weichgewebavolumens, während die Sonicare im Median zu einer Zunahme mit einem Wert von $12.700.000 \mu\text{m}^3$ führte. Mit einem Monte-Carlo-Signifikanzwert $p = 0,048$ wird eine vorliegende signifikante Differenz bestätigt.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			305,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,049
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,048(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,042
		Obergrenze	,053

Tab. 6.3.3.4.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe der Zähne 14 (12)

6.3.3.5

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 15



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.5.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 15 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

Patient Nr. 01 , Extremwert $-3.85E+09$, Zahn 15:

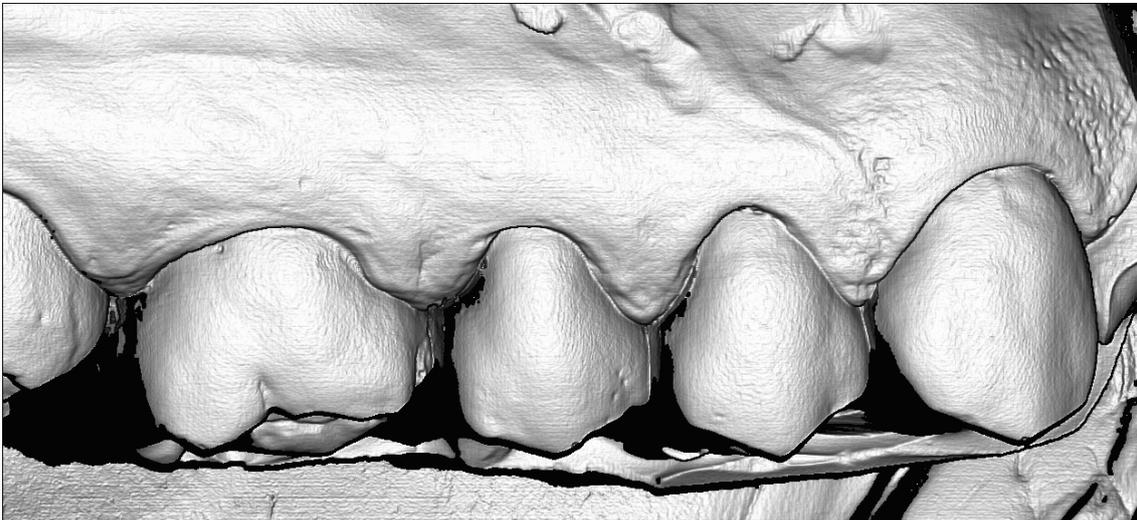


Abb. 6.3.3.5.2 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Baseline

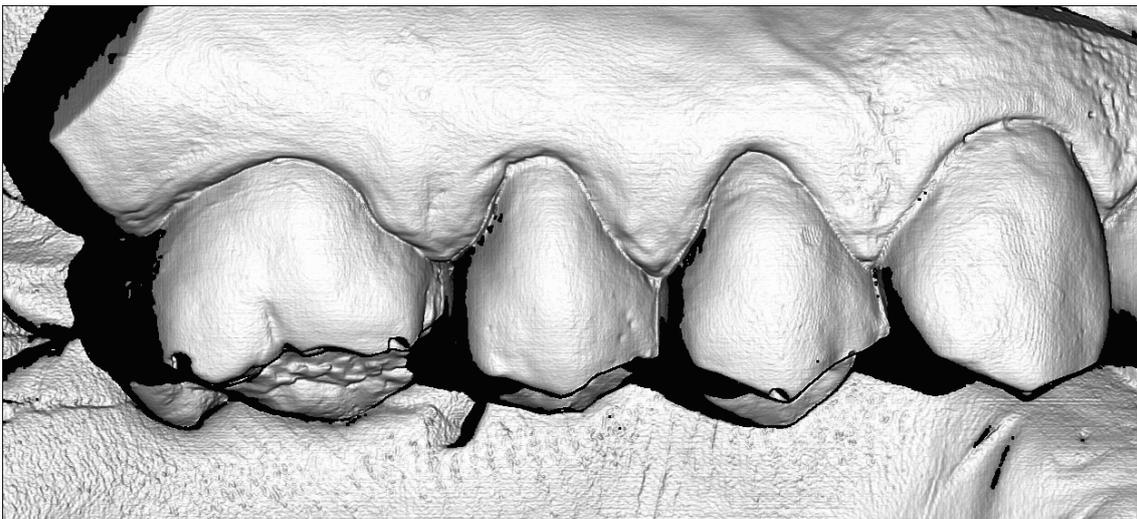


Abb. 6.3.3.5.3 : 3D-Abbildung des 1. Quadranten, Follow-up



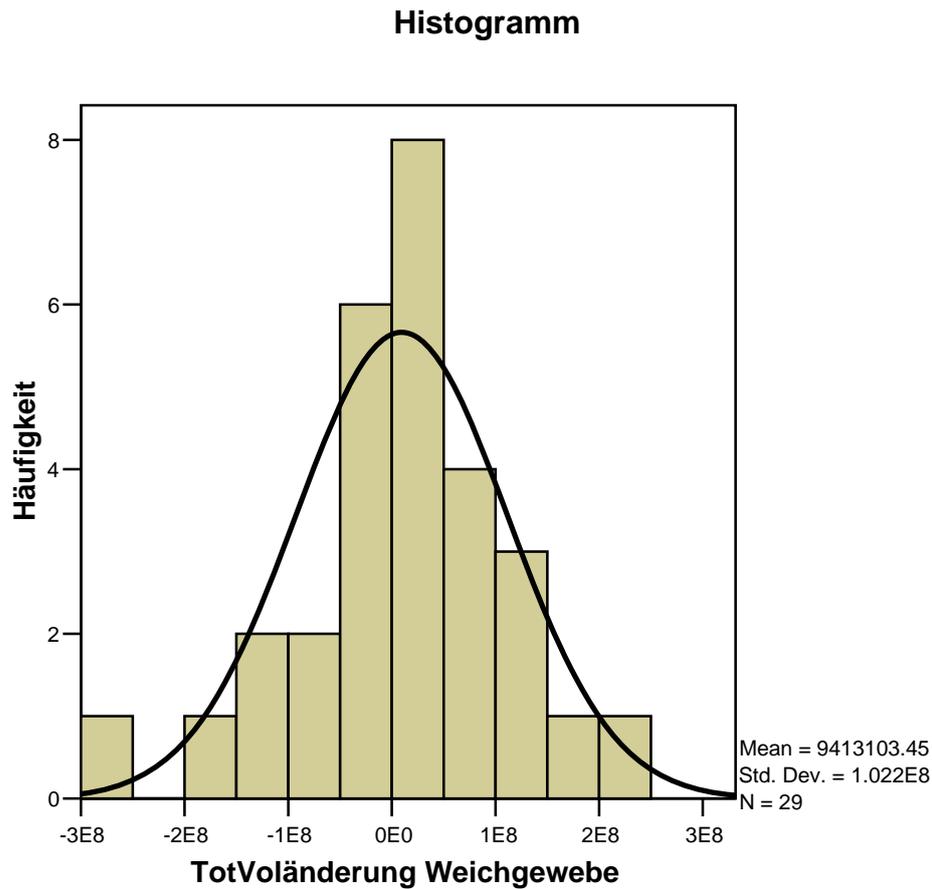
Abb. 6.3.3.5.4 :
Auswertungsfenster des Zahnes 15
in Greycastdarstellung (Differenzbild)



Abb. 6.3.3.5.5 :
Auswertungsfenster des Zahnes
15 in Falschfarbendarstellung
(Differenzbild)

6.3.3.6

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 15



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.6.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 15 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-98475000	-22350000	35950000
Sonicare	-42850000	16100000	82050000

Tab. 6.3.3.6.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare und ADA-Zahnbürste am Zahn 15 in μm^3

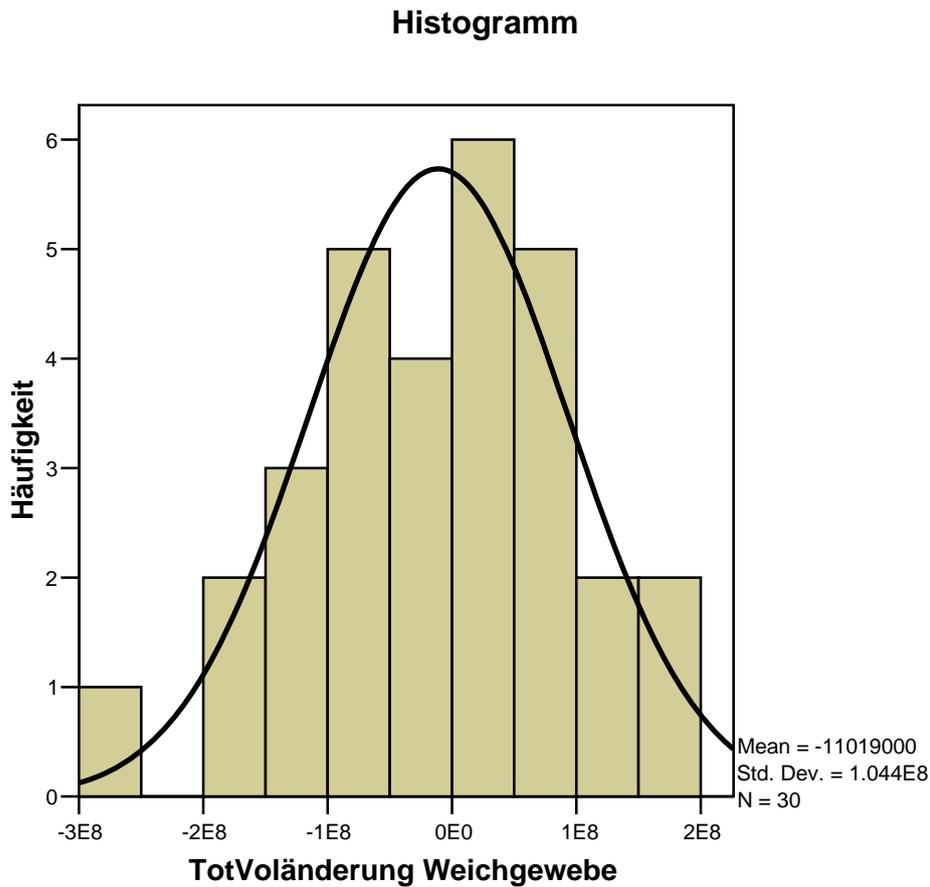
Die ADA-Zahnbürste sorgte mit einem Medianwert von $-22.350.000 \mu\text{m}^3$ für eine Abnahme des Weichgewebavolumens, während die Sonicare im Median zu einer Zunahme mit einem Wert von $16.100.000 \mu\text{m}^3$ führte. Der Monte-Carlo-Signifikanzwert betrug $p = 0,130$. Es liegt somit keine signifikante Differenz vor.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			333,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,122
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,130(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,121
		Obergrenze	,138

Tab. 6.3.3.6.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe des Zahnes 15

6.3.3.7

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 16

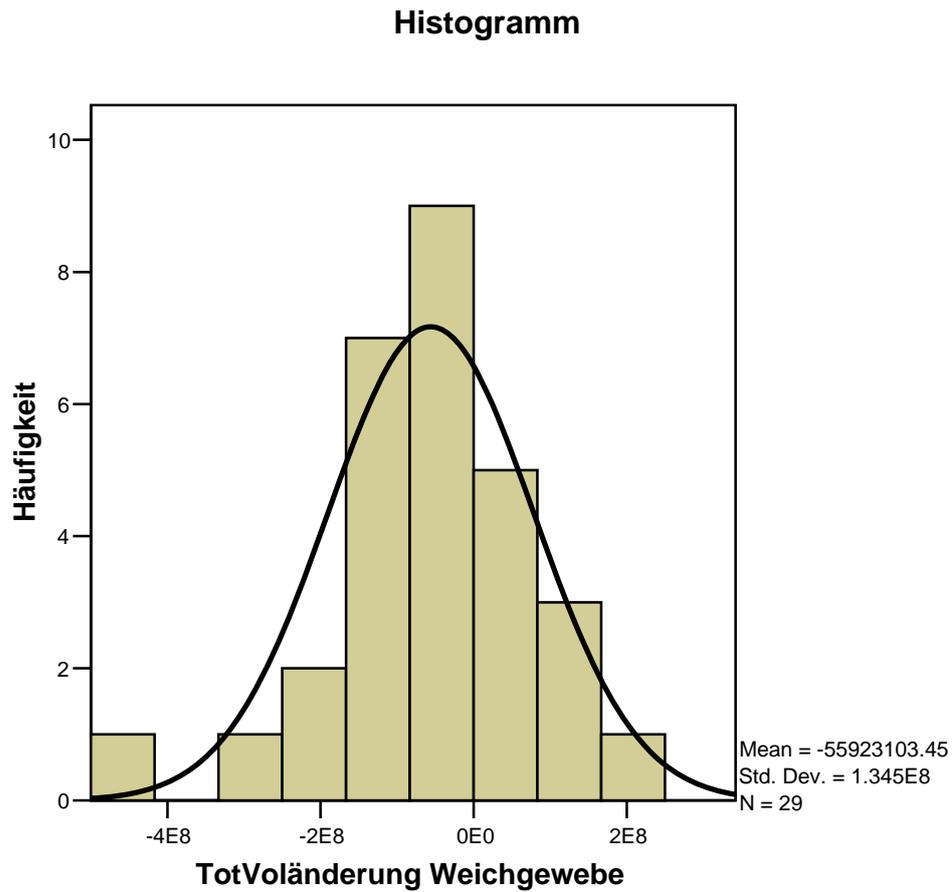


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.7.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 16 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.8

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 16



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.8.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 16 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-81775000	2590000	62650000
Sonicare	-115500000	-42600000	1980000

Tab. 6.3.3.8.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste am Zahn 16 in μm^3

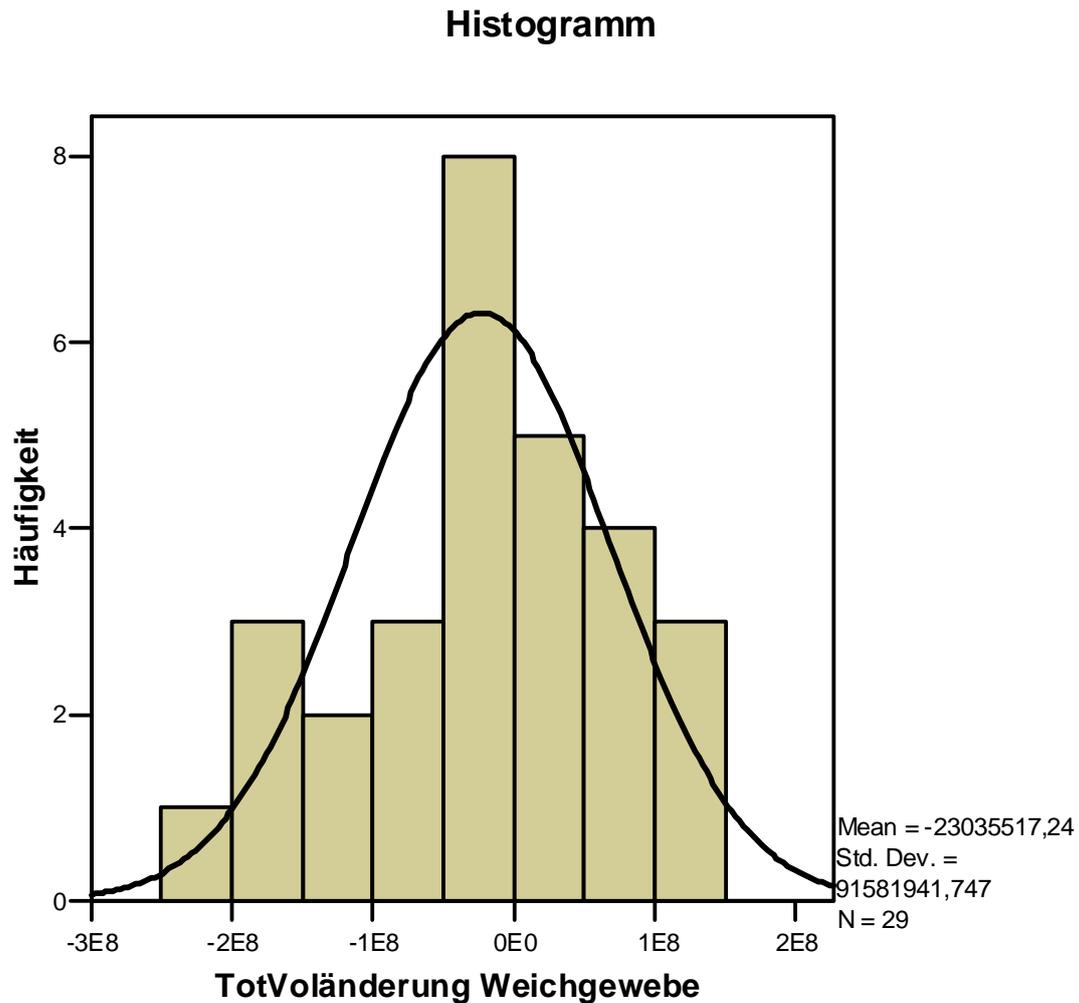
Die Sonicare-Zahnbürste führte mit einem Medianwert von -42.600.000 μm^3 zu einer deutlichen Abnahme des Weichgewebenvolumens an Zahn 16 im Vergleich zum Medianwert der ADA-Zahnbürste, welcher bei 2.590.000 lag. Eine Überprüfung auf signifikante Unterschiede bei der Wirkung auf das Weichgewebe fiel negativ aus, da der Monte-Carlo-Signifikanzwert bei $p = 0,150$ lag.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			340,000
Wilcoxon-W			775,000
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,150(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,141
		Obergrenze	,159

Tab. 6.3.3.8.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe des Zahnes 16

6.3.3.9

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 23

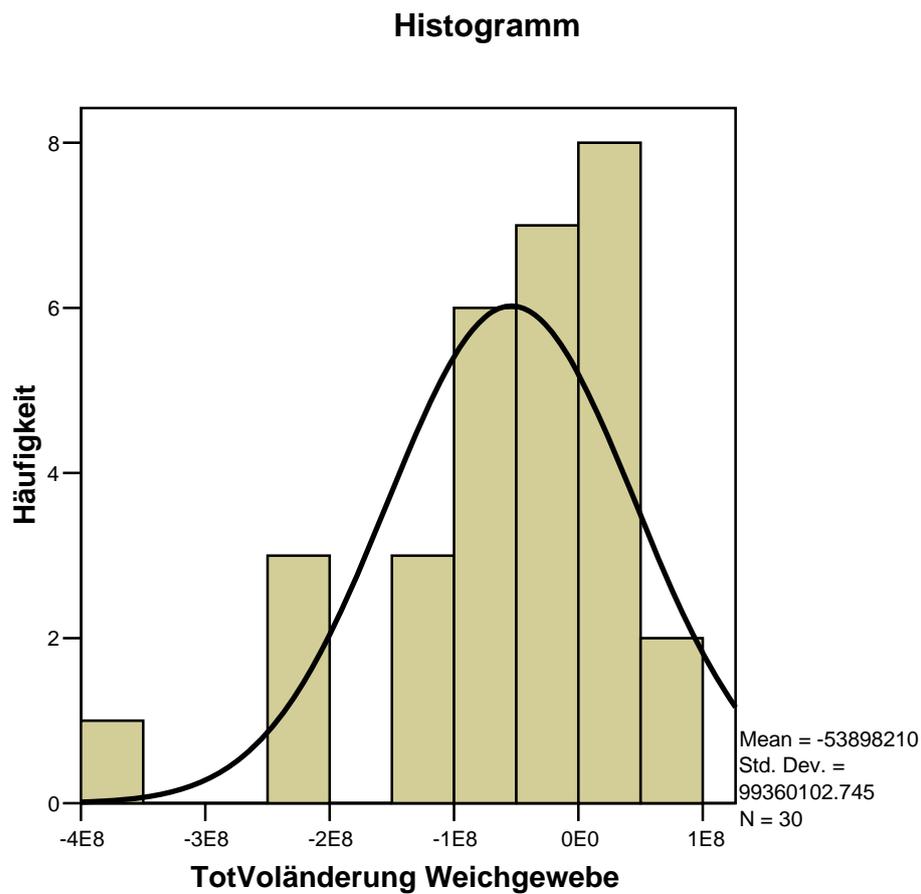


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.9.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 23 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.10

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 23



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.10.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 23 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

Patient Nr. 13, Extremwert $-3.71E+08$, Zahn 23:

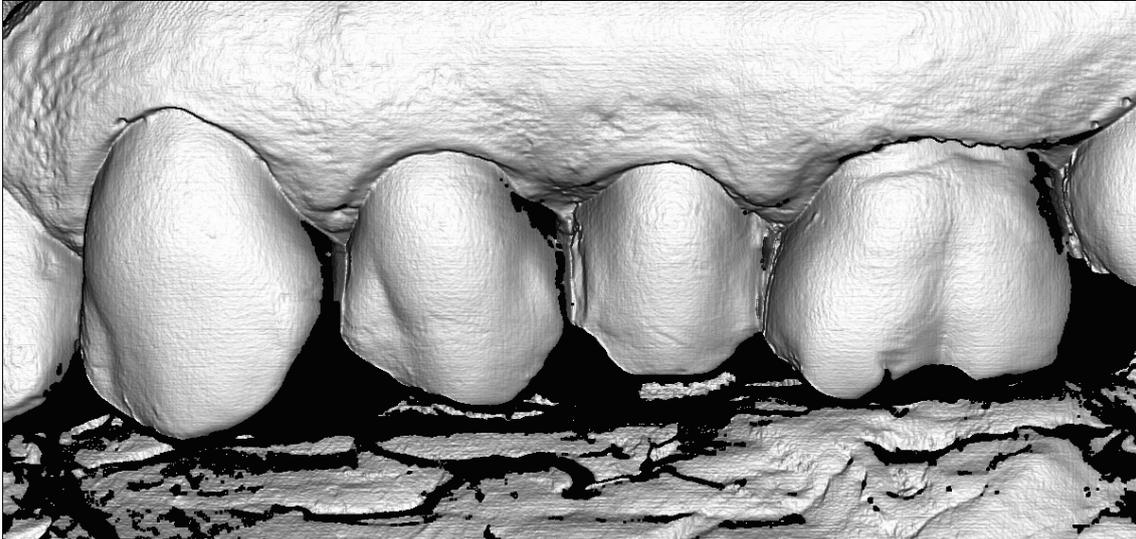


Abb. 6.3.3.10.2 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Baseline

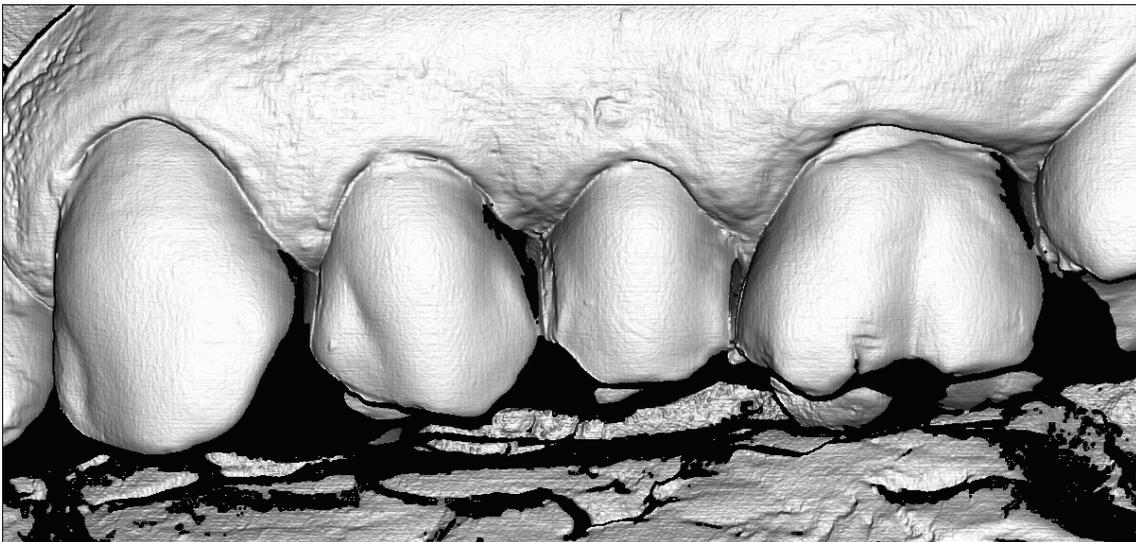


Abb. 6.3.3.10.3 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Follow-up



Abb. 6.3.3.10.4 :
Auswertungsfenster des Zahnes 23
in Greycastdarstellung (Differenzbild)

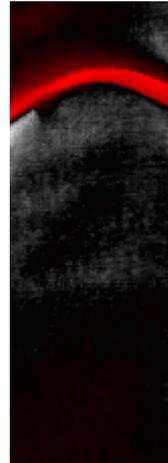


Abb. 6.3.3.10.5 :
Auswertungsfenster des Zahnes
23 in Falschfarbendarstellung
(Differenzbild)

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-85850000	-13605000	37950000
Sonicare	-98500000	-18110000	15325000

Tab. 6.3.3.10.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste am Zahn 23 in μm^3

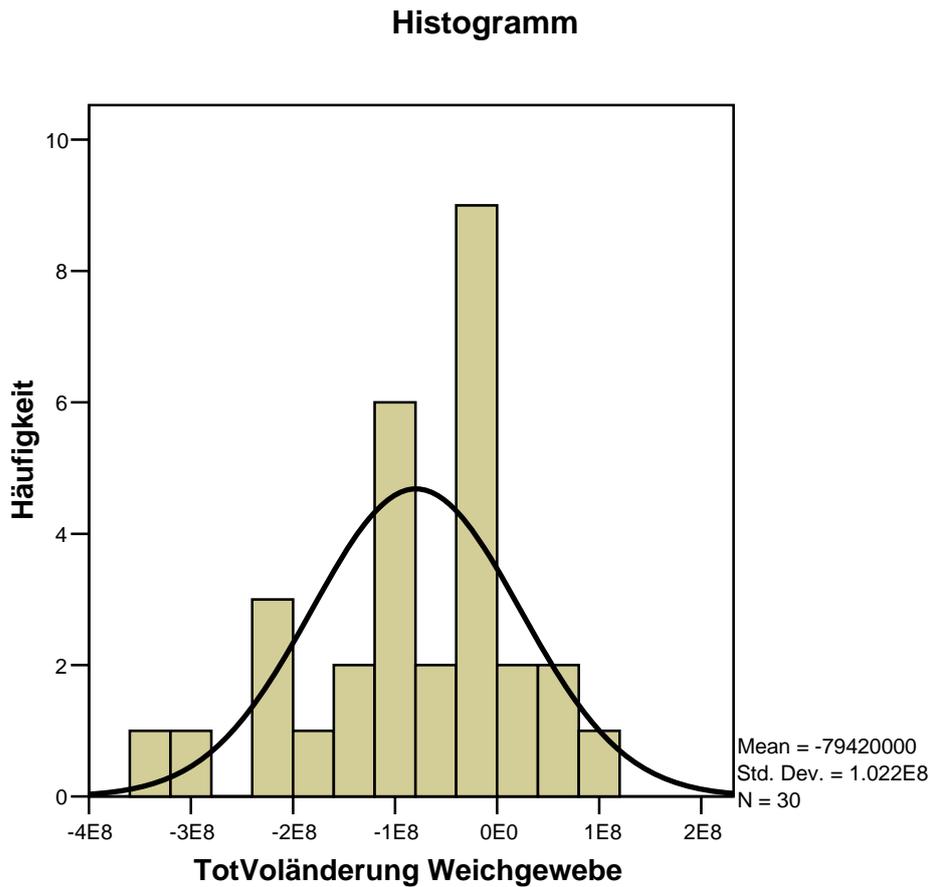
Am Zahnweichgewebe des Zahnes 23 führte die zweimalige über drei Monate dauernde Testphase bei beiden Zahnbürsten zu einer Volumenreduktion. Die Medianwerte lagen bei $-13.605.000 \mu\text{m}^3$ für die ADA-Zahnbürste und $-18.110.000 \mu\text{m}^3$ bei der Sonicare. Für den Zahnbereich bei Zahn 23 lag keine statistisch signifikante Differenz vor, da $p = 0,322$.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			370,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,324
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,322(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,310
		Obergrenze	,334

Tab. 6.3.3.10.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe des Zahnes 23

6.3.3.11

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 24 (Zahn 22)

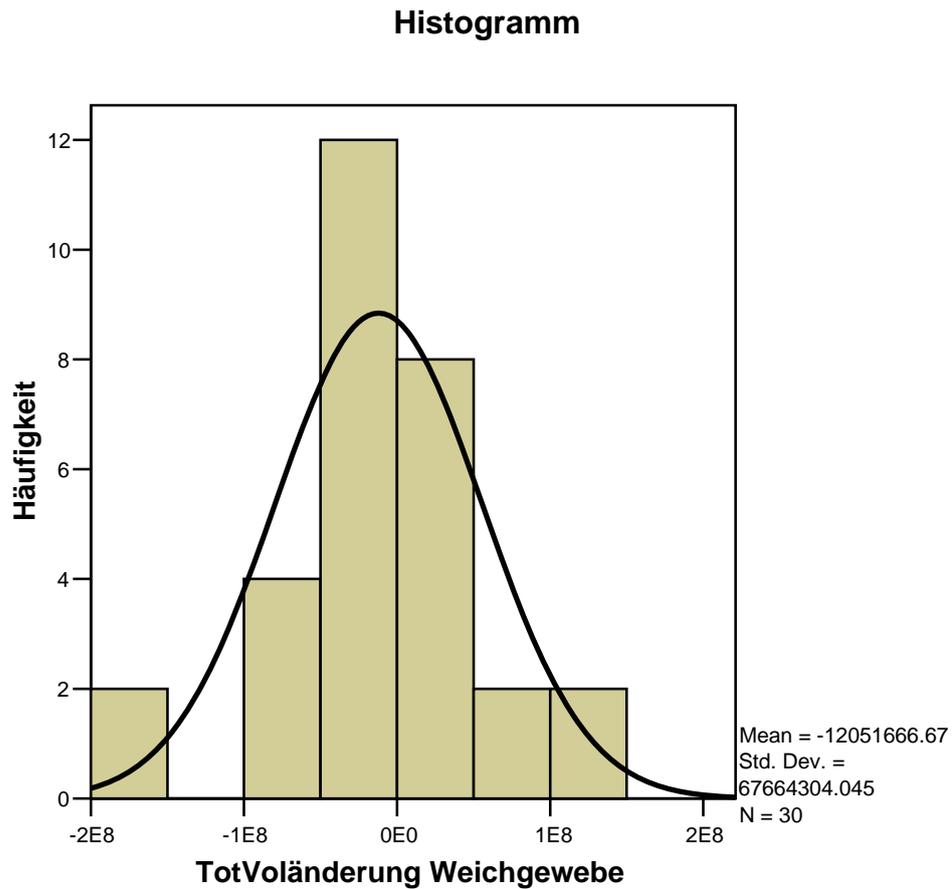


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.11.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 24 (Zahn 22) in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.12

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 24 (Zahn 22)



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.12.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 24 (Zahn 22) in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-123000000	-62050000	-12117500
Sonicare	-43600000	-12200000	21050000

Tab. 6.3.3.12.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste am Zahn 24 (22) in μm^3

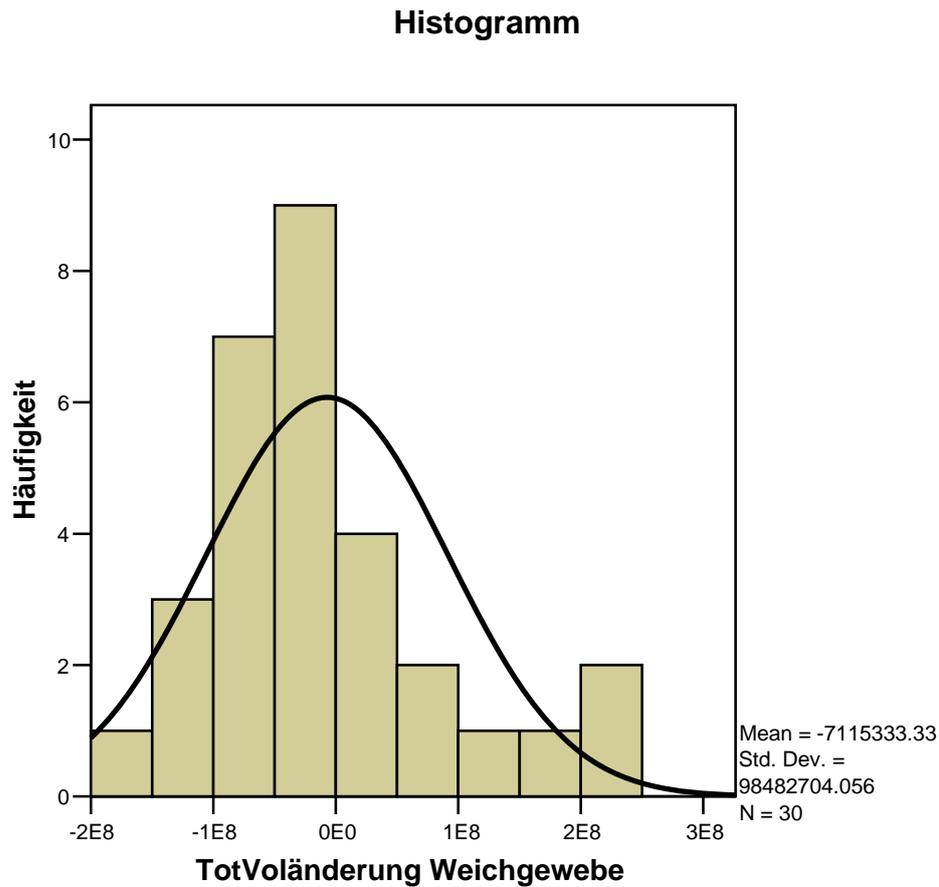
An den Zähnen 24 (Zähne 22) ist das Weichgewebenvolumen der Gingiva, in Bezug zu den Medianwerten bei beiden Zahnbürsten zurückgegangen, es kam zu einer Reduktion. Die Sonicare-Zahnbürste führte zu einer Volumenabnahme von $-12.200.000 \mu\text{m}^3$. Bei der ADA-Zahnbürste war die Abnahme noch größer, sie lag bei $-62.050.000 \mu\text{m}^3$. Mit einem Signifikanzwert $p = 0,004$ lag ein signifikanter Unterschied der beiden Zahnbürsten vor.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			261,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,005
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,004(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,002
		Obergrenze	,005

Tab. 6.3.3.12.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe der Zähne 24 (22)

6.3.3.13

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 25

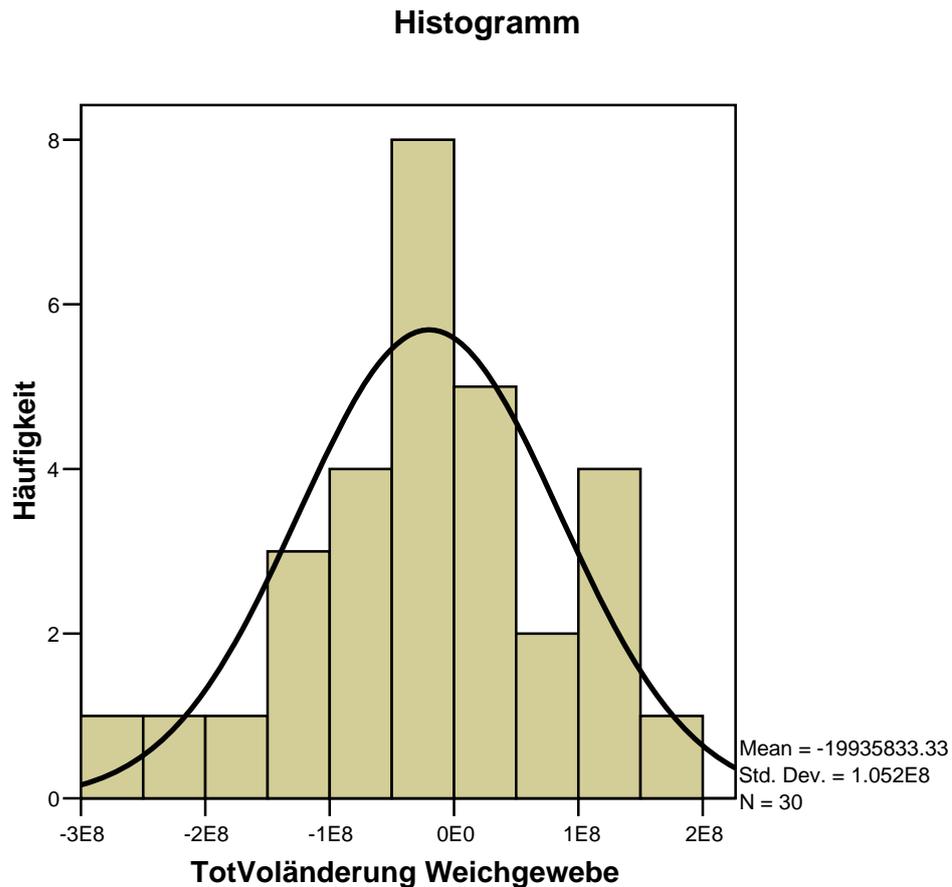


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.13.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 25 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.14

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 25



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.14.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 25 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-68300000	-22250000	28575000
Sonicare	-93350000	-11755000	49450000

Tab. 6.3.3.14.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare- und ADA-Zahnbürste am Zahn 25 in μm^3

Beide Zahnbürsten führten innerhalb der jeweiligen Testphase zu einer Abnahme des Weichgewebevolumens. Bei der ADA-Zahnbürste kam es zu einer Reduktion mit einem Wert von $-22.250.000 \mu\text{m}^3$, bei der Sonicare betrug der Wert $-11.755.000 \mu\text{m}^3$.

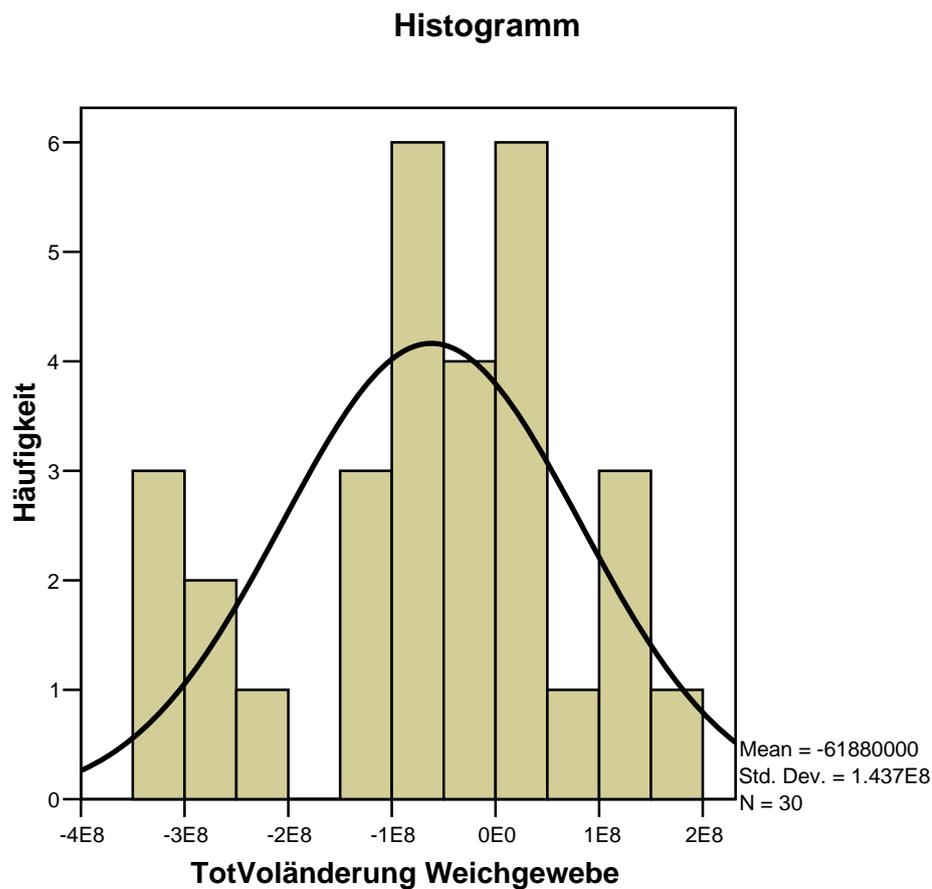
Obwohl beide Zahnbürsten zu einer Abnahme führten, bestand auch hier mit einem Signifikanzwert $p = 0,886$ kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Zahnbürsten.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			440,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,882
Monte-Carlo-Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,886(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,878
		Obergrenze	,894

Tab. 6.3.3.14.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA- Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe der Zähne 25

6.3.3.15

ADA-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 26

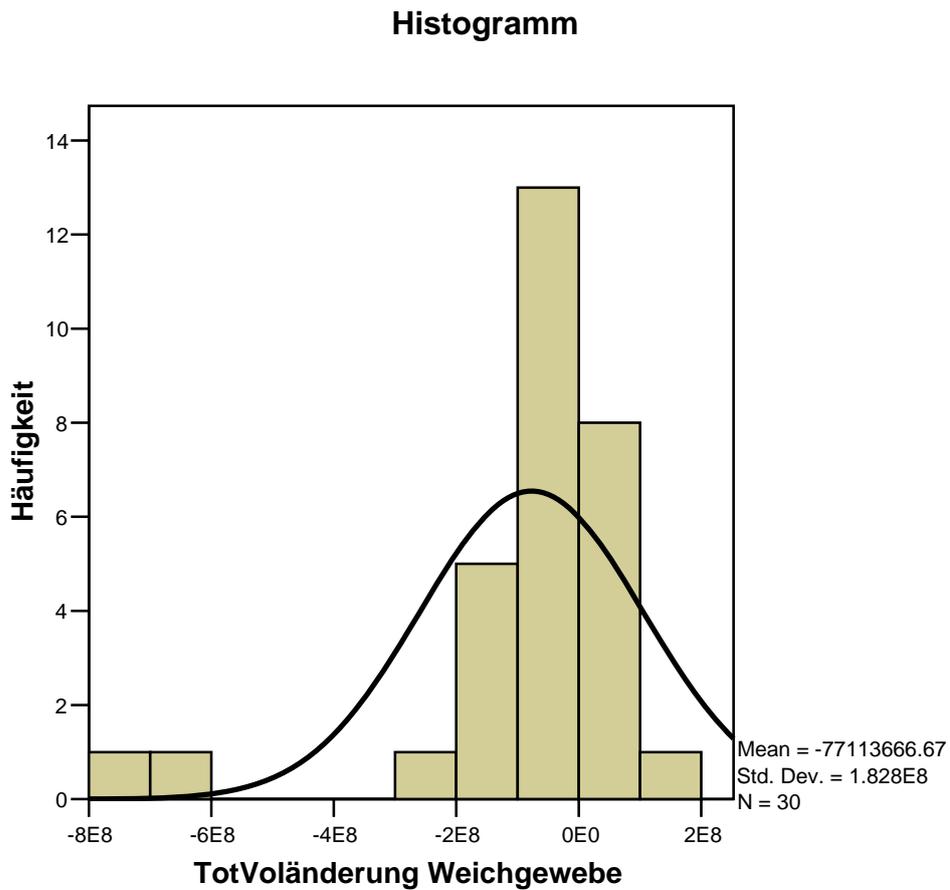


Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.15.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 26 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die ADA-Zahnbürste

6.3.3.16

Sonicare-Zahnbürste Weichgewebe Zahn 26



Totale Volumenveränderung in Kubikmikrometer

Abb. 6.3.3.16.1: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Weichgewebe-Volumenveränderungen des Zahnes 26 in μm^3 innerhalb des Auswertungsfensters, verursacht durch die Sonicare-Zahnbürste

Patient Nr. 01, Extremwert $-7.31E+08$, Zahn 26:

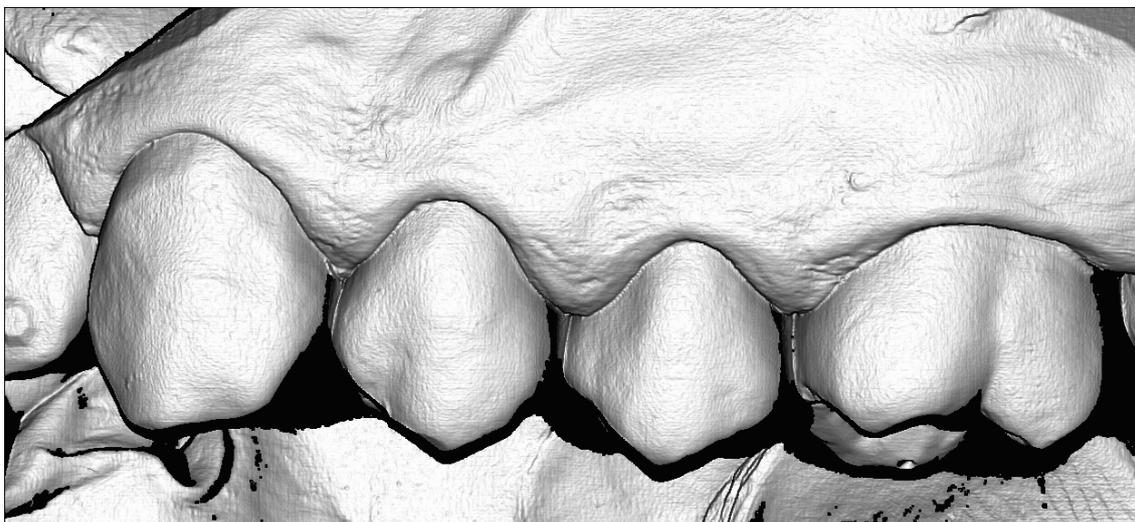


Abb. 6.3.3.16.2 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Baseline

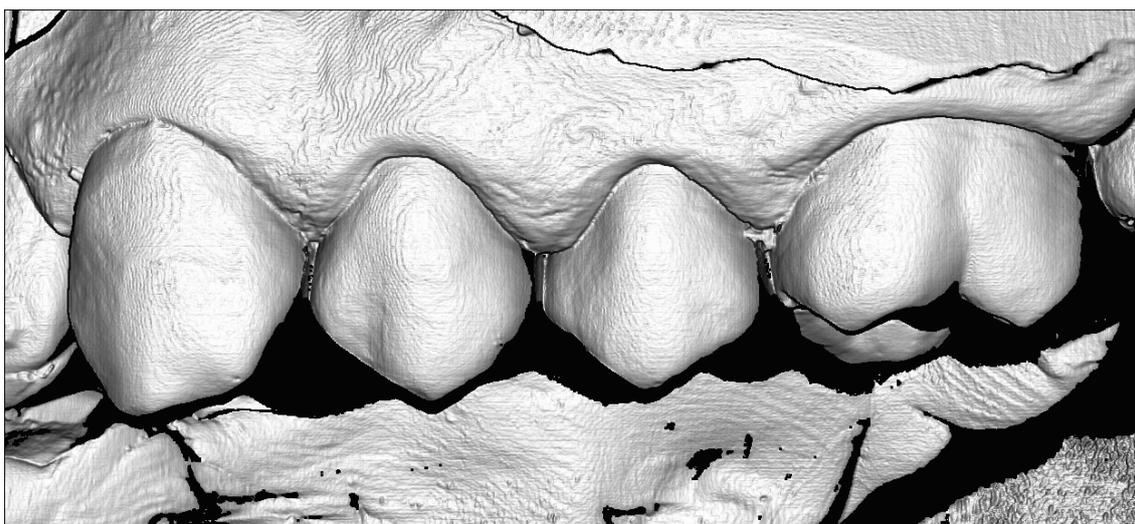


Abb. 6.3.3.16.3 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Follow-up



Abb. 6.3.3.16.3 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.3.16.4 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

Patient Nr. 22, Extremwert $-6.18E+08$, Zahn 26:



Abb. 6.3.3.16.5 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Baseline

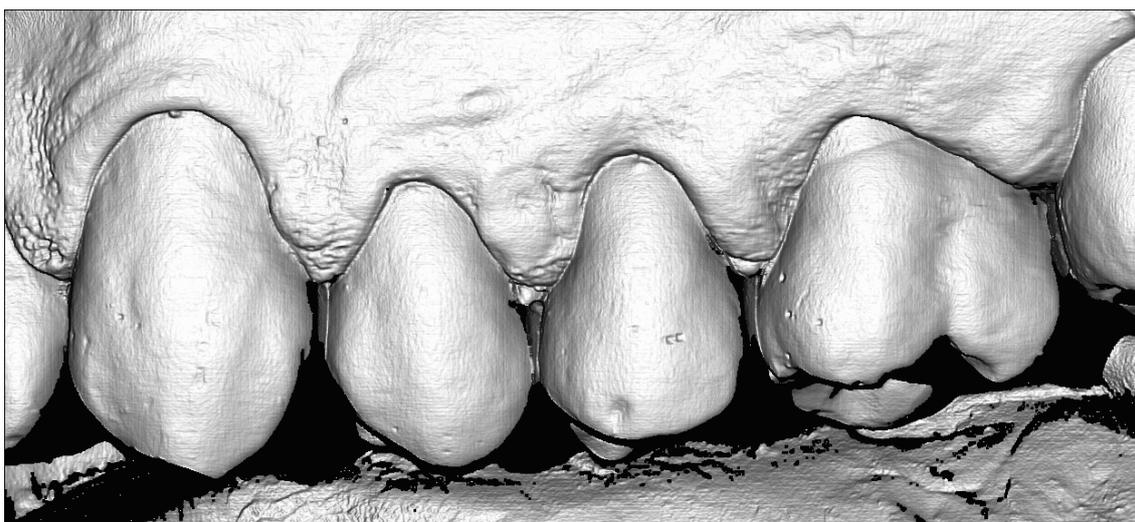


Abb. 6.3.3.16.6 : 3D-Abbildung des 2. Quadranten, Follow-up



Abb. 6.3.3.16.7 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Greycastdarstellung (Differenz-
bild)



Abb. 6.3.3.16.8 :
Auswertungsfenster des Zahnes 26
in Falschfarbendarstellung (Differenz-
bild)

	TotVoländerung Weichgewebe		
	25. Perzentil	Median	75. Perzentil
ADA	-134000000	-48550000	26325000
Sonicare	-118750000	-23900000	16175000

Tab. 6.3.3.16.1: 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil der
Weichgewebe-Volumenveränderung der Sonicare-
und ADA-Zahnbürste am Zahn 26 in μm^3

Mit den Medianwerten $-48.550.000 \mu\text{m}^3$ für die ADA-Zahnbürste und $-23.900.000 \mu\text{m}^3$ für die Sonicare-Zahnbürste konnte nachgewiesen werden, dass eine Volumenabnahme des Weichgewebes innerhalb der Testphasen von jeweils drei Monaten bei beiden Zahnbürsten aufgetreten ist.

Mit einem Wert $p = 0,852$ zeigt der Mann-Whitney-U-Test, dass zwischen beiden Zahnbürsten keine signifikanten Unterschiede an Zahn 26 aufgetreten sind.

			TotVoländerung Weichgewebe
Mann-Whitney-U			436,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,842
Monte-Carlo- Signifikanz(2-seitig)	Signifikanz		,852(a)
	99%-Konfidenzintervall	Untergrenze	,843
		Obergrenze	,861

Tab. 6.3.3.16.2: Statistik für den Volumenvergleich der Sonicare- und ADA-Zahnbürste in Bezug zum Weichgewebe der Zähne 26

6.4 Fragebogen

6.4.1 Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürstenborsten

Die Beurteilung der teilnehmenden Probanden bezüglich des Härtegrades der beiden Zahnbürstenborsten erfolgte wie folgt:

1. Härtegrad der Sonicare-Zahnbürste

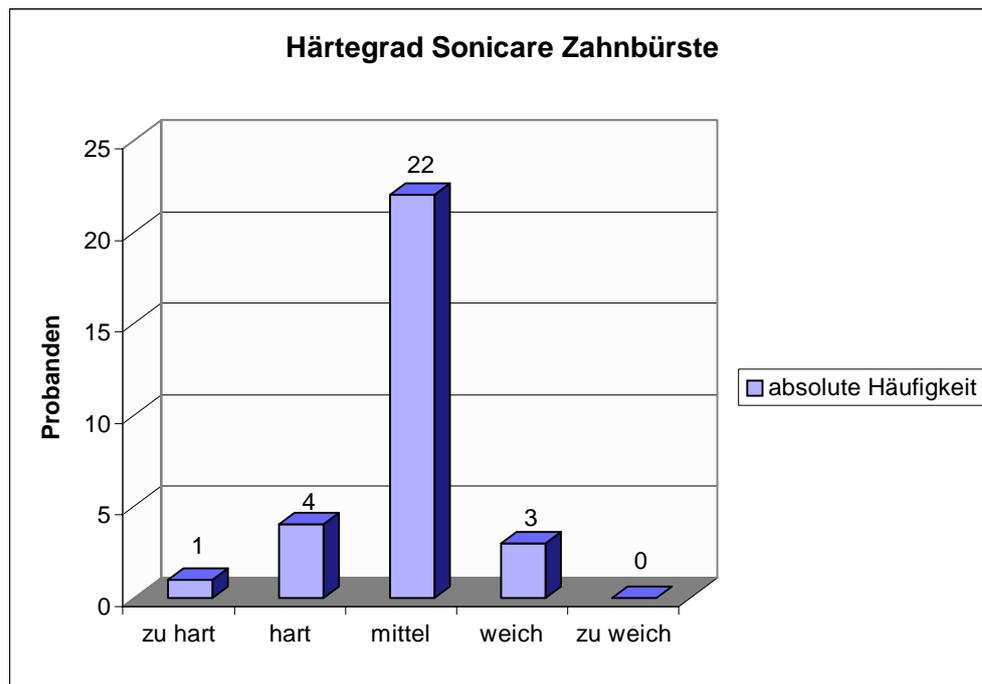


Abb. 6.4.1.1: Balkendiagramm für den Härtegrad der Zahnbürste Sonicare

Keiner der Probanden empfand die Sonicare als zu weich. Ein Teilnehmer gab an, diese als zu hart zu empfinden. Drei Teilnehmer bewerteten diese als weich und vier als hart. Der größte Teil der Probanden (22) schätzte die Borsten als mittelhart ein.

2. Härtegrad der ADA-Zahnbürste

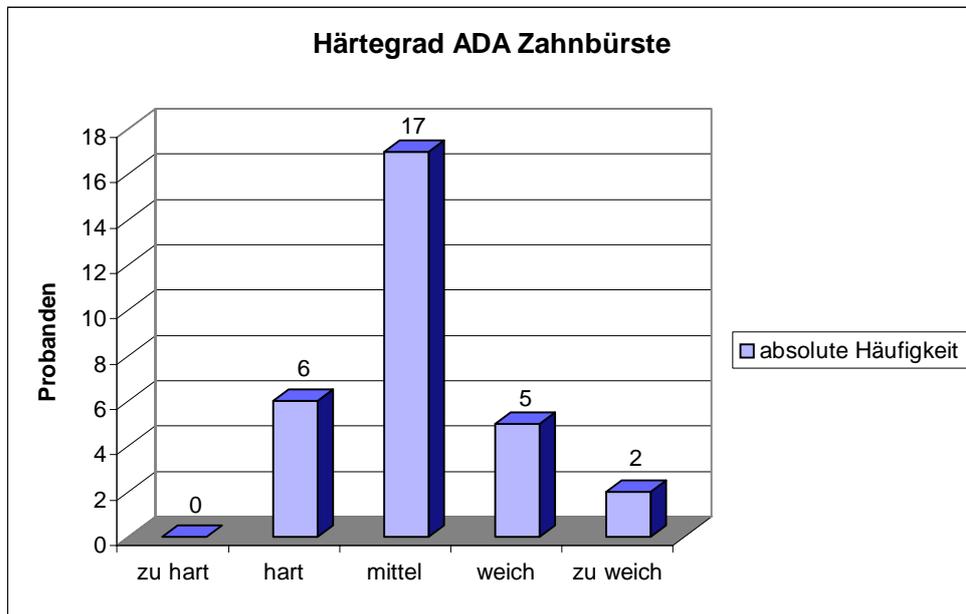


Abb. 6.4.1.2: Balkendiagramm für den Härtegrad der Zahnbürste ADA

Keiner der Probanden empfand die ADA als zu hart. Zwei Teilnehmer gaben an, diese als zu weich zu empfinden. Fünf Teilnehmer bewerteten diese als weich und sechs als hart. Der größte Teil der Probanden (17) schätzte die Borsten als mittelhart ein.

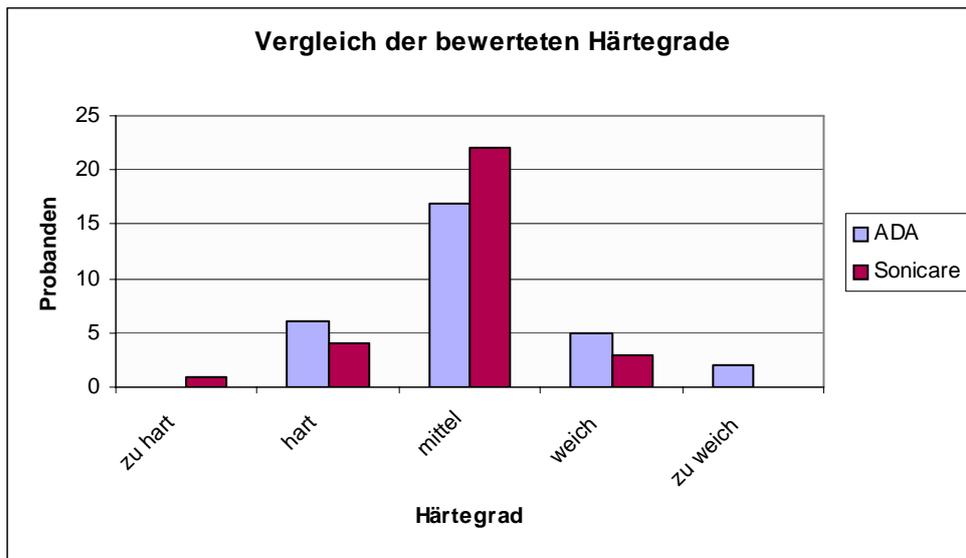


Abb. 6.4.1.3: Balkendiagramm für die Härtegradeinteilung

Wie aus der oben aufgeführten Tabelle sichtbar, sind keine relevanten Unterschiede in der Beurteilung der Borstenhärte festzustellen.

6.4.2 Beurteilung der Größe der Zahnbürstenköpfe

Bewertet wurde auch die Größe der Zahnbürstenköpfe.

1. Zahnbürstenkopfgroße Sonicare

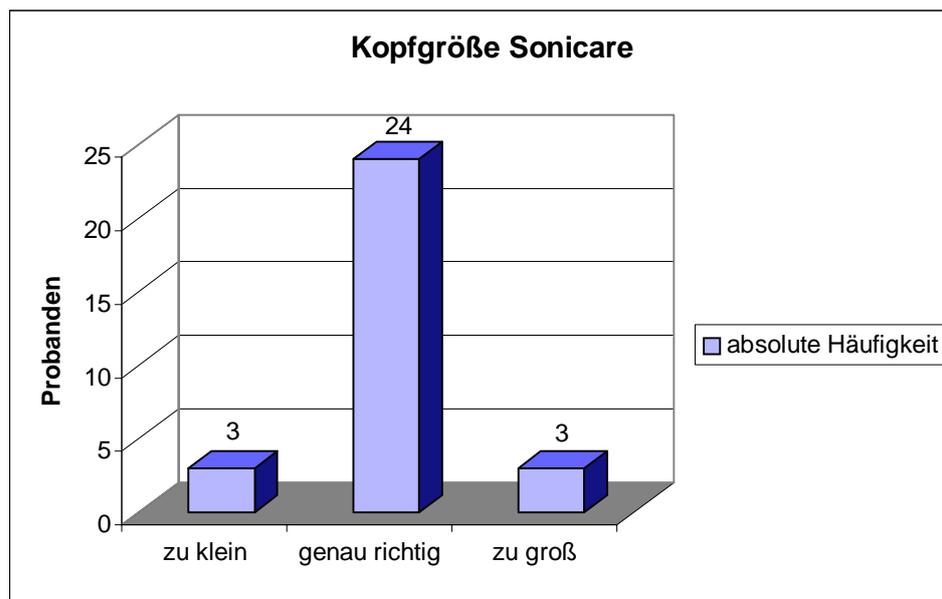


Abb. 6.4.2.1: Balkendiagramm für die Bürstenkopfgroße Sonicare

Jeweils drei Probanden empfanden den Bürstenkopf der Sonicare als zu klein bzw. als zu groß. Die überwiegende Mehrzahl der Teilnehmer beurteilte diese aber als genau richtig.

2. Zahnbürstenkopfgröße ADA

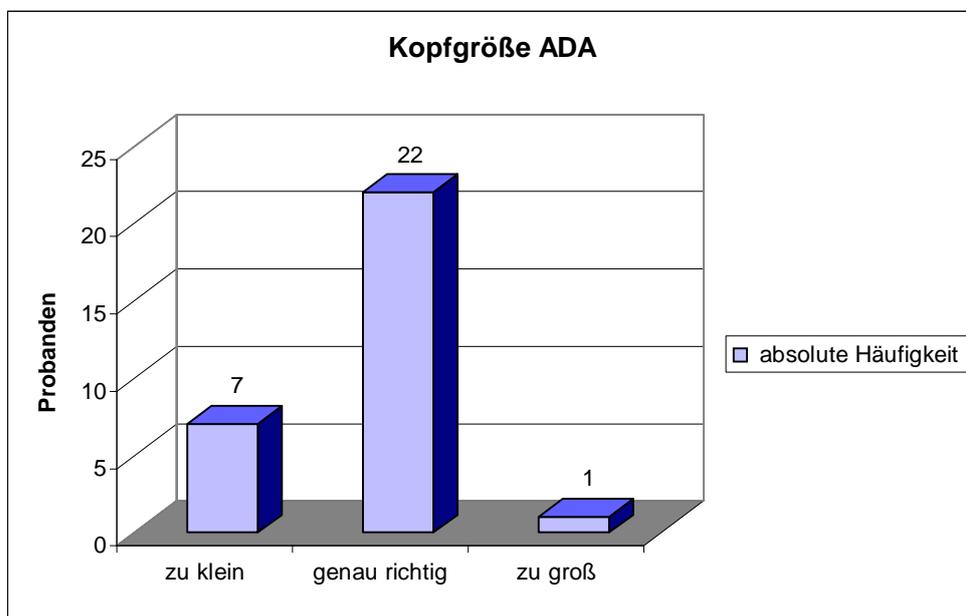


Abb. 6.4.2.2: Balkendiagramm für die Bürstenkopfgröße ADA

Der Bürstenkopf der ADA-Zahnbürste wurde von einem Probanden als zu groß bewertet. Sieben empfanden ihn als zu klein, während die Mehrheit der Teilnehmer (22) diesen als genau richtig empfanden.

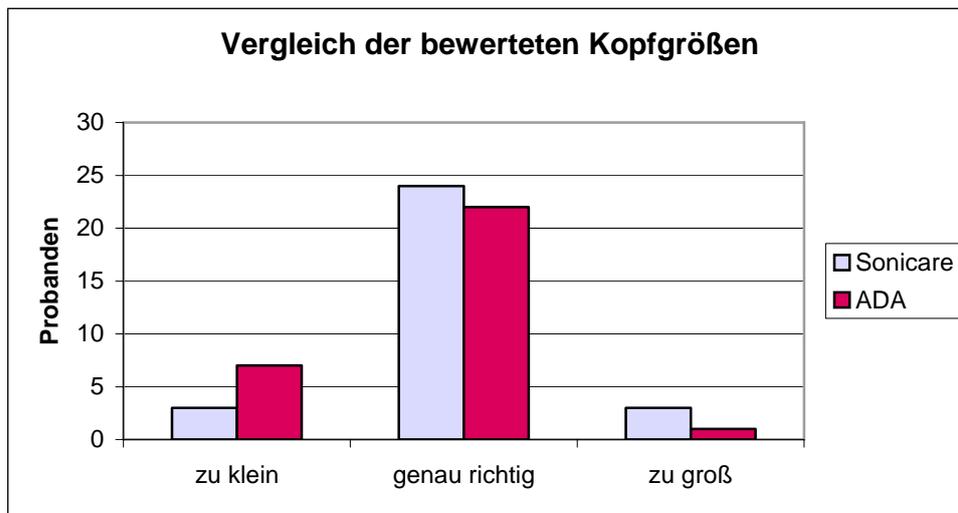


Abb. 6.4.2.3: Balkendiagramm für die Zahnbürstenkopfgröße

Es existieren keine relevanten Verteilungsunterschiede bei der Bewertung der Kopfgrößen der beiden Zahnbürsten.

6.4.3 Form des Bürstengriffes

Bei der Beurteilung des Bürstengriffes waren Mehrfachnennungen der Probanden möglich.

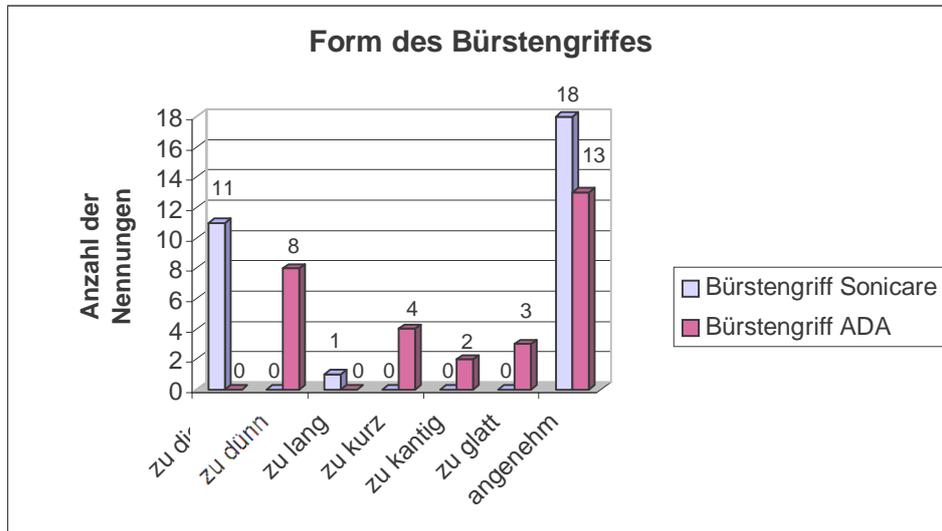


Abb. 6.4.3.1: Balkendiagramm für die Beurteilung der Bürstengriffform

Elf Teilnehmer fanden die Sonicare als zu dick, ein Proband beurteilte diese als zu lang, vier fanden, dass die ADA zu kurz sei und jeweils zwei werteten sie als zu glatt, sowie als zu kantig. Als angenehm empfanden 18 Teilnehmer die Sonicare und 13 die ADA.

6.4.4 Bevorzugte Zahnbürste in Bezug auf das Putzgefühl und das Gefühl der besseren Reinigung

1. Gefühl der besseren Reinigung

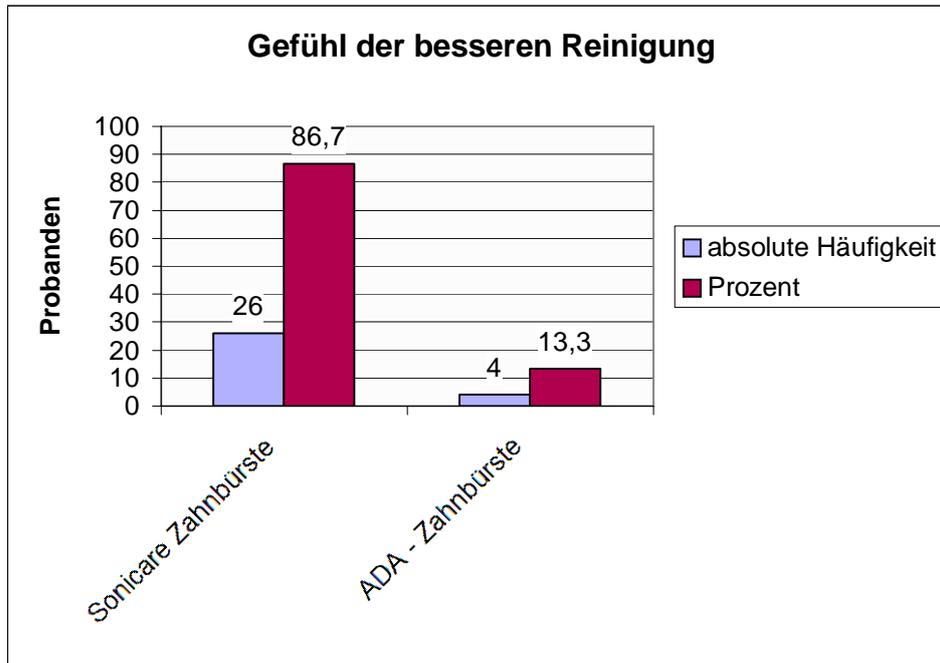


Abb. 6.4.4.1: Balkendiagramm für die Darstellung in Bezug auf das bessere Reinigungsgefühl

26 Probanden empfanden, dass die Sonicare eine bessere Reinigung erzielt als die ADA. Lediglich vier Teilnehmer hatten das Gefühl, die ADA wäre der Sonicare in ihrer Reinigungswirkung der Sonicare überlegen.

2. Angenehmeres Putzgefühl

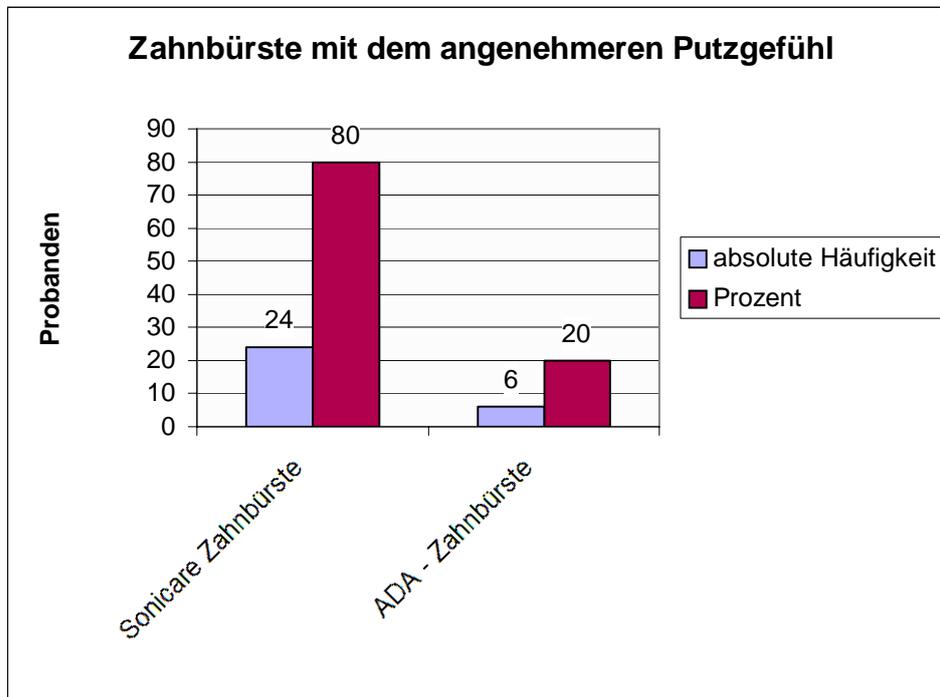


Abb. 6.4.4.2: Balkendiagramm für die Darstellung in Bezug auf das angenehmere Putzgefühl

24 Teilnehmer empfanden die Sonicare als die Zahnbürste, die das angenehmere Putzgefühl erzeugt, lediglich sechs Probanden empfanden, dass dies bei der ADA der Fall sei und bevorzugten diese im Vergleich zur Sonicare.

6.4.5 Insgesamt bevorzugte Zahnbürste

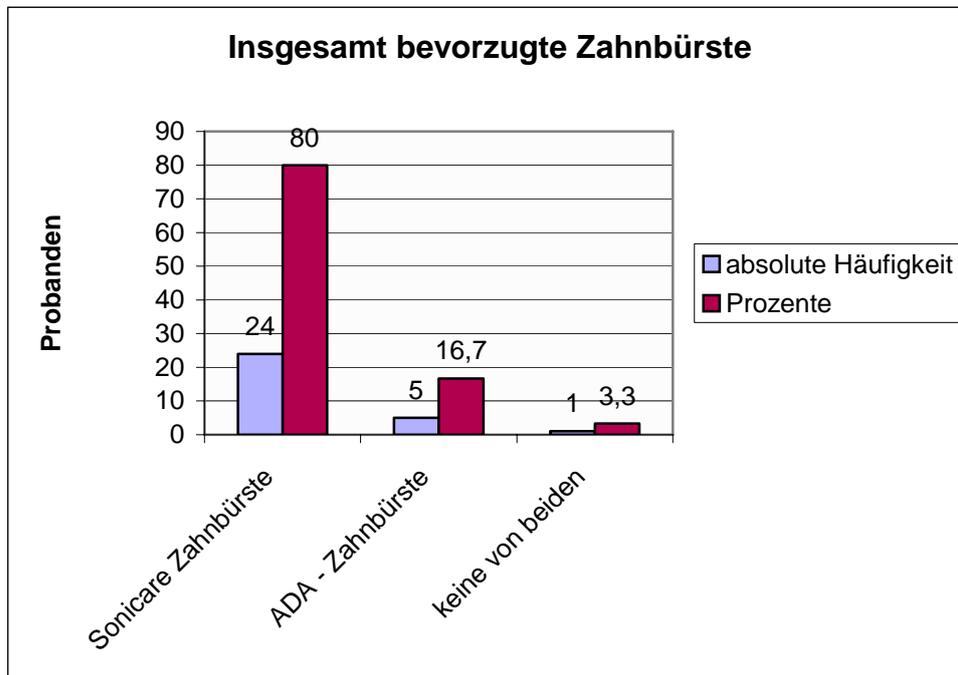


Abb. 6.4.5.1: Balkendiagramm zur Darstellung, welche der beiden Zahnbürsten die Probanden insgesamt bevorzugten

Die überwiegende Mehrzahl der Studienteilnehmer (24) bevorzugte die Sonicare im Vergleich zur ADA. Lediglich fünf Teilnehmer waren umgekehrter Meinung, wo hingegen nur ein Proband von keiner der beiden Zahnbürsten überzeugt war.

7. Diskussion

Es gibt zahlreiche Studien, die die Effizienz von Zahnbürsten bezüglich ihrer Wirkung auf das Zahnhart- und Weichgewebe sowie auf die Plaquereduktion untersuchten.

Die Problematik hinsichtlich dieser Studien bezieht sich allerdings auf die verschiedenen Bedingungen und Verlaufsmuster, die es erschweren, Vergleiche zwischen den Studien und den daraus resultierenden Ergebnissen zu ziehen.

Auf der Basis des derzeitigen Wissensstandes, ist davon auszugehen, dass jede Zahnbürste - auf dem Markt erhältlich - einen therapeutischen Effekt erzielt. Es wirft sich allerdings die Frage auf, welche Faktoren die Leistung einer Zahnbürste beeinflussen und welche Beurteilungskriterien über diese entscheiden.

7.1 Studiendesign

An dieser Studie nahmen gleichzeitig 30 Probanden teil, die jeweils nacheinander die Zahnbürsten testeten.

Eine Eingangsuntersuchung (Screening-Sitzung) fand zwecks Selektion der Studienteilnehmer vor Beginn der Studie statt. Hierbei mussten die Teilnehmer Gingivitis- und Plaquewerte aufweisen, die sie zur Teilnahme an der Studie qualifizierten.

Vorschlägen folgend, die Steinle (2003) in ihrer Dissertation aufführte, wurde zusätzlich zum qualifizierenden Plaqueindex auch ein Gingivitisindex in das Verfahren aufgenommen. Die Grenzwerte lagen beim Gingivitisindex bei $\geq 1,0$ und beim Plaqueindex $\geq 1,5$. Die Grenzwerte in der Studie von Khocht et al. (1992) lagen annähernd gleich, beim GI $\geq 0,9$ und PLI $\geq 1,8$. Auch bei Conforti et al. (2001) waren die Werte annähernd identisch mit GI $\geq 1,1$ und PLI $\geq 1,5$. Auf eine professionelle Zahnreinigung bei den Teilnehmern vor Beginn der Studie zwecks Nivellierung der Verhältnisse wurde verzichtet, stattdessen wurden die Teilnehmer angewiesen eine 12-16 stündige Mundhygieneabstinenz

sowohl vor der Eingangsuntersuchung als auch vor den vier Folgesitzungen einzuhalten.

In dieser Studie wurde zuerst die ADA-Referenzzahnbürste getestet und anschließend die Sonicare-Zahnbürste. Dieser Ablauf geschah aufgrund der Tatsache, dass die Patienten als Anreiz die - relativ teure - Sonicare nach erfolgreicher Beendigung der Studie behalten durften. Wäre zuerst die Sonicare getestet worden, hätte man davon ausgehen müssen, dass eine bestimmte Anzahl der Teilnehmer nach Ablauf der ersten Testphase und vor dem Wash-out abgesprungen wären und man diese nicht mehr in die Studie hätte einbeziehen können.

Im Vergleich zu anderen Studien (Borutta 1997, Klimek und Hellwig 1989) fand keine Eingewöhnungsphase für die Teilnehmer - um sich mit den Zahnbürsten vertraut zu machen - statt.

Mayer (1990) führt auf, dass elektrische Zahnbürsten einer relativ langen, zumindest zweiwöchigen Eingewöhnungszeit bedürfen.

Die relativ kleine Anzahl der Studienteilnehmer vermochte die Studie und ihren Ablauf übersichtlich zu gestalten, organisatorisch zu vereinfachen und trotzdem die Bedingungen der ADA (1998) erfüllen.

Die 12-16 stündige Abstinenz der Mundhygiene erwies sich als ausreichend, van der Weijden et al. (2001), Dörfer et al. (2001), Ernst et al. (1998) hatten eine Karenz von 48 Stunden vor jeder Studiensitzung angewiesen, was aber bei den Probanden dieser Studie aufgrund des beruflichen und sozialen Umfeldes der Teilnehmer nicht möglich gewesen wäre. Für die Teilnahme an der Studie bekamen die Probanden keine finanzielle Aufwandsentschädigung, so dass die Anforderungen an die Teilnehmer in einem gewissen Rahmen gehalten werden mussten, diese waren zwar eingeschränkt - erfüllten jedoch die Bedingungen der ADA. In der Studie von Jongenelis und Wiedemann (1997) war ebenfalls eine 12-stündige Abstinenz von den Probanden verlangt worden. Bei Singh et al. (1992, 2001), van Der Weijden et al. (1993) waren es 24 Stunden und bei Putt et al. (2001) 12-18 Stunden.

Ein nicht zu vernachlässigender Nachteil dieses Studiendesigns ist, wie schon erwähnt die mögliche Wechselwirkung der ersten Testphase auf die zweite (Heinecke et al. 1992). Aufgrund der nicht signifikanten Unterschiede, reichte die Wash-out-Phase von sieben Tagen aus, wie die Ergebnisse in Kap. 6 zeigen, mögliche Wechselwirkungen zu vermeiden und Carry-over-Effekte zu minimieren. Jedoch ist hierbei zu konstatieren,

dass eine Tendenz zu besseren Werten zum Zeitpunkt des Beginns der zweiten Testphase vorlag. Eine nahezu identische Ausgangslage für beide Testphasen ist nahezu unmöglich, die Wash-out-Phase zeigt jedoch, dass man trotz der Komplexität einer Studie und der Individualität der Teilnehmer mit diesem Vorgehen einen richtigen Weg eingeschlagen hat, nahezu gleiche Voraussetzungen zu schaffen. Es ist jedoch ratsam, in folgenden Studien diese Phase auf mehr als sieben Tage auszudehnen.

7.2 Anzahl und Alter der Studienteilnehmer

Die Anzahl der Teilnehmer an Studien variiert sehr stark, so schwankt diese zwischen 15 Teilnehmern (Niemi 1987) und 193 Teilnehmern (Sharma et al. 1994).

Aufgrund der Erfahrungen und Vorschläge aus einer ähnlichen Untersuchung mit 25 Teilnehmern (Steinle 2003) sind für die vorliegende Studie 30 Probanden ausgesucht worden, die die Teilnahmebedingungen (Kap. 4) erfüllten. Durch die Vorgaben der ADA für Studienbedingungen, wonach eine Mindestzahl von 25 Teilnehmern an einer Studie teilnehmen müssen (ADA 1998), konnte man mit 30 Teilnehmern die Wahrscheinlichkeit verringern, dass bei einem entsprechenden Ausfall einiger Probanden, dies zu einem Abbruch der Studie geführt hätte.

Hierbei war das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmern im Verhältnis annähernd 1:6 zu Gunsten der weiblichen Probanden. Da die Teilnehmer der Studie Patienten einer Zahnarztpraxis (eingeschränkte Auswahl an möglichen Probanden) waren, und nach strenger Selektion nur wenige die Teilnahmebedingungen erfüllten und auch gewillt waren, die Studie zu Ende zu führen, führte dies zu einem entsprechenden Missverhältnis zwischen den beiden Geschlechtern. Da jedoch die Bedingungen für die Teilnahme an dieser Studie geschlechtsspezifische Unterschiede ausschloßen, z.B. die Einnahme von Kontrazeptiva, kann somit von einem Nachteil bzgl. des Missverhältnisses für die Studie abgesehen werden.

Da die Herstellung von Gipsreplika ziemlich genau sein musste, wurden Modelle, die für das Scannen benötigt wurden, aber nicht genau genug ausgegossen bzw. die Abdrücke nicht exakt genug waren, aus der Vermessung herausgenommen. Da eine große Anzahl an Modellen vorhanden war (239 von 240 möglichen), verfälschte das Nichteinbeziehen eines Gipsreplikas das Ergebnis nicht.

Das Alter der Teilnehmer variierte zwischen 16 und 64 Jahren. Somit konnte davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse nicht einer bestimmten Altersgruppe zugesprochen werden konnten.

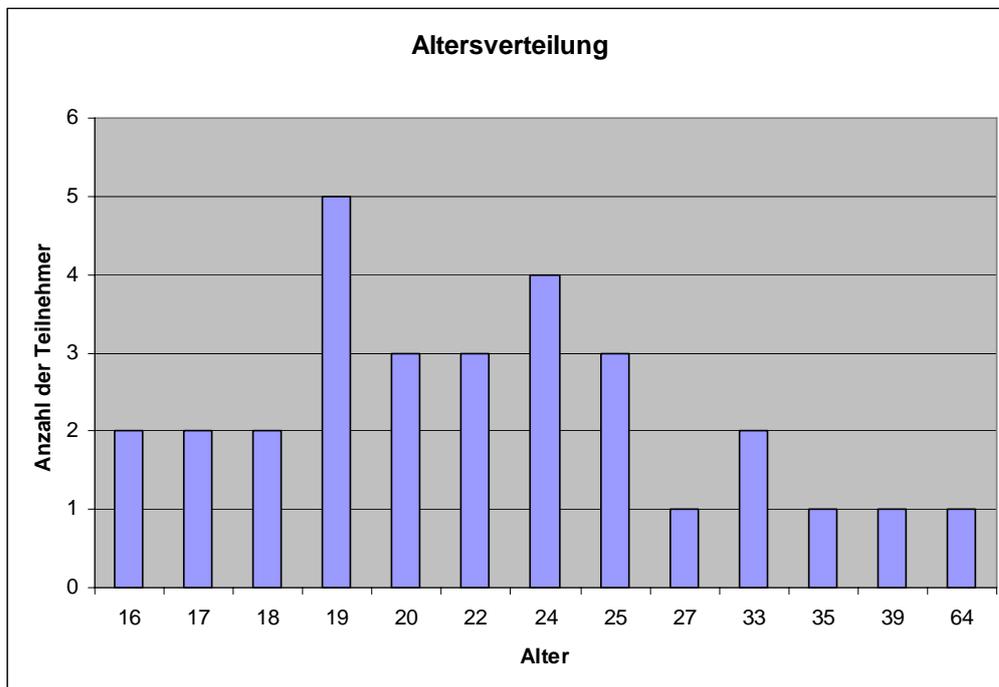


Abb. 7.2.1: Diagramm zur Darstellung der Altersverteilung

In der Studie von Dentino et al. (2002) war die Streuung der Teilnehmer bezüglich ihres Alters annähernd identisch, zwischen 18 und 65 Jahre, bei Zimmer et al. (2000) zwischen 13 und 69 Jahren.

7.3 Studiendauer

Den Erfahrungen und Empfehlungen folgend, die bei ähnlichen Zahnbürststudien gemacht wurden (Steinle 2003), sind bei dieser Studie beide Testphasen auf jeweils drei Monate angesetzt worden um gingivale Veränderungen besser eruieren zu können, da bei einer Studiendauer von wenigen Wochen nur marginale oder gar keine Veränderungen am Weichgewebe feststellbar wären.

Die Studiendauer bei ähnlichen Untersuchungen ist stark unterschiedlich, zwischen wenigen Wochen (Barnes et al. 1999, Ernst et al. 1998, Zimmer et al. 2000, Agerholm 1991) und mehreren Monaten (Wilson et al. 1993, Cronin et al. 1998). Die Vergleichsstudie mehrerer Zahnbürsten von Sharma et al. (2000) war sogar auf 18 Monate anberaumt.

Da Resultate bzgl. der Plaquerreduktion schon nach kurzer Zeit verifizierbar sind, reichen kürzere Zeiträume aus (Singh et al. 1992, Zimmer et al. 1999, Soparkar et al. 2000). Im Gegensatz dazu sind Veränderungen am Weichgewebe, Gingivitis oder Rezessionen erst nach längerer Zeit erkennbar. Mayer (1990) empfiehlt, endgültige Wertungen und Schlussfolgerungen keinesfalls vor einer zumindest achtwöchigen (reinen) Testzeit zu ziehen. Bei Studien in denen Veränderungen am Weichgewebe untersucht wurden, sind teilweise Zeiträume von mehr als sechs Monaten angesetzt worden (Yankell et al. 1996, Wilson et al. 1993).

7.4 Indexauswertung

7.4.1 Plaqueindexauswertung mit Hilfe des Turesky et al.-Indexes

Indices zur Objektivierung des Plaquebefalls und entzündlicher Veränderungen des Weichgewebes sollten mit exakten quantitativen Aussagen bei vertretbarem Zeitaufwand durchführbar sein.

Bei klinisch-wissenschaftlichen Studien bestimmt, außer der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit ähnlichen anderen Untersuchungen, die wissenschaftliche Fragestellung die Auswahl des Index.

In Abhängigkeit von der klinischen Fragestellung wurden in der Vergangenheit immer wieder neue Bewertungssysteme entwickelt. Dabei basieren die Mehrzahl der Plaqueindices auf der Sichtbarmachung der

Plaque durch Plaquerevelatoren. Indices, bei denen die Plaque nicht angefärbt wird, haben den Nachteil, dass bei der Bewertung der Zahnflächen diese inspiziert und mit der Sonde der Sulkus ausgestrichen werden muß, was den Verlauf der Studie zeitlich verzögert und den Behandler mit einer entsprechend größeren Erschwernis der Bewertung konfrontiert.

Lange et al. (1977) zeigen auf, dass der Plaque-Index nach Silness und Loe für klinisch-wissenschaftliche Studien zweifellos sehr genaue Beurteilungskriterien für die Erfassung der Plaque liefert. Dieser Index ist jedoch unter Zeitdruck in einer zahnärztlichen Praxis nicht durchführbar. Der Rustogi et al.-Index wurde in zahlreichen Studien benutzt, (Borutta 1997, Sharma et al. 2000, Nathoo et al. 2000, Singh et al. 1992) ist aber aufgrund seiner Komplexität bzgl. der Aufteilung der zu bewertenden Zahnflächen für diese Studie nicht geeignet und nicht nötig.

Den Empfehlungen der ADA (ADA 1998) folgend wurde in dieser Studie der modifizierte Turesky et al.-Index verwendet, da er aufgrund seiner Simplizität für diese Untersuchung alle Bedingungen und Erwartungen erfüllte und die Fehlerwahrscheinlichkeit aufgrund der bedingten subjektiven Bewertung minimierte. Der Turesky et al.-Index wurde auch in vielen anderen Studien, die die gleiche Thematik hatten, angewandt (Aass und Gjermo 2000, Haffajee et al. 2001, Dörfer et al. 2001, Dentino et al. 2002, Danser et al. 1998).

7.4.2 Gingivitisindexauswertung mit Hilfe des SBI nach Mühlemann und Son

Die entzündlichen Veränderungen der parodontalen Stützgewebe äußern sich klinisch in einer sichtbaren Schwellung, Farbveränderungen, erhöhter Blutungsneigung und Sekretion. In verschiedenen Bewertungssystemen werden diese klinischen Symptome als Beurteilungskriterien herangezogen und in verschiedenen Kategorien eingeteilt.

Zwei favorisierte Indices die häufig in Studien zur Bestimmung von Entzündungsprozessen herangezogen werden sind der Gingivalindex (GI) nach Loe und Silness (1963) (Van der Weijden et al. 1993, 1996, Haffajee 2001) und der SBI nach Mühlemann und Son (1971). Der SBI hat den Vorteil,

dass durch das Sondieren der Sulci Leitsymptome gingivaler Entzündungen schon in einem frühen Stadium erkannt werden können.

Das Blutungssymptom im Diagnostikverfahren hat eindeutige Vorteile. Es ist entweder vorhanden oder nicht, während Farbveränderungen und manchmal auch Formveränderungen stärker von der subjektiven Einschätzung des Untersuchers abhängen. Dies lässt die gingivalen Blutungsindices als geeignete Indikatoren bei der Suche nach frühen Abweichungen vom Gesunden erscheinen.

Curilovic und Axelsson kommen in ihrer Vergleichsstudie (1980) zum Schluß, dass der SBI bei der Entzündungsdiagnostik empfindlicher ist als der Gingivalindex.

Um eine eventuelle Inkonsistenz bei der Bewertung und Auswertung der Resultate zu vermeiden, hätte man zwecks Einarbeitung bei beiden Zahnbürsten eine bestimmte Anzahl der dafür zur Verfügung stehenden Probanden nicht in die Bewertung aufnehmen sollen. Dies war aber aufgrund der relativ geringen Probandenzahl nicht möglich.

Durch das invasive Vorgehen zwecks Beurteilung des Gingivalzustandes konnte man die Dauer der Studie in einem noch zeitlich annehmbaren Rahmen halten, da durch dieses Vorgehen - im Vergleich zu einer rein optischen Bewertung - Veränderungen schon in einem sehr frühen Stadium erkannt und beurteilt werden konnten, allerdings sind durch das Sondieren der Sulci auch Fehler im Vorgehen des Behandlers möglich, indem das Sondieren der Sulci rein nach Gefühl ausgeübt wird, zwar ist ein gleichmäßiges schonendes Ausstreichen der Sulci anzustreben - aber durch den Faktor Mensch auch zu einem gewissen Teil ein Wunschdenken.

Der zeitliche Rahmen von drei Monaten für jede Zahnbürste reichte aus um sowohl subjektiv als auch objektiv Veränderungen erkennen zu können.

Auch führte der qualifizierende Gingivitisindex dazu, dass nur Probanden in die Studie aufgenommen wurden die schon ein Mindestmaß an Ausprägung einer Gingivitis aufwiesen.

7.5 Zahnauswahl

Für diese Studie sind Zähne des oberen linken und rechten Quadranten ausgewählt worden und zwar die Zähne 13-16 und 23-26. Bei Fehlen eines dieser Zähne pro Quadrant wick man auf den Zahn 12 bzw. 22 aus.

Ausgehend von der Annahme, dass Veränderungen am Zahnhartgewebe wie keilförmige Defekte oder Schmelzabrasionen und Erosionen am häufigsten im oberen Prämolarenbereich auftreten, entschied man sich zur Untersuchung der oben erwähnten Zähne.

Ash und Arbor (1964) erwähnen die Problematik der Repräsentanz von Ergebnissen, bei der Auswahl bestimmter - und nicht aller Zähne, da dies nicht die wahre Leistung einer Zahnbürste widerspiegelt.

Eine Einbeziehung sämtlicher Zähne, wie es z.B. in der Studie von Haffajee et al. (2001) der Fall war, hätte den wirtschaftlichen und zeitlichen Rahmen dieser Studie gesprengt. Allein durch das Einbeziehen der zwei Quadranten in diese Studie, gewann man durch die Anzahl der Probanden (30) 240 Gipsreplika bzw. 960 zu bewertende Zähne.

7.6 Abdrucknahme

Aufgrund der Erfahrungen aus einer anderen Studie (Steinle 2003) entschied man sich bei der Abdrucknahme einen anderen Weg der Gewinnung von präzisen Abformungen zu gehen. Tatsache ist, dass bei der klassischen Abdrucknahme mit einem konfektionierten Löffel es durch die Abziehbewegung des Löffels zu Verformungen der Abdruckmasse kommen kann - aufgrund der spezifischen Morphologie der Zähne. Um diesen negativen Einflüssen entgegen zu wirken, benutzte man spezielle Abformmassenträger, die es ermöglichten nach Ende der Aushärtungsphase den Träger nach lateral abzuziehen, um somit Verformungen und Abrisse zu vermeiden bzw. zu minimieren und um hochpräzise Abdrücke zu gewinnen, die für die 3D-Auswertung eine „conditio sine qua non“ darstellten.

Die Begutachtung der Abdrücke und der ausgegossenen Modelle ergab, dass lediglich ein Abdruck für die Auswertung nicht präzise genug war, und aus dem Messverfahren herausgenommen wurde.

Nicht nur die Zähne, sondern auch der gesamte Gingivalsaum ist präzise abgeformt worden.

Der beschnittene Abdruck wurde nach der Erstabformung mit dem hochviskösen Silikon auf flottierende Anteile überprüft und trockengepustet.

Die Mischpistole für das dünnfließende Silikon wurde mit einer Mischkanüle bestückt und der Zahnkranz mit dem Korrekturmateriale gefüllt.

Dieses neuere Verfahren der Abdrucknahme - laterales Abziehen nach Ende des Polymerisationsverfahrens - ist aufgrund der positiven Ergebnisse auch für folgende Studien empfehlenswert.

7.7 Indexauswertung

7.7.1 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen

Für die Auswertung wurden die Indices „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler gesamt Plaqueindex Baseline + Follow-up“ benutzt. Unterschiede in der Effizienz der beiden Zahnbürsten gab es an den mesialen und vestibulären Zahnflächen der in die Studie aufgenommenen Zähne nicht, da mit $p = 0,167$ für die mesialen Zahnflächen und mit $p = 0,828$ für die vestibulären Zahnflächen keine signifikante Differenz vorlag. Lediglich an den distalen Zahnflächen war ein signifikanter Unterschied feststellbar. Hierbei reduzierte die Sonicare mit einem Medianwert von -1,31 pro Zahnfläche signifikant besser als die ADA-Zahnbürste mit einem Medianwert von -1,06.

Bezogen auf die Gesamtfläche war mit $p = 0,185$ kein signifikanter Unterschied feststellbar.

Durch die Aufteilung der Zahnflächen in drei Areale - mesial / vestibulär / distal, war der Arbeitsaufwand für die Studie entsprechend groß. Hätte man nur die Gesamtfläche bewertet oder einzelne Flächenanteile - vestibulär zum Beispiel, hätte man den Aufwand wesentlich verringern können, man hätte dann allerdings das Problem gehabt, die Unterschiede in der Wirksamkeit der beiden Zahnbürsten im Einzelnen nicht bewerten zu können. Die Ergebnisse wären dann recht ungenau und würden nicht die Unterschiede im Detail widerspiegeln.

Studien, in denen elektrische Zahnbürsten untereinander oder mit einfachen Handzahnbürsten verglichen wurden, findet man sehr viele in der Literatur. Die Ergebnisse differieren hier jedoch zum Teil stark voneinander. Das mag damit zusammenhängen, dass verschiedene Studiendesigns

Verwendung finden, die Dauer unterschiedlich ist, Zahnbürsten mit verschiedenen Funktionsmustern untersucht wurden und verschiedene Indices zur Geltung kamen.

In der Mehrzahl der Studien kam man zu dem Schluß, dass elektrische Zahnbürsten in ihrer Effizienz der einfachen Handzahnbürste überlegen sind (Dentino et al. 2002, Haffajee et al. 2001, Nathoo et al. 2000, Soparkar et al. 2000).

Um einzelne Studien und deren Ergebnisse besser miteinander vergleichen zu können, müsste man bestimmte Standards einführen - bezogen auf die Anzahl der Teilnehmer, die Dauer der Studie etc., die ein gewisses Maß an Objektivität ermöglichen.

7.7.2 Auswertung der Gingivitisindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten innerhalb der Sitzungen

Ausgehend von den Studienerfahrungen von Steinle (2003) hinsichtlich erkennbarer Veränderungen am Weichgewebe, wurde der Zeitraum für die Testphase einer Zahnbürste auf drei Monate festgesetzt, um Ab- oder Zunahmen an Weichgewebsvolumina feststellen zu können, da man davon ausgehen muß, dass es zu keinen nennenswerten Veränderungen kommt, wenn Zeiträume von wenigen Tagen oder Wochen angesetzt werden. Bezüglich ihrer Gingivitisreduktion sind signifikante Unterschiede zwischen den beiden Zahnbürsten feststellbar, die jedoch nur marginal waren und im Median nahezu identisch und unverändert. Hierbei war die ADA der Sonicare überlegen.

Es ist aber davon auszugehen, dass die statistisch signifikanten Unterschiede nicht unbedingt eine klinische Relevanz besitzen, da sie nur im 25-Perzentil-Bereich vorzufinden sind.

Ein weiterer Grund für die besseren Werte der ADA ist die Tatsache, dass die Ausgangswerte bzgl. der Gingivitis schlechter waren als die vergleichbaren Ausgangswerte für die Sonicare. Den Probanden fiel es einfacher schlechte Werte zu verbessern, als - im Vergleich - bessere Werte zu verbessern.

7.7.3 Auswertung der Plaqueindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten

Der Effektivitätsvergleich der beiden Zahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten wurde mit den Ausgangswerten der Baseline- und Follow-up-Sitzungen „Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler gesamt Plaqueindex prebrush“ durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigten auf, dass die Sonicare bezüglich ihrer Plaque-reduktionseffizienz marginal besser war als die ADA.

Es fand jedoch an den Einzelflächen mesial / vestibulär / distal als auch bezogen auf die Gesamtfläche, kein signifikanter Unterschied der beiden Zahnbürsten bezüglich der Plaquereduktion statt.

Ein Grund für das relativ gute Abschneiden der ADA-Zahnbürste könnte sein, dass die Probanden im Umgang mit einer Handzahnbürste mehr Erfolg hatten als mit einer elektrischen, da hierfür keine Umstellung der Putzgewohnheiten nötig war. Dies hat sich vermutlich als Vorteil für die ADA erwiesen.

Eine höhere Effizienz einer elektrischen Zahnbürste im Vergleich zu einer manuellen in der Plaquereduktion wiesen van der Weijden et al. (1993, 1998), Ruhlman et al. (2001), Johnson (1994) nach, wobei in diesen Studien zum Teil andere Zahnbürsten miteinander verglichen wurden.

Trimpeneers et al. (1997) verglichen drei verschiedene elektrische Zahnbürsten mit einer manuellen Zahnbürste. Die Ergebnisse waren ebenso überraschend, unter den Testzahnbürsten war die manuelle Zahnbürste bezüglich der Plaqueeliminierung am effektivsten.

7.7.4 Auswertung der Gingivitisindexwerte bezüglich der Effizienz der beiden Testzahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten

Die Untersuchung wurde mit den „Mean Differenzwerten mesialer / vestibulärer / distaler gesamt Gingivitisindex prebrush“ durchgeführt.

Da man die Studiendauer bewusst auf sechs Monate auslegte, jeweils drei Monate für eine Testphase und eine Zahnbürste - um auch Veränderungen am Weichgewebe feststellen zu können, waren die Ergebnisse für die Studie verwertbar.

Verglich man die Zahnbürsten untereinander, so kam es lediglich im mesialen Zahnalsbereich - sowie bezogen auf die Gesamtfläche - zu signifikanten Unterschieden. Hierbei war die Reduktionseffizienz der Sonicare größer.

Einzel betrachtet führten beide Zahnbürsten an allen Teilflächen der bewerteten Zahnflächen zu einer Reduktion der Gingivitis.

Die Ergebnisse bestätigten die Ansicht, man würde mit einer längeren Testphase - also mehr als ein Monat pro Zahnbürste, entsprechend besser verwertbare Ergebnisse bekommen. Die zeigte sich auch in den Studien von Sharma et al. (1994, 2000), Heasman et al. (1999). Diesen Erkenntnissen widerspricht eine Studiendauer von 30 Tagen, die Sowinski et al. (2000), Soparkar et al. (2000) und Sharma et al. (2000) für ihre Studien auswählten und ebenso - trotz verkürzter Testphase - zu Ergebnissen kamen, die signifikante Gingivitisreduktionen aufwiesen. Bei diesen Studien betrug die Anzahl der Teilnehmer allerdings zwischen 62 und 110, somit ist davon auszugehen, dass u.a. die große Anzahl der Probanden die kürzere Testphase relativierte. Ebenso ist davon auszugehen, dass durch effektive Plaquerreduktion eine Gingivitis in 1-2 Wochen reduziert bzw. eliminiert werden kann, somit sind Studiendauern von bis zu vier Wochen durchaus vertretbar.

7.8 3D-Evaluation

7.8.1 Zahnhartsubstanz-Volumenveränderungen bezogen auf alle Zähne

Mit den geringen Medianwerten $-7.755.000 \mu\text{m}^3$ für die ADA-Zahnbürste und $-3.010.000 \mu\text{m}^3$ für die Sonicare-Zahnbürste konnte nachgewiesen werden, dass ein Substanzabtrag innerhalb der Testphase von drei Monaten aufgetreten ist. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Zahnbürsten konnte allerdings nicht nachgewiesen werden.

Die Genauigkeit der Abdrucknahme und der ausgegossenen Gipsreplika waren von großer Bedeutung, da dadurch eine Eruiierung und Verifizierung der gewonnenen Indiceswerte durchgeführt werden konnte. Ein fast doppelt so großer Volumenabtrag durch die ADA-Zahnbürste lässt vermuten, dass die Probanden mit der ADA-Zahnbürste mehr Druck auf die

Zahnhartsubstanz ausübten - die Abrasion dadurch größer war, als mit der Sonicare-Zahnbürste, die durch ihr eigenständiges Design einen direkten Übertrag der Druckkraft erschwert.

Die Untersuchungen von Sarker et al. (1997) zeigten, dass drei elektrisch betriebene Zahnbürsten (u.a. Sonicare) jeweils einen geringeren Abrasionswert aufwiesen als die in der Studie mit untersuchte Handzahnbürste.

In der Studie von Lea et al. (2004) wurde in vitro nachgewiesen, dass elektrische Zahnbürsten (u.a. Sonicare) nach 20-minütigen Gebrauch keine in einem Spektrometer sichtbaren Abrasionsspuren hinterlassen, wodurch die in dieser Studie erzielten Ergebnisse bestätigt werden.

Auch Kugel und Boghosian (2002) kommen in ihrer Studie zu ähnlichen Ergebnissen wonach die Sonicare geringere Abrasionswerte aufweist als andere im Vergleich getestete elektrisch betriebene Zahnbürsten.

Einzelne Werte fielen in den positiven Bereich, was darauf schließen lässt, dass die Abdrücke entweder nicht exakt genug waren oder aber - was ein größeres Problem darstellt, die Plaqueauflagerung an der Zahnhartsubstanz. Der 3D-Scanner ist nicht in der Lage aufgelagerte Plaque von natürlicher Zahnhartsubstanz zu unterscheiden, somit kann dies zu verfälschten Ergebnissen führen, wenn man diese Problematik außer Acht lässt. Aufgelagerte Plaque wird somit als Volumenzunahme interpretiert und kann die Genauigkeit sowie die Ergebnisse in Frage stellen. Um diese Fehlerquelle auszuschließen sollte man bei folgenden Studien, die noch verbliebene Plaque mit Revelatoren sichtbar machen und nachträglich entfernen.

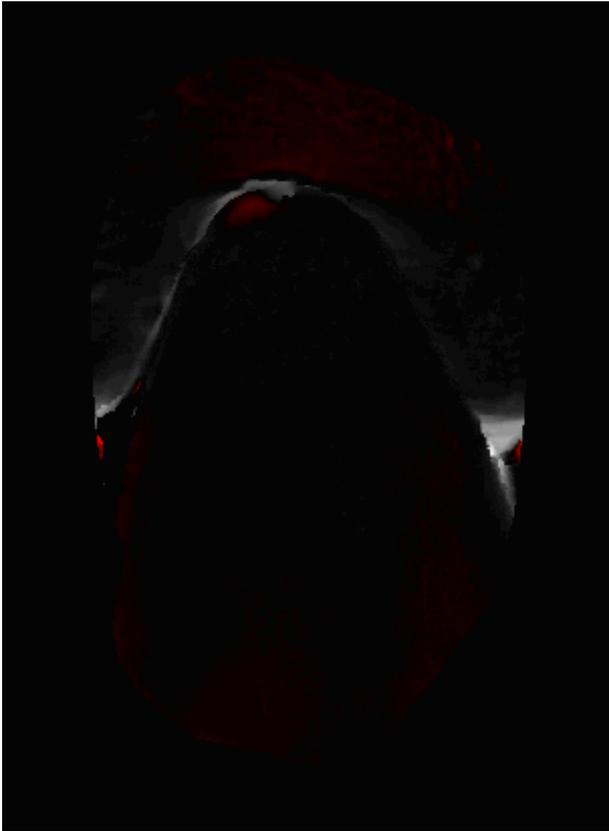


Abb. 7.8.8.1 : 3D-Differenzbild eines Zahnes mit zervikal-vestibulärer Plaqueauflagerung, als dunkler Bereich zu erkennen

7.8.2 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf alle Zähne

Innerhalb der beiden Testphasen kam es bei beiden Zahnbürsten zu einer Abnahme des Gingivavolumens. Hierbei war im Median die Abnahme bei der ADA-Zahnbürste doppelt so groß als bei der Sonicare.

Die Ursache für diesen Unterschied liegt allerdings nicht nur in der unterschiedlichen Effizienz der beiden Zahnbürsten, sondern auch in den unterschiedlichen Gingivitis-Ausgangswerten. Anhand der Indiceswerte konnte man sehen, dass für die ADA-Zahnbürste die Ausgangswerte schlechter waren als für die Sonicare-Zahnbürste, diese waren jedoch nicht signifikant und reichten aus, um von annähernd gleichen Bedingungen für beide Zahnbürsten auszugehen. Um die Bedingungen zu verbessern sollte

in folgenden Studien die Wash-out-Phase von einer Woche auf zwei oder mehr Wochen verlängert werden.

Vergleicht man die Ergebnisse der 3D-Evaluation mit den Ergebnissen - gewonnen aus der Indicesbewertung, so entdeckt man einen Widerspruch: wie oben erwähnt zeigt die 3D-Auswertung, dass die ADA effizienter putzt, während in der Indexbewertung dies der umgekehrte Fall ist. Eine mögliche Ursache dessen könnte die fehlende Objektivität bei der Bewertung der Ergebnisse sein, durch die subjektive Bewertung fließen offensichtlich Fehler mit ein, die das Ergebnis verfälschen können.

Analog zu den Werten der Zahnhartsubstanzvolumenabnahme ist auch beim Weichgewebe eine annähernd doppelt so große Volumenabnahme durch die ADA feststellbar. Eine mögliche Interpretation dieser Ergebnisse wäre - wie schon oben erwähnt - dass der Gebrauch der elektrischen Zahnbürste Sonicare mit anfänglichen Schwierigkeiten verbunden ist.

Der größere Abtrag durch die ADA-Zahnbürste könnte eine Folge größerer direkter Kraftübertragung sein. Bei der Sonicare-Zahnbürste ist heftiges Drücken / Pressen der Zahnbürste an der Zahnoberfläche durch den Benutzer kontraproduktiv, da durch kräftiges Drücken / Pressen die Bürstenschwingungen gedämpft werden und somit die Effizienz verringert wird und somit auch der Substanzabtrag. Eine längere Studiendauer mit der Möglichkeit die Anwendung der getesteten elektrischen Zahnbürste zu üben, hätte aus diesem Grunde möglicherweise zu einem anderen Ergebnis geführt.

Ein Vergleich der Effizienz bezogen auf die beiden Quadranten zeigt folgendes Ergebnis: die ADA putzt im 2. Quadranten fast durchgängig besser als im 1., während bei der Sonicare dies umgekehrt der Fall ist. Die Frage, ob dies von der Gewohnheit der Probanden - Linkshänder / Rechtshänder abhängig ist bzw. ob dies einen Einfluß haben könnte auf die Ergebnisse, konnte nicht geklärt werden, da dazu keine Angaben durch die Teilnehmer gemacht wurden. Es konnte somit kein Bezug zwischen der Gewohnheit und der entsprechenden Bürste bestimmt werden. Dies sollte in folgenden Studien bedacht werden, und im Fragebogen sollte die Frage aufgegriffen werden, ob der Teilnehmer Rechts- oder Linkshänder ist.

7.8.3 Weichgewebe-Volumenveränderungen bezogen auf einzelne Zähne

Bei beiden Zahnbürsten wurde bezüglich der Weichgewebevolumentveränderungen eine Volumenabnahme am Zahn 13 gemessen. Die ADA-Zahnbürste hat mit $-22.600.000 \mu\text{m}^3$ eine größere Volumenabnahme erreicht als die Sonicare, mit einem Wert von $-7.690.000 \mu\text{m}^3$.

Durch die besondere Lage der Eckzähne - hier Zahn 13 - welcher im Zahnkranz vestibulärer / exponierter steht als die benachbarten Zähne, ist eine größere Belastung sowohl des Zahnhart- als auch des Weichgewebes die Konsequenz. Dies zeigt sich in Form von Abrasion und Rezession. Offensichtlich ermöglicht die ADA in dieser Hinsicht - bedingt durch die einfache Bauweise und Funktion ein heftigeres Drücken und somit die oben aufgeführten Folgen.

Bezüglich des Zahnes 14 (Zahn 12) sorgte die ADA-Zahnbürste für eine signifikant größere Volumenabnahme als die Sonicare, die zu einer Volumenzunahme führte.

Die Gründe für die bessere Effizienz und somit auch bessere Volumenabnahme an dem Zahn 14 bzw. 12 durch die ADA, könnte u.a. darin liegen, dass diese im Verhältnis zur Sonicare handlicher und dem Fragebogen nach, patientenfreundlicher ist. Vor allem für Rechtshänder dürfte es schwierig sein, optimale Putzeffizienz im 1. Quadranten zu erreichen, bedingt durch die technische und optische Ausführung der Sonicare. Ein anderer Faktor - als mögliche Ursache - könnte aber auch der Wangendruck sein, der sich negativ auf die Putzeffizienz ausübt. Möglich wäre, dass der Wangendruck die Bürstenschwingungen reduziert bzw. verlangsamt und somit die Effizienz reduziert.

Zu einem im Verhältnis ähnlichen Ergebnis führte auch die Auswertung an Zahn 15: hier lag der Medianwert bei ADA $-22.350.000 \mu\text{m}^3$, bei der Sonicare war dieser unterdessen bei $1.610.000 \mu\text{m}^3$.

Die Sonicare-Zahnbürste führte zu einer deutlichen Abnahme des Weichgewebevolumentens an Zahn 16 im Vergleich zur ADA-Zahnbürste. Ursache für die starke Reduktion an Zahn 16 durch die Sonicare ist offensichtlich - wie bei Zahn 13 - die zum Vestibulum hin exponierte Position der 6-er Molaren im Zahnkranz. Diese bietet der Sonicare eine

bessere Möglichkeit, die Zähne zu reinigen und somit auch positiv auf Zahnfleischentzündungen zu wirken.

Eine Durchsicht der Modelle bestätigte diese Annahme, in dem eine Vielzahl von Modellen die Exponiertheit zum Vestibulum hin zeigte.

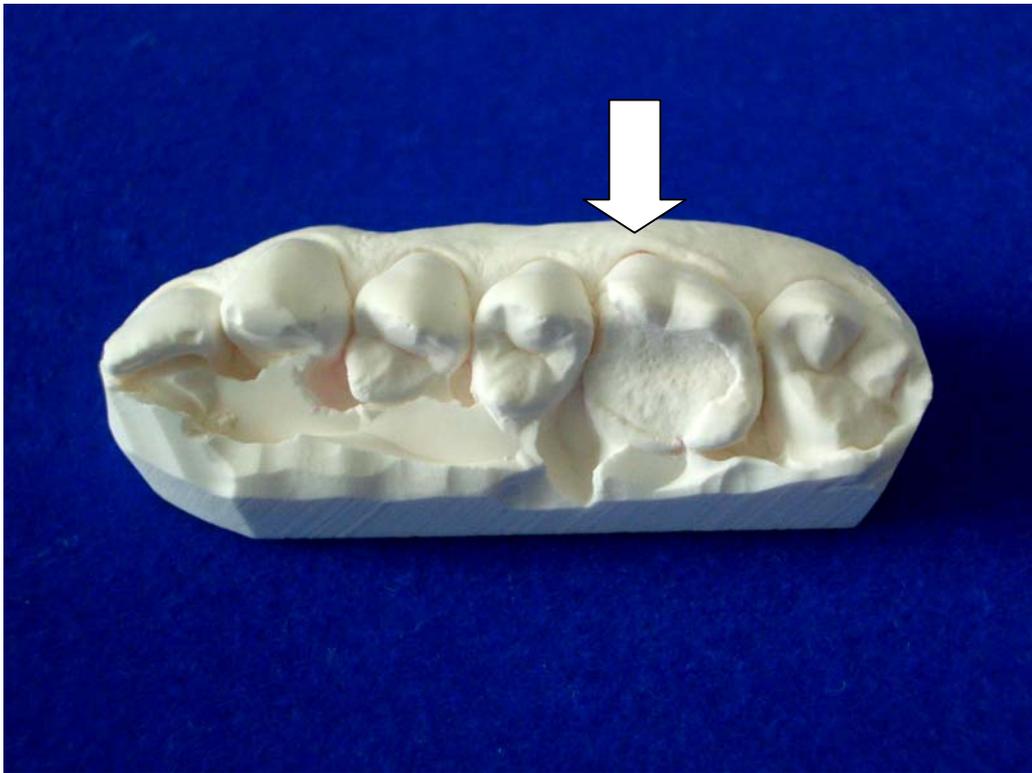


Abb. 7.8.3.1: Gipsreplik zur Darstellung der Exponiertheit

Der Grund für das schlechtere Abschneiden der ADA an Zahn 16 liegt offensichtlich im Design der Bürste. So ist der Kopf der Zahnbürste zwar mittelgroß, jedoch nicht groß genug um effizient die 6-er Molaren zu reinigen.

Der Bürstkopf der Sonicare ist zwar in der Größe nahezu identisch, jedoch kommt hier die Funktion der Sonicare zur Geltung und eliminiert diesen Nachteil der Kopfgröße durch ihre hohe Schwingungsfrequenz.

Am Zahnweichgewebe der Zähne 23, 24 (22), 25, 26 führte die zweimalige über drei Monate dauernde Testphase bei beiden Zahnbürsten zu einer Volumenreduktion. So sind die Reduktionswerte der Sonicare an den Zähnen 23 besser, an den Zähnen 24, 25, 26 schlechter als bei der ADA-Zahnbürste. Grund für diese Reduktionswerte könnte sein, - ausgehend von

der Annahme - dass die Mehrzahl der Bevölkerung respektive Mehrzahl der Teilnehmer - Rechtshänder sind, es einem Rechtshänder leichter fällt mit einer einfachen Zahnbürste - wie der ADA - bedingt durch die Handstellung, Zähne im 2. Quadranten leichter und besser zu putzen als im 1. Quadranten. Die Vorteile, die die Sonicare im 1. Quadranten hatte, fallen somit für den 2. Quadranten weniger ins Gewicht.

Die Auswertungen ließen im Gesamten betrachtet folgenden Schluß zu: Mit Ausnahme der Zähne 16 und 23, reduzierte die ADA-Zahnbürste durchgehend an allen Zähnen das Weichgewebsvolumen im Median mehr als die Sonicare, wenn auch nicht immer signifikant.

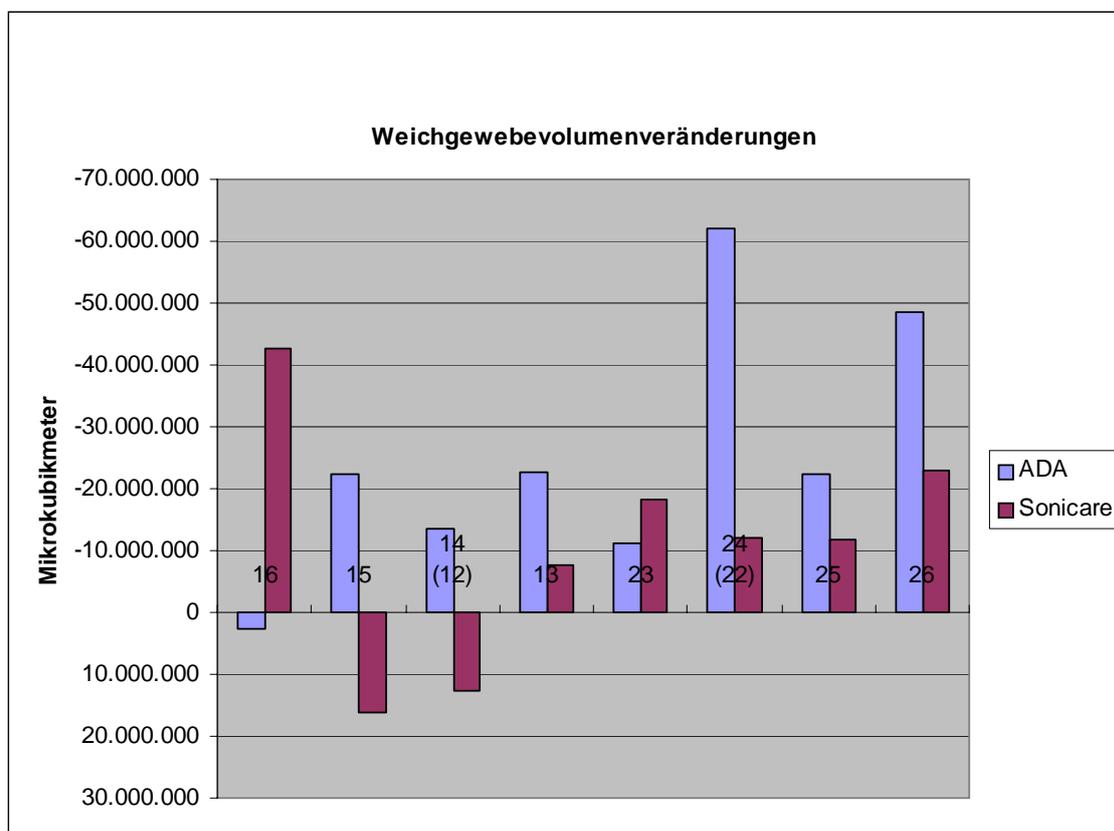


Abb. 7.8.3.2: Diagramm zur Darstellung der Weichgewebsveränderungen einzelner Zähne

Diese Schlussfolgerung wird durch die Studienergebnisse von Niemi (1987) bestätigt, auch in dieser Studie führten die getesteten Handzahn-

bürsten im Vergleich zu der elektrisch betriebenen Zahnbürste zu einer größeren Weichgewebsreduktion.

Die Ergebnisse der 3D-Auswertung und der Indicesauswertung lassen folgende Schlüsse zu:

- Aufgrund der durch die 3D-Auswertung bestätigten Zahnhartsubstanzabnahme kann man davon ausgehen, dass die Abdrucknahme und Replikaherstellung präzise genug sind
- Die größere Reduzierung an Weichgewebe durch die ADA überraschte, da man davon ausging, dass bedingt durch die Funktionsweise der Sonicare, diese der ADA überlegen sei. Einer der Gründe hierfür könnte sein - wie schon oben erwähnt, die bessere Handlichkeit der ADA-Zahnbürste, an die sich die Patienten im Gegensatz zur Sonicare nicht erst gewöhnen mussten. Für diese Annahme spricht auch das Ergebnis des Substanzverlustes an Hartgewebe, auch hier war es vermutlich einfacher mehr Druck auf die Zähne während des Putzens auszuüben, als dies bei der Sonicare der Fall war
- Ein weiterer Grund für die bessere Gingivitisreduktion der ADA könnte sein, dass zu Anfang der ersten Testphase die Werte für die Gingivitis schlechter waren als zum Beginn der zweiten Testphase, somit war es leichter, die Werte in der ersten Phase zu verbessern
- Durch die Unterschiede im Antrieb, ist ein größerer Substanzverlust durch die Sonicare schwerer zu erreichen - bei Probanden, die sich durch heftiges Drücken die Zähne putzen, dabei nimmt die Anzahl der Schwingungen pro Minute ab, und somit auch die Effizienz

Vom Studiendesign her, war es eine offene Studie also weder eine Doppelblind- noch eine Einzelblind-Studie. Sowohl der Behandler als auch die Teilnehmer wussten somit welche Zahnbürste in welcher Testphase getestet wurde. Um subjektive Einflüsse des Behandlers / der Probanden auf die Studie zu vermeiden, sollte man nur Studien durchführen in denen es gänzlich unmöglich ist, durch Subjektivität ganz gleich ob von Seite des

Behandlers oder der Probanden, Einfluß auf den Studienverlauf und die Studienergebnisse nehmen zu können.

7.9 Fragebogen

1. Beurteilung des Härtegrades der Zahnbürstenborsten:

Die Mehrzahl der Probanden beurteilte die Borsten beider Zahnbürsten als „mittelhart“. Die weitgehend übereinstimmenden Beurteilungen zu beiden Bürsten überraschten nicht, da beide Zahnbürsten mit mittelharten Borsten bestückt waren.

2. Beurteilung der Größe der Zahnbürstenköpfe:

Da die Längen der Bürstenköpfe beider Zahnbürsten nahezu identisch waren, war es auch hier nicht überraschend, dass die Mehrzahl der Studienteilnehmer bei der Bewertung beider Zahnbürsten bzgl. der Größe gleiche Angaben machten.

Die Mehrzahl der Teilnehmer (22 bei ADA, 24 bei Sonicare) empfand die Kopfgröße als genau richtig. Eine nicht zu vernachlässigende Anzahl an Teilnehmern (7) gab an, der Kopf der ADA-Zahnbürste sei zu klein, dies überraschte nicht, da davon auszugehen war, dass die ADA-Zahnbürste im Vergleich zu den im Handel käuflichen Zahnbürsten eine grazilere Kopfgröße aufweist, als die von den Probanden vor der Studie benutzten Zahnbürsten.

In der Studie von Steinle (2003) gaben die Teilnehmer für die ADA-Zahnbürste mehrheitlich die Bewertung „genau richtig“ an. Offensichtlich zeigen sich die Probanden in beiden Studien mit dieser Größe sehr zufrieden, und scheinen auch in dorsalen Bereichen der Mundhöhle damit gute Mundhygiene betreiben zu können.

3. Form des Bürstengriffs:

Am häufigsten empfanden die Probanden die Sonicare als angenehm (18). Der Handgriff der Sonicare ist im Vergleich zur ADA-Zahnbürste objektiv voluminöser, dies spiegelte sich auch in der Bewertung wieder: 11 Teilnehmer empfanden diese als zu dick, während keiner der Probanden dieses bei der ADA empfand.

Die Antworten streuten sich bei der Angabe für die ADA, ob diese zu glatt, zu kantig oder zu kurz seien. Man kann davon ausgehen, dass die Teilnehmer aufgrund dieser Entscheidungen mit dem Griff der ADA nicht zurecht kamen und dieser in gewisser Hinsicht verbessert werden sollte um den Ansprüchen gerecht zu werden.

Beide Zahnbürsten sind in ihrer Längsform, gerade, also nicht abgewinkelt. Hein (1980) hält den geraden Griff für am zweckmäßigsten, da die abgewinkelten Zahnbürsten nicht für alle Kieferbereiche geeignet seien. Aufgrund der überwiegend positiven Bewertung der Sonicare, ist davon auszugehen, dass die Form (runder Griff) den Wünschen der Probanden entspricht, lediglich das Volumen sollte - soweit technisch möglich, reduziert werden.

4. Insgesamt bevorzugte Zahnbürste:

80% der Probanden entschieden sich bei der Frage, welche der beiden Zahnbürsten sie bevorzugen würden für die Sonicare-Zahnbürste.

In der Studie von Steinle (2003), entschieden sich 60 % für die in der Studie getestete Elmex-Handzahnbürste, während lediglich 24 % die ADA-Zahnbürste favorisierten. Dies zeigt auf, dass die ADA-Zahnbürste aufgrund verschiedener Kriterien, die u.a. hier aufgeführt werden, im Vergleich zu anderen getesteten Zahnbürsten weniger bevorzugt wird. Für die Bewertung in dieser Studie spielen offensichtlich mehrere Faktoren eine entscheidende Rolle:

- die Tatsache, dass die Probanden wussten, die Sonicare sei teurer als die ADA und man offensichtlich der Ansicht war, diese sei somit auch besser
- allein die verschiedenen Funktionsmechanismen der beiden Zahnbürsten - elektrisch versus manuell, bewog die Teilnehmer für die Sonicare in der Mehrzahl zu stimmen
- die Wahl für oder gegen eine Zahnbürste durch den Benutzer wird häufig durch das Design bestimmt, offensichtlich liegt die Sonicare in diesem Punkt der ADA-Zahnbürste gegenüber im Vorteil, dies wissen auch die Hersteller der Dentalfirmen, die durch ansprechende Optik und Haptik ihre Produkte zu verkaufen versuchen

5. Reinigungs- / Putzgefühl:

86,7% der Probanden gaben an, die Sonicare erziele eine bessere Reinigungswirkung als die ADA. Auffallend ist hierbei, dass die Bewertungen der Teilnehmer mit den Ergebnissen der 3D-Auswertung korrelieren. So zeigt die objektive 3D-Auswertung eine fast an allen Zähnen bessere Reinigungswirkung durch die ADA.

80% der Probanden waren der Ansicht, die Sonicare würde das bessere Putzgefühl erzeugen. Die Antworten auf diese Fragen, dürften rein subjektiv sein und leiten sich offensichtlich von den oben erwähnten verschiedenen Funktionsmechanismen ab.

Vergleicht man die aus dem Fragebogen gewonnenen Ergebnisse mit der Indicesauswertung, so lässt sich daraus schließen, dass sich das bessere Putz- und Reinigungsgefühl für die Sonicare auch in der Effizienz widerspiegelt.

In der Studie von van der Weijden et al. (1998) entschieden sich die Probanden ebenfalls mehrheitlich für die elektrisch betriebene Handzahnbürste aufgrund des besseren Putz- und Reinigungsgefühls. Festzustellen war ebenfalls, dass die Teilnehmer der Studie mit der elektrischen Zahnbürste länger putzten als mit der Handzahnbürste (van der Weijden et al. 1998, Johnson und McInnes 1994).

Die Untersuchungen von Johnson und McInnes (1994) wiesen auf, dass die Teilnehmer nach Beendigung der Studie von der Wirkung der Sonicare her überzeugt waren und diese weiterhin benutzten, also von ihrer Wirkung her überzeugt waren.

Aass und Gjermo (2000) untersuchten in ihrer Studie die Philips HP 555 - eine elektrische Handzahnbürste - mit einer manuellen Zahnbürste, hierbei ergab die Auswertung des Fragebogens, dass lediglich 2% der Teilnehmer die Handzahnbürste bevorzugten.

Die Ergebnisse dieser Studien - obwohl mit verschiedenen Zahnbürsten untersucht - zeigten auf, dass sich die Teilnehmer mehrheitlich für die elektrische Zahnbürste entschieden, die Beweggründe für diese Entscheidungsfindung liegen in der Tatsache, dass die Probanden von der Funktionsweise und Reinigungseffizienz der elektrischen Zahnbürste gegenüber der " einfachen " Handzahnbürste überzeugt waren und diese bevorzugten.

Vorschläge und Anregungen für zukünftige Studien:

- Aufgrund der Erfahrungen mit diesem Studiendesign - der Behandler wusste in welcher Testphase welche Zahnbürste getestet wurde, sollte auf jeden Fall eine Single-blind-Studie - noch besser wäre eine doppel verblindete, durchgeführt werden, um Objektivität zu gewährleisten.
- Die Probandenzahl mit 30 Teilnehmern erfüllte die Studienbedingungen der ADA (1998) und hielt die Studie in einem gewissen Maß überschaubar - sowohl zeitlich als auch organisatorisch, für zukünftige Studien sollte aber eine Probandenzahl zwischen 50 und 100 angestrebt werden, um noch genauere Daten in der Auswertung zu bekommen.
- Verlängerung der Studiendauer von insgesamt sechs Monaten auf ein Jahr, dies beinhaltet zwar gewisse Schwierigkeiten - die Wahrscheinlichkeit, dass eine bestimmte Anzahl der Teilnehmer die Studie nicht zu Ende führen würde, dies würde aber wiederum durch die Erhöhung der Teilnehmerzahl ausgeglichen und relativiert werden.
- Objektivere Meßverfahren zur Bewertung der Plaque- und Gingivitisreduktion, die Studie verdeutlichte, dass subjektives Empfinden die objektive Indicesbewertung beeinflussen kann, man sollte Wege finden, die es ermöglichen, subjektive Meß- und Bewertungsmethoden gänzlich durch objektive Verfahren zu ersetzen, hierzu gehören z. B. planimetrische Messverfahren, mit Hilfe von Fotodokumentationen " vorher-nachher ". Mit dem 3D-Scanverfahren ist ein großer Schritt in diese Richtung getan worden, leider sind diese neuen Möglichkeiten in ihrem alltäglichen Gebrauch und Praxis stark eingeschränkt.
- Zukünftig sollte man die Bewertungsareale aus den vestibulären Bereichen in die approximalen interdentalen Räume verlagern, das Augenmerk sollte hier mehr auf die Bewertung der papillären Bereiche gelegt werden, da sich Retentionsnischen - bedingt durch die Zahnmorphologie zwischen den Zähnen - vorfinden lassen, die Ursache für Karies, Gingivitiden und Parodontopathien sein können. Veränderungen gesunden Weich- und Hartgewebes lassen sich hier in

einem sehr frühen Erkrankungsstadium erkennen und bewerten.

- Um größtmögliche gleiche Bewertungskriterien in einer vergleichenden Zahnbürststudie zu erzielen, sollten vor Beginn einer Studie zwingend Eingewöhnungsphasen von einer oder mehreren Wochen eingeführt und eingehalten werden. Dies hätte zum Zweck, dass die Probanden zum Beginn einer Studie mit dem Versuchsobjekt vertraut seien, und Ergebnisse nicht durch eigentlich irrelevante Gründe verfälscht würden, z.B. in dem die Putzeffizienz gemindert würde, da die Probanden erst während einer Studienphase lernten mit einer neuen Zahnbürste umzugehen und diese richtig zu benutzen, es sollten auch für alle Teilnehmer gleiche Putztechniken und Zeiten vorgegeben sein, da diese zwei Faktoren erheblichen Einfluß auf Ergebnisse haben können, die nicht dem Versuchsobjekt selbst zugeschrieben werden können.
- Man sollte für zukünftige Studien den Faktor " Rechtshänder / Linkshänder " in die Auswertung miteinbeziehen, um somit Vergleiche anstellen zu können, wie sich dies auf die Effizienz im entsprechenden Quadranten auswirkt.
- Ein weiterer Schritt zwecks Optimierung und Vereinfachung von Studienabläufen sollte sein - das Ausgießen und die Herstellung der Replikamodelle zu umgehen, indem man nicht die Modelle einscann und vermisst sondern die Abdrücke, somit könnte ein Zwischenschritt und eine mögliche Fehlerquelle vermieden werden. Die Problematik dieses Verfahrens liegt allerdings im Scanner und im Abdruckmaterial. Für die direkte Abtastung der Abdrücke sind jedoch Scanner notwendig, die kontaktlos die Oberfläche der Abdrücke ablesen, da diese ja verformbar sind. Scanner, die dieses Verfahren beherrschen, haben den Nachteil, dass sie sehr anfällig sind und Farbe, Transparenz und Oberflächenbeschaffenheit der Abdrücke das Scannen erschweren und Ergebnisse verfälschen können (DeLong et al. 2001).
- Um eine eventuelle Inkonsistenz bei der Bewertung und Auswertung durch den Untersucher zu vermeiden sollte zukünftig eine Kalibrierungsphase eingeführt werden, da die Umsetzung theoretischen

Wissens über Indices in die Praxis, häufig für Ungeübte, mit Fehlern behaftet sein können.

Hierbei "gewöhnt" sich der Behandler z.B. an das Vorgehen und Auswerten bestimmter Indices, die Ausführung sollte an Probanden geübt werden, die nicht Teilnehmer der entsprechenden auf die Kalibrierungsphase folgenden Studie sind.

8. Zusammenfassung

Aufgabe dieser auf sechs Monate begrenzten Studie war die Untersuchung der beiden Zahnbürsten ADA und Sonicare Advance.

Die ADA-Zahnbürste ist eine von der ADA (1998) empfohlene Referenzzahnbürste.

Die Sonicare-Zahnbürste ist eine schallaktive elektrische Zahnbürste, die sich durch diesen besonderen Reinigungsmechanismus auszeichnet.

Untersucht und verglichen wurden die beiden Zahnbürsten hinsichtlich ihrer Effizienz bezüglich Plaque- und Gingivitisreduktion.

Zur Bestimmung der Plaquewerte wurde der Turesky et al.-Index (1970) benutzt. Die Gingivitiswerte wurden mit dem Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Mühleman und Son (1971) bestimmt.

Beide Zahnbürsten wurden bezüglich ihrer Effizienz innerhalb der Sitzungen (kurzfristig) als auch über den Testzeitraum von drei Monaten pro Zahnbürste untersucht.

Die Wash-out-Phase von sieben Tagen - zwischen beiden Testphasen - sollte mundhygienebedingte Auswirkungen auf die zweite Testphase vermeiden und Carry-over-Effekte minimieren. Die Auswertung der gewonnenen Daten ergab, dass mögliche negative Einflüsse auf den zweiten Teil der Studie durch die Wash-out-Phase vermieden wurden.

Die Indexauswertung ergab folgende Ergebnisse:

Die Evaluierung der Indices und der daraus gewonnenen Daten ergab, dass beide Zahnbürsten innerhalb der Sitzungen die Plaque reduzierten.

Die Überprüfung, ob es signifikante Unterschiede zwischen beiden Zahnbürsten gab - hinsichtlich der Reduktion - führte zu dem Ergebnis,

dass es Unterschiede nur an den distalen Zahnflächen gab, hierbei putzte die Sonicare effizienter als die ADA.

Die Reduzierung gingivaler Entzündungen innerhalb der Sitzungen war durch die ADA-Zahnbürste effektiver und signifikant, wobei hier erwähnt werden muß, dass eine Gingivitis innerhalb einer Sitzung ja nicht reduziert werden kann, es wurde lediglich festgestellt, dass Sondierungsblutungen während der Sitzungen und nach dem Putzen der Zähne, geringer ausfielen.

Beide Zahnbürsten reduzierten auch die Plaque in dem für die Studie begrenzten Zeitraum von jeweils drei Monaten. Es waren jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Zahnbürsten feststellbar.

Beide Zahnbürsten führten jeweils zu einer Reduktion des Weichgewebsvolumens innerhalb der drei Monate, die Sonicare war jedoch aufgrund ihrer Reinigungseffizienz - bezogen auf die Gesamtfläche, laut Indexauswertung signifikant besser.

Um die durch die subjektive Indexauswertung gewonnenen Daten objektiv zu verifizieren wurden mit einem 3D-Laserscanner und dem dazu entsprechenden weiterverarbeitenden „Match 3D-Programm“, Gipsreplika der zu untersuchenden Zähne ausgegossen und vermessen. Hierbei konnten mit diesem Verfahren Volumenveränderungen am Weichgewebe als auch Hartgewebe gemessen werden.

Die Ergebnisse, die mit diesem Verfahren erzielt wurden, lauten wie folgt:

- Beide Zahnbürsten erzielten am Zahnhartgewebe einen Substanzverlust. Die dadurch verursachte Abrasion war bei der ADA-Zahnbürste größer. Signifikante Unterschiede waren jedoch nicht feststellbar.
- Ebenso erfolgte eine Weichgewebsvolumenabnahme durch den Gebrauch beider Zahnbürsten. Bezogen auf einzelne Zähne, lag lediglich an den Zähnen 24 (bzw. 22) und 14 (bzw. 12) ein klinisch signifikanter Unterschied vor. Unter Einbeziehung aller Zähne zusammen, konnte dies jedoch nicht bestätigt werden.

Die Auswertung der Fragebögen - ausgefüllt durch die Probanden am Ende der Studienteilnahme - zeigte auf, dass die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer die Sonicare-Zahnbürste bevorzugt.

Die aufgestellten Hypothesen (Kap. 3) wurden wie folgt bestätigt bzw. widerlegt:

Innerhalb der Sitzungen ist die Sonicare - der Indexauswertung nach - der ADA-Zahnbürste in ihrer Plaque- und Gingivitisreduktion nur teilweise überlegen.

Die Reduktion der Sondierungsblutung innerhalb der Sitzungen ist durch die ADA effizienter.

Bezogen auf die Plaquerreduktion im Zeitraum von drei Monaten, ist keine signifikante Dominanz der Sonicare feststellbar.

Die bessere Reduktion der Gingivitis durch die Sonicare - laut gewonnener Daten durch die Indexauswertung - wird durch die 3D-Auswertung nur teilweise bestätigt, ausschließlich an Zahn 16.

Zahnputztraumata fielen durch die geringere Zahnhartvolumenabnahme bei der Sonicare-Zahnbürste geringer aus, sie ist somit weniger abrasiv als die ADA.

Das für die Evaluierung und Verifizierung der gewonnenen Ergebnisse aus den Indicesauswertungen - in die Studie miteinbezogene dreidimensionale Messverfahren - bestätigte die gewonnenen Daten nur teilweise.

Die Hypothese, die Sonicare würde nach drei Monaten zu einer größeren Gingivitisreduktion führen, wurde durch die Indexauswertung bestätigt, allerdings durch die 3D-Auswertung teilweise widerlegt. Eine Reduktion der Zahnfleischentzündung fand durch beide Zahnbürsten statt.

Durch die Auswertung der Indices, kam man zu dem Schluß, dass die Sonicare bezüglich der Plaquerreduktion effizienter sei, signifikante Unterschiede konnten jedoch diesbezüglich nicht festgestellt werden.

9. Literaturverzeichnis

Aass AM, Gjermo P:

Comparison of oral hygiene efficacy of one manual and two electric toothbrushes.

Acta Odontol Scand 2000; 58: 166-170

Addy M:

Measuring success in toothbrush design - an opinion and debate of the concepts.

Int Dent J 1998; 48(1): 509-518

Agerholm DM:

A clinical trial to evaluate plaque removal with a double-headed toothbrush.

British Dental Journal 1991; 11: 411-413

Ainamo J, Bay I:

Problems and proposals for recording gingivitis and plaque

Int Dent J 1975; 25: 229-235

Ash MM, Arbor A:

A review of the Problems and Results of Studies on Manual and Power Toothbrushes.

J. Periodontology 1964 May-June; 35: 10-21

Balanyk TE, Sharma NC, Galustians J:

A clinical study of comparative plaque removal performance of two manual toothbrushes.

J Clin Dent 1993; 4 Suppl D: D8-12

Barnes CM, Russell CM, Weatherford T:

A Comparison of the Efficacy of 2 Powered Toothbrushes in Affecting Plaque Accumulation, Gingivitis, and Gingival Bleeding

J Periodontol 1999; 70: 840-847

Barnes CM, Russell CM, Weatherford TW:
A comparison of the Efficacy of 2 Powered Toothbrushes in Affecting
Plaque Accumulation, Gingivitis, and Gingival Bleeding.
J Periodontol 1999; 70: 840-847

Borutta A:
Plaque Removal Efficacy of a Newly Developed Powered Toothbrush in
the Primary Dentition of Pre-school Children.
J Clin Dent 1997; 8: 151-155

Boyd RL:
Clinical and Laboratory Evaluation of Powered Electric
Toothbrushes:Review of the Literature.
J Clin Dent 1997; 8: 67-71

Boyd RL, McLey L, Zahradnik R:
Clinical and Laboratory Evaluation of Powered Electric Toothbrushes:
In Vivo Determination of Average Force for Use of Manual and Powered
Toothbrushes.
J Clin Dent 1997; 8: 72-75

Conforti NJ, Chaves ES, Liebman J, Bowman JP, Warren PR, Cugini M:
A comparative 3-month clinical investigation of the safety and efficacy of a
battery-operated and a rechargeable oscillating-rotating power toothbrush.
Am J Dent 2001; 14: 59-62

Cronin M, Dembling W, Warren PR, King DW:
A 3-month clinical investigation comparing the safety and efficacy of a
novel electric toothbrush (Braun Oral-B 3D Plaque Remover) with a
manual toothbrush.
Am J Dent 1998; 11: 17-21

Cronin MJ, Dembling W, Conforti NJ, Liebman J Cugini M, Warren PR:
A single-use 3-month clinical investigation of the comparative efficacy of a
battery-operated power toothbrush and a manual toothbrush.
Am J Dent 2001 Nov; 14 Spec No: 19B-24B

Curilovic Z, Axelsson P:
SBI versus GI - eine klinische Studie.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1980; 90 (4): 368-373

Danser MM, Timmerman MF, Ijzerman Y, van Der Velden U, Warren PR,
van Der Weijden FA:
A comparison of electric toothbrushes in their potential to cause gingival
abrasion of oral soft tissues.
Am J Dent 1998; 11: 35-39

DeLong R, Pintado MR, Ko CC, Hodges JS, Douglas WH:
Factors Influencing Optical 3D Scanning of Vinyl Polysiloxane Impression
Materials.
J Prosthodont 2001; 10: 78-85

Dentino AR, Derderian G, Wolf M, Cugini M, Johnson R, van Swol RL,
King D, Marks P, Warren P:
Six-Month Comparison of Powered Versus Manual Toothbrushing for Safety
and Efficacy in the Absence of Professional Instruction in Mechanical
Plaque Control.
J Periodontol 2002; 73 (7): 770-778

Dörfer CE, von Bethlenfalvy ER, Staehle HJ, Pioch T:
Comparison of the safety and efficacy of an oscillating / rotating battery-
powered toothbrush and a standard manual toothbrush.
Am J Dent 2001 Nov; 14 Spec No: 25B-28B

Dörfer CE, Berbig B, von Bethlenfalvy ER, Staehle HJ, Pioch T:
A clinical study to compare the efficacy of 2 electric toothbrushes in plaque
removal.
J Clin Periodontol 2001; 28: 987-994

Dörfer CE, von Bethlenfalvy ER, Pioch T, Galustians HJ, Qaqish J,
Sharma NC:
Clinical evaluation of the efficacy of a battery-powered toothbrush. Results
from two independent studies.
Am J Dent 2001; 14: 273-277

Einwag J, Pieper K:
Kinderzahnheilkunde.
München, Urban und Schwarzenberg 1997

Elliot JR, Bowers GM, Clemmer BA, Rovelstad GA:
Evaluation of an oral physiotherapy center in the reduction of bacterial
plaque and periodontal disease.
J Periodontol 1972; 43: 221-224

Ernst CP, Nauth C, Willershausen B, Warren PR:
Clinical plaque removing efficacy of a new power toothbrush.
Am J Dent 1998; 11: 13-16

Grossman E, Cronin M, Dembling W, Proskin H:
A comparative clinical study of extrinsic tooth stain removal with two
electric toothbrushes (Braun D7 and D9) and a manual brush.
Am J Dent 1996; 9: 25-29

Gustafsson B, Quensel C, Lanke L, Lundquist C, Grahnen H, Bonow B,
Krasse B:
The Vipeholm dental caries study. The effect of different levels of
carbohydrate intake on caries activity in 436 individuals observed for five
years.
Acta Odonto Scand 1953; 11: 232

Haffajee AD, Thompson M, Torresyap G, Guerrero D, Socransky SS:
Efficacy of manual and powered toothbrushes (I). Effect on clinical
parameters.
J Clin Periodontol 2001; 28: 937-946

Heasman P:
Powered Toothbrushes.
British Dental Journal 1998; 4: 168-169

Heasman P, Wilson Z, MacGregor I, Kelly P:
Comparative study of electric and manual toothbrushes in patients with
fixed orthodontic appliances.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 114: 45-49

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

Heinecke A, Hultsch E, Reppes R:
Medizinische Biometrie.
Berlin, Springer Verlag 1992

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

Heidemann D:
Parodontologie.
München, Urban und Schwarzenberg 1997

Heintze SD, Jost-Brinkmann PG, Loundos J:
Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared
with a manual technique in orthodontic patients.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1996; 110: 630-638

Henschke B, Lange DE, Vahl J:
Vergleichende rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen von
Zahnbürsten mit Kunststoff- und Naturborsten.
Dtsch. zahnärztl. Z. 1978; 33: 220

Isaacs RL, Beiswanger BB, Rosenfeld ST, Crawford JL, Mau MS, Eckert
GJ, Warren PR:
A crossover clinical investigation of the safety and efficacy of a new
oscillating / rotating electric toothbrush and a high frequency electric
toothbrush.
Am J Dent 1998; 11: 7-12

Jongenelis APJM, Wiedemann W:

A comparison of plaque removal effectiveness of an electric versus a manual toothbrush in children.

Journal Of Dentistry For Children 1997; May-June: 176-182

Keyes PH:

Recent advances in dental caries research bacteriology. Bacteriological findings and biological implications.

Int Dent J 1962; 12: 443

Khocht A, Spindel L, Person P:

A Comparative Clinical Study of the Safety and Efficacy of Three Toothbrushes.

J Periodontol 1992; 63: 603-610

Khocht A, Simon G, Person P, Denepitiya L:

Gingival Recession in Relation to History of Hard Toothbrush Use.

J Periodontol 1993; 64: 900-905

Klimek J, Hellwig E:

Klinischer Vergleich einer neu eingeführten Zahnbürste mit zwei im Handel erhältlichen Zahnbürsten.

Oralprophylaxe 1989; 11: 144-148

Kozai K, Iwai T, Miura K:

Residual contamination of toothbrushes by microorganisms.

Journal Of Dentistry For Children 1989; May-June: 201-204

König KG:

Karies und Kariesprophylaxe.

München, Goldmann 2. Auflage 1974

Kugel G, Boghosian AA:

Effects of the sonicare toothbrush for specific indications.

Compend Contin Educ Dent 2002 July; 23(7 Suppl 1): 7-10

Kugel G, Boghosian AA:
Effects of the sonicare toothbrush for specific indications.
Compend Contin Educ Dent 2002 July; 23(7 Suppl 1): 11-14

Kunzelmann KH:
Verschleißanalyse und Quantifizierung von Füllungsmaterialien in vivo
und in vitro. Habilitationsschrift an der Ludwig-Maximilians-Universität
München (1996)

Lange DE, Plagman HC, Eenboom A, Promesberger A:
Klinische Bewertungsverfahren zur Objektivierung der Mundhygiene
Dtsch. zahnärztl. Z. 1977; 32: 44-47

Lea SC, Price GJ, Walmsley AD:
Does cavitation occur around powered toothbrushes?
J Clin Periodontol 2004 Feb; 31(2),: 77-78

Listgarten MA:
Pathogenesis of periodontitis.
J Clin Periodontol 1986; 13: 418-425

Lobene RR, Weatherford T, Ross NM:
A modified gingival index for use in clinical trials.
Clin Prev Dent 1986; 8: 3-6

Löe H, Theilade E, Jensen SB:
Experimental Gingivitis in Man.
J Periodontol 1965; 5/177-15/187

Mayer R:
Elektrische Zahnbürste – Handzahnbürste, ein Vergleichstest.
ZWR 1990; 3: 188-192

McCracken GL, Stacey F, Haesman L, Sellers P, Macgregor, Kelly PJ, Heasman PA:
A comparative Study of Two Toothbrushes and One Manual Toothbrush in Young Adults.
J Clin Dent 2001; 12: 7-10

Mehl A, Gloger W, Kunzelmann KH, Hickel R:
A New Optical 3-D Device for the Detection of Wear.
J Dent Res 1997; 76(11): 1799-1807

Mierau HD, Schöning R, Schmitt P:
Keilförmige Defekte, Erosionen, erosiv-abrasive Additionsdefekte - auch ein parodontologisches Problem.
Vortrag Forum Periodontologicum VI (Jahrestagung), Dresden 1991

Mierau HD:
Der freiliegende Zahnhals.
Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47:643-653

Nathoo S, Rustogi KN, Petrone ME, DeVizio W, Zhang YP, Volpe AR, Proskin HM:
Comparative efficacy of the Colgate Actibrush battery-powered toothbrush vs Oral-B CrossAction toothbrush on established plaque and gingivitis: a 6-week clinical study.
Compend Contin Educ Dent Suppl. 2000; 31: 19-24

Newbrun E:
Cariology.
Baltimore, Williams & Williams 2nd ed. 1978

Niemi ML:
Gingival abrasion and plaque removal after toothbrushing with an electric and manual toothbrush.
Acta Odontol Scand 1987; 45: 367-370

Putt MS, Milleman JL, Davidson KR, Cugini M, Warren PR:
A 3-month clinical comparison of the safety and efficacy of two battery-
operated toothbrushes: The Braun Oral-B Battery Toothbrush and the
Colgate Actibrush.
Am J Dent 2001; 14: 13B-17B

Quigley GA, Hein JW:
Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing.
JADA 1962; 65: 26-29

Rateitschak KH, Wolf HF:
Kariesprophylaxe und konservierende Therapie.
Stuttgart, Thieme 1994

Rateitschak KH, Wolf HF:
Prophylaxe und Präventivzahnmedizin.
Stuttgart, Thieme 2002

Rieth P:
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über den Putzeffekt einer V- und
Multi-tuft-Bürste mit Wasserstoff.
Zahnärztliche Mitteilungen 1977; 12: 723-736

Robinson PJ, Maddalozzo D, Breslin S:
A six-month clinical comparison of the efficacy of the Sonicare and the
Braun Oral-B electric toothbrushes on improving periodontal health in
adult periodontitis patients.
J Clin Dent 1997; 8(1 Spec No): 4-9

Ruhlman CD, Bartizek RD, Biesbrock AR:
Plaque removal efficacy of a battery-operated toothbrush compared to a
manual toothbrush.
Am J Dent 2001; 14: 191-194

Sauerwein E:
Kariologie mit kurzgefaßter Histologie und Histopathologie des Zahnes.
Stuttgart, Thieme 2. Auflage 1981

Sarker S, McLey L, Boyd RL:
Clinical and Laboratory Evaluation of Powered Electric Toothbrushes:
Laboratory Determination of Relative Interproximal Cleaning Efficiency of
Four Powered Toothbrushes.
J Clin Dent 1997; 8: 81-85

Scheinin A, Mäkinen K:
Turku sugar studies V-XIV and XVIII-XX.
Acta Odonto Scand 1975; 33 Suppl. 70: 1
Scutt JS, Swann CJ:
The First Mechanical Toothbrush?
British Dental Journal 1975; 4: 152

Sharma NC, Galustians HJ, Qaqish J, Cugini M:
Safety and plaque removal efficacy of a battery-operated power toothbrush
and a manual toothbrush.
Am J Dent 2001; 14: 9-12

Sharma NC, Galustians HJ, Cugini M, Warren PR:
The effect of two power toothbrushes on calculus and stain formation.
Am J Dent 2002 April; 15(2): 71-76

Sharma NC, Qaqish JG, Galustians HJ, King DW, Low ML, Jacobs DM,
Weber DA.
A 3-month comparative investigation of the safety and efficacy of a new
toothbrush: Results from two independent clinical studies.
Am J Dent 2000; 13: 27-32

Sharma NC, Galustians HJ, Qaqish J, Cugini M, Warren PR:
A comparison of the Braun Oral-B 3D Plaque Remover and the Sonicare
Plus electric toothbrush in removing naturally occurring extrinsic staining.
Am J Dent 2000; 13: 17-20

Sharma NC, Qaqish JG, Galustians HJ, King DW, Low MA, Jacobs DM, Weber DA:

An advanced toothbrush with improved plaque removal efficacy.

Am J Dent 2000; 13: 15-19

Shory NL, Mitchell GE, Jamison HC:

A study of the effectiveness of two types of toothbrushes for removal of oral accumulations.

JADA 1987; 115: 717-720

Soparkar PM, Rustogi KN, Petrone ME, Volpe AR:

Comparison of gingivitis and plaque efficacy of a battery-powered toothbrush and an ADA-provided manual toothbrush.

Compend Contin Educ Dent Suppl. 2000; 31: 14-18

Singh SM, Rustogi KN, McCool JJ, Petrone M, Volpe AR, Korn LR, Petrone D:

Clinical studies regarding the plaque removal efficacy of manual toothbrushes.

J Clin Dent 1992; 3: 21-28

Singh SM, Battista GW, Rustogi KN, DeVizio W, Volpe AR, Petrone ME, Proskin HM:

The comparative plaque removal efficacy of two advanced manual toothbrush designs in two independent clinical studies.

J Clin Dent 2001; 12: 83-86

Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL Jr.:

Microbial complexes in subgingival plaque.

J Clin Periodontol 1998 Feb; 25(2): 134-144

Sowinski JA, Battista GW, Petrone DM, Petrone ME, Rustogi KN, Chaknis P, DeVizio W, Volpe AR, American Dental Association:

Comparative efficacy of Colgate Actibrush battery-powered toothbrush and Colgate Plus (manual) toothbrush on established plaque and gingivitis: a 30-day clinical study in New Jersey.

Compend Contin Educ Dent Suppl 2000; 21 (31): 4-8

Stanford CM, Srikantha R, Wu CD:
Efficacy of the Sonicare Toothbrush Fluid Dynamic Action on Removal of
Supragingival Plaque.
J Clin Dent 1997; 8: 1014

Stephan R, Miller B:
A quantitative method for evaluating physical and chemical agents which
modify production of acids in bacterial plaques on human teeth.
J Dent Res 1943; 22: 45

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.
Dissertationsschrift an der Ludwig-Maximilians-Universität München
(2003)

Strübig W:
Über den Abbau von Zucker und Zuckeraustauschstoffen durch die
Mischflora der menschlichen Mundhöhle.
Berlin, Quintessenz 1986

Trimpeneers LM, Wijgaerts IA, Grogard NA, Dermaut LR, Adriaens PA:
Effect of electric toothbrushes versus manual toothbrushes on removal of
plaque and periodontal status during orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1997; 111: 492-497

Tritten CB, Armitage GC:
Comparison of a sonic and a manual toothbrush for efficacy in
supragingival plaque removal and reduction of gingivitis.
J Clin Periodontol 1996 July; 23(7): 641-648

van der Weijden GA, Berendsen CM, Fokker AM, van Geest JT, Kalsbeek
H, König KG, van Loveren C:
The electric toothbrush. Present situation.
Ned Tijdschr Tandheelkd 1994; 101 (5): 174-176

van Der Weijden FA, Timmerman MF, Snoek IM, Reijerse E, van Der Velden U:

Toothbrushing duration and plaque removing efficacy of electric toothbrushes

Am J Dent 1996; 9: 31-36

van der Weijden GA, Danser MM, Nijboer A, Timmerman MF, van der Velden U:

The plaque-removing efficacy of an oscillating / rotating toothbrush. A short-term study.

J Clin Periodontol 1993; 20: 273-278

van der Weijden FA, Timmerman MF, Piscaer M, Ijzerman Y, Warren PR, van der Velden U:

A comparison of the efficacy of a novel electric toothbrush and a manual toothbrush in the treatment of gingivitis.

Am J Dent 1998; 11: 23-28

van der Weijden FA, Timmerman MF, Snoek IM, Reijerse E, van der Velden U:

Toothbrushing duration and plaque removing efficacy of electric toothbrushes.

Am J Dent 1996; 9: 31-36

van der Weijden GA, Timmerman MF, Piscaer M, Ijzerman Y, van der Velden U:

Oscillating / rotating electric toothbrushes compared: plaque removal and gingival abrasion.

J Clin Periodontol 2001; 28: 536-543

Walmsley AD:

The electric toothbrush: a review.

Br Dent J 1997; 182: 209-218

Warren PR, Cugini M, Marks P, King DW:
Safety, efficacy and acceptability of a new power toothbrush: A 3-month comparative clinical investigation.
Am J Dent 2001; 14: 3-7

Wunderlich RC, Caffesse RG, Morrison EC, Temple HJ, Kerschbaum W:
The therapeutic effect of toothbrushing on naturally occurring gingivitis.
JADA 1985 June; Vol. 110: 929-931

Ximenez-Fyvie LA, Haffajee AD, Socransky SS:
Microbial composition of supra- and subgingival plaque in subjects with adult periodontitis.
J Clin Periodontol 2000 Oct; 27(10): 722-732

Zimmer S, Fosca M, Roulet JF:
Clinical study of the effectiveness of two sonic toothbrushes.
J Clin Dent 2000; 11 (1): 24-27

10. Anhang

10.1 Erhebungsbögen

10.1.1 Anamnesebogen

Anamnesebogen für die Zahnbürstenstudie

Name: Geb.:

Strasse: Wohnort:

Tel.:

	ja	nein	unbek.
Standen Sie bis vor kurzem in ärztlicher Behandlung?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stehen Sie in ärztlicher Behandlung?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nehmen Sie Medikamente ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja , welche? _____			

Vertragen Sie bestimmte Medikamente nicht?

Neigen Sie zu allergischen Reaktionen?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie einen Allergiepass?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf welche Stoffe reagieren Sie allergisch? _____			

Leiden oder litten Sie an folgenden Krankheiten?.....			
Herzerkrankung.....	<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"/>
Schlaganfall.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lebererkrankung (z.B. Gelbsucht/Hepatitis).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuckerkrankheit (Diabetes).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magen-/Darmerkrankung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nierenerkrankung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schilddrüsenerkrankung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infektionskrankheiten (HIV, Hepatitis, Tbc..).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rheuma.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unfall/ Verletzungen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haben Sie andere ernsthafte Erkrankungen?.....

Wenn ja, welche?

Zahnärztliche Behandlungen:

Sind Sie zur Zeit in kieferorthopädischer Behandlung?.....

Hatten Sie in den letzten 6 Monaten eine Zahnfleisch-
behandlung (Parodontitis- Behandlung)?.....

Wann sind Sie das letzte Mal geröntgt
worden? _____

Besteht eine Schwangerschaft?.....

Wenn ja, seit
wann? _____

Datum:

Unterschrift:

10.1.2 Einverständniserklärung

Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie.

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

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

Wir werden Ihnen nacheinander zwei Zahnbürsten aushändigen, die Sie wie gewohnt benutzen sollen. An insgesamt 4 Tagen im Zeitraum von ungefähr 24 Wochen kommen Sie in die zahnärztliche Praxis, wo Untersuchungen zur Plaquebestimmung und zum Zustand des Zahnfleisches erfolgen.

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

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

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

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

Alle genannten Maßnahmen und Untersuchungen sind mit keinerlei Risiken verbunden.

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

Die gewonnenen Daten sind anonym.

Augsburg, den

Ich bin mit der Teilnahme an der beschriebenen wissenschaftlichen Studie einverstanden. Solange ich diese Zustimmung nicht zurückziehe, erkläre ich mich auch zur Einhaltung der mir empfohlenen Regeln und zum Erscheinen zu den Untersuchungen bereit.

Eine Kopie dieser Aufklärungsschrift mit meiner Einverständniserklärung habe ich erhalten.

.....
(Unterschrift der Patientin/des Patienten)

10.1.3 Befunderhebungsbogen der Screening Sitzung

Name des Probanden :

Datum :

Bemerkungen :

Taschentiefenmessung:

Zahn	mesial	vestibulär
(12)		
13		
14		
15		
16		
(22)		
23		
24		
25		
26		

Qualifizierender SB-Index und Plaqueindex:

Zahn	SBI		PI	
	mesial	vestibulär	mesial	vestibulär
(12)				
13				
14				
15				
16				
(22)				
23				
24				
25				
26				
Summe				

Sulkusblutungsindex nach Mühlemann und Son:

- Grad 0 : keine Entzündung, keine Blutung bei Sulkussondierung
- Grad 1 : Blutung bei vorsichtiger Sondierung ohne sichtbare klinische Veränderungen der Gingiva, keine Farbveränderungen und keine Schwellung
- Grad 2 : Sulkusblutung bei Sondierung mit Farbveränderungen ohne Schwellung
- Grad 3 : Blutung nach Sondierung, Farbveränderungen und leichte ödematöse Schwellung
- Grad 4 : Sondierungsblutung, Farbveränderungen, auffällige Schwellung
- Grad 5 : spontane Blutungen auch ohne Sondierung, deutliche Farbveränderungen, starke ödematöse Schwellungen, mit oder ohne Ulzerationen

Plaqueindex (mod. nach Turesky et al.):

- Grad 0 : keine Plaque
- Grad 1 : vereinzelte Plaqueinseln entlang der marginalen Gingiva
- Grad 2 : dünne Plaquelinie (≤ 1 mm) entlang des margo gingivae
- Grad 3 : dünne Plaquelinie (≥ 1 mm), die aber weniger als 1/3 der klinischen Krone bedeckt
- Grad 4 : Plaque bedeckt mehr als 1/3 aber weniger als 2/3 der klinischen Krone
- Grad 5 : Plaque bedeckt mehr als 2/3 der klinischen Krone

10.1.4 Befunderhebungsbogen für jede Sitzung (pre- und postbrush)

Sitzung :

Name des Probanden :

Datum :

Bemerkungen :

Zahn	SBI			Plaqueindex		
	mesial	vestibulär	distal	mesial	vestibulär	distal
(12)						
13						
14						
15						
16						
(22)						
23						
24						
25						
26						
Summe						

Sulkusblutungsindex nach Mühlemann und Son:

Grad 0 : keine Entzündung, keine Blutung bei Sulkussondierung

Grad 1 : Blutung bei vorsichtiger Sondierung ohne sichtbare klinische Veränderungen
Der Gingiva, keine Farbveränderungen und keine Schwellung

Grad 2 : Sulkusblutung bei Sondierung mit Farbveränderungen ohne Schwellung

Grad 3 : Blutung nach Sondierung, Farbveränderungen und leichte ödematöse
Schwellung

Grad 4 : Sondierungsblutung, Farbveränderungen, auffällige Schwellung

Grad 5 : spontane Blutungen auch ohne Sondierung, deutliche Farbveränderungen,
starke ödematöse Schwellungen, mit oder ohne Ulzerationen

Plaqueindex (mod. nach Turesky et al.):

Grad 0 : keine Plaque

Grad 1 : vereinzelte Plaqueinseln entlang der marginalen Gingiva

Grad 2 : dünne Plaquelinie ($\leq 1\text{mm}$) entlang des margo gingivae

Grad 3 : dünne Plaquelinie ($\geq 1\text{mm}$), die aber weniger als 1/3 der klinischen Krone bedeckt

Grad 4 : Plaque bedeckt mehr als 1/3 aber weniger als 2/3 der klinischen Krone

Grad 5 : Plaque bedeckt mehr als 2/3 der klinischen Krone

10.1.5 Fragebogen zur Zahnbürstenstudie

Name :

Datum :

1. Wie beurteilen Sie den Härtegrad der Bürste ?

	zu hart	hart	mittel	weich	zu weich
Sonicare	<input type="checkbox"/>				
ADA	<input type="checkbox"/>				

2. Wie finden Sie die Größe des Bürstenkopfes ?

	zu klein	genau richtig	zu groß
Sonicare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Wie finden Sie die Form des Bürstengriffs ? (Mehrfachnennungen möglich)

	zu dick	zu dünn	zu kantig	zu kurz	zu lang	zu glatt	angenehm
Sonicare	<input type="checkbox"/>						
ADA	<input type="checkbox"/>						

4. Welche Zahnbürste war Ihnen beim Putzen angenehmer ?

Sonicare

ADA

5. Welche Zahnbürste reinigte Ihrer Meinung nach die Zähne besser ?

Sonicare

ADA

6. Welche dieser zwei Zahnbürsten würden Sie bevorzugen ?

Sonicare ADA keine von beiden

Unterschrift :

10.2 Tabellen

10.2.1 Tabellen Indexwerte

10.2.1.1 Dokumentationstabellen Gingivitis-Indexwerte

Dokumentationstabelle Gingivitisindex 1. Sitzung = Baseline-Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mgi_pre0	mgi_post0	vgi_pre0	vgi_post0	dgi_pre0	dgi_post0
1	0	0	10	10	7	6	13	11
2	0	0	9	4	8	7	9	7
3	0	0	9	8	5	4	10	9
4	0	0	8	2	9	6	12	11
5	0	0	11	11	8	6	12	11
6	0	0	10	9	7	5	9	6
7	0	0	16	10	16	16	22	22
8	0	0	11	6	12	12	14	14
9	0	0	10	10	12	11	16	16
10	0	0	15	15	12	10	17	16
11	0	0	8	6	8	7	11	9
12	0	0	7	7	7	7	11	11
13	0	0	7	7	13	13	14	14
14	0	0	8	8	10	10	12	12
15	0	0	7	7	8	8	13	13
16	0	0	8	8	8	8	9	6
17	0	0	8	6	6	6	12	11
18	0	0	10	11	6	6	14	14
19	0	0	3	7	9	9	11	11
20	0	0	24	24	22	22	23	23
21	0	0	8	8	8	6	12	12
22	0	0	8	6	8	8	10	10
23	0	0	8	7	8	8	5	5
24	0	0	14	13	6	6	7	7
25	0	0	9	7	8	8	10	8
26	0	0	25	25	25	25	26	26
27	0	0	6	6	8	8	14	14
28	0	0	11	10	9	8	10	10
29	0	0	9	9	6	6	4	4
30	0	0	12	12	9	9	4	4

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 0 = 1. Sitzung (Baseline)

Zahnbürste : 0 = ADA

mgi_pre0 : Summe mesialer Gingivitisindex prebrush

mgi_post0 : Summe mesialer Gingivitisindex postbrush

vgi_pre0 : Summe vestibulärer Gingivitisindex prebrush

vgi_post0 : Summe vestibulärer Gingivitisindex postbrush

dgi_pre0 : Summe distaler Gingivitisindex prebrush

dgi_post0 : Summe distaler Gingivitisindex postbrush

Dokumentationstabelle Gingivitisindex 2. Sitzung = Follow-up – Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mgi_pre 1	mgi_pos t1	vgi_pre1	vgi_post 1	dgi_pre1	dgi_post 1
1	1	0	9	9	3	3	9	9
2	1	0	8	8	3	3	8	8
3	1	0	9	9	4	4	8	8
4	1	0	7	5	1	1	8	7
5	1	0	7	7	3	2	10	9
6	1	0	6	6	3	3	8	8
7	1	0	16	16	16	16	17	17
8	1	0	8	8	4	4	9	9
9	1	0	8	7	5	5	14	14
10	1	0	10	8	0	0	10	10
11	1	0	7	7	6	6	8	8
12	1	0	5	5	4	4	5	5
13	1	0	7	6	10	9	11	11
14	1	0	10	10	2	2	11	11
15	1	0	10	10	8	8	13	12
16	1	0	8	8	4	4	8	8
17	1	0	8	8	5	5	9	9
18	1	0	9	9	3	3	14	13
19	1	0	3	3	8	8	7	7
20	1	0	21	21	21	21	22	22
21	1	0	7	7	4	4	11	11
22	1	0	8	8	8	8	9	9
23	1	0	8	8	8	8	6	5
24	1	0	6	6	3	3	5	5
25	1	0	8	8	7	7	8	8
26	1	0	26	25	25	25	26	26
27	1	0	5	5	25	8	11	11
28	1	0	10	10	9	8	10	10
29	1	0	4	4	4	4	7	6
30	1	0	9	9	9	9	7	7

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 1 = 2. Sitzung (Follow-up)

Zahnbürste : 0 = ADA

mg_i_pre1 : Summe mesialer Gingivitisindex prebrush

mg_i_post1 : Summe mesialer Gingivitisindex postbrush

vgi_pre1 : Summe vestibulärer Gingivitisindex prebrush

vgi_post1 : Summe vestibulärer Gingivitisindex postbrush

dgi_pre1 : Summe distaler Gingivitisindex prebrush

dgi_post1 : Summe distaler Gingivitisindex postbrush

Dokumentationstabelle Gingivitisindex 3. Sitzung = Baseline-Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mg_i_pre 0	mg_i_pos t0	vgi_pre0	vgi_post 0	dgi_pre0	dgi_post 0
1	2	1	10	10	8	8	9	9
2	2	1	8	8	5	5	9	9
3	2	1	8	8	5	5	10	7
4	2	1	8	8	4	4	11	11
5	2	1	10	10	8	8	10	10
6	2	1	9	9	7	7	8	8
7	2	1	20	20	18	18	23	23
8	2	1	11	11	9	9	11	10
9	2	1	8	8	10	10	14	14
10	2	1	5	5	5	5	10	10
11	2	1	8	8	5	5	9	9
12	2	1	7	7	7	7	10	10
13	2	1	7	7	13	13	14	14
14	2	1	6	6	7	7	12	12
15	2	1	8	8	7	7	11	11
16	2	1	8	8	5	5	8	8
17	2	1	8	8	6	6	8	8
18	2	1	8	8	6	6	13	13
19	2	1	5	5	7	7	9	9
20	2	1	22	21	23	23	21	21
21	2	1	8	8	8	8	12	12
22	2	1	4	4	5	5	8	8
23	2	1	7	7	4	3	8	8
24	2	1	14	14	6	6	9	9
25	2	1	9	9	8	8	10	10
26	2	1	25	25	25	25	26	26
27	2	1	6	6	8	8	13	13
28	2	1	11	11	9	9	10	10
29	2	1	7	7	4	4	7	7
30	2	1	12	12	7	7	5	5

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 2 = 3. Sitzung (Baseline)

Zahnbürste : 1 = Sonicare

mgi_pre0 : Summe mesialer Gingivitisindex prebrush

mgi_post0 : Summe mesialer Gingivitisindex postbrush

vgi_pre0 : Summe vestibulärer Gingivitisindex prebrush

vgi_post0 : Summe vestibulärer Gingivitisindex postbrush

dgi_pre0 : Summe distaler Gingivitisindex prebrush

dgi_post0 : Summe distaler Gingivitisindex postbrush

Dokumentationstabelle Gingivitisindex 4. Sitzung = Follow-up - Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mgi_pre 1	mgi_pos t1	vgi_pre1	vgi_post 1	dgi_pre1	dgi_post 1
1	3	1	4	4	2	2	8	8
2	3	1	2	2	0	0	8	8
3	3	1	4	4	2	2	5	5
4	3	1	3	3	2	2	5	5
5	3	1	6	6	6	6	7	7
6	3	1	6	6	2	2	8	8
7	3	1	16	16	16	16	16	16
8	3	1	11	11	9	9	8	8
9	3	1	5	5	1	1	7	7
10	3	1	1	1	0	0	6	6
11	3	1	4	4	0	2	5	5
12	3	1	4	4	0	0	6	6
13	3	1	2	2	1	1	4	4
14	3	1	2	2	3	3	7	7
15	3	1	8	8	9	9	12	12
16	3	1	6	6	1	1	5	5
17	3	1	7	7	6	7	7	7
18	3	1	5	5	1	1	6	6
19	3	1	2	2	0	0	4	5
20	3	1	16	16	14	14	17	17
21	3	1	6	6	1	0	5	5
22	3	1	6	6	1	1	7	7
23	3	1	5	6	4	4	7	7
24	3	1	5	5	0	0	6	6
25	3	1	9	9	8	8	8	8
26	3	1	24	24	24	24	24	24
27	3	1	4	4	4	4	8	8
28	3	1	6	8	2	3	8	8
29	3	1	4	4	0	0	7	7
30	3	1	3	3	5	5	5	5

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 3 = 4. Sitzung (Follow-up)

Zahnbürste : 1 = Sonicare

mg_i_pre1 : Summe mesialer Gingivitisindex prebrush

mg_i_post1 : Summe mesialer Gingivitisindex postbrush

vg_i_pre1 : Summe vestibulärer Gingivitisindex prebrush

vg_i_post1 : Summe vestibulärer Gingivitisindex postbrush

dg_i_pre1 : Summe distaler Gingivitisindex prebrush

dg_i_post1 : Summe distaler Gingivitisindex postbrush

10.2.1.2 Dokumentationstabellen Plaque-Indexwerte

Dokumentationstabelle Plaqueindex 1. Sitzung = Baseline-Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mpli_pre 0	mpli_pos t0	vpli_pre0	vpli_post 0	dpli_pre 0	dpli_pos t0
1	0	0	13	4	11	2	13	4
2	0	0	16	9	17	8	16	9
3	0	0	14	2	10	1	13	3
4	0	0	15	3	9	3	13	5
5	0	0	13	3	12	1	19	5
6	0	0	14	1	10	2	14	2
7	0	0	17	7	20	8	21	13
8	0	0	14	9	14	11	15	11
9	0	0	19	9	19	8	21	10
10	0	0	1	2	12	0	14	4
11	0	0	13	4	17	9	16	10
12	0	0	30	8	31	7	34	8
13	0	0	12	0	12	0	14	5
14	0	0	13	3	11	2	16	7
15	0	0	26	8	25	7	25	7
16	0	0	12	7	10	4	15	9
17	0	0	12	4	11	1	13	6
18	0	0	8	1	13	2	14	5
19	0	0	9	2	12	0	14	7
20	0	0	16	3	19	12	20	14
21	0	0	25	13	20	11	19	11
22	0	0	25	8	25	7	26	10
23	0	0	22	14	22	16	21	13
24	0	0	13	0	15	2	16	3
25	0	0	20	6	20	13	20	13
26	0	0	31	14	31	15	33	16
27	0	0	9	3	12	4	15	8
28	0	0	12	3	10	1	15	3
29	0	0	13	4	10	5	9	5
30	0	0	16	8	15	7	16	8

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 0 = 1.Sitzung (Baseline)

Zahnbürste 0 = ADA

mpli_pre0 : Summe mesialer Plaqueindex prebrush

mpli_post0 : Summe mesialer Plaqueindex postbrush

vpli_pre0 : Summe vestibulärer Plaqueindex prebrush

vpli_post0 : Summe vestibulärer Plaqueindex postbrush

dpli_pre0 : Summe distaler Plaqueindex prebrush

dpli_post0 : Summe distaler Plaqueindex postbrush

Dokumentationstabelle Plaqueindex 2. Sitzung = Follow up- Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mpli_pre1	mpli_post1	vpli_pre1	vpli_post1	dpli_pre1	dpli_post1
1	1	0	9	2	11	4	13	5
2	1	0	15	3	15	5	24	9
3	1	0	11	3	12	1	13	4
4	1	0	7	1	14	8	16	9
5	1	0	14	4	11	3	12	5
6	1	0	14	0	12	0	15	3
7	1	0	18	11	19	14	18	11
8	1	0	12	8	8	8	14	8
9	1	0	22	5	21	6	23	12
10	1	0	9	1	4	0	9	3
11	1	0	15	2	15	3	18	2
12	1	0	19	11	17	12	19	14
13	1	0	9	3	6	0	12	5
14	1	0	10	2	9	1	9	1
15	1	0	14	8	14	4	16	10
16	1	0	12	3	9	0	12	4
17	1	0	15	9	9	6	16	8
18	1	0	11	4	9	0	12	2
19	1	0	7	3	7	2	6	2
20	1	0	9	4	16	8	17	10
21	1	0	20	15	18	8	26	15
22	1	0	16	1	10	0	15	0
23	1	0	11	5	19	9	20	12
24	1	0	11	2	8	2	11	4
25	1	0	12	4	16	9	16	9
26	1	0	31	14	31	15	33	16
27	1	0	12	3	12	3	14	7
28	1	0	10	3	9	2	12	0
29	1	0	10	3	7	2	9	0
30	1	0	19	9	17	10	18	11

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 1 = 2.Sitzung (Follow up)

Zahnbürste : 0 = ADA

mpli_pre1 : Summe mesialer Plaqueindex prebrush

mpli_post1 : Summe mesialer Plaqueindex postbrush

vpli_pre1 : Summe vestibulärer Plaqueindex prebrush

vpli_post1 : Summe vestibulärer Plaqueindex postbrush

dpli_pre1 : Summe distaler Plaqueindex prebrush

dpli_post1 : Summe distaler Plaqueindex postbrush

Dokumentationstabelle Plaqueindex 3. Sitzung = Baseline- Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mpli_pre 0	mpli_pos t0	vpli_pre0	vpli_post 0	dpli_pre 0	dpli_pos t0
1	2	1	10	1	10	3	11	4
2	2	1	16	3	18	2	21	7
3	2	1	14	4	9	0	12	5
4	2	1	12	1	13	5	15	5
5	2	1	14	5	13	4	15	5
6	2	1	10	0	8	1	16	2
7	2	1	18	1	16	0	18	2
8	2	1	16	7	16	1	17	2
9	2	1	20	7	19	5	20	6
10	2	1	10	2	8	0	12	0
11	2	1	12	0	11	6	14	6
12	2	1	25	5	25	7	25	10
13	2	1	12	1	9	0	14	1
14	2	1	14	2	9	0	13	2
15	2	1	22	5	22	1	23	3
16	2	1	12	1	10	1	12	3
17	2	1	16	3	15	3	16	3
18	2	1	10	1	10	0	12	0
19	2	1	11	0	6	2	13	0
20	2	1	16	0	20	3	20	6
21	2	1	30	15	20	4	20	12
22	2	1	9	1	7	0	9	0
23	2	1	22	8	22	8	22	8
24	2	1	14	1	11	1	11	0
25	2	1	20	6	18	5	21	6
26	2	1	32	12	32	11	32	12
27	2	1	11	5	13	4	17	5
28	2	1	14	2	11	1	14	1
29	2	1	14	2	13	1	16	1
30	2	1	16	4	15	1	17	6

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 2 = 3.Sitzung (Baseline)

Zahnbürste : 1 = Sonicare

mpli_pre0 : Summe mesialer Plaqueindex prebrush

mpli_post0 : Summe mesialer Plaqueindex postbrush

vpli_pre0 : Summe vestibulärer Plaqueindex prebrush

vpli_post0 : Summe vestibulärer Plaqueindex postbrush

dpli_pre0 : Summe distaler Plaqueindex prebrush

dpli_post0 : Summe distaler Plaqueindex postbrush

Dokumentationstabelle Plaqueindex 4. Sitzung = Follow up- Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	mpli_pre 1	mpli_pos t1	vpli_pre1	vpli_post 1	dpli_pre 1	dpli_pos t1
1	3	1	11	2	9	3	9	6
2	3	1	19	3	19	3	19	6
3	3	1	9	1	7	0	8	4
4	3	1	15	3	13	6	13	6
5	3	1	8	3	7	6	11	7
6	3	1	16	1	11	1	17	2
7	3	1	21	0	22	0	23	2
8	3	1	21	9	16	5	15	7
9	3	1	17	2	17	4	16	4
10	3	1	6	2	7	0	6	0
11	3	1	9	3	5	3	6	1
12	3	1	15	4	17	4	17	5
13	3	1	7	0	0	0	6	1
14	3	1	7	1	1	0	6	3
15	3	1	13	10	14	3	14	4
16	3	1	11	0	9	2	12	2
17	3	1	16	4	15	4	17	3
18	3	1	7	2	9	0	9	0
19	3	1	8	0	0	0	6	0
20	3	1	8	0	11	2	11	2
21	3	1	16	8	12	4	17	7
22	3	1	10	2	10	1	10	1
23	3	1	16	5	14	3	16	5
24	3	1	10	4	8	3	8	2
25	3	1	14	4	14	5	14	7
26	3	1	13	5	21	5	23	6
27	3	1	9	4	9	2	12	4
28	3	1	11	1	9	1	12	1
29	3	1	10	4	11	5	10	5
30	3	1	17	6	16	4	16	4

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung : 3 = 4.Sitzung (Follow up)

Zahnbürste : 1 = Sonicare

mpli_pre1 : Summe mesialer Plaqueindex prebrush

mpli_post1 : Summe mesialer Plaqueindex postbrush

vpli_pre1 : Summe vestibulärer Plaqueindex prebrush

vpli_post1 : Summe vestibulärer Plaqueindex postbrush

dpli_pre1 : Summe distaler Plaqueindex prebrush

dpli_post1 : Summe distaler Plaqueindex postbrush

10.2.1.3 Cross-over Auswertungstabelle

Cross-over Auswertungstabelle 1.und 3. Sitzung :

Proband	Sitzung	Bürste	gpli_pre	Mgpli_p re
1	0	0	12,33	1,54
2	0	0	16,33	2,04
3	0	0	12,33	1,54
4	0	0	12,33	1,54
5	0	0	14,66	1,83
6	0	0	12,66	1,58
7	0	0	19,33	2,41
8	0	0	14,33	1,79
9	0	0	19,66	2,45
10	0	0	12,33	1,54
11	0	0	15,33	1,91
12	0	0	31,66	3,95
13	0	0	12,66	1,58
14	0	0	13,33	1,60
15	0	0	25,33	3,16
16	0	0	12,33	1,54
17	0	0	12,00	1,50
18	0	0	11,66	1,45
19	0	0	11,66	1,45
20	0	0	18,33	2,29
21	0	0	21,33	2,66
22	0	0	25,33	3,16
23	0	0	21,66	2,70
24	0	0	14,66	1,83
25	0	0	20,00	2,50
26	0	0	31,66	3,95
27	0	0	12,00	1,50
28	0	0	12,33	1,54
29	0	0	10,66	1,33
30	0	0	15,33	1,91
1	2	1	10,33	1,29
2	2	1	18,33	2,29
3	2	1	11,66	1,45
4	2	1	13,33	1,66
5	2	1	11,33	1,75
6	2	1	11,33	1,41
7	2	1	17,33	2,16
8	2	1	16,33	2,04
9	2	1	19,66	2,45
10	2	1	10,00	1,25
11	2	1	12,33	1,54

12	2	1	25,00	3,12
13	2	1	11,66	1,45
14	2	1	12,00	1,50
15	2	1	22,33	2,79
16	2	1	11,33	1,41
17	2	1	15,66	1,95
18	2	1	10,66	1,33
19	2	1	10,00	1,25
20	2	1	18,66	2,33
21	2	1	23,33	2,91
22	2	1	8,33	1,04
23	2	1	22,00	2,75
24	2	1	12,00	1,50
25	2	1	19,66	2,45
26	2	1	32,00	4,00
27	2	1	13,66	1,70
28	2	1	13,00	1,62
29	2	1	14,33	1,79
30	2	1	16,00	2,00

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Sitzung 0 = 1. Sitzung (Baseline vor Cross-over)

Sitzung 2 = 3. Sitzung (Baseline nach Cross-over)

Zahnbürste 0 = ADA

Zahnbürste 1 = Sonicare

$gpli_pre0 = \text{Gesamt Plaqueindex prebrush Baseline-Sitzung} = (mpli_pre0 + vpli_pre0 + dpli_pre0) / 3$

$Mgpli_pre0 = \text{Mean Gesamt Plaqueindex prebrush Baseline-Sitzung} = gpli_pre0/8$

10.2.1.4 Tabelle zur Auswertung der Effizienz beider Zahnbürsten innerhalb der Sitzungen

Mean Differenzwerte mesialer / vestibulärer / distaler gesamt Gingivitis- / Plaqueindex
Baseline + Follow up :

Proband	Bürste	Mdif_mg i01	Mdif_vgi 01	Mdif_dgi 01	Mdif_mp li01	Mdif_vp li01	Mdif_dp li01	Mdif_gg 01	Mdif_gp li01
1	0	0	-0,06	-0,12	-0,5	-1	-1,06	-0,08	-0,85
1	1	0	0	0	-1,12	-0,81	-0,62	0	-0,85
2	0	-0,31	-0,06	-0,12	-1,18	-1,18	-1,31	-0,16	-1,23
2	1	0	0	0	-1,81	-2	-1,68	0	-1,83
3	0	-0,06	-0,06	-0,06	-1,25	-1,25	-1,18	-0,62	-1,23
3	1	0	0	-0,18	-1,12	-1	-0,68	-0,06	-0,93
4	0	-0,5	-0,18	-0,06	-1,12	-0,75	-0,93	-0,25	-0,93
4	1	0	0	0	-1,43	-0,93	-1,56	0	-1,31
5	0	0	-0,18	-0,06	-1,25	-1,18	-1,31	-0,08	-1,25
5	1	0	0	0	-0,87	-0,62	-1,93	0	-1,15
6	0	-0,06	0	-0,18	-1,68	-1,25	-1,5	-0,08	-1,48
6	1	0	0	0	-1,56	-1,06	-1,37	0	-1,33
7	0	-0,37	0	0	-1,06	-1,06	-0,93	-0,12	-1,02
7	1	0	0	0	-2,37	-2,37	-1,75	0	-2,16
8	0	-0,31	0	0	-0,56	-0,18	-0,62	-0,1	-0,46
8	1	0	0	-0,06	-1,31	-1,62	-1,31	-0,02	-1,42
9	0	-0,06	-0,06	0	-1,68	-1,62	-1,37	-0,04	-1,56
9	1	0	0	0	-1,75	-1,68	-1,18	0	-1,54
10	0	-0,12	-0,12	-0,06	-0,56	-1	-1	-0,1	-0,85
10	1	0	0	0	-0,75	-0,93	-1,5	0	-1,06
11	0	-0,12	-0,06	-0,12	-1,37	-1,25	-1,37	-0,1	-1,33
11	1	0	0	0	-1,12	-0,43	-0,87	0	-0,81
12	0	0	0	0	-1,87	-1,81	-2,56	0	-2,08
12	1	0	0	0	-1,93	-1,93	-1,25	0	-1,71
13	0	-0,06	0	0	-1,87	-1,12	-1	-0,02	-1,33
13	1	0	0	0	-1,18	-0,56	-1,12	0	-0,96
14	0	0	0	0	-1,12	-1,06	-1,06	0	-1,08
14	1	0	0	0	-1,12	-0,62	-0,87	0	-0,87
15	0	0	0	-0,06	-1,5	-1,75	-1,5	-0,02	-1,58
15	1	0	0	0	-1,25	-2	-1,87	0	-1,71
16	0	0	0	-0,18	-0,87	-0,93	-0,87	-0,06	-0,89
16	1	0	0	0	-1,37	-1	-1,18	0	-1,18
17	0	-0,12	0	-0,06	-0,87	-0,81	-0,93	-0,06	-0,87

17	1	0	0	0	-1,56	-1,43	-1,68	0	-1,56
18	0	0	0	-0,06	-0,87	-1,25	-1,18	-0,02	-1,1
18	1	0	0	0	-0,87	-1,18	-1,31	0	-1,12
19	0	0	0	0	-0,68	-1,06	-1	0	-0,92
19	1	0	0	0	-1,18	-0,25	-1,06	0	-0,83
20	0	0	0	0	-1,12	-1,56	-0,75	0	-1,16
20	1	-0,06	0	0	-1,5	-1,62	-1,31	-0,02	-1,48
21	0	0	-0,18	0	-1,06	-1,18	-1,18	-0,06	-1,15
21	1	0	0	0	-1,43	-1,5	-1,12	0	-1,35
22	0	-0,12	0	0	-2	-1,06	-1,93	-0,04	-1,67
22	1	0	-0,06	0	-1	-1	-1,12	-0,02	-1,04
23	0	-0,06	0	0	-1,43	-1	-1	-0,02	-1,16
23	1	0	0	0	-1,37	-1	-2,12	0	-1,5
24	0	-0,06	0	0	-1,37	-1,18	-1,25	-0,02	-1,27
24	1	0	0	0	-1,18	-0,93	-1,06	0	-1,06
25	0	-0,12	0	-0,12	-1,37	-0,87	-0,87	-0,08	-1,04
25	1	0	0	0	-1,5	-1,37	-1,37	0	-1,42
26	0	-0,06	0	0	-2,12	-2	-2,12	-0,02	-2,08
26	1	0	0	0	-1,75	-2,31	-2,31	0	-2,12
27	0	0	0	0	-0,93	-1,06	-0,87	0	-0,96
27	1	0	0	0	-0,68	-1	-1,25	0	-0,98
28	0	-0,06	-0,12	0	-1	-1	-1,5	-0,06	-1,17
28	1	0	0	0	-1,37	-1,06	-1,5	0	-1,31
29	0	0	0	-0,06	-1	-0,62	-0,81	-0,02	-0,82
29	1	0	0	0	-1,12	-1,12	-1,13	0	-1,13
30	0	0	0	0	-1,12	-0,93	-0,93	0	-1
30	1	0	0	0	-1,43	-1,62	-1,43	0	-1,5

Probandennummer : 1,2,3 usw.

Zahnbürste : 0 = ADA, 1 = Sonicare

$Mdif_mgi01 = (Mdif_mgi0 + Mdif_mgi1) / 2$

$Mdif_vgi01 = (Mdif_vgi0 + Mdif_vgi1) / 2$

$Mdif_dgi01 = (Mdif_dgi0 + Mdif_dgi1) / 2$

$Mdif_mpli01 = (Mdif_mpli0 + Mdif_mpli1) / 2$

$Mdif_vpli01 = (Mdif_vpli0 + Mdif_vpli1) / 2$

$Mdif_dpli01 = (Mdif_dpli0 + Mdif_dpli1) / 2$

$Mdif_ggi01 = (Mdif_mgi01 + Mdif_vgi01 + Mdif_dgi01) / 3 = \text{Mean Gesamt}$

Differenzwert Gingivitis-Index Baseline + Follow up-Sitzung

$Mdif_gpli01 = (Mdif_mpli01 + Mdif_vpli01 + Mdif_dpli01) / 3 = \text{Mean Gesamt}$

Differenzwert Plaque-Index Baseline + Follow up-Sitzung

10.2.1.5 Tabelle zur Auswertung der Effizienz beider Zahnbürsten über den Zeitraum von drei Monaten

Mean Differenzwert mesialer / vestibulärer / distaler gesamt Gingivitis- / Plaqueindex prebrush (dif_mgi_pre / 8) :

Proband	Bürste	Mdif_mg i_pre	Mdif_vgi _pre	Mdif_dgi _pre	Mdif_mp li_pre	Mdif_vpli _pre	Mdif_dpli _pre	Mdif_ggi _pre	Mdif_gpili _pre
1	0	-0,12	-0,50	-0,50	-0,50	0,00	0,00	-0,37	-0,17
1	1	-0,62	-0,75	-0,12	0,12	-0,12	-0,25	-0,50	-0,08
2	0	-0,12	-0,62	-0,12	-0,12	-0,25	-1,00	-0,30	-0,12
2	1	-0,75	-0,62	-0,12	0,37	0,12	-0,25	-0,50	0,08
3	0	0,00	-0,12	-0,25	-0,37	0,25	0,00	-0,12	-0,04
3	1	-0,50	-0,37	-0,62	-0,62	-0,25	-0,50	-0,50	-0,46
4	0	-0,12	-1,00	-0,50	-1,00	0,62	0,37	-0,54	0,00
4	1	-0,50	-0,25	-0,75	-0,37	0,00	-0,25	-0,50	-0,21
5	0	-0,50	-0,62	-0,12	-0,12	-0,12	-0,87	-0,42	-0,37
5	1	-0,50	-0,25	-0,37	-0,75	-0,75	-0,50	-0,37	-0,67
6	0	-0,50	-0,50	-0,12	0,00	0,25	0,12	-0,37	0,12
6	1	-0,37	-0,62	0,00	-0,75	-0,37	0,12	-0,37	-0,33
7	0	0,00	0,00	-0,62	0,12	-0,12	-0,37	-0,33	-0,12
7	1	-0,50	-0,25	-0,87	-0,37	-0,75	0,62	-0,21	-0,17
8	0	-0,37	-1,00	-0,62	-0,25	-0,75	-0,12	-0,54	-0,37
8	1	0,00	0,00	-0,37	-0,62	0,00	-0,25	-0,12	-0,29
9	0	-0,25	-0,87	-0,25	0,37	0,25	0,25	-0,46	0,29
9	1	-0,37	-1,12	-0,87	-0,37	-0,25	-0,50	-0,80	-0,37
10	0	-0,62	-1,50	-0,87	1,00	-1,00	-0,62	-1,00	-0,21
10	1	-0,50	-0,62	-0,50	-0,50	-0,12	-0,75	-0,54	-0,46
11	0	-0,12	-0,25	-0,37	-0,25	-0,25	0,25	-0,25	-0,08
11	1	-0,50	-0,62	-0,50	-0,37	-0,75	-1,00	-0,54	-0,71
12	0	-0,25	-0,37	-0,75	-1,37	-1,75	-1,87	-0,46	-1,67
12	1	-0,37	-0,87	-0,50	-1,25	-1,00	-1,00	-0,58	-1,08
13	0	0,00	-0,37	-0,37	-0,37	-0,75	-0,25	-0,25	-0,46
13	1	-0,62	-1,50	-1,25	-0,62	-1,12	-1,00	-0,80	-0,92
14	0	0,50	-1,00	-0,12	-0,37	-0,37	-0,87	-0,21	-0,54
14	1	-0,50	-0,50	-0,62	-0,87	-1,00	-0,87	-0,54	-0,92
15	0	0,37	0,00	0,00	-1,50	-1,37	-1,12	0,12	-1,33
15	1	0,00	0,25	0,12	-1,12	-1,00	-1,12	0,12	-1,08
16	0	0,00	-0,50	-0,12	0,00	-0,12	-0,37	-0,30	-0,17
16	1	-0,25	-0,50	-0,37	-0,12	-0,12	0,00	-0,37	-0,08
17	0	0,00	-0,12	-0,37	-0,37	-0,25	0,37	-0,17	-0,08

17	1	-0,12	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,12	-0,08	0,04
18	0	-0,12	-0,37	0,00	-0,37	-0,50	-0,25	-0,17	-0,37
18	1	-0,37	-0,62	-0,87	-0,37	-0,25	-0,37	-0,62	-0,33
19	0	0,00	-0,12	-0,50	-0,25	-0,62	-1,00	-0,21	-0,62
19	1	-0,37	-0,87	-0,62	-0,37	-0,75	-0,87	-0,62	-0,67
20	0	-0,37	-0,12	-0,12	-0,87	-0,37	-0,37	-0,33	-0,54
20	1	-0,75	-1,12	-0,50	-1,00	-1,12	-1,12	-0,80	-1,08
21	0	-0,12	-0,50	-0,12	-0,62	-0,25	-0,87	-0,25	-0,58
21	1	-0,25	-0,87	-0,62	-1,75	-1,00	-0,37	-0,58	-1,04
22	0	0,00	-0,50	-0,37	-1,12	-1,87	-1,37	-0,29	-1,46
22	1	-0,25	-0,50	-0,12	0,12	-0,37	0,12	-0,29	-0,04
23	0	0,00	0,00	0,12	-1,37	-0,37	-0,12	0,04	-0,62
23	1	-0,25	0,00	-0,12	-0,75	-1,00	-0,75	-0,12	-0,83
24	0	-1,00	-0,37	-0,25	-0,25	-0,87	-0,62	-0,54	-0,58
24	1	-0,37	-0,75	-0,37	-0,50	-0,37	-0,37	-0,50	-0,42
25	0	-0,12	-0,12	-0,25	-2,25	-0,50	-0,50	-0,17	-1,08
25	1	0,00	0,00	-0,25	-0,75	-0,50	-0,87	-0,08	-0,71
26	0	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
26	1	-0,12	-0,12	-0,25	-2,30	-1,37	-1,12	-0,17	-1,62
27	0	-0,12	2,12	-0,37	0,37	0,00	-0,12	0,54	0,08
27	1	-0,25	-0,50	-0,62	-0,37	-0,50	-0,62	-0,46	-0,50
28	0	-0,12	0,00	0,00	-0,25	-0,12	-0,37	-0,04	-0,25
28	1	-0,62	-0,87	-0,25	-0,37	-0,37	-0,25	-0,58	-0,33
29	0	-0,62	-0,25	0,37	-0,37	-0,17	0,00	-0,17	-0,18
29	1	-0,37	-0,50	0,00	-0,50	-0,25	-0,75	-0,29	-0,50
30	0	-0,37	0,00	0,37	-0,37	0,25	0,25	0,00	-0,29
30	1	-1,12	-0,25	0,00	-0,12	-0,12	-0,12	-0,46	-0,12

Probandennummer : 1,2,3, usw.

Zahnbürste : 0 = ADA, 1 = Sonicare

Mdif_mgi_pre = Mean Differenzwert mesialer Gingivitisindex prebrush = dif_mgi_pre / 8

Mdif_vgi_pre = Mean Differenzwert vestibulärer Gingivitisindex prebrush = dif_vgi_pre / 8

Mdif_dgi_pre = Mean Differenzwert distaler Gingivitisindex prebrush = dif_dgi_pre / 8

Mdif_mpli_pre = Mean Differenzwert mesialer Plaqueindex prebrush = dif_mpli_pre / 8

Mdif_vpli_pre = Mean Differenzwert vestibulärer Plaqueindex prebrush = dif_vpli_pre / 8

Mdif_mpli_pre = Mean Differenzwert distaler Plaqueindex prebrush = dif_dpli_pre / 8

Mdif_ggi_pre = Mean Differenzwert gesamt Gingivitisindex prebrush = (

Mdif_mgi_pre + Mdif_vgi_pre + Mdif_dgi_pre) / 3

Mdif_gpli_pre = Mean Differenzwert gesamt Plaqueindex prebrush = (Mdif_mpli_pre +Mdif_vpli_pre + Mdif_dplic_pre) / 3

10.2.2 3D-Tabelle

Totale Volumenveränderung des Zahnhart- und Weichgewebes in μm^3 (avol_tot) :

Zahnbürste	Differenzbild	Zahn	TotVoländerung Hartgewebe	TotVoländerung Weichgewebe
0	01-1/2-lq	23	2.22E+08	-1.05E+08
0	01-1/2-lq	24	-1.59E+07	-3.72E+07
0	01-1/2-lq	25	-2.39E+07	-2.61E+07
0	01-1/2-lq	26	-2.32E+08	-6.89E+07
0	01-1/2-rq	13	-1.55E+08	-2.26E+08
0	01-1/2-rq	14	4.36E+07	-2.49E+08
0	01-1/2-rq	15	-3.53E+09	-3.85E+09
0	01-1/2-rq	16	8.17E+07	1.05E+08
0	02-1/2-lq	23	-1.16E+08	1.02E+06
0	02-1/2-lq	24	1.87E+08	-1.26E+08
0	02-1/2-lq	25	3.57E+07	-3.90E+07
0	02-1/2-lq	26	1.44E+08	-3.33E+08
0	02-1/2-rq	13	2.26E+08	8.20E+07
0	02-1/2-rq	14	1.22E+08	-4.13E+06
0	02-1/2-rq	15	-2.57E+07	-9.28E+07
0	02-1/2-rq	16	-3.23E+07	-1.05E+08
0	03-1/2-lq	23	1.03E+08	-1.71E+08
0	03-1/2-lq	24	1.04E+08	-2.08E+08
0	03-1/2-lq	25	-5.52E+07	-9.76E+07
0	03-1/2-lq	26	1.65E+08	-2.02E+08
0	03-1/2-rq	13	-1.61E+08	2.40E+07
0	03-1/2-rq	14	-1.03E+08	-5.85E+07
0	03-1/2-rq	15	1.12E+06	-7.98E+07
0	03-1/2-rq	16	-1.50E+07	-1.37E+08
0	04-1/2-lq	23	-1.22E+07	2.50E+07
0	04-1/2-lq	24	-7.16E+07	-3.37E+08
0	04-1/2-lq	25	-2.56E+06	-1.42E+08
0	04-1/2-lq	26	-5.39E+05	-7.61E+07
0	04-1/2-rq	13	1.45E+08	6.47E+07
0	04-1/2-rq	14	-6.27E+07	-1.15E+08
0	04-1/2-rq	15	-1.99E+08	8.29E+06
0	04-1/2-rq	16	-1.51E+08	2.20E+07

0	05-1/2-lq	23	-4.72E+08	-2.47E+08
0	05-1/2-lq	24	-1.17E+08	-7.67E+06
0	05-1/2-lq	25	-1.37E+08	1.42E+08
0	05-1/2-lq	26	-3.42E+08	1.35E+07
0	05-1/2-rq	13	-1.06E+08	-7.01E+07
0	05-1/2-rq	14	-3.04E+08	-1.31E+07
0	05-1/2-rq	15	-6.08E+07	-5.91E+07
0	05-1/2-rq	16	-4.14E+07	-7.25E+06
0	06-1/2-lq	23	-1.43E+07	-1.01E+08
0	06-1/2-lq	24	7.85E+07	-6.05E+07
0	06-1/2-lq	25	-1.00E+07	-7.22E+07
0	06-1/2-lq	26	2.23E+08	-1.33E+08
0	06-1/2-rq	13	1.21E+08	-4.31E+07
0	06-1/2-rq	14	-1.42E+07	-7.00E+07
0	06-1/2-rq	15	-3.35E+07	-2.13E+08
0	06-1/2-rq	16	-6.93E+06	-1.60E+08
0	07-1/2-lq	23	-1.11E+07	-1.97E+07
0	07-1/2-lq	24	2.21E+08	1.34E+07
0	07-1/2-lq	25	2.27E+08	-1.35E+06
0	07-1/2-lq	26	2.05E+08	-1.37E+08
0	07-1/2-rq	13	2.43E+08	-1.33E+08
0	07-1/2-rq	14	1.06E+09	-2.96E+07
0	07-1/2-rq	15	1.07E+09	-1.46E+08
0	07-1/2-rq	16	2.42E+08	-1.36E+07
0	08-1/2-lq	23	-1.82E+08	-4.54E+07
0	08-1/2-lq	24	-1.50E+08	-1.22E+08
0	08-1/2-lq	25	1.08E+08	-3.13E+06
0	08-1/2-lq	26	-1.46E+08	1.96E+08
0	08-1/2-rq	13	1.67E+08	-1.33E+08
0	08-1/2-rq	14	-2.38E+08	1.04E+07
0	08-1/2-rq	15	-1.08E+08	-2.93E+07
0	08-1/2-rq	16	-4.69E+07	2.32E+07
0	09-1/2-lq	23	5.69E+07	-1.36E+07
0	09-1/2-lq	24	-3.75E+06	-9.01E+07
0	09-1/2-lq	25	1.53E+08	-1.52E+08
0	09-1/2-lq	26	5.68E+06	9.64E+07
0	09-1/2-rq	13	1.48E+08	-3.30E+05
0	09-1/2-rq	14	-1.55E+06	-2.24E+07
0	09-1/2-rq	15	1.36E+08	1.08E+07
0	09-1/2-rq	16	-3.65E+07	-1.59E+08
0	10-1/2-lq	22	-8.77E+07	-3.41E+07
0	10-1/2-lq	23	-1.56E+08	-8.26E+06
0	10-1/2-lq	25	-1.31E+07	-8.83E+07
0	10-1/2-lq	26	-2.36E+08	1.34E+07

0	10-1/2-rq	13	4.94E+08	-8.23E+07
0	10-1/2-rq	15	-2.63E+07	-2.16E+07
0	10-1/2-rq	12	6.90E+07	-4.90E+07
0	10-1/2-rq	16	4.83E+07	7.28E+07
0	11-1/2-lq	23	4.35E+07	1.03E+07
0	11-1/2-lq	22	-7.79E+07	-6.36E+07
0	11-1/2-lq	25	-3.59E+07	-9.03E+06
0	11-1/2-lq	26	-1.39E+07	-1.30E+08
0	11-1/2-rq	13	-1.09E+08	-2.49E+08
0	11-1/2-rq	12	-4.46E+08	-9.68E+06
0	11-1/2-rq	15	-5.32E+07	-2.34E+08
0	11-1/2-rq	16	-3.56E+07	5.06E+07
0	12-1/2-lq	23	7.86E+07	-1.53E+08
0	12-1/2-lq	24	-2.93E+07	-2.64E+07
0	12-1/2-lq	25	2.46E+07	2.39E+07
0	12-1/2-lq	26	-1.91E+07	-6.50E+07
0	12-1/2-rq	13	-4.86E+07	1.93E+07
0	12-1/2-rq	14	1.35E+07	-3.43E+08
0	12-1/2-rq	15	-6.72E+07	3.69E+08
0	12-1/2-rq	16	2.31E+07	-7.92E+07
0	13-1/2-lq	23	-3.12E+06	5.08E+07
0	13-1/2-lq	24	6.11E+07	-1.08E+08
0	13-1/2-lq	25	8.23E+07	6.67E+07
0	13-1/2-lq	26	8.21E+07	1.21E+08
0	13-1/2-rq	13	-5.93E+07	-4.11E+07
0	13-1/2-rq	14	6.32E+07	-1.39E+07
0	13-1/2-rq	15	3.14E+07	1.06E+07
0	13-1/2-rq	16	3.17E+07	-3.33E+07
0	14-1/2-lq	23	-9.81E+07	1.78E+07
0	14-1/2-lq	24	-1.05E+08	-2.50E+07
0	14-1/2-lq	25	-1.06E+08	-9.44E+06
0	14-1/2-lq	26	1.52E+07	-7.49E+07
0	14-1/2-rq	13	4.59E+07	2.23E+07
0	14-1/2-rq	14	3.80E+07	1.34E+07
0	14-1/2-rq	15	5.55E+06	1.03E+08
0	14-1/2-rq	16	2.10E+07	-6.92E+07
0	15-1/2-lq	23	-5.24E+08	8.59E+07
0	15-1/2-lq	24	-1.44E+08	1.11E+08
0	15-1/2-lq	25	-7.92E+07	1.14E+07
0	15-1/2-lq	26	-5.73E+07	1.17E+08
0	15-1/2-rq	13	1.33E+08	-1.46E+08
0	15-1/2-rq	14	2.30E+07	-6.26E+07
0	15-1/2-rq	15	-5.65E+07	-1.82E+06
0	15-1/2-rq	16	1.58E+08	2.28E+07

0	16-1/2-lq	23	-3.02E+08	1.13E+08
0	16-1/2-lq	24	-1.50E+08	-1.08E+08
0	16-1/2-lq	25	1.77E+08	-5.70E+07
0	16-1/2-lq	26	5.67E+07	-2.24E+07
0	16-1/2-rq	13	1.16E+08	-1.01E+07
0	16-1/2-rq	14	-2.31E+08	7.37E+07
0	16-1/2-rq	15	-6.10E+06	5.31E+07
0	16-1/2-rq	16	-9.17E+07	1.95E+08
0	17-1/2-lq	23	1.61E+06	2.51E+07
0	17-1/2-lq	24	-8.83E+07	-1.04E+08
0	17-1/2-lq	25	-4.21E+07	6.54E+07
0	17-1/2-lq	26	-8.90E+06	3.45E+07
0	17-1/2-rq	13	8.73E+07	-3.80E+07
0	17-1/2-rq	14	1.59E+07	-1.04E+08
0	17-1/2-rq	15	-4.45E+06	1.79E+06
0	17-1/2-rq	16	8.56E+07	1.44E+08
0	18-1/2-lq	23	-1.39E+08	-1.82E+08
0	18-1/2-lq	24	2.05E+08	-1.64E+08
0	18-1/2-lq	25	1.80E+08	-5.55E+07
0	18-1/2-lq	26	-2.77E+08	-3.45E+08
0	18-1/2-rq	13	-2.28E+08	2.37E+06
0	18-1/2-rq	14	-3.70E+07	-1.07E+08
0	18-1/2-rq	15	-1.40E+08	-9.73E+07
0	18-1/2-rq	16	-3.25E+08	5.96E+07
0	19-1/2-lq	23	1.30E+07	6.51E+07
0	19-1/2-lq	24	-2.35E+06	4.82E+07
0	19-1/2-lq	25	5.37E+07	2.24E+08
0	19-1/2-lq	26	-3.06E+07	1.48E+08
0	19-1/2-rq	13	2.24E+06	2.50E+07
0	19-1/2-rq	14	-8.58E+06	1.79E+07
0	19-1/2-rq	15	6.10E+07	2.44E+07
0	19-1/2-rq	16	2.36E+07	1.24E+07
0	20-1/2-lq	23	1.07E+08	-8.69E+06
0	20-1/2-lq	24	1.54E+08	-3.56E+07
0	20-1/2-lq	25	2.24E+07	2.23E+08
0	20-1/2-lq	26	2.19E+08	-5.57E+07
0	20-1/2-rq	13	-2.44E+08	-4.08E+07
0	20-1/2-rq	14	1.02E+08	-1.37E+08
0	20-1/2-rq	15	1.37E+08	-2.00E+08
0	20-1/2-rq	16	2.39E+08	-2.65E+08
0	21-1/2-lq	23	-1.07E+08	1.02E+08
0	21-1/2-lq	24	2.35E+05	-1.00E+08
0	21-1/2-lq	25	1.88E+07	-4.82E+07
0	21-1/2-lq	26	9.36E+07	-2.98E+08

0	21-1/2-rq	13	2.25E+08	1.83E+07
0	21-1/2-rq	14	1.03E+08	1.01E+08
0	21-1/2-rq	15	3.47E+08	-1.02E+08
0	21-1/2-rq	16	1.62E+08	-1.16E+08
0	22-1/2-lq	23	-1.68E+07	
0	22-1/2-lq	24	-1.57E+08	-3.16E+08
0	22-1/2-lq	25	2.43E+08	1.97E+08
0	22-1/2-lq	26	2.48E+08	-3.18E+08
0	22-1/2-rq	13	-2.87E+08	-1.66E+08
0	22-1/2-rq	14	-4.86E+07	6.75E+06
0	22-1/2-rq	15	1.10E+08	-6.99E+07
0	22-1/2-rq	16	1.21E+07	1.75E+08
0	23-1/2-lq	23	1.86E+08	-6.93E+07
0	23-1/2-lq	24	8.22E+07	-7.63E+06
0	23-1/2-lq	25	-1.88E+06	-6.16E+07
0	23-1/2-lq	26	2.25E+07	-2.54E+08
0	23-1/2-rq	13	1.76E+08	-6.21E+06
0	23-1/2-rq	12	-1.02E+08	2.30E+07
0	23-1/2-rq	15	5.10E+07	-2.31E+07
0	23-1/2-rq	16	1.42E+08	-6.67E+07
0	24-1/2-lq	23	-6.88E+07	1.06E+08
0	24-1/2-lq	24	1.89E+08	-2.02E+08
0	24-1/2-lq	25	2.32E+08	-1.01E+08
0	24-1/2-lq	26	-1.66E+07	2.36E+07
0	24-1/2-rq	13	5.32E+06	1.11E+07
0	24-1/2-rq	14	-4.55E+07	5.31E+06
0	24-1/2-rq	15	-2.47E+07	3.59E+07
0	24-1/2-rq	16	-4.60E+07	-6.22E+06
0	25-1/2-lq	23	-3.13E+08	-9.12E+07
0	25-1/2-lq	24	-1.52E+08	-1.10E+08
0	25-1/2-lq	25	-2.51E+07	-1.22E+08
0	25-1/2-lq	26	-6.43E+07	2.23E+07
0	25-1/2-rq	13	-1.49E+06	5.15E+07
0	25-1/2-rq	14	-4.01E+07	7.02E+07
0	25-1/2-rq	15	-2.36E+07	3.61E+07
0	25-1/2-rq	16	-9.73E+07	1.14E+07
0	26-1/2-lq	23	-1.49E+08	-1.52E+07
0	26-1/2-lq	24	7.01E+07	3.02E+07
0	26-1/2-lq	25	-2.73E+07	6.89E+06
0	26-1/2-lq	26	-1.30E+07	-1.67E+07
0	26-1/2-rq	13	-7.96E+07	1.63E+08
0	26-1/2-rq	14	1.73E+08	-3.85E+06
0	26-1/2-rq	15	2.45E+08	4.41E+07
0	26-1/2-rq	16	2.33E+07	-8.95E+07

0	27-1/2-lq	23	-1.08E+08	-1.36E+07
0	27-1/2-lq	24	2.11E+08	-1.36E+07
0	27-1/2-lq	25	8.64E+07	-4.55E+07
0	27-1/2-lq	26	1.20E+08	-2.80E+07
0	27-1/2-rq	13	-3.80E+07	-2.11E+07
0	27-1/2-rq	14	-1.47E+08	1.39E+08
0	27-1/2-rq	15	1.15E+08	6.26E+07
0	27-1/2-rq	16	-5.17E+07	7.18E+07
0	28-1/2-lq	23	2.20E+07	-3.47E+07
0	28-1/2-lq	24	-1.22E+08	4.44E+07
0	28-1/2-lq	25	-3.87E+06	-1.84E+07
0	28-1/2-lq	26	-3.45E+08	3.77E+07
0	28-1/2-rq	13	-5.47E+07	-4.10E+07
0	28-1/2-rq	14	1.35E+05	2.44E+07
0	28-1/2-rq	15	-2.90E+07	2.06E+08
0	28-1/2-rq	16	-5.36E+07	7.45E+07
0	29-1/2-lq	23	-4.81E+07	8.91E+07
0	29-1/2-lq	24	-2.01E+08	-2.04E+08
0	29-1/2-lq	25	-7.88E+07	4.26E+07
0	29-1/2-lq	26	1.34E+07	-8.07E+07
0	29-1/2-rq	13	-2.36E+08	-7.28E+07
0	29-1/2-rq	14	-3.84E+07	-1.39E+07
0	29-1/2-rq	15	4.65E+07	-2.48E+07
0	29-1/2-rq	16	-1.42E+07	1.24E+07
0	30-1/2-lq	23	-2.23E+07	-8.05E+07
0	30-1/2-lq	24	2.41E+06	-1.94E+07
0	30-1/2-lq	25	1.25E+07	-6.70E+07
0	30-1/2-lq	26	-8.41E+07	-4.14E+07
0	30-1/2-rq	13	-1.60E+07	-2.41E+07
0	30-1/2-rq	14	-5.28E+07	-1.07E+08
0	30-1/2-rq	15	1.10E+07	-2.99E+08
0	30-1/2-rq	16	-7.07E+07	-7.61E+07
1	01-3/4-lq	23	1.48E+08	1.19E+07
1	01-3/4-lq	24	1.67E+07	-6.68E+06
1	01-3/4-lq	25	-3.78E+07	-7.66E+07
1	01-3/4-lq	26	-1.00E+09	-7.31E+08
1	01-3/4-rq	13	2.21E+08	8.32E+07
1	01-3/4-rq	14	-2.09E+08	2.38E+08
1	01-3/4-rq	15	-6.81E+07	9.13E+07
1	01-3/4-rq	16	-5.85E+08	-4.28E+08
1	02-3/4-lq	23	4.04E+08	-2.02E+08
1	02-3/4-lq	24	3.85E+07	-3.20E+07
1	02-3/4-lq	25	3.28E+07	1.04E+08
1	02-3/4-lq	26	1.20E+07	6.88E+07

1	02-3/4-rq	13	-9.39E+08	2.72E+07
1	02-3/4-rq	14		
1	02-3/4-rq	15		
1	02-3/4-rq	16		
1	03-3/4-lq	23	-2.12E+08	-9.31E+07
1	03-3/4-lq	24	-5.44E+07	-1.59E+08
1	03-3/4-lq	25	7.57E+07	-1.84E+07
1	03-3/4-lq	26	-4.79E+07	-2.72E+07
1	03-3/4-rq	13	-1.22E+08	-5.28E+06
1	03-3/4-rq	14	-2.04E+07	9.96E+06
1	03-3/4-rq	15	-9.39E+07	-2.63E+07
1	03-3/4-rq	16	-2.55E+08	-1.44E+08
1	04-3/4-lq	23	-1.40E+08	-4.68E+07
1	04-3/4-lq	24	-1.19E+07	-1.78E+07
1	04-3/4-lq	25	-1.31E+07	-2.20E+07
1	04-3/4-lq	26	1.41E+08	1.03E+07
1	04-3/4-rq	13	-4.32E+07	2.19E+07
1	04-3/4-rq	14	-5.50E+07	-4.23E+07
1	04-3/4-rq	15	-3.82E+07	2.41E+08
1	04-3/4-rq	16	-1.27E+08	-6.36E+06
1	05-3/4-lq	23	-1.80E+08	2.21E+07
1	05-3/4-lq	24	-5.72E+07	-4.99E+07
1	05-3/4-lq	25	4.95E+07	-1.56E+07
1	05-3/4-lq	26	-3.15E+08	-9.84E+07
1	05-3/4-rq	13	-1.71E+07	-3.95E+07
1	05-3/4-rq	14	-1.26E+08	1.88E+08
1	05-3/4-rq	15	-6.01E+07	1.02E+08
1	05-3/4-rq	16	-1.19E+05	2.10E+08
1	06-3/4-lq	23	-1.87E+08	-2.92E+07
1	06-3/4-lq	24	5.17E+07	-9.70E+07
1	06-3/4-lq	25	-5.91E+07	-2.08E+08
1	06-3/4-lq	26	-9.14E+07	-1.55E+08
1	06-3/4-rq	13	-1.43E+08	-6.45E+07
1	06-3/4-rq	14	-7.79E+07	2.06E+07
1	06-3/4-rq	15	-8.60E+07	-1.22E+07
1	06-3/4-rq	16	-2.01E+08	1.21E+08
1	07-3/4-lq	23	8.64E+07	-2.06E+08
1	07-3/4-lq	24	8.15E+07	-7.62E+07
1	07-3/4-lq	25	2.06E+08	-1.88E+08
1	07-3/4-lq	26	1.25E+09	2.09E+07
1	07-3/4-rq	13	2.42E+08	-1.39E+08
1	07-3/4-rq	14	1.02E+06	5.22E+06
1	07-3/4-rq	15	8.82E+07	-3.02E+07
1	07-3/4-rq	16	1.95E+08	-1.58E+08

1	08-3/4-lq	23	2.12E+08	-6.55E+06
1	08-3/4-lq	24	1.76E+08	3.14E+07
1	08-3/4-lq	25	1.12E+08	6.61E+07
1	08-3/4-lq	26	1.79E+08	-2.48E+08
1	08-3/4-rq	13	1.59E+08	-1.09E+07
1	08-3/4-rq	14	9.43E+07	3.14E+07
1	08-3/4-rq	15	-3.90E+07	8.67E+07
1	08-3/4-rq	16	-5.57E+07	-6.47E+07
1	09-3/4-lq	23	-2.36E+08	-1.23E+08
1	09-3/4-lq	24	1.73E+08	-6.92E+07
1	09-3/4-lq	25	7.81E+07	-1.36E+08
1	09-3/4-lq	26	-5.21E+07	5.56E+07
1	09-3/4-rq	13	2.71E+08	-2.81E+08
1	09-3/4-rq	14	-1.87E+08	-2.71E+07
1	09-3/4-rq	15	-1.86E+08	-3.91E+07
1	09-3/4-rq	16	-1.36E+08	-7.95E+06
1	10-3/4-lq	23	1.76E+08	9.69E+07
1	10-3/4-lq	22	5.84E+07	8.06E+07
1	10-3/4-lq	25	-7.03E+07	-2.51E+07
1	10-3/4-lq	26	8.07E+07	-2.11E+07
1	10-3/4-rq	13	4.08E+08	-3.14E+08
1	10-3/4-rq	12	1.42E+06	3.72E+07
1	10-3/4-rq	15	-1.45E+07	7.74E+07
1	10-3/4-rq	16	1.37E+07	-8.53E+07
1	11-3/4-lq	23	2.71E+08	-1.20E+08
1	11-3/4-lq	22	2.06E+08	1.18E+07
1	11-3/4-lq	25	2.02E+07	-2.79E+08
1	11-3/4-lq	26	4.37E+07	-1.61E+08
1	11-3/4-rq	13	1.72E+08	5.41E+07
1	11-3/4-rq	12	2.12E+08	9.74E+07
1	11-3/4-rq	15	1.34E+08	-1.07E+08
1	11-3/4-rq	16	-1.15E+08	1.70E+06
1	12-3/4-lq	23	-1.78E+08	-1.32E+06
1	12-3/4-lq	24	-9.90E+07	1.34E+07
1	12-3/4-lq	25	7.22E+07	2.42E+07
1	12-3/4-lq	26	-8.77E+08	8.11E+07
1	12-3/4-rq	13	-2.30E+07	-2.78E+08
1	12-3/4-rq	14	1.78E+07	3.12E+07
1	12-3/4-rq	15	2.13E+07	1.07E+08
1	12-3/4-rq	16	1.93E+08	-1.57E+07
1	13-3/4-lq	23	-1.76E+07	-3.71E+08
1	13-3/4-lq	24	-8.99E+06	2.36E+07
1	13-3/4-lq	25	-2.30E+08	-1.12E+08
1	13-3/4-lq	26	-2.50E+07	-7.20E+06

1	13-3/4-rq	13	3.88E+11	-2.34E+07
1	13-3/4-rq	14	-1.21E+08	-2.41E+07
1	13-3/4-rq	15	-2.01E+08	7.08E+07
1	13-3/4-rq	16	-3.80E+07	-6.75E+07
1	14-3/4-lq	23	1.23E+08	-8.78E+07
1	14-3/4-lq	24	-4.76E+07	-1.05E+07
1	14-3/4-lq	25	-6.30E+07	-5.05E+07
1	14-3/4-lq	26	-1.09E+08	1.46E+07
1	14-3/4-rq	13	1.11E+08	-6.42E+07
1	14-3/4-rq	14	-2.22E+08	-4.06E+07
1	14-3/4-rq	15	-3.49E+07	2.44E+06
1	14-3/4-rq	16	-1.22E+08	5.59E+07
1	15-3/4-lq	23	8.25E+07	-9.70E+07
1	15-3/4-lq	24	1.07E+08	-2.19E+07
1	15-3/4-lq	25	-3.06E+07	1.81E+08
1	15-3/4-lq	26	-7.12E+07	-4.47E+07
1	15-3/4-rq	13	-1.70E+08	-4.88E+06
1	15-3/4-rq	14	4.27E+06	-1.26E+08
1	15-3/4-rq	15	6.41E+07	-1.14E+08
1	15-3/4-rq	16	-7.58E+06	-2.40E+08
1	16-3/4-lq	23	1.16E+07	2.30E+07
1	16-3/4-lq	24	-3.65E+07	-1.78E+07
1	16-3/4-lq	25	-5.96E+07	-3.97E+06
1	16-3/4-lq	26	1.57E+07	-5.60E+07
1	16-3/4-rq	13	-9.90E+07	-1.44E+07
1	16-3/4-rq	14	-1.16E+08	-9.73E+07
1	16-3/4-rq	15	-1.58E+08	-7.36E+07
1	16-3/4-rq	16	-7.19E+07	-9.94E+07
1	17-3/4-lq	23	1.48E+08	1.66E+07
1	17-3/4-lq	24	1.12E+08	1.10E+08
1	17-3/4-lq	25	1.69E+08	-9.24E+07
1	17-3/4-lq	26	1.99E+07	-1.48E+08
1	17-3/4-rq	13	1.71E+08	-3.00E+07
1	17-3/4-rq	14	7.56E+07	1.40E+08
1	17-3/4-rq	15	2.01E+08	3.95E+07
1	17-3/4-rq	16	2.03E+08	1.49E+08
1	18-3/4-lq	23	-1.95E+08	-7.02E+06
1	18-3/4-lq	24	-4.48E+06	-1.71E+08
1	18-3/4-lq	25	-1.70E+08	-7.91E+06
1	18-3/4-lq	26	1.96E+06	3.06E+07
1	18-3/4-rq	13	-1.32E+08	3.02E+08
1	18-3/4-rq	14	-5.52E+08	-1.88E+08
1	18-3/4-rq	15	-1.12E+08	1.75E+08
1	18-3/4-rq	16	-3.68E+07	9.73E+07

1	19-3/4-lq	23	-3.01E+06	1.97E+07
1	19-3/4-lq	24	1.24E+08	-4.47E+06
1	19-3/4-lq	25	-2.25E+07	1.02E+08
1	19-3/4-lq	26	5.20E+06	-3.44E+07
1	19-3/4-rq	13	-1.43E+08	6.69E+07
1	19-3/4-rq	14	1.60E+07	2.02E+07
1	19-3/4-rq	15	-8.78E+07	3.64E+07
1	19-3/4-rq	16	1.19E+08	-4.26E+07
1	20-3/4-lq	23	9.05E+07	1.49E+07
1	20-3/4-lq	24	-8.30E+07	2.02E+07
1	20-3/4-lq	25	1.85E+06	1.85E+06
1	20-3/4-lq	26	-1.21E+08	-1.67E+07
1	20-3/4-rq	13	6.18E+07	1.23E+08
1	20-3/4-rq	14	-2.27E+07	6.35E+07
1	20-3/4-rq	15	4.77E+07	-4.66E+07
1	20-3/4-rq	16	1.38E+07	-1.11E+08
1	21-3/4-lq	23	1.65E+08	-5.73E+04
1	21-3/4-lq	24	3.16E+07	7.84E+07
1	21-3/4-lq	25	7.64E+07	1.11E+08
1	21-3/4-lq	26	1.93E+07	-1.09E+08
1	21-3/4-rq	13	6.48E+07	4.72E+07
1	21-3/4-rq	14	1.54E+08	1.26E+08
1	21-3/4-rq	15	2.36E+06	2.86E+07
1	21-3/4-rq	16	1.93E+08	-2.38E+07
1	22-3/4-lq	23	-1.74E+08	-5.89E+07
1	22-3/4-lq	24	2.31E+07	1.43E+08
1	22-3/4-lq	25	1.83E+08	-1.95E+07
1	22-3/4-lq	26	-3.25E+08	-6.18E+08
1	22-3/4-rq	13	-3.16E+06	1.15E+05
1	22-3/4-rq	14	3.45E+07	6.70E+07
1	22-3/4-rq	15	-3.69E+06	2.05E+07
1	22-3/4-rq	16	1.15E+07	1.48E+06
1	23-3/4-lq	23	-4.22E+06	-7.99E+07
1	23-3/4-lq	24	-2.29E+08	-1.39E+07
1	23-3/4-lq	25	1.25E+07	1.64E+07
1	23-3/4-lq	26	4.33E+07	-1.82E+08
1	23-3/4-rq	13	1.06E+08	-1.21E+08
1	23-3/4-rq	12	2.86E+06	-2.03E+07
1	23-3/4-rq	15	-1.62E+07	-1.57E+07
1	23-3/4-rq	16	3.06E+08	-1.93E+08
1	24-3/4-lq	23	-2.87E+07	-6.45E+07
1	24-3/4-lq	24	-7.69E+07	2.00E+07
1	24-3/4-lq	25	-5.56E+07	3.99E+07
1	24-3/4-lq	26	5.17E+07	-4.58E+07

1	24-3/4-rq	13	1.35E+08	2.74E+08
1	24-3/4-rq	14	-6.48E+07	2.21E+08
1	24-3/4-rq	15	-1.81E+08	1.15E+08
1	24-3/4-rq	16	-4.56E+08	-3.26E+08
1	25-3/4-lq	23	-8.61E+06	-1.98E+06
1	25-3/4-lq	24	-1.65E+05	3.30E+06
1	25-3/4-lq	25	9.68E+06	-3.45E+05
1	25-3/4-lq	26	-6.12E+06	-3.00E+06
1	25-3/4-rq	13	-1.26E+07	1.05E+06
1	25-3/4-rq	14	7.00E+05	-3.11E+06
1	25-3/4-rq	15	6.09E+06	1.34E+06
1	25-3/4-rq	16	-2.70E+06	2.26E+06
1	26-3/4-lq	23	2.40E+08	1.81E+05
1	26-3/4-lq	24	1.98E+08	2.47E+07
1	26-3/4-lq	25	1.74E+08	4.39E+07
1	26-3/4-lq	26	1.86E+08	-3.61E+06
1	26-3/4-rq	13	4.19E+08	-9.35E+07
1	26-3/4-rq	14	1.71E+08	-8.22E+07
1	26-3/4-rq	15	2.26E+08	-1.57E+08
1	26-3/4-rq	16	9.52E+06	-1.20E+08
1	27-3/4-lq	23	-1.35E+08	-1.03E+08
1	27-3/4-lq	24	-5.50E+07	-2.86E+07
1	27-3/4-lq	25	-7.49E+07	-9.62E+07
1	27-3/4-lq	26	-2.08E+08	-2.67E+07
1	27-3/4-rq	13	-1.08E+08	-8.56E+07
1	27-3/4-rq	14	-6.83E+07	4.30E+07
1	27-3/4-rq	15	-2.50E+08	-2.75E+08
1	27-3/4-rq	16	1.45E+06	-1.07E+08
1	28-3/4-lq	23	-3.15E+07	-2.26E+08
1	28-3/4-lq	24	5.51E+07	-7.60E+07
1	28-3/4-lq	25	-2.22E+07	-1.42E+08
1	28-3/4-lq	26	1.90E+08	-1.30E+07
1	28-3/4-rq	13	2.16E+07	4.77E+07
1	28-3/4-rq	14	-1.91E+07	-2.22E+07
1	28-3/4-rq	15	-4.71E+07	-6.01E+07
1	28-3/4-rq	16	-4.69E+07	-4.54E+07
1	29-3/4-lq	23	-4.57E+07	8.05E+07
1	29-3/4-lq	24	-1.14E+08	-4.15E+07
1	29-3/4-lq	25	-1.73E+07	8.61E+07
1	29-3/4-lq	26	1.62E+08	1.23E+08
1	29-3/4-rq	13	1.04E+08	-1.01E+07
1	29-3/4-rq	14	2.04E+07	-2.88E+07
1	29-3/4-rq	15	4.37E+07	1.61E+07
1	29-3/4-rq	16	1.70E+08	-3.35E+07

1	30-3/4-lq	23	-1.79E+08	2.24E+07
1	30-3/4-lq	24	-4.48E+06	-2.85E+07
1	30-3/4-lq	25	6.48E+07	1.19E+08
1	30-3/4-lq	26	1.54E+07	3.15E+07
1	30-3/4-rq	13	-1.62E+07	9.08E+07
1	30-3/4-rq	14	4.30E+07	1.27E+07
1	30-3/4-rq	15	1.03E+08	1.87E+07
1	30-3/4-rq	16	-1.80E+07	5.88E+07

Zahnbürste: 0 = ADA, 1 = Sonicare

1-1/2-lq = Proband mit der Teilnehmernummer 1 - Differenzwert
zwischen der ersten und zweiten Sitzung – linker Quadrant
usw.

Totale Volumenänderung Hartgewebe / Weichgewebe

Anmerkung: Der Abdruck 02-3/4-rq mit den Zahnflächen 14,15,16 wurde aus der
Bewertung und dem Vermessen herausgenommen, da der Abdruck
nicht genug detailgetreu war, das gleiche gilt auch für den Abdruck
22-1/2-lq, hier allerdings nur der Zahn 23.

10.3 Anleitung zum Vorgehen an dem 3D-Scanner und der Verarbeitung der gewonnenen Daten mit dem Match3D-Programm

1. Einscannen der Gipsreplika und Ablesen der Oberfläche mit dem 3D-Scanner

- Aufrufen des 3D-Programms mit dem Befehl „scan3d“
- Den Abdruck in den Scanner einsetzen und positionieren
- → File → scan parameters → Fenster mit Scan-Parameter-Einstellungen → number of steps anpassen, Mirror-Option ausstellen → ok drücken
- → das Licht im Scanner ausschalten, die Türen des Scanners schließen, danach im Programm auf Start drücken
- → nach Ende des Scan-Verfahrens öffnet sich das Fenster zum benennen des Bildes, die benannten Bilder haben die Endung „xv“

2. Überlagerung der Bilder zu Differenzbildern mit Hilfe des Match-3D-Programmes

A) Aufrufen der eingescannten Bilder durch Aufrufen des Match-3D-Programmes

- → nach Öffnung des Fensters das entsprechende Bild auswählen
- → File → open VIFF → neues unterteiltes Fenster öffnet sich → im linken Teilfenster einen Verzeichnisnamen anklicken, im rechten Teilfenster den Namen des entsprechenden Bildes anklicken, es erscheint der Dateiname im Fenster File /Filter → ok drücken und das entsprechende Bild öffnet sich

B) Bilder überlagern und Erstellen von Differenzbildern

Die entsprechenden Bilder (baseline und follow-up), die überlagert und verglichen werden sollen, werden aufgerufen

→ mit der linken Maustaste wird das Areal welches bei der Überlagerung der beiden Bilder übereinandergebracht werden soll „ausgeschnitten“. Der ausgeschnittene Anteil des Bildes stellt ein Polygon dar, welches mit dem Klicken der rechten Maustaste

geschlossen werden soll. Die Durchführung erfolgt identisch bei beiden Bildern.

→ bei beiden Bildern klicken auf → edit → select polygon → beim follow-up Bild klicken auf → match → parameters → es öffnet sich ein neues Fenster „matching control panel“ → auf den Namen des baseline-Bildes gehen → zurück auf die Bildfenster gehen → in beiden Bildern mit der linken Maustaste drei oder mehr identische Punkte aussuchen und mit der rechten das Polygon schließen

→ in dem grauen matching control panel Fenster klicken auf → from points → match

→ es öffnet sich das neue Fenster „matching error progress“ und gibt den Errechnungsprozeß der beiden überlagerten Bilder wieder, dabei sollte der letzte Wert unter $2,5E + 01$ sein, um sicher zu gehen, dass eine exakte Überlagerung vorliegt, es erfolgt ein neues Fenster → „accept“

→ accept computed transformation → yes → matching error progress-Fenster schließt sich

→ in den Bildfenstern auf \diamond ALL drücken, um wieder das gesamte Bild zu zeigen

→ im matching control panel-Fenster drücken auf → Diff. Img. → das entsprechende Differenzbild öffnet sich → drücken auf → File → save VIFF

→ es erscheint ein graues Fenster um das Bild zu benennen → Namensgebung → drücken auf ok

3. Statistik-Auswertung

Das gewünschte Differenzbild aufrufen

→ edit → load polygon → rechteck1.txt auswählen → es erscheint das entsprechende Rechteck

→ Positionierung des Rechtecks in der Mitte der Vestibulärfläche der Zähne in dem man mit der STRG-Taste und der linken Maustaste das Rechteck bewegt

→ die Speicherung des positionierten Rechtecks erfolgt durch → process

→ path data → es öffnet sich das „path data“-Fenster → hier „average point“ löschen → file → save, es öffnet sich das Fenster für die Namensgebung → das Bild benennen → ok drücken

→ im Differenzbildfenster drücken auf → edit → unselect all →
Polygon – Eingabe für das Hartgewebe, hierbei darauf achten, dass eine
genaue Abgrenzung zwischen Hart- und Weichgewebe erfolgt
→ edit → unselect complement → process statistics, es öffnet sich
das Fenster für die „Differenzbild-Statistik“ → File → save →
Benennung des Bildes → auf ok drücken
Die gleiche Vorgehensweise für den Weichgewebeanteil wiederholen.

11. Danksagung

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

An dieser Stelle möchte ich mich bei Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann ganz herzlich für die Überlassung des interessanten Themas dieser Dissertation - für die fachliche Beratung und Unterstützung bedanken.

Ebenso möchte ich Dr. Michael Wiseman und Frank Roland danken, die mir bei der statistischen Auswertung hilfreich zur Seite standen.

Weiter möchte ich den Teilnehmern danken, die sich für die Durchführung der Studie zur Verfügung gestellt hatten.

Meinen Eltern möchte ich danken, insbesondere meinem Vater, - der während dieser Dissertation verstarb - dass sie mir Verständnis, Hilfe und Unterstützung entgegengebracht hatten und ohne die mein schulischer und beruflicher Werdegang nicht möglich gewesen wäre.

12. Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die vorliegende Arbeit selbständig und nur mit Hilfe der angegebenen Hilfsmittel angefertigt zu haben. Die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern sowie technischen Hilfskräften und die verwendete Literatur sind vollständig angegeben.

Augsburg, den 28.07.2005

Kristian VarosaneK

13. Lebenslauf

Name: VarosaneK
Vorname: Kristian
Geburtsdatum: 26.06.1972
Geburtsort: Cakovec / Kroatien
Familienstand: ledig

Schulbildung:
1979-1983 Grundschule Leutenbach / BW
1983-1992 Georg-Büchner-Gymnasium in Winnenden / Baden-Württemberg mit Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife am 09.06.1992

Hochschulbildung:
1992-1998 Studium des Faches Zahnmedizin an der Fakultät der Universität Zagreb
12.02.1998 Zahnärztliche Prüfung
01.01.2001 Erteilung der Approbation als Zahnarzt durch das Regierungspräsidium Stuttgart

Praktische Tätigkeit:
Nov. 1998-Dez. 2000 Tätigkeit als Anpassungsassistent in einer Praxis in Stuttgart
Jan. 2001-Mai 2001 Tätigkeit als Vorbereitungsassistent in einer Praxis in Stuttgart
Juni 2001-Jan. 2004 Tätigkeit als Vorbereitungsassistent in einer Praxis in Augsburg
Seit Februar 2004 Niedergelassener Zahnarzt in der Gemeinschaftspraxis Dr. Georg Finger & Kristian VarosaneK in Augsburg



kristian varosanek