

Aus der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie  
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. Christof E. Dörfer)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**DER EINFLUSS EINER ELEKTRISCHEN GEGENÜBER MANUELLEN ZAHNBÜRSTE AUF  
BESTEHENDE GINGIVALE REZESSIONEN INNERHALB EINER 12-MONATIGEN  
BEOBACHTUNGSPHASE.**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

**ANNA KATHARINA PLAUMANN**

aus Kaltenkirchen

Kiel 2016

1. Berichterstatter: Prof. Dr. C. Dörfer  
2. Berichterstatter: Prof. Dr. K. Hertrampf  
Tag der mündlichen Prüfung: 14.11.2016  
Zum Druck genehmigt, Kiel, den 14.11.2016

gez. Prof. Dr. Johann Roider  
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

*Meiner Familie gewidmet.*

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Mechanische Plaquekontrolle .....	2
1.2	Geschichte der Zahnbürste .....	3
1.3	Gingivale Rezessionen .....	5
1.3.1	Ätiologie .....	5
1.3.2	Prävalenz .....	8
1.4	Ziele und Hypothesen .....	8
<b>2</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>11</b>
2.1	Studiendesign und –ablauf .....	11
2.2	Patientenauswahl .....	13
2.2.1	Ein- und Ausschlusskriterien .....	13
2.2.2	Randomisierung .....	15
2.3	Indizes .....	15
2.3.1	Anamnese-/ Gesundheitsfragebogen .....	15
2.3.2	Mundschleimhautuntersuchung .....	16
2.3.3	Klinische Messgrößen .....	16
2.3.4	Gingivaverletzungen .....	17
2.3.5	Plaqueindex .....	17
2.4	Auswertung der Gipsmodelle .....	18
2.5	Hilfsmittel .....	18
2.5.1	TriZone (Oral-B EB30 refill).....	19
2.5.2	ADA – Kontrollzahnbürste .....	19
2.5.3	Zahnbürsten im Vergleich .....	20
2.5.4	Zahnpasta .....	21
2.6	Datenmanagement und statistische Analysen.....	21
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>23</b>
3.1	Probandenanzahl im Beobachtungszeitraum .....	23

3.2	Demografische Verteilung .....	24
3.3	Mittlere Veränderung gingivaler Rezessionen von mindestens 2 mm an den bukkalen Mittenflächen .....	25
3.4	Mittlere Veränderung gingivaler Rezessionen von mindestens 1 mm an den bukkalen Mittenflächen .....	27
3.5	Veränderungen bei Betrachtung aller Flächen .....	29
3.6	Vergleich der klinischen Messung mit den Werten der Gipsmodelle an den Bukkalflächen der Referenzzähne .....	30
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>32</b>
4.1	Entwicklung bestehender gingivaler Rezessionen .....	32
4.2	Studiendesign und Limitationen.....	35
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b>	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>Publikationen</b>	<b>52</b>

**Abkürzungen**

Abb.	Abbildung
ADA	American Dental Association
CAL	klinische(s) Attachmentlevel ( <i>englisch: clinical attachment level</i> )
CRF	Befundbogen ( <i>englisch: case report form</i> )
EZB	elektrische Zahnbürste
LOCF	last observation carried forward
GR	gingivale Rezession(en) ( <i>englisch: gingival recession</i> )
HZB	Handzahnbürste
ICC	intraclass-Korrelationskoeffizient ( <i>englisch: intraclass correlation coefficient</i> )
mm	Millimeter
N	Newton
OK	Oberkiefer
PPD	Sondierungstiefe(n) ( <i>englisch: probing pocket depth</i> )
RCT	randomisiert, kontrolliert klinische Studie ( <i>englisch: randomized controlled trial</i> )
UK	Unterkiefer

## 1 Einleitung

Jeder Deutsche verbraucht 1,8 Zahnbürsten im Jahr, so lautet zumindest eine nicht repräsentative Statistik des Ifak Institutes, Marplan, Media Markt Analysen<sup>1</sup>. Übers Jahr wären das rund 145 Millionen Zahnbürsten in der gesamten Bundesrepublik. Mit einem jährlichen Umsatz von 1,4 Milliarden Euro<sup>2</sup> für den Verkauf von Zahn- und Mundpflegeartikeln kommt Deutschland weltweit auf den 3. Rang nach Amerika und China (Jardim et al., 2009). Gleichzeitig gehört der Sektor hierzulande zu den fünf wichtigsten Warengruppen im Konsumgütersegment der Körperpflegeartikel<sup>2</sup>. Auch entsprechend einer Forsa Umfrage der Techniker Krankenkasse<sup>3</sup> aus dem Jahr 2009 sind Zahnpasta und Zahnbürste aus dem Badezimmer nicht wegzudenken. So geben 97 % der Befragten an, ihre Zähne mit Zahnpasta zu pflegen. 75 % benutzen eine Handzahnbürste und 37 % eine elektrische Zahnbürste. Die Hälfte aller Teilnehmer benutzt dazu noch mindestens ein weiteres Mittel, wie Mundspüllösung, Zahnseide oder Interdentalraumbürstchen, zur regelmäßigen Zahnpflege.

Neben diesen marktwirtschaftlichen Erfolgen, schlägt sich aber auch ein positiver Trend hin zu einer verbesserten Mundhygiene und gesünderen Zähnen nieder. So demonstrieren die Ergebnisse der bereits zum vierten Mal durchgeführten nationalen Mundgesundheitsstudie aus dem Jahr 2005 (DMS IV) im Vergleich zu früheren Studiendurchläufen einen Rückgang der Krankheiten der Zahnhartsubstanz sowie einen längeren Zahnerhalt (Hoffmann et al., 2006). Die effektive Plaqueentfernung scheint hierbei neben weiteren Faktoren essentiell.

Allerdings stellt die Wahl der richtigen Zahnbürste den Verbraucher nicht selten vor eine große Herausforderung. So bietet der Markt eine beachtliche Auswahl an Hand- aber auch elektrischen Zahnbürsten. Hinzu kommen diverse zusätzliche Hilfsmittel, die die häusliche Mundhygiene erweitern können. Aber nicht nur das Bewusstsein für gesunde Zähne wird in unserer Gesellschaft heutzutage zunehmend größer, sondern auch der Wunsch nach geraden weißen Zähnen und einem perfekten Lächeln. 71 % der Befragten einer weiteren Umfrage<sup>4</sup>, durchgeführt im Auftrag der Techniker Krankenkasse, geben an, regelmäßiger die Zähne zu putzen, um schönere Zähne zu

---

<sup>1</sup> <http://de.globometer.com/Koerperpflege.php>

<sup>2</sup> <http://de.statista.com/themen/2063/zahn-und-mundpflege/>

<sup>3</sup> Techniker Krankenkasse (2009): Beliebte Klassiker: Zahnpasta und Zahnbürste. Meinungspuls Zähne 2009, Forsa Meinungsumfrage

<sup>4</sup> Techniker Krankenkasse (2009): Schöneres Lächeln: Styling für die Zähne. Meinungspuls Zähne 2009, Forsa Meinungsumfrage

bekommen. Inwieweit die gründliche häusliche Mundhygiene jedoch auch Risiken birgt, soll im Weiteren festgestellt werden.

### **1.1 Mechanische Plaquekontrolle**

Nach einer Stellungnahme der DGZMK ist die mechanische Plaquekontrolle elementarer Bestandteil der häuslichen Mundhygiene und Körperpflege (Dörfer et al., 2007). Ihr Ziel ist es, eine ökologische Bakterienflora im Mundraum aufrecht zu erhalten und damit Erkrankungen der Zahnhartsubstanz (Karies), als auch des Zahnhalteapparates (Parodontitis) vorzubeugen (Löe et al., 1965; Von der Fehr et al., 1970). Pathogene Keime werden hierbei auf ein verträgliches Maß reduziert. Darüber hinaus dient die Mundhygiene dem eigenen Wohlbefinden. So können unter anderem nach dem Verzehr von Lebensmitteln Speisereste entfernt und Mundgeruch vermieden werden (Dörfer et al., 2007). Weiterhin weiß man heute, dass die orale Gesundheit zudem ausschlaggebend für das Wohlergehen des ganzen Körpers ist. So sei hier beispielhaft nur die Assoziation parodontaler Entzündung mit Herzerkrankungen (Bokhari et al., 2014; Li et al., 2014) und die Wechselwirkungen mit Diabetes mellitus (Koromantzou und Madianos, 2014; Wang et al., 2014) genannt.

Zur Umsetzung der mechanischen Plaquekontrolle steht wie bereits erwähnt eine Vielzahl von Hilfsmitteln zur Verfügung. Als am weitesten verbreitet ist die Zahnbürste zu nennen, aber auch Interdentalraumbürsten, Zahnseide und Mundduschen unterstützen die Plaqueentfernung.

Bei allen der Zahnbelagsentfernung dienenden Produkten hat die Schonung der oralen Hart- und Weichgewebe eine zentrale Bedeutung. Laut Addy und Hunter (2003) ist gesunder Zahnschmelz dabei kaum einer Schädigung unterlegen. Bei freiliegenderem Dentin ist die Gefahr eines über die Jahre klinisch relevanten Verlustes an Zahnhartsubstanz jedoch deutlich erhöht. Auch das Zahnfleisch ist nur bedingt widerstandsfähig gegenüber einer unsachgemäßen Anwendung der Mundhygieneartikel. Dies gilt insbesondere für einen latent traumatisierenden Einsatz von Zahnbürsten. Die richtige Anwendung unabhängig des gewählten Produktes scheint somit für die Vermeidung irreversibler Schädigungen ausschlaggebend (Carlos et al., 1995; Van der Weijden et al., 2011).

Wie in der Stellungnahme der DGZMK (Dörfer et al., 2007) beschrieben, ist die weltweit weitgehend konsentrierte Empfehlung der American Dental Association



(ADA) eine mechanische Zahnreinigung mit einer Zahnbürste zweimal täglich für zwei Minuten, ergänzt durch eine einmalige Reinigung der Interdentalräume mit Zahnseide oder Interdentalraumbürste.

## 1.2 Geschichte der Zahnbürste

Erste Überlieferungen von durchgeführten Mundhygienemaßnahmen lassen sich auf die Ägypter etwa 3000 Jahre vor Christi Geburt zurückführen. Hier dienten sogenannte Kaustöcke der Mundpflege (Fischman, 1997). Noch ohne Borsten, aber in der Größe mit den heutigen Zahnbürsten vergleichbar, gilt der Kaustock als Vorläufer moderner Mundhygienemittel und ist nach wie vor im Nahen Osten weit verbreitet. Zudem nutzte man eine Art Zahnpasta, bestehend aus zerriebenen Tierhufen, Knochen und Eierschalen, um die Zähne von Auflagerungen zu befreien (Jardim et al., 2009). Aus dem 16. Jahrhundert gibt es erstmalig Funde von Borstenzahnbürsten im asiatischen Raum (Fischman, 1997). Durch an Hölzern oder Knochen befestigte Tierhaare, vornehmlich von Schweinen, war die Urform heutiger Zahnbürsten geschaffen. In Europa stand man dieser Entwicklung jedoch zunächst skeptisch gegenüber, bekannter waren hier Zahnstocher oder einfache Schwämme zur Reinigung der Zähne. Um 1700 gab es dann aber auch in Deutschland erste entwickelte Zahnbürsten. Teilweise aufwendig verziert erinnerten sie weit mehr an Kunstobjekte als Hygienemittel und waren Prestigeobjekte der oberen sozialen Schicht (Jardim et al., 2009). Auch nachdem 80 Jahre später in England die Produktion in größeren Stückzahlen begann, weiterhin mit Borsten von Kühen oder Schweinen, war die Zahnbürste nur den Wohlhabenderen zugänglich. Für die breite Bevölkerung wurde sie erst 1938 mit der Erfindung des Nylons verfügbar (Fischman, 1997; Addy und Hunter, 2003). Das anfänglich noch sehr steife Material, wurde in den folgenden Jahren immer weiter modifiziert, in seiner Härte reduziert und war somit angenehmer für Zahn und Zahnfleisch. Parallel zu dieser Entwicklung wurde 1886 die erste elektrische Zahnbürste in Schottland hergestellt: Dr. Scott's elektrische Zahnbürste (Fischman, 1997). Als großes Manko dieses Prototyps erwies sich jedoch der notwendige Strombetrieb, da in dieser Zeit noch sehr wenige Privathaushalte an das Stromnetz angeschlossen waren. Aber auch später stellte das Stromkabel nicht nur ein unpraktisches Konstruktionsdetail, sondern auch ein sehr gefährliches Problem bezüglich des kaum vermeidbaren Kontaktes mit Wasser dar. Die erste auf dem Markt erhältliche elektrische Zahnbürste wurde erst über 50

Jahre später von einem Schweizer namens Philippe-Guy Woog erfunden (Van der Weijden und Slot, 2011). Die Broxodent<sup>®</sup> (Swiss Healthcare Solutions S.A, Chêne-Bourg, Schweiz) wurde ab 1956 in der Schweiz und später auch in den USA verkauft. Die Form des Bürstenkopfes war anfangs länglich, mit einer Handzahnbürste vergleichbar, und führte eine elliptische Bewegung aus. Nur wenige Jahre später gab es bereits eine beträchtliche Anzahl verschiedener Modelle auf dem Markt. In Deutschland führte die Firma Braun (heute Oral-B) 1963 ihre erste elektrische Zahnbürste unter dem Namen „Mayadent“ auf dem Markt ein (Urmann, 2013). Trotz der größer werdenden Auswahl, fanden die Zahnbürsten anfänglich keinen großen Kreis an Anwendern, sie galten vielmehr als „*die unnütze- sten Elektroprodukte überhaupt*“ (Addy und Hunter, 2003; Urmann, 2013). Ursprünglich richtete sich die Entwicklung der elektrischen Zahnbürste an Patienten mit eingeschränkter Motorik, Behinderung oder in kieferorthopädischer Behandlung. Frühere Studien zeigten dabei keinen Vorteil gegenüber Handzahnbürsten in der Entfernung von Plaque (Van der Weijden und Slot, 2011). Dies änderte sich allerdings in den späten 1980er Jahren mit der Entwicklung elektrischer Zahnbürsten mit oszillierend rotierenden Bewegungen entweder eines runden Bürstenkopfes oder der einzelnen Filamentbüschel (Walmsley, 1997; Urmann, 2013). Die stetig folgenden Weiterentwicklungen bis heute verfeinerten nicht nur das Bürstendesign (Jardim et al., 2009), sondern insbesondere auch die Bewegungsmuster. So wurden zusätzlich zu den oszillierend rotierenden auch senkrecht zu dieser Ebene pulsierende Bewegungen der Borsten eingeführt (Addy und Hunter, 2003; Van der Weijden und Slot, 2011). In letzter Zeit wurden zudem einfache Feedbacksysteme zur Putzzeit und des ausgeübten Druckes etabliert, die der Selbstkontrolle des Anwenders dienen (Janusz et al., 2008).

Anfang der 90er Jahre kamen sogenannte Schallzahnbürsten auf den Markt<sup>5</sup>, die auf dem Prinzip der ungerichteten Schwingungen basieren. Der Borstenkopf ist bei dieser Antriebsart in seiner Form länglich und überträgt die Schwingung im Ganzen. Allerdings sind diese Zahnbürsten den oszillierend rotierenden bezüglich der Reinigungswirkung unterlegen (Yaacob et al., 2014).

Derzeit reinigt über ein Drittel der deutschen Bevölkerung die Zähne mit elektrischen Zahnbürsten (Urmann, 2013). Aktuelle systematische Reviews belegen, dass elektrische Zahnbürsten mit oszillierend rotierender Bewegungscharakteristik

---

<sup>5</sup> US Patentnummer: US5247716, 18. August 1992, Robert T. Bock

effektiver sind als Handzahnbürsten (Yaacob et al., 2014). Dennoch favorisieren viele Patienten Handzahnbürsten, da sie das vertraute Putzgefühl und das Handling sowie die Größe einer Handzahnbürste nicht aufgeben wollen (Mielczarek et al., 2012). Der in der vorliegenden Dissertationsschrift untersuchte von Oral-B entwickelte TriZone-Bürstenkopf soll laut Hersteller genau diesen Umstieg erleichtern. In Form und auch Putztechnik lehnt er sich stark der Gestalt einer Handzahnbürste an, wobei erstmals in der Geschichte der elektrischen Zahnbürsten ein Teil des Borstenbesatzes innerhalb des länglichen Bürstenkopfes seitlich schwingend gestaltet ist.

Allerdings besteht auch hier der immer wieder geäußerte Einwand, dass elektrische Zahnbürsten nicht nur effektiver, sondern möglicherweise auch traumatisierender sind als Handzahnbürsten, obwohl dies prospektive RCTs für oszillierend rotierende und Schallzahnbürsten widerlegen konnten (Danser et al., 1998b; Dörfer et al., 2009; McCracken et al., 2009).

### **1.3 Gingivale Rezessionen**

#### **1.3.1 Ätiologie**

Gingivale Rezessionen werden als entzündungsfreier Rückgang des Zahnfleisches an den Fazial- und seltener auch Oralflächen der Zähne bezeichnet (Wolf et al., 2004; Zachrisson, 2008). Es kommt zu einem Freiliegen der Wurzeloberfläche und einem Gingivaverlauf unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze (Löe et al., 1992). Hiervon klar zu trennen sind Rezessionen, die durch den Krankheitsverlauf einer Parodontitis entstehen. Es kommt dabei durch eine bakterielle Invasion ins Gewebe zu einer Entzündungsreaktion des Körpers und damit einhergehend zum Abbau von Knochengewebe. Meist zieht sich das Zahnfleisch nicht nur bukkal oder lingual, sondern auch approximal zurück, es kommt zu einem zirkulären Gewebeverlust, einer generalisierten Gingivaretraktion (Plagmann, 2004). Im Weiteren soll lediglich auf die Ätiologie fazialer/ oraler Gingivarezessionen eingegangen werden. Die Schmelz-Zement-Grenze stellt dabei in der Befundung von Rezessionen eine wichtige Orientierungshilfe dar. Es erweist sich in einigen klinischen Situationen, zum Beispiel aufgrund von Erosionen, Abrasionen oder Füllungs- und Kronenrändern, als schwierig, diese ausfindig zu machen (Smith, 1997). Darum versuchte Smith (1997) diese Problematik in seiner

Definition zu umgehen und stellte eine Rezession als Situation dar, bei der die marginale Gingiva einem Teil der Wurzeloberfläche anliegt.

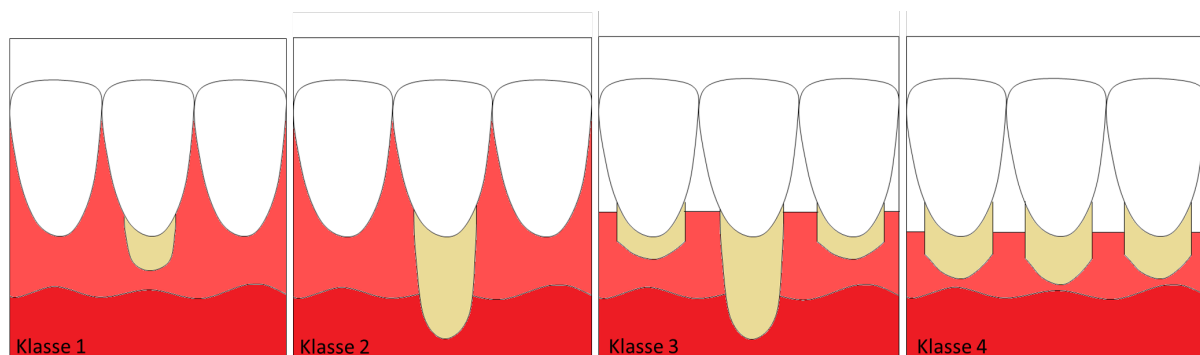
Die Ätiologie von gingivalen Rezessionen ist komplex und die Wissenschaft geht heute von einem multifaktoriellen Prozess aus (Löe et al., 1992; Smith, 1997; Addy und Hunter, 2003; Kassab und Cohen, 2003), wobei verschiedene anatomische Prädispositionen und iatrogene Einflussgrößen diskutiert werden. Oftmals ist im betroffenen Bereich der Knochen unter der Schleimhaut nur sehr dünn (Smith, 1997; Wolf et al., 2012) oder in Form von Dehiszenzen (Alldritt, 1968) und Fenestrierungen nicht vorhanden. Auch Zahnfehlstellungen (Carranza, 1984) oder frühere kieferorthopädische Therapien (Wennstrom et al., 1987) können den Verlust der bukkalen oder lingualen Knochenlamelle bedingen (Smith, 1997). Kommen nun sekundäre Einflussgrößen hinzu, kann sich das verbliebene Weichgewebe zurückziehen. Die Dicke der Gingiva im marginalen Bereich hat hier einen entscheidenden Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit (Tenenbaum, 1982). Weiterhin kann der Zug einstrahlender Lippen-, Zungen- oder Wangenbändchen ursächlich sein (Wolf et al., 2012). Fallberichte und Beobachtungsstudien zeigen des Weiteren einen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Rückgang des Zahnfleisches und chronischen Traumata oder mechanischer Reizung. Neben Habits und Piercings, zählt auch das Zähneputzen dazu. Da es oftmals an im Kiefer prominent stehenden Zähnen mit vermutlichen Knochendehiszenzen (Zachrisson, 2008) zu gingivalen Rezessionen kommt, wurde folglich ein falsches Zähneputzen (zum Beispiel horizontales Schrubben) und die Anwendung eines zu hohen Druckes als Ursache angenommen (Mierau und Fiebig, 1986; Joshipura et al., 1994). Auch die bei Rechtshändern höhere Prävalenz auf der linken gegenüber der rechten Kieferhälfte lässt den Zusammenhang mit einem oftmals beobachteten erhöhten Putzdruck im linken Kieferbereich vermuten (Addy und Hunter, 2003). Zudem sind die betroffenen Stellen oftmals nahezu plaquefrei. Doch obwohl bereits frühe Untersuchungen dem Zähneputzen eine Rolle in der Ätiologie des Zahnfleischrückganges zuschreiben (Boyle, 1950; Miller, 1950; Gorman, 1967; Mierau und Fiebig, 1986; Addy et al., 1987a), wird dies bis heute in der Literatur kontrovers diskutiert und es fehlt ein gesicherter Nachweis auf höchstem Evidenzniveau (Smith, 1997; Rajapakse et al., 2007; Heasman et al., 2015). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass nicht das Zähneputzen allein als Variable betrachtet werden darf, sondern der Prozess als solches aus abhängigen Größen besteht. So lässt sich die Putztechnik, die Form der

Zahnbürste, der ausgeübte Druck, das Borstendesign samt Härtegrad, die Häufigkeit und Dauer des Putzens und vieles weitere unterscheiden.

Bereits mehrfach wurde der Einfluss manueller und elektrischer Zahnbürsten auf oberflächliche gingivale Abrasionen als Surrogatparameter für eine potentielle Traumatisierung untersucht und dieser auch bestätigt (Van der Weijden et al., 1994; Danser et al., 1998a; Danser et al., 1998b), doch bleibt weiterhin unklar, ob es in Folge dessen auch zu einem Geweberückgang und der Entstehung von Rezessionen kommen kann (Addy und Hunter, 2003; Rajapakse et al., 2007; Rosema et al., 2014).

Weiterhin werden Bruxismus und andere Funktionsstörungen als assoziierte Größe kontrovers diskutiert (Wolf et al., 2012). Hingegen können kleinere Entzündungsprozesse gewiss sekundär zur Entstehung von gingivalen Rezessionen beitragen (Wennstrom, 1987; Wolf et al., 2012).

Die heutzutage gebräuchlichste Klassifikation gingivaler Rezessionen lässt sich auf das Jahr 1985 zurückführen (Miller). Aufgrund der Größe der freiliegenden Wurzeloberfläche und eventuellem Weich- und Hartgewebsverlust approximal teilte Miller die Befunde in vier verschiedene Klassen ein (Abbildung 1). Die Klassen 1 und 2 beschreiben dabei lediglich einen Gewebeverlust bukkal. Dagegen schließen die Klassen 3 und 4 auch den approximalen Verlust von parodontalem Halteapparat ein. Im Folgenden soll es ausschließlich um die Betrachtung der Miller Klassen 1 und 2 gehen. Diese sind laut der Klassifikation der Parodontalerkrankungen der Gruppe VIII B1, also den entwicklungsbedingten oder erworbenen mukogingivalen Abweichungen und Bedingungen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Zahn, zuzuordnen (Armitage, 1999).



**Abb. 1: Schematische Darstellung der Miller Klassifikation modifiziert nach Wolf et al. (2012). Unterteilung in die Klassen 1-4, je nach Beziehung der gingivalen Rezession zur mukogingivalen Grenzlinie (dargestellt als geschwungene Linie) und einem Verlust von parodontalem Gewebe approximal.**

### **1.3.2 Prävalenz**

Gingivale Rezessionen sind nicht selten. Studien geben Prävalenzen von über 90 % an (Serino et al., 1994), wobei ihr Auftreten und Schweregrad signifikant mit dem Alter assoziiert ist (Gorman, 1967; Carranza, 1984; Addy und Hunter, 2003; Hugoson et al., 2008). Bereits im Kindesalter können erste Rezessionen beobachtet werden, hier vor allem an den unteren Frontzähnen (Andlin-Sobocki et al., 1991). Auch 44 – 85 % der Erwachsenen unter 30 Jahren leiden bereits an mindestens einer bukkalen Rezession (Löe et al., 1992; Serino et al., 1994; Matas et al., 2011). Der Geweberückgang ist in dieser Altersgruppe am häufigsten an den Oberkiefermolaren und -prämolaren gefolgt von Unterkieferprämolaren und -molaren festzustellen (Löe et al., 1992; Serino et al., 1994). Vor allem in Populationen mit einer guten Mundhygiene scheint das Phänomen gehäuft aufzutreten (Gorman, 1967; Sangnes und Gjermo, 1976; Löe et al., 1992; Serino et al., 1994; Daprile et al., 2007). Die Arbeitsgruppe um Matas et al. (2011) untersuchte Zahnmedizinstudenten im Abschlussjahr, mit entsprechendem Vorwissen bezüglich einer schonenden, aber gleichzeitig effektiven Zahnpflege und Plaqueentfernung, und dennoch wiesen 85 % der Probanden einen oder mehrere Zähne mit Zahnfleischrückgang auf. Aber auch Patienten, die keine Zahnbürste kennen beziehungsweise nutzen, zeigen Rezessionen. So beobachtet eine Studie aus Sri Lanka bei den untersuchten 40-jährigen Arbeitern einer Teeplantage eine Prävalenz gingivaler Rezessionen von 100 % (Löe et al., 1992), trotz des hier fehlenden Zähneputzens. Interessant erscheint hier, dass der Geweberückgang vor allem an den Oberkiefermolaren und Unterkieferschneidezähnen, also den erstdurchbrechenden Zähnen, festzustellen war und nicht auf die Bukkalflächen begrenzt, sondern zirkulär auftrat. Aufgrund der Verteilung und der hohen Menge an Plaque kann man von einem entzündlichen Geschehen ausgehen, welches die Ätiologie erklären würde (Löe et al., 1992; Serino et al., 1994).

### **1.4 Ziele und Hypothesen**

Für viele Patienten stellen gingivale Rezessionen eine große Belastung dar (Smith, 1997; Chrysanthakopoulos, 2011). So berichten Betroffene nicht selten über die Angst, der Zahn könne immer länger werden oder gar ausfallen. Auch können vor allem im Bereich der Frontzähne starke ästhetische Einbußen mit dem

Zahnfleischrückgang einhergehen. Neben diesen eher subjektiv wahrgenommenen Faktoren, kann es aber auch zu unangenehmen Schmerzen durch das Freiliegen von Zahnhälsen kommen (Addy et al., 1987b; Joshipura et al., 1994; West et al., 2013) und das Risiko für eine Wurzelkaries kann sich erhöhen (Ravald und Birkhed, 1991; Joshipura et al., 1994). Außerdem zeigt sich das freiliegende Dentin anfälliger für Zahnhartsubstanzverluste in Form von Abrasion und Erosion (Smith, 1997). Vielen Patienten ist der vermutete Zusammenhang zwischen ihrem eigenen Handeln, dem Zähneputzen, und der Entstehung von Rezessionen nicht bewusst. Im Falle bereits vorhandener pathologischer Veränderungen der Gingiva, wissen viele Betroffene ebenfalls nicht, welche Zahnbürste die vermeintlich Richtige ist.

Auch die Literaturrecherche zeigt keine eindeutige Evidenzlage. In einer aktuellen Übersichtsarbeit (Heasman et al., 2015) über den Einfluss des Zähneputzens auf gingivale Rezessionen konnte lediglich eine unzureichende Anzahl an aussagekräftigen Studien festgestellt werden. Die Ergebnisse sind damit nur von mangelhafter Aussage und weitere Untersuchungen, vor allem unter randomisiert und klinisch kontrollierten Bedingungen müssen folgen. Die Arbeit aus dem Jahr 2015 (Heasman et al.) baute dabei auf die Ergebnisse eines zuvor durchgeführten Reviews der gleichen Arbeitsgruppe auf (Rajapakse et al., 2007). Doch trotz eines 7-jährigen Abstandes, konnte erneut keine eindeutige Konklusion ermittelt werden. Bei lediglich fünf der 19 eingeschlossenen Studien handelte es sich um randomisiert kontrollierte Untersuchungen, wobei eine davon die der Dissertation zugrunde liegende ist.

Des Weiteren mangelt es an Daten von ausreichenden Untersuchungszeiträumen und nur wenige Studiengruppen untersuchten den Einfluss auf bereits vorhandene gingivale Rezessionen (Rajapakse et al., 2007). Bereits frühere Arbeiten belegen klar, dass vor allem an Zähnen mit bestehendem Zahnfleischrückgang das Risiko eines Fortschreitens erhöht ist, wohingegen neue Rezessionen seltener im Erwachsenenalter entstehen (Serino et al., 1994).

Auch die Frage nach dem Traumatisierungspotential elektrischer Zahnbürsten gegenüber Handzahnbürsten stellt sich immer wieder. Systematische Übersichtsarbeiten die zeigen, dass elektrische Zahnbürsten effektiver in der Plaqueentfernung sind (Yaacob et al., 2014), basieren auf einer Vielzahl von RCTs. Es gibt aber nur wenige Arbeiten, die belegen, dass elektrische Zahnbürsten mit weniger Druck angewandt werden (Van der Weijden et al., 2011) und bei

existierenden Rezessionen nicht mit einem erhöhten Risiko des Fortschreitens einhergehen (McCracken et al., Dörfer et al. 2009).

Ziel der Untersuchung war es somit, weitere Informationen über den Einfluss des Zähneputzens auf das Attachmentniveau bestehender Rezessionen zu evaluieren, wobei ein neu entwickelter Bürstenkopf der Firma Oral-B (TriZone, Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) im Zusammenhang mit dieser Fragestellung geprüft wurde. In einer zwölfmonatigen Langzeituntersuchung wurde die Nutzung einer elektrischen Zahnbürste und der TriZone Aufsteckbürste mit einer standardisierten Referenzhandzahnbürste (ADA-46, Chicago, USA) verglichen. Die Nullhypothese besagte, dass es keinen Unterschied zwischen der Handzahnbürste und der elektrischen Zahnbürste bezüglich eines Fortschreitens bereits bestehender gingivaler Rezessionen geben würde.



## 2 Material und Methode

### 2.1 Studiendesign und –ablauf

Bei der Untersuchung, die dieser Dissertation zugrunde lag, handelte es sich um eine prospektive, kontrolliert randomisierte, einfach verblindete, zwei-armige Zahnbürstenstudie mit einer Dauer von 12 Monaten. Hierbei sollten eine elektrische Zahnbürste mit einem neu entwickelten Bürstenkopf (Oral-B TriZone 5000 mit SmartGuide, Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) und eine Handzahnbürste (ADA-46-Referenzzahnbürste, American Dental Association, Chicago, USA) bezüglich der Veränderungen bereits existierender gingivaler Rezessionen miteinander verglichen werden. Vor Beginn der Untersuchung wurde das Studienprotokoll durch die zuständige Ethikkommission der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel geprüft und positiv beschieden (AZ: A 125/11). Insgesamt umfasste die Studie sechs Besuche der Testpersonen (Tabelle 1). Am ersten Termin, dem sogenannten Screening, wurden die Teilnehmer nach den Ein- und Ausschlusskriterien (s. Kapitel 2.2.1) untersucht sowie befragt und folgend für geeignet oder ungeeignet befunden. Die genaue Anamnese und ein ausführlicher intraoraler Befund wurden aufgenommen. Probanden, welche die erforderlichen Kriterien der Studie erfüllten, wurden über den weiteren Ablauf der nächsten 12 Monate aufgeklärt und gaben ihre Einwilligung zur Teilnahme durch eine Unterschrift auf einem ausführlichen Informations- und Aufklärungsbogen.

Etwa drei Wochen später startete die Studie mit dem zweiten Besuch der Teilnehmer, dem sogenannten Baseline-Termin. Es wurden noch einmal die Einschlusskriterien überprüft, daraufhin folgten eine Schleimhautuntersuchung und die Bestimmung der Sondierungstiefen und des Attachmentlevels. Beides erfolgte durch einen verblindeten und vorher kalibrierten Untersucher.

Nach einem Untersucherwechsel wurden im nächsten Schritt die Zähne sowie das Zahnfleisch der Probanden mit Mira-2-Ton (Hager und Werken GmbH & Co. KG, Duisburg, Deutschland) - einer Plaquerevelatorlösung - angefärbt. Das Zahnfleisch wurde nach angefärbten Verletzungen untersucht und ein Plaqueindex erhoben. Zusätzlich wurden Alginatabdrücke (Alginoplast<sup>®</sup>, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Deutschland) von Ober- und Unterkiefer sowie zwei kleinere Abformungen der jeweiligen Referenzzähne (Permadyne Penta L, 3M ESPE, Seefeld, Deutschland) angefertigt. Die Referenzzähne mussten eine Rezession von  $\geq 2$  mm aufweisen und

wurden bei jedem Probanden in der ersten Untersuchung individuell festgelegt (siehe auch Kapitel 2.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien).

Nach Randomisierung und Einteilung in eine der beiden Zahnbürstengruppen wurde den Probanden das jeweilige Zahnbürstenset ausgeteilt und die Funktionsweise der Zahnbürste erklärt. Dies konnte in der Testgruppe entweder die elektrische Zahnbürste von Oral-B mit einem Smart Guide oder die ADA Handzahnbürste sein. Alle Probanden erhielten unabhängig der Gruppenzugehörigkeit zwei Tuben Zahnpasta für die nächsten drei Monate und eine ausführliche schriftliche Anleitung. Die Probanden wurden vor Ort bewusst nicht hinsichtlich der Zahnputztechnik instruiert, um möglichst die gleichen Putzgewohnheiten wie vor Studienbeginn beizubehalten. Nach Klärung aller Fragen wurden die Probanden noch dahingehend belehrt, für den Zeitraum der Studiendauer ausschließlich die Studienprodukte zweimal täglich für ihre Mundhygiene zu nutzen.

Nach jeweils 3 und 9 Monaten fand lediglich ein Austausch der alten Zahnbürste beziehungsweise des TriZone-Bürstenkopfes gegen ein neues Zahnbürstenkit inklusive Zahnpasta statt. Gleichzeitig wurden Kontinuitätskriterien abgefragt und Fragen oder Probleme seitens der Teilnehmer ausführlich besprochen und gegebenenfalls auf den entsprechenden Formblättern dokumentiert.

Nach sechsmonatiger Studienlaufzeit erfolgte ein dem Baselinetermin im Aufbau vergleichbarer Untersuchungstermin. Nach erfolgter Befundung wurden abermals die benutzten Zahnbürsten beziehungsweise Bürstenköpfe gegen fabrikneue ersetzt.

Nach einer Gesamtdauer von 12 Monaten wurden alle Probanden zu ihrem Abschlusstermin gebeten. Nach bekanntem Untersuchungsverfahren, Abdrucknahme und erneuter Gesundheitsbefragung und Sicherstellung aller Studienkriterien, gaben die Teilnehmer ihre zu Beginn ausgeteilten Mundhygieneprodukte wieder ab und erklärten schriftlich den Studienausschluss.

Eine übersichtliche Darstellung des Studienablaufes und den dabei durchgeführten Maßnahmen gibt Tabelle 1.

**Tabelle 1: Behandlungsschritte an den verschiedenen Studienterminen**

Behandlung/Prozedur	Termin 1 Screening	Termin 2 Baseline	Termin 3 3 Monate	Termin 4 6 Monate	Termin 5 9 Monate	Termin 6 12 Monate
Einwilligungserklärung	x					
Anamnese und demografische Daten	x					
Einschluss- und Ausschlusskriterien	x					
Screeningbefund	x					
Kontinuitätskriterien		x	x	x	x	x
Mundschleimhautuntersuchung		x		x		x
Sondierungstiefen und Attachmentlevel		x		x		x
Gingivale Rezessionen		x		x		x
Abformung Ober-/Unterkiefer		x				x
Abformung Referenzzähne		x		x		x
Zahnbürstenrandomisierung		x				
Zahnbürstenausteilung		x				
Nachfüllpaket			x	x	x	
eingetretene Probleme		x	x	x	x	x
Abschlussdokument						x

## 2.2 Patientenauswahl

Wie durch das Studienprotokoll vorgegeben, wurden insgesamt 110 gesunde Probanden mit bereits existierenden Rezessionen gesucht. Die Rekrutierung dieser erfolgte zum einen durch die laufende Nachsorge im Rahmen der Studentenkurse in der Klinik für Zahnerhaltungskunde der Christian-Albrechts Universität zu Kiel und zum anderen über eine Studienausschreibung mit Hilfe von Flyern. Die Flyer wurden vornehmlich am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel und am hiesigen Universitätscampus ausgehangen.

Alle Freiwilligen erklärten sich durch ihre Unterschrift unter dem ausführlichen Aufklärungsbogen bereit, an der Studie teilzunehmen. Potentielle Bewerber wurden nach definierten Ein- und Ausschlusskriterien selektiert.

### 2.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Zur Studienteilnahme mussten folgende Einschlusskriterien seitens der Probanden erfüllt sein:

- Alter zwischen 18 und 70 Jahren.
- gute Allgemeingesundheit.
- mindestens 16 bewertbare Zähne, wobei Weisheitszähne, endodontisch versorgte Zähne, Kronen, Implantate und Brücken ausgeschlossen wurden.

- mindestens 2 Zähne mit bukkaler Rezession von  $\geq 2$  mm, welche nicht mit Restaurationen oder Wurzelkaries am Gingivarand einhergingen.
- keine Teilnahme an anderen klinischen Mundpflegestudien.

Versuchspersonen wurden von der Studienteilnahme ausgeschlossen, wenn:

- sie momentan oder kürzlich (innerhalb der letzten 30 Tage) an anderen klinischen Mundpflegestudien teilgenommen hatten.
- sie zum zahnmedizinischen Fachpersonal gehörten oder Studenten der Zahnheilkunde waren.
- sie an einer aktuellen schweren chronischen oder infektiösen Erkrankung litten, welche die Teilnahme an der Studie beeinflussen oder ausschließen könnte.
- sie über eine schlechte Mundhygiene oder keine Compliance bezüglich des Versuchsaufbaus verfügten.
- sie physische Einschränkungen aufwiesen, die normale Mundhygieneabläufe hätten verhindern können.
- eine Schwangerschaft vorlag oder sich die Teilnehmerin in der Stillzeit befand.
- für mindestens drei aufeinanderfolgende Tage innerhalb der letzten 28 Tage Medikamente eingenommen wurden, welche das Studienergebnis hätten beeinflussen können (zum Beispiel Dilantin, nicht-steroidale Entzündungshemmer, anti-inflammatorische Medikamente).
- Medikamente einzunehmen waren, welche Gingivawucherungen hätten hervorrufen können (zum Beispiel Nifedipin, Hydantoin, Cyclosporin).
- bekannte Allergien zu im Test verwendeten Substanzen, zahnmedizinischen Materialien oder Mundpflegeprodukten bestanden.
- es Hinweise auf größere Hart- oder Weichgewebsdefekte außer den bei den Einschlusskriterien beschriebenen Rezessionen, sowie Traumata bei der Voruntersuchung gab.
- fünf oder mehr kariöse Läsionen festgestellt wurden, welche restaurative Maßnahmen erforderten oder ein Gebiss eine aktive Parodontitisbehandlung benötigte.
- schwere generalisierte Gingivarezession vorlagen.
- die Ätiologie der Rezession auf eine Parodontalbehandlung oder chronische Parodontitis zurückzuführen war.
- ein Herzschrittmacher eingepflanzt war.

- eine aktive kieferorthopädische Behandlung lief.
- in den zwei Wochen vor Studienbeginn eine professionelle Zahnreinigung erfolgt war.

Im Studienverlauf wurden des Weiteren bei jedem der insgesamt fünf Termine die Kontinuitätskriterien überprüft. Anschließende Ereignisse hatten einen Studienabbruch zur Folge:

- Nutzung anderer Zahnpflegeprodukte, als die durch das Studienprotokoll vorgegebenen.
- Schwangerschaft, Stillzeit.
- Teilnahme an einer anderen Zahnputzstudie im gleichen Zeitraum.
- Einnahme von Medikamenten, die zu Gingivawucherungen führen könnten.
- Eine professionelle Zahnreinigung in den letzten zwei Wochen vor den Untersuchungsterminen nach 6 und 12 Monaten.
- Missachtung der durch das Studienprotokoll geforderten Produkthanwendung.

## **2.2.2 Randomisierung**

Die Einteilung in eine Test- beziehungsweise Kontrollgruppe erfolgte randomisiert durch ein Computerprogramm (Microsoft Access, Microsoft Corporation, Redmond, USA). Nach der Screeninguntersuchung wurden die Teilnehmer anhand des Alters, des Rauchverhaltens und der Größe bereits bestehender Rezessionen stratifiziert und nach Zufallsliste einer Zahnbürstengruppe zugeordnet.

## **2.3 Indizes**

Die folgenden Unterkapitel beschreiben alle in der Studie verwendeten Formblätter und Indizes.

### **2.3.1 Anamnese-/ Gesundheitsfragebogen**

Der Anamnese-/ Gesundheitsfragebogen diente der Abfragung demografischer Daten, wie Alter und Geschlecht. Des Weiteren beinhaltete er Fragen zur allgemeinen Gesundheit, Vorerkrankungen und der Einnahme von

Medikamenten. Die letzten Fragen dienten zusätzlich zur Erfassung der Studienausschlusskriterien beziehungsweise –kontinuitätskriterien.

### **2.3.2 Mundschleimhautuntersuchung**

Erster Teil der Untersuchung war die Kontrolle der Mundschleimhaut sowie der Zähne und Restaurationen, um zu Beginn mögliche Erkrankungen oder iatrogene Einflüsse auszuschließen und im Verlauf der Studie auftretende Veränderungen zu dokumentieren. Hierbei wurden durch den Zahnarzt die Gingiva, der Gaumen, der Oropharynx, die bukkale und labiale Mukosa, die Zunge, der Mundboden, die Lippen sowie die periorale Region und die Zähne mit samt restaurativer Versorgung beurteilt und Auffälligkeiten notiert und genauer beschrieben. Die Untersuchung erfolgte visuell unter idealen Lichtverhältnissen unter Zuhilfenahme eines zahnärztlichen Spiegels sowie Luftpüsters.

### **2.3.3 Klinische Messgrößen**

Folgende gingivale Indizes wurden in der vorliegenden Studie erhoben: klinisches Attachmentlevel (CAL), Sondierungstiefen (PPD) und gingivale Rezessionen (GR).

*CAL*: Das klinische Attachmentlevel ist als Distanz zwischen Schmelz-Zement-Grenze und Taschenboden definiert.

*PPD*: Als Sondierungstiefe wird die Distanz zwischen Gingivasaum und Taschenboden beschrieben.

*GR*: Die gingivale Rezession stellt die Distanz zwischen Schmelz-Zement-Grenze und Gingivasaum dar. Im Gegensatz zu den beiden vorher genannten Größen wurde die gingivale Rezession nicht direkt im Patientenmund gemessen, sondern aus der Differenz zwischen CAL und PPD errechnet.

Zur Messung des klinischen Attachmentlevels sowie der Sondierungstiefe wurde die PCPUNC15-Sonde (Hu-Friedy, Chicago, USA) genutzt. Die Sonde wurde hierzu parallel zur Wurzeloberfläche in Richtung der zu erwartenden Wurzelspitze geführt bis eine leichte Resistenz zu fühlen war. Beide Indizes wurden innerhalb der gleichen Sondierung gemessen, wobei der erste Wert die Sondierungstiefe und der zweite

das klinische Attachmentlevel beschrieb. Lag die Messung zwischen zwei Millimetermarkierungen, wurde der Wert zur nächstliegenden Millimetermarkierung auf- beziehungsweise abgerundet. Insgesamt wurden die Werte für sechs Flächen je Zahn angegeben (mesio-bukkal, bukkal, disto-bukkal, mesio-oral, oral, disto-oral). Konnte die Schmelz-Zement-Grenze aufgrund von Füllungen, Abrasionen oder Kronen nicht eindeutig ausgemacht werden, wurde der Zahn von der Messung ausgeschlossen.

An allen Untersuchungsterminen erfolgte die Messung beschriebener Größen durch denselben, verblindeten und vor Studienbeginn kalibrierten Behandler.

#### **2.3.4 Gingivaverletzungen**

Nach Anfärben aller Zähne und der Schleimhaut mit einer Revelatorlösung (Mira-2-Ton, Hager und Werken GmbH & Co. KG, Duisburg, Deutschland), wurde die Gingiva auf Verletzungen begutachtet. Diese wurden daraufhin in ihrer Anzahl den Kategorien  $\leq 5$  mm oder  $> 5$  mm zugeordnet und notiert.

#### **2.3.5 Plaqueindex**

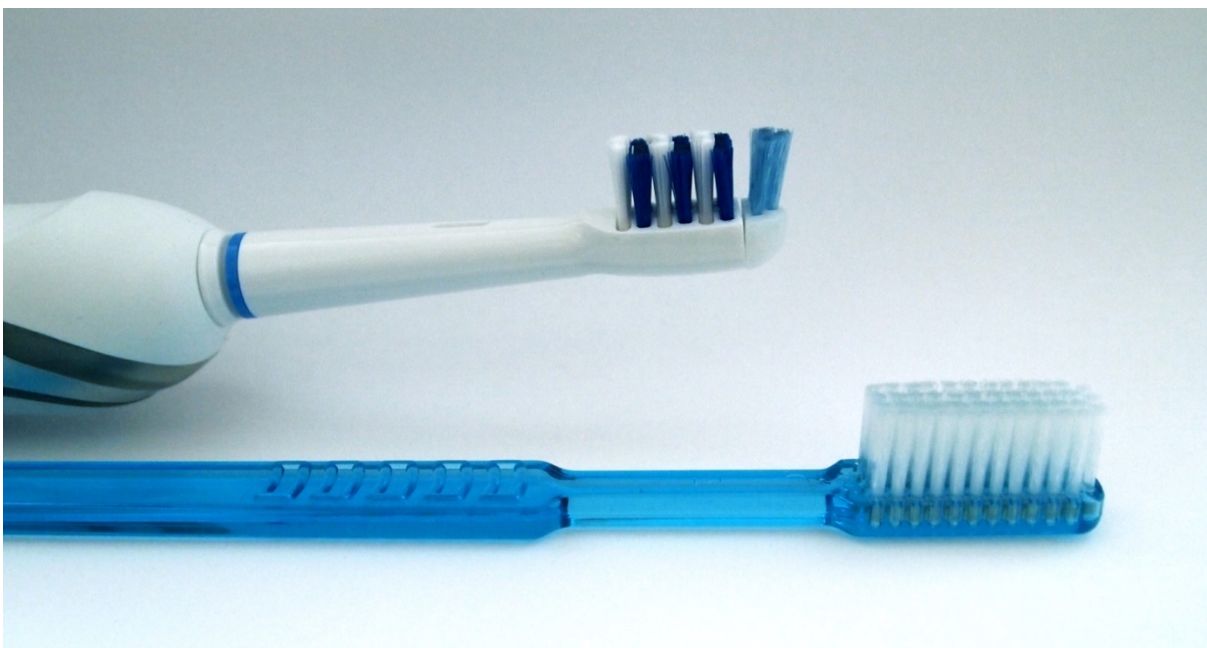
An den zuvor angefärbten Zähnen erfolgte die Bestimmung des Plaqueindex anhand des modifizierten Turesky et al.-Index (TQHI) (Turesky et al., 1970). Dieser basiert auf dem ursprünglich von Quigley und Hein publizierten Index von 1962 (Quigley und Hein), wurde aber hinsichtlich der Objektivität seiner Kriterien verbessert. Neben den Mittenflächen werden nun auch die mesialen und distalen Flächen einzeln begutachtet, sodass sich pro Zahn sechs zu bewertende Flächen ergeben. Der Index umfasst folgende sechs Grade:

- Grad 0: Keine Plaque darstellbar
- Grad 1: Vereinzelte Plaqueinseln oder kleine Plaquesäume neben dem Gingivasaum
- Grad 2: Zusammenhängende Plaquelinie am Gingivasaum
- Grad 3: Bedeckung des gingivalen Zahnkronendrittels mit Plaque
- Grad 4: Bedeckung von zwei Dritteln der Zahnkrone mit Plaque
- Grad 5: Bedeckung von mehr als zwei Dritteln der Zahnkrone mit Plaque

## 2.4 Auswertung der Gipsmodelle

Noch am selbigen Tag der Abdrucknahme wurden die Ober- und Unterkiefer sowie Präzisionsabformungen der Referenzzähne durch einen ausgebildeten Zahntechniker in Gipsmodelle umgesetzt. Nach Ablauf der Studie wurden die Modelle in zufälliger Reihenfolge und verblindet für den Zeitpunkt der Abformung von zwei kalibrierten Untersuchern hinsichtlich der gingivalen Rezessionen ausgewertet. Hierbei handelte es sich bei beiden der Untersucher um erfahrene Parodontologen, wobei einer Mitglied des Prüfteams war und bereits die klinische Sondierung am Patienten durchgeführt hatte, der zweite Untersucher jedoch in keinem weiteren Zusammenhang mit der Durchführung der Studie stand. Die Messung der Rezessionen an den bukkalen Mittenflächen erfolgte mit der PCPUNC15-Sonde (Hu-Friedy, Chicago, USA). Dabei wurde der Gingivasaum als apikale und die Schmelz-Zement-Grenze als koronale Begrenzung angesehen. Die Werte wurden, wie bei den klinischen Messungen beschrieben, auf den nächst gelegenen Millimeter auf beziehungsweise abgerundet.

## 2.5 Hilfsmittel



**Abb. 2:** Zahnbürsten. Oral-B TriZone 5000 mit aufgestecktem TriZone-Bürstenkopf (Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) (hinten) und die ADA-46-Referenzzahnbürste (American Dental Association, Chicago, USA) (vorne).



### **2.5.1 TriZone (Oral-B EB30 refill)**

Bei der in dieser Studie verwendeten Testzahnbürste handelte es sich um eine Aufsteckbürste für eine elektrische Zahnbürste, bei der sich einzelne Filamentbüschelreihen senkrecht zur Längsachse des Bürstenkopfes, aber annähernd parallel zur Bürstebene bewegen (Oral-B TriZone 5000 mit SmartGuide und TriZone Aufsteckbürste, Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) (Abbildung 2 und 3). Die elektrische Bürste als solche war in der Lage 8.800 Seitwärtsbewegungen und 40.000 Pulsationen in der Minute auszuführen. Sie zeichnete sich durch fünf verschiedene Putzprogramme aus, wobei in der Studie nur im Programm „Reinigung“ die Zähne geputzt werden sollten. Der ausgehändigte SmartGuide zeigte neben der Putzzeit eine quadrantenweise Putzsystematik an. Dazu gab er ein Warnsignal bei einer Bürstkraft von über 3 N ab. Der neu entwickelte Bürstenkopf ähnelte in Form und Größe einer Handzahnbürste. Er bestand aus drei verschiedenen Zonen, die wie folgt beschrieben werden konnten: abwechselnd folgende Reihen pulsierend-schwingender und feststehender Borsten sowie ein beweglicher Borstenbereich am Bürstenkopfe. Die feststehenden Borsten ahmten die Handzahnbürste nach und reinigten vor allem die Glattflächen, wohingegen die schwingenden Anteile in den Zahnzwischenraum eindringen sollten und durch ihre Bewegung die Borstenfeldfläche erheblich vergrößerten. Weitere Daten im Detail sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

### **2.5.2 ADA – Kontrollzahnbürste**

Als Kontrollzahnbürste wurde die ADA-46-Handzahnbürste ausgewählt. Hierbei handelte es sich um eine standardisierte Vergleichszahnbürste der American Dental Association (Chicago, USA) (Abbildung 2 und 3). Die ADA zeichnete sich durch ein planes Borstenfeld mit dichtem Besatz an gleichmäßig parallel angeordneten (multi-tufted), abgerundeten Nylonfilamenten aus. Nähere Daten sind in Tabelle 2 aufgeführt.

### 2.5.3 Zahnbürsten im Vergleich



**Abb. 3: Zahnbürsten im Vergleich. Oral-B TriZone 5000 und TriZone-Bürstenkopf; Borstenfeld vergrößert im Ausschnitt (Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) (links) und die ADA-46-Referenzzahnbürste; Borstenfeld vergrößert im Ausschnitt (American Dental Association, Chicago, USA) (rechts).**

**Tabelle 2: Vergleich der Eigenschaften der beiden in der Studie getesteten Zahnbürsten.**

	TriZone 5000	ADA-46-Handzahnbürste
Borstenfeldgröße	22 x 10 mm (Kurzkopfzahnbürste)	28 x 9,5 mm (Kurzkopfzahnbürste)
Gesamtlänge	242 mm	181 mm
Bürstenkopfbreite	12 mm	11,7 mm
Anzahl der Filamentbüschel	18	47
Anordnung der Büschel	abwechselnde Reihen sich bewegender und standhafter Borstenbüschel	gleichmäßig in 4er Reihen
Anzahl der Nylonfilamente	122	38-44
Filamentdurchmesser	0,15 - 0,18 mm	0,18 mm

#### 2.5.4 Zahnpasta

Alle Probanden nutzten ausschließlich eine Zahnpasta mit einem durchschnittlichen Natriumfluoridgehalt von 1450 ppm ohne weitere therapeutisch oder präventiv wirksame Zusätze (Blendax Anti-Belag, Procter&Gamble, Groß-Gerau, Deutschland).

#### 2.6 Datenmanagement und statistische Analysen

Die Datenerfassung der Plaquewerte und Gingivaverletzungen erfolgte auf dafür vorgesehenen Befundbögen (CRFs). Hingegen wurden die Werte für PPD und CAL direkt in ein Computerprogramm (Microsoft Access, Microsoft Corporation, Redmond, USA) eingegeben. Es erfolgte die Übertragung aller analogen CRFs in digitale Tabellen für die spätere statistische Auswertung (Microsoft Excel 2010 für Windows, Microsoft Corporation, Redmond, USA). Die Eingabe erfolgte durch zwei unabhängige Personen und wurde hinsichtlich Eingabefehlern kontrolliert.

Nach der computergestützten Berechnung der Rezessionswerte wurden negative Befunde nachträglich als Eingabefehler gewertet und gelöscht. Diese wurden ebenso wie offensichtliche Eingabefehler, zum Beispiel Sondierungstiefen größer 5 mm (siehe auch 2.2.1 Ausschlusskriterien), nachträglich mit Hilfe der Last-Observation-

Carried-Forward Methode ersetzt. Fragwürdige Befunde konnten anhand der Gipsmodelle revidiert und bei Falscheingabe korrigiert werden.

Ausgeschlossene Probanden wurden nach dem Prinzip der Intention-to-treat Analyse in die Auswertung einbezogen.

Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 20 (IBM Corporation, New York, USA) durchgeführt. Die graphischen Darstellungen erfolgten mit Microsoft Excel 2010.

Für die Analyse diente der Patient als statistische Einheit. Das Hauptzielkriterium war die Veränderung der bereits zu Beginn der Untersuchung bestehenden GR von mindestens 2 mm an den bukkalen Mittenflächen nach 12 Monaten. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit dem nicht parametrischen Mann-Whitney-U Test für unabhängige Variablen ermittelt. Veränderungen während des Untersuchungszeitraums wurden mit Hilfe des nicht parametrischen Wilcoxon Tests für verbundene Variablen auf statistische Signifikanz getestet.

Außerdem wurde die Verteilung von sich verbessernden, gleichbleibenden und sich verschlechternden Rezessionen deskriptiv erfasst.

Sekundäre Parameter waren die Veränderung aller GR und bereits bestehender GR von mindestens 1 mm an den Bukkalflächen sowie der mittleren PPD und CAL aller Flächen.

Eine intraclass-Korrelation (ICC) wurde dazu genutzt die klinischen Messungen mit den Ergebnissen der manuellen Vermessung der Gipsmodelle zu korrelieren.

Alle statistischen Testverfahren waren zweiseitig und auf einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

In einer Power-Berechnung vor Studienbeginn konnten 40 Probanden als ausreichend deklariert werden, wenn von einem  $\alpha = 0,05$ , einer Veränderung der gingivalen Rezessionen um 0,09 mm über den Studienzeitraum von 12 Monaten und einer Power von 80 % ausgegangen wurde. Eine entsprechende Standardabweichung von 0,35 mm wurde aufgrund früherer Studien (Dörfer et al., 2009) angenommen. Die Probandenanzahl wurde auf eine Mindestzahl von 50 pro Gruppe heraufgesetzt, um Studienabbrüchen oder anderen Störgrößen gerecht zu werden.

Die nachfolgenden Ergebnisse beruhen auf den Zeitpunkten t1, t2 und t3, respektive Baselinetermin, 6-Monats- und 12-Monatsuntersuchung.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Probandenanzahl im Beobachtungszeitraum**

118 Probanden wurden nach der Screeninguntersuchung für geeignet befunden, davon 110 konsekutiv in die Studie eingeschlossen. Nach zwölf Monaten schlossen 107 Probanden die Studie ab. Sieben dieser Probanden erschienen nicht an den regulären Untersuchungsterminen und mussten von einem dem Studienarzt abweichenden, nicht kalibriertem Untersucher befundet werden. Eine weitere Testperson blieb beim 6-Monatstermin gänzlich aus, nahm aber nach 12 Monaten wieder protokollgerecht teil. Die Werte aller acht Studienteilnehmer wurden anhand der Intention-to-treat Methode substituiert.

Drei Probanden mussten dazu noch vor dem 6-Monats-Untersuchungstermin von der Studie ausgeschlossen werden. Eine Testperson konnte weder telefonisch noch postalisch erreicht werden. Eine andere Teilnehmerin verzog und eine weitere Probandin brach nach Rücksprache mit dem Hauszahnarzt die Studie eigenständig ab, aus Angst ihre Rezessionen könnten sich verschlechtert haben. Jedoch konnte bei einer durchgeführten Nachuntersuchung keine Verschlechterung des Attachmentlevels gegenüber dem Ausgangsbefund festgestellt werden. Allerdings putzte die Probandin entgegen den Studienkriterien nicht mehr mit den vorgesehen Zahnputzmitteln, sodass ein Ausschluss unabdingbar war. Im Rahmen der Intention-to-treat- und LOCF-Methode sind die Werte aller drei Probanden dennoch in die Statistik eingeflossen.

Von den 110 Teilnehmern nutzten 55 Probanden die elektrische Zahnbürste (Testgruppe) und weitere 55 die manuelle Referenzzahnbürste (Kontrollgruppe) (siehe Abbildung 4).

Es ist während der Studie in keiner der Gruppen zum Auftreten eines unerwünschten Ereignisses (adverse event) gekommen.

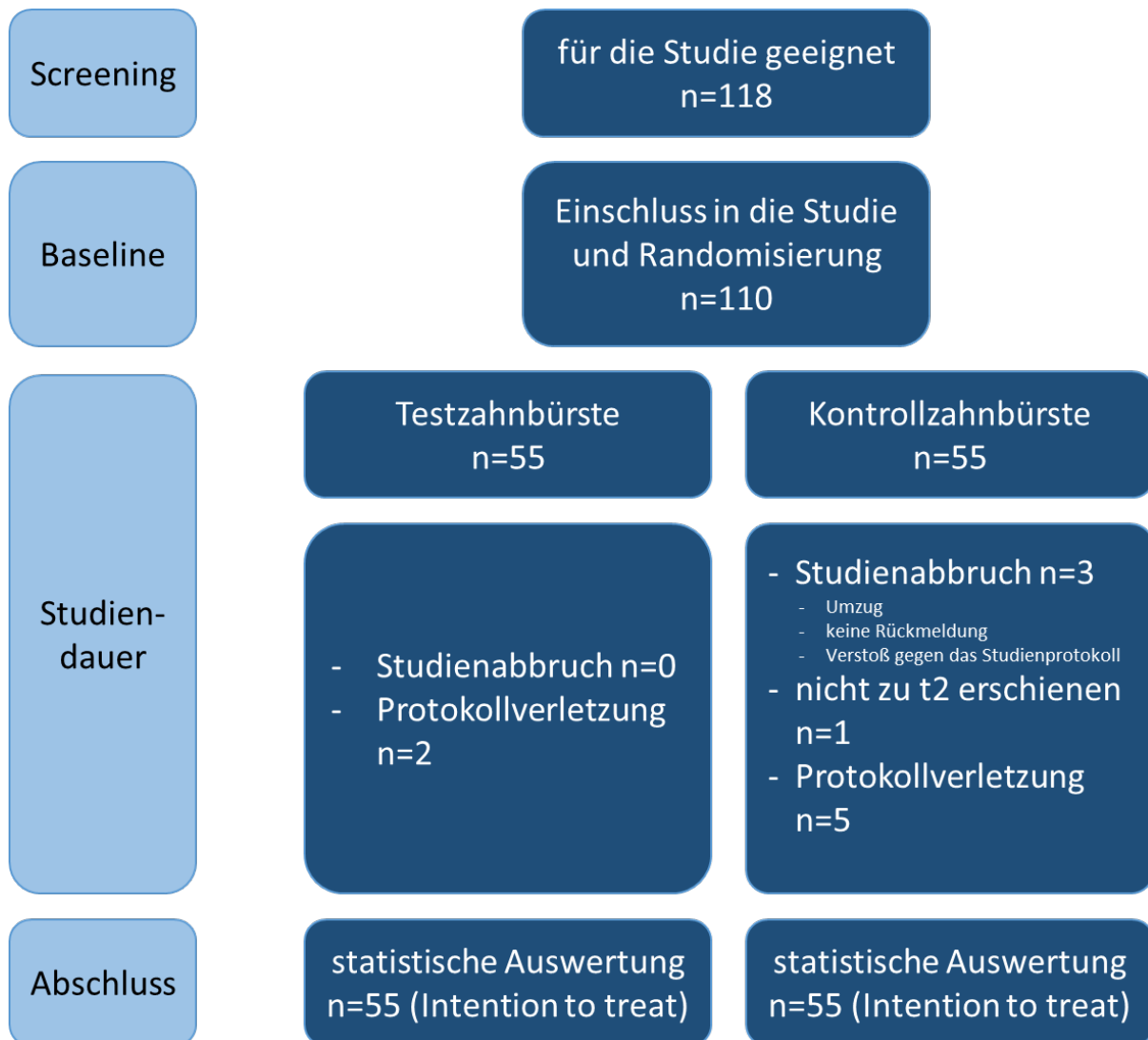


Abb. 4: Flowchart. Teilnehmerzahl im Verlauf der Studie von der Screeninguntersuchung bis zur abschließenden statistischen Auswertung (n: Anzahl, t2: 6-Monatstermin).

### 3.2 Demografische Verteilung

Zu den insgesamt 110 in die Auswertung eingeschlossenen Probanden zählten 63 Frauen und 47 Männer im Alter zwischen 20 - 70 Jahren (Mittelwert:  $31,0 \pm 11,2$  Jahre). Im Rahmen der Gruppeneinteilung stellten 49 % der Teilnehmer der Testgruppe und 27 % der Kontrollgruppe ihre gewohnte Putzweise von manuell auf elektrisch beziehungsweise von elektrisch auf manuell um.

Die durchschnittliche Zahnanzahl je Proband betrug  $26,5 \pm 2,2$  Zähne.

Die folgende Tabelle 3 gibt weiteren Aufschluss über die demografische Verteilung der ausgewerteten Probanden zum Zeitpunkt der Baselineuntersuchung. Es fanden sich dabei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p > 0,05$ ).

**Tabelle 3: Demografische Verteilung der 110 in die Auswertung eingeschlossenen Probanden bei der Baselineuntersuchung (n: Anzahl, MW: Mittelwert, SD: Standardabweichung, ZB: Zahnbürste).**

<b>Demografische Verteilung</b>			
	Test: TriZone n=55	Kontrolle: ADA n=55	Gesamt n=110
<b>Alter (Jahre)</b>			
MW±SD	32,0±12,5	30,0±9,7	31,0±11,2
range	20-70	20-57	20-70
<b>Geschlecht</b>			
weiblich	31 (56%)	32 (58%)	63 (57%)
männlich	24 (44%)	23 (42%)	47 (43%)
<b>Raucher</b>			
ja	7 (13%)	7 (13%)	14 (13%)
nein	48 (87%)	48 (87%)	96 (87%)
<b>Händigkeit</b>			
Rechtshänder	50 (91%)	53 (96%)	103 (94%)
Linkshänder	5 (9)	2 (4%)	7 (6%)
<b>zuvor benutzte Zahnbürste</b>			
Handzahnbürste	27 (49%)	40 (73%)	67 (61%)
elektrische ZB	28 (51%)	15 (27%)	43 (39%)

### **3.3 Mittlere Veränderung gingivaler Rezessionen von mindestens 2 mm an den bukkalen Mittenflächen**

Über den Studienzeitraum von 12 Monaten kam es zu einer mittleren Verbesserung der gingivalen Rezessionen an den bukkalen Mittenflächen größer oder gleich 2 mm von 0,09 mm in der Gruppe der elektrischen Zahnbürstennutzer respektive 0,07 mm in der Handzahnbürstengruppe. In beiden Gruppen konnte eine statistische Signifikanz zwischen t1 und t3 festgestellt werden ( $p < 0,05$ ). Zwischen den Gruppen konnte hingegen zu keinem der Zeitpunkte ein signifikanter Unterschied gemessen werden. Für weitere Details siehe Tabelle 4.

Tabelle 4: Bestehende gingivale Rezessionen (GR)  $\geq 2$  mm an den bukkalen Mittenflächen zu den Zeitpunkten t1 (Baseline), t2 (6-Monatsuntersuchung) und t3 (12-Monatsuntersuchung) gesamt sowie getrennt nach Ober- und Unterkiefer (OK/UK) und rechter und linker Kieferhälfte in mm. Außerdem alle GR  $\geq 1$  mm an den bukkalen Mittenflächen (n: Anzahl; EZB: TriZone-Bürstenkopf; HZB: ADA-Referenzzahnbürste).

	ZB	n	Baseline (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t2-t1	6Monate (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t3-t2	12 Monate (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t3-t1
GR bukkal $\geq 2$ mm	EZB	55	2,17 $\pm$ 0,26	0,170	2,13 $\pm$ 0,29	0,056	2,08 $\pm$ 0,30	<b>0,008</b>
	HZB	55	2,16 $\pm$ 0,25	0,795	2,15 $\pm$ 0,31	0,051	2,09 $\pm$ 0,29	<b>0,030</b>
	Mann-Whitney-U		0,814		0,662		0,868	
GR bukkal $\geq 2$ mm OK	EZB	55	2,18 $\pm$ 0,27	0,948	2,11 $\pm$ 0,31	<b>0,009</b>	2,06 $\pm$ 0,32	<b>0,048</b>
	HZB	55	2,17 $\pm$ 0,33	0,121	2,16 $\pm$ 0,40	0,167	2,09 $\pm$ 0,39	<b>0,010</b>
	Mann-Whitney-U		0,362		0,943		0,909	
GR bukkal $\geq 2$ mm UK	EZB	55	2,17 $\pm$ 0,36	0,649	2,15 $\pm$ 0,44	<b>0,033</b>	2,03 $\pm$ 0,54	<b>0,029</b>
	HZB	55	2,14 $\pm$ 0,26	0,825	2,12 $\pm$ 0,47	0,162	2,04 $\pm$ 0,47	0,325
	Mann-Whitney-U		0,846		0,815		0,399	
GR bukkal $\geq 2$ mm rechts	EZB	55	2,17 $\pm$ 0,28	0,138	2,13 $\pm$ 0,33	<b>0,024</b>	2,04 $\pm$ 0,36	<b>0,010</b>
	HZB	55	2,16 $\pm$ 0,30	0,983	2,16 $\pm$ 0,42	<b>0,048</b>	2,08 $\pm$ 0,39	0,088
	Mann-Whitney-U		0,507		0,644		0,686	
GR bukkal $\geq 2$ mm links	EZB	55	2,20 $\pm$ 0,43	0,540	2,16 $\pm$ 0,43	0,317	2,11 $\pm$ 0,54	0,126
	HZB	55	2,18 $\pm$ 0,32	0,887	2,18 $\pm$ 0,41	0,070	2,09 $\pm$ 0,37	<b>0,042</b>
	Mann-Whitney-U		0,846		0,799		0,657	
GR bukkal $\geq 1$ mm	EZB	55	1,77 $\pm$ 0,33	<b>&lt;0,001</b>	1,65 $\pm$ 0,42	<b>0,001</b>	1,56 $\pm$ 0,42	<b>&lt;0,001</b>
	HZB	55	1,75 $\pm$ 0,29	0,762	1,77 $\pm$ 0,41	<b>0,005</b>	1,69 $\pm$ 0,35	0,071
	Mann-Whitney-U		0,852		0,291		0,131	

Insgesamt konnten in der Testgruppe 250 bestehende gingivale Rezessionen  $\geq 2$  mm an den bukkalen Mittenflächen gemessen werden. In der Kontrollgruppe waren es dementsprechend 243 Flächen. Insbesondere an Zahn 16 sowie den jeweiligen ersten Prämolaren zeigten sich die höchsten Anzahlen gemessener Läsionen (Abbildung 5).

Weiterhin zeigte sich der Oberkiefer deskriptiv leicht stärker gegenüber dem Unterkiefer betroffen. Die Mittelwerte beider Kiefer lagen zur Baselineuntersuchung bei  $2,17 \pm 0,30$  mm (OK) und  $2,15 \pm 0,31$  mm (UK) ( $p = 0,950$ ). Ein ähnlicher Trend konnte auch zwischen rechter und linker Kieferhälfte festgestellt werden, wobei die Rezessionen links prominenter waren (rechts:  $2,16 \pm 0,29$  mm; links:  $2,19 \pm 0,38$  mm;  $p = 0,984$ ), auch hier ohne eine statistisch feststellbare Signifikanz.



### Prozentuale Verteilung und Größe gingivaler Rezessionen aufgeteilt nach Zähnen

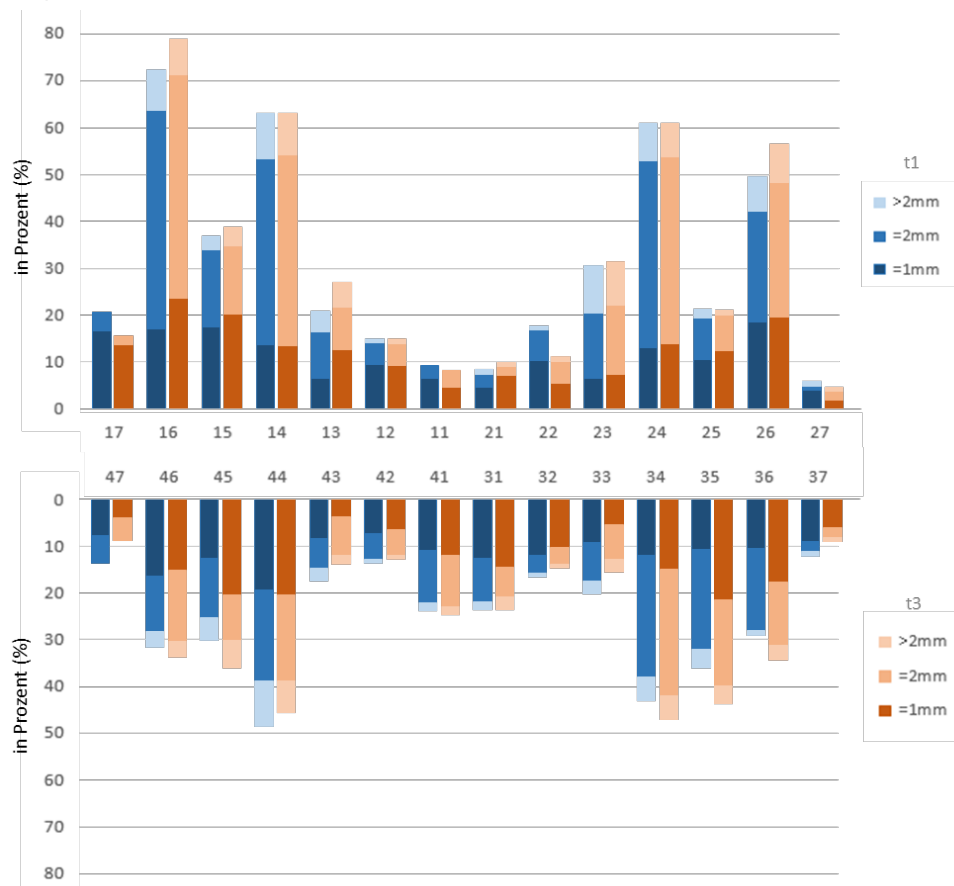


Abb. 5: Prozentuale Verteilung und Größe gingivaler Rezessionen an den bukkalen Mittenflächen aufgeteilt nach Zähnen zu t1 (blau) und t3 (orange) (t1: Baseline; t3: 12-Monatsuntersuchung).

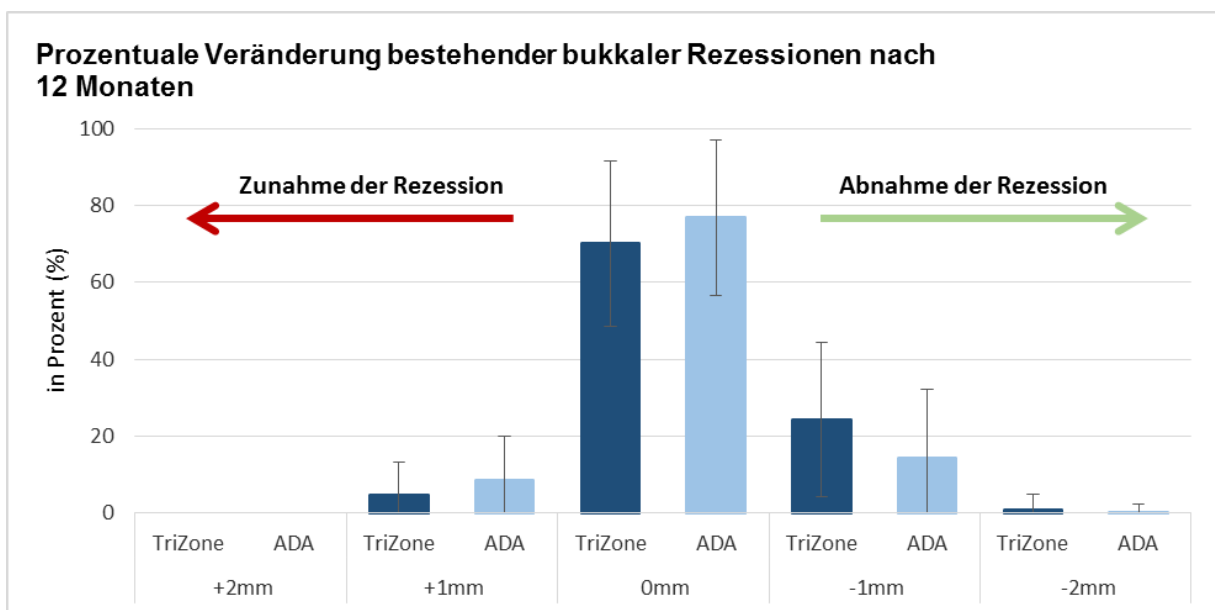
### 3.4 Mittlere Veränderung gingivaler Rezessionen von mindestens 1 mm an den bukkalen Mittenflächen

Bestehende gingivale Rezessionen von mindestens 1 mm konnten an 421 Flächen der Testgruppe und 396 Flächen der Kontrollgruppe zu Beginn der Studie beobachtet werden.

Nach 12 Monaten konnte bei den Nutzern der elektrischen Zahnbürste eine signifikante Verbesserung der bereits existierenden GR von  $1,8 \pm 0,3$  mm zu  $1,6 \pm 0,4$  mm ( $p < 0,001$ ) festgestellt werden. In der Kontrollgruppe konnte hingegen kein solcher signifikanter Unterschied detektiert werden (Baseline:  $1,8 \pm 0,3$  mm, 12-Monatsuntersuchung:  $1,7 \pm 0,4$  mm;  $p > 0,071$ ) (siehe Tabelle 4). Die Gruppen unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant.

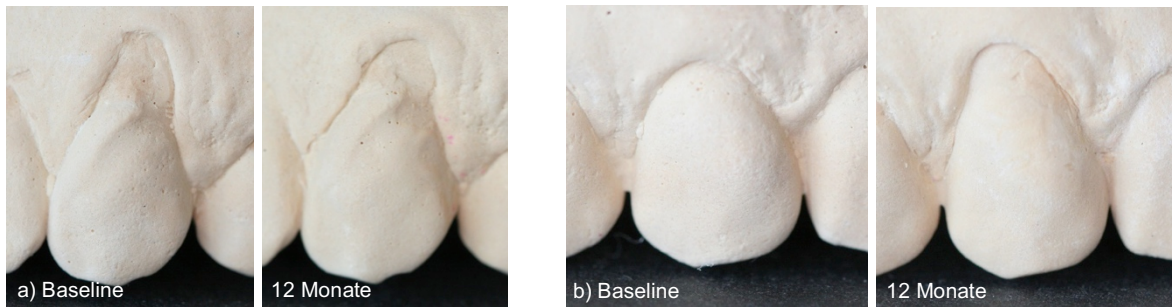
Ein Großteil der Bukkalflächen mit bereits bestehenden gingivalen Rezessionen zeigte in beiden Gruppen ein gleich bleibendes Niveau nach 12 Monaten

Untersuchungszeitraum (EZB: 70 %; HZB: 76 %) (Abbildung 6). Eine Verkleinerung der Rezession um 1 mm konnte bei 24 % der Flächen in der Testgruppe und 14 % der Flächen in der Kontrollgruppe verzeichnet werden. Eine positive Veränderung von 2 mm konnte an jeweils einer Fläche vier verschiedener Probanden der Testgruppe respektive bei einer Testperson der Kontrollgruppe an zwei Flächen gemessen werden (Abbildung 7a). Die Zunahme der freiliegenden Wurzeloberfläche von 1 mm wurde an 5 % der Flächen der Testzahnbürstennutzer und an 9 % der Bukkalflächen der manuellen Putzer festgestellt. Bei keinem der Probanden kam es zu einer Verschlechterung der ursprünglichen Rezession um mehr als 1 mm.



**Abb. 6: Die prozentuale Veränderung bestehender bukkaler Rezessionen vom Ausgangsbefund zur Abschlussuntersuchung nach 12 Monaten.**

Nach 12 monatiger Studienlaufzeit wurden 201 (Test: 81; Kontrolle: 120) neu entstandene gingivale Rezessionen aufgezeichnet. An nur einem Zahn eines Probanden der Testgruppe handelte es sich um eine nun freiliegende Wurzeloberfläche von 2 mm (Abbildung 7b). Die 200 überbleibenden Rezessionen hatten eine Größe von 1 mm.



**Abb. 7: Rezessionsveränderungen innerhalb des Studienzeitraumes bei zwei unterschiedlichen Probanden aus der Testgruppe. Bild a) Zahn 23: Abnahme um 2 mm; Bild b) Zahn 13: Zunahme von 2 mm.**

### 3.5 Veränderungen bei Betrachtung aller Flächen

Betrachtet man alle Bukkalflächen eingeschlossen derer ohne bestehenden Zahnfleischrückgang sowie die approximalen und mittigen Bukkalflächen, so finden sich weiterhin keine signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 5). In der Testgruppe kommt es zu einer Abnahme der mittleren Rezessionswerte von anfänglich  $0,18 \pm 0,13$  mm zu  $0,16 \pm 0,12$  mm nach 12 Monaten ( $p = 0,001$ ). Auch die bukkalen Mittenflächen ändern sich um  $\Delta 0,03$  mm positiv signifikant ( $p = 0,018$ ) und ebenso die approximalen Bukkalflächen ( $\Delta 0,01$  mm;  $p = 0,009$ ). Dementgegen nahmen die Rezessionswerte in der Kontrollgruppe an den mittigen Bukkalflächen von  $0,48 \pm 0,37$  mm auf  $0,51 \pm 0,37$  mm signifikant zu ( $p = 0,009$ ). Die mittlere Größe gingivaler Rezessionen war mit statistischer Signifikanz an den mittigen gegenüber approximalen Bukkalflächen zu allen Zeitpunkten höher ( $p < 0,05$ ).

Mittelwerte von Sondierungstiefen und klinischem Attachmentlevel änderten sich nicht im Studienzeitraum. Einzig die Sondierungstiefen unterschieden sich signifikant zwischen Test- und Kontrollgruppe am 6-Monatstermin ( $1,87 \pm 0,16$  mm versus  $1,95 \pm 0,19$  mm;  $p = 0,034$ ) wie aus Tabelle 5 ersichtlich wird.

**Tabelle 5: Gingivale Rezessionen (GR)  $\geq 0$  mm an allen Bukkalflächen, bukkalen Mittenflächen sowie approximalen Bukkalflächen und GR, Taschentiefen (PPD) und Attachmentlevel (CAL) an allen Flächen zu den Zeitpunkten t1 (Baseline), t2 (6-Monatsuntersuchung) und t3 (12-Monatsuntersuchung) in mm (n: Anzahl; EZB: elektrische Zahnbürste; HZB: Handzahnbürste; approx.: approximal).**

	ZB	n	Baseline (t1) (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t2-t1	6 Monate (t2) (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t3-t2	12 Monate (t3) (MW $\pm$ SD)	Wilcoxon t3-t1
<b>GR alle bukkal</b>	EZB	55	0,18 $\pm$ 0,13	0,290	0,17 $\pm$ 0,13	<b>0,007</b>	0,16 $\pm$ 0,12	<b>0,001</b>
	HZB	55	0,17 $\pm$ 0,14	<b>0,050</b>	0,19 $\pm$ 0,14	0,416	0,18 $\pm$ 0,13	0,115
	Mann-Whitney-U		0,658		0,322		0,205	
<b>GR mid-bukkal</b>	EZB	55	0,50 $\pm$ 0,36	0,450	0,51 $\pm$ 0,38	<b>0,005</b>	0,47 $\pm$ 0,35	<b>0,018</b>
	HZB	55	0,48 $\pm$ 0,37	<b>0,002</b>	0,54 $\pm$ 0,41	0,084	0,51 $\pm$ 0,37	<b>0,009</b>
	Mann-Whitney-U		0,886		0,413		0,234	
<b>GR approx.-bukkal</b>	EZB	55	0,02 $\pm$ 0,05	<b>0,002</b>	0,00 $\pm$ 0,01	0,178	0,01 $\pm$ 0,02	<b>0,009</b>
	HZB	55	0,02 $\pm$ 0,04	0,821	0,01 $\pm$ 0,04	0,553	0,01 $\pm$ 0,03	0,783
	Mann-Whitney-U		0,134		0,200		0,174	
<b>GR alle Flächen</b>	EZB	55	0,11 $\pm$ 0,08	0,104	0,09 $\pm$ 0,07	<b>0,009</b>	0,09 $\pm$ 0,07	<b>&lt;0,001</b>
	HZB	55	0,10 $\pm$ 0,09	0,296	0,11 $\pm$ 0,09	0,358	0,10 $\pm$ 0,08	0,471
	Mann-Whitney-U		0,709		0,287		0,178	
<b>PPD alle Flächen</b>	EZB	55	1,87 $\pm$ 0,18	0,746	1,87 $\pm$ 0,16	0,961	1,88 $\pm$ 0,18	0,824
	HZB	55	1,93 $\pm$ 0,24	0,211	1,95 $\pm$ 0,19	0,143	1,91 $\pm$ 0,17	0,653
	Mann-Whitney-U		0,309		<b>0,034</b>		0,223	
<b>CAL alle Flächen</b>	EZB	55	1,98 $\pm$ 0,20	0,567	1,96 $\pm$ 0,17	0,598	1,97 $\pm$ 0,19	0,398
	HZB	55	2,03 $\pm$ 0,27	0,121	2,05 $\pm$ 0,24	0,093	2,01 $\pm$ 0,19	0,804
	Mann-Whitney-U		0,473		0,052		0,139	

### 3.6 Vergleich der klinischen Messung mit den Werten der Gipsmodelle an den Bukkalflächen der Referenzzähne

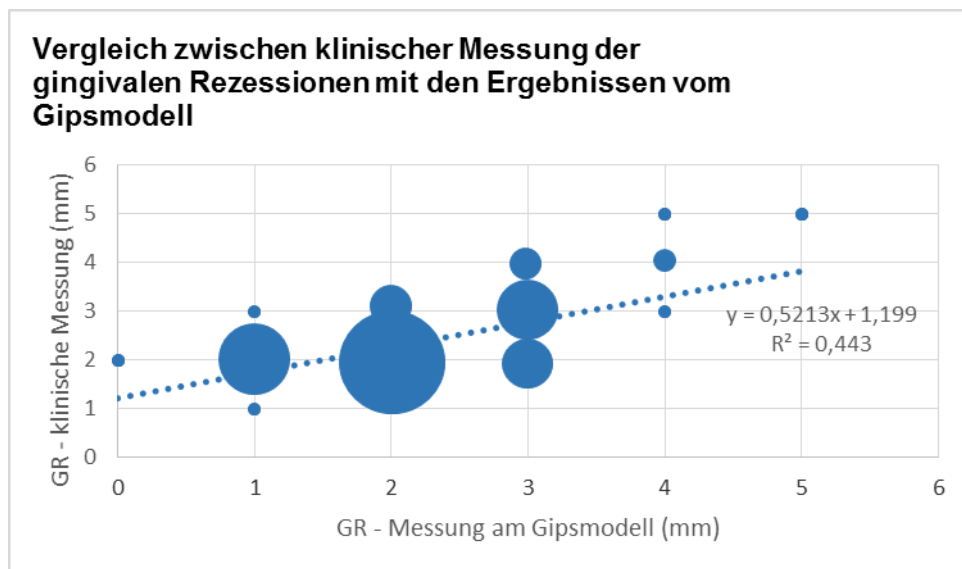
Die Ergebnisse der klinisch gemessenen Rezessionen an den Bukkalflächen aller Referenzzähne lagen im Mittel 0,20 mm oberhalb derer an den Gipsmodellen gemessenen Werte. Keine Messunterschiede konnten an 66,7 % der Zähne festgestellt werden, wohingegen eine Abweichung von  $\pm 1$  mm an 32,4 % der untersuchten Flächen auftrat, aber nur in 0,9 % ein Unterschied von 2 mm bestand. Der mittlere Intraclass-Korrelationskoeffizient (ICC) betrug 0,757 (alle Zeitpunkte  $p < 0,05$ ) (Tabelle 6 und 7, Abbildung 8).

**Tabelle 6: Korrelation zwischen klinischer Messung der GR und den Ergebnissen vom Gipsmodell aufgeteilt nach Zeitpunkten. (MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung)**

Zeitpunkt	Anzahl	Durchschnittliche Rezession (mm) (MW $\pm$ SD)		Intraclass Korrelationskoeffizient (ICC)
		Klinisch	Gipsmodell	
Baseline (t1)	199	2,29 $\pm$ 0,60	2,07 $\pm$ 0,78	0,745
6 Monate (t2)	201	2,29 $\pm$ 0,59	2,07 $\pm$ 0,71	0,782
12 Monate (t3)	198	2,27 $\pm$ 0,57	2,10 $\pm$ 0,57	0,768

**Tabelle 7: Kreuztabelle der gingivalen Rezessionen (GR) im Vergleich: klinische Messung / Gipsmodell.**

		GR - klinische Messung (mm)						Gesamt
		0	1	2	3	4	5	
GR – Messung am Gipsmodell (mm)	0	0	0	3	0	0	0	3
	1	0	2	109	2	0	0	113
	2	0	0	306	28	0	0	334
	3	0	0	39	82	13	0	134
	4	0	0	0	2	5	3	10
	5	0	0	0	0	0	4	4
Gesamt		0	2	457	114	18	7	598



**Abb. 8: Vergleich zwischen klinischer Messung der GR mit den Ergebnissen vom Gipsmodell, dargestellt mittels linearer Regression. Die Größe der Punktwolken gibt proportional die Anzahl an jeweiligen Messwerten an. (GR: gingivale Rezession,  $R^2$ : Bestimmtheitsmaß)**

## 4 Diskussion

### 4.1 Entwicklung bestehender gingivaler Rezessionen

Gingivale Rezessionen stellen keine Seltenheit dar. Bereits junge Erwachsene haben eine hohe Prävalenz von mindestens einer bukkalen Rezession (Löe et al., 1992; Daprile et al., 2007; Matas et al., 2011). Die Ätiologie wird heutzutage als multikausal angenommen, wobei einer traumatisierenden Putzweise immer wieder ein entscheidender Einfluss zugeschrieben wird. So wurde in verschiedenen Studien ein möglicher Zusammenhang zwischen der Entstehung gingivaler Rezessionen und der Zahnputzfrequenz (Vehkalahti, 1989; Checchi et al., 1999), dem Borstendesign (Khocht et al., 1993), der Bürstennutzungsdauer (Kozłowska et al., 2005), der Putztechnik (Khocht et al., 1993; Checchi et al., 1999), der Putzdauer (Tezel et al., 2001) oder dem ausgeübten Druck (Benz et al., 1987; Kozłowska et al., 2005) festgestellt. Dennoch, die Arbeitsgruppe um Heasman et al. (2015) beschreibt in ihrer Übersichtsarbeit die Datenlage aufgrund einer überwiegend niedrigen Studienqualität als inadäquat und somit bleibt ein endgültiger Beweis aus. Es gibt nur wenige randomisiert, kontrolliert klinische Studien, die den Einfluss des Zähneputzens auf die Entstehung von gingivalen Rezessionen untersuchten (Dentino et al., 2002; Addy und Hunter, 2003). Noch weniger Evidenz findet sich hinsichtlich eines Fortschreitens des Zahnfleischrückganges an bereits betroffenen Flächen (Dörfer et al., 2009).

Damit war es das vorrangige Ziel der zugrunde liegenden Studie, den Einfluss des neuentwickelten Bürstenkopfes TriZone der Firma Oral-B (Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) auf das Attachmentniveau bereits bestehender Rezessionen zu überprüfen. Beim Vergleich mit einer standardisierten Handzahnbürste konnte kein Unterschied zwischen beiden Produkten festgestellt werden, sowohl in der Test- als auch Kontrollgruppe zeigten sich stabile Werte über den Studienzeitraum von 12 Monaten. Zieht man aber die Betrachtung der primären Zielgröße, den bestehenden bukkalen Gingivarezessionen von größer gleich 2 mm, hinzu, so reduzierte sich die Ausprägung der gingivalen Rezessionen sogar leicht, aber dennoch statistisch signifikant um  $\Delta 0,09$  mm in der Test- und  $\Delta 0,07$  mm in der Kontrollgruppe ( $p < 0,05$ ). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit Studienergebnissen vergleichbarer Untersuchungen, welche zeigen, dass elektrische Zahnbürsten keinem erhöhten Traumatisierungspotential gegenüber Handzahnbürsten unterliegen (Mantokoudis et al., 2001; McCracken et al., 2009; Rosema et al., 2014). Analog den Ergebnissen von McCracken et al. (2009) im

Vergleich von Schallzahnbürsten mit Handzahnbürsten ergab die vorliegende Untersuchung, dass auf Ebene der Einzelflächen ein Großteil der gingivalen Rezessionen stabil blieb. So war in 70 % (Testgruppe) beziehungsweise in 77 % (Kontrollgruppe) der Flächen mit bereits vorhandenem Zahnfleischrückgang keine Veränderung über den Studienzeitraum detektierbar. Zum Vergleich fanden McCracken et al. 58 % / 70 % der Flächen ohne messbaren Unterschied, hingegen zeigten 31 % der Flächen in der Gruppe der elektrischen Zahnbürste sogar eine Verbesserung um 1 mm (10 % HZB). Auch in der vorliegenden Studie wurde dies an 24 % / 14 % der untersuchten Bukkalflächen festgestellt. Eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Rezession von 2 mm konnte in der Untersuchung von McCracken et al. sowie in der eigenen Studie nur in Einzelfällen gemessen werden. Eine entsprechende Studie von Dörfer et al. (2009) bestätigt diesen Trend ebenfalls. Verglichen mit den Ausgangswerten verkleinerte sich die freiliegende Wurzeloberfläche von Zähnen mit anfänglich mindestens 2 mm Rezession von  $2,35 \pm 0,35$  mm auf  $1,98 \pm 0,55$  mm in der Test- (EZB) beziehungsweise von  $2,26 \pm 0,31$  mm auf  $1,90 \pm 0,45$  mm in der Kontrollgruppe (HZB) nach 6 Monaten (in beiden Fällen:  $p < 0,001$ ). Auch nach einer aktuellen Beobachtungszeit von 35 Monaten zeigen sich im selben Studienkollektiv die freiliegenden Wurzeloberflächen signifikant geringer verglichen zum Ausgangswert (Test:  $\Delta 0,50 \pm 0,41$  mm; Kontrolle:  $\Delta 0,45 \pm 0,52$  mm;  $p < 0,001$ ) (Dörfer et al.)<sup>6</sup>. Zu keinem Zeitpunkt gab es signifikante Unterschiede zwischen den Nutzern der elektrischen respektive Handzahnbürste ( $p > 0,05$ ). Ebenso zeigten sich mehr als 50 % aller vom Zahnfleischrückgang betroffenen Zahnflächen stabil (Testgruppe: 51 %; Kontrollgruppe: 54 %). Eine geringere Rezession konnte nach 6 Monaten in 40 % / 38 % der Flächen gemessen werden (Dörfer et al., 2009).

Auch in der Untersuchung von Dentino et al. (2002) zeigte sich eine stabile Entwicklung oder sogar leichte Verbesserung der gingivalen Rezessionen nach 6 Monaten. An 76 untersuchten Eckzahnrezessionen konnte eine mittlere Verbesserung von 0,03 mm in der Testgruppe, verglichen mit einem gleichbleibenden Rezessionslevel an 81 Stellen in der Kontrollgruppe, festgestellt werden. Betrachtet man die Nicht-Eckzähne, so zeigte sich eine Reduktion der gemessenen Werte in der Gruppe der elektrischen Zahnbürste von  $1,45 \pm 0,51$  mm

---

<sup>6</sup> Dörfer, C. E., Staehle, H. J., Wolff, D.: 3-Year randomised study of manual and power toothbrush effects on pre-existing gingival recession. J Clin Periodontol (eingereicht und in minor Revision)

auf  $1,20 \pm 0,58$  mm ( $n = 30$ ) und bei den Nutzern der Handzahnbürste von  $1,63 \pm 0,61$  mm auf  $1,46 \pm 0,50$  mm ( $n = 28$ ). Auch hier war der Unterschied zwischen den Gruppen zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ).

Wie es allerdings zu diesem Phänomen der sich rückbildenden gingivalen Rezession kommt, bleibt weitgehend unklar. Ein Großteil der Autoren schreibt es einer verbesserten Mundhygiene im Sinne des Hawthorne-Effektes zu.

Andererseits findet sich eine Vielzahl von Studien, die eine deutliche Zunahme des Zahnfleischrückganges beobachtet haben und das Zähneputzen hierfür verantwortlich sehen (Heasman et al., 2015). Beispielhaft sei hierfür eine Beobachtungsstudie über fünf Jahre, welche eine große Anzahl an neu entstandenen Rezessionen gegenüber dem Ausgangsbefund aufzeigte (Daprile et al., 2007). So fanden sich gegenüber anfänglich 28 gemessenen Rezessionen bei Studienende ganze 64 Rezessionen, was mehr als einer Verdoppelung der Anzahl entspricht. Im Vergleich kam es in der eigens durchgeführten Untersuchung nach 12 Monaten zu knapp einem Fünftel neuer, von Zahnfleischrückgang betroffener Zähne. Daprile et al. (2007) messen vor allem der sehr guten Mundhygiene der untersuchten Probanden einen entscheidenden Einfluss bei, der sich hier nicht positiv, sondern vielmehr negativ auszuwirken scheint. Es handelte sich in der Studie um Studenten der Zahnmedizin in Bologna (Italien), die jeweils im ersten Studienjahr und folgend in ihrem Abschlussjahr untersucht wurden. Innerhalb der fünf Jahre konnte eine signifikante Verbesserung der Plaqueentfernung seitens der Probanden aufgezeigt werden, des Weiteren wurde zum großen Teil eine vermeintlich schädliche Putztechnik eingestellt und die Nutzung harter Borsten weitgehend vermieden. Die Autoren schätzen den Einfluss anatomischer Faktoren als sehr gering ein, da es sich zu beiden Zeitpunkten um das gleiche Untersuchungskollektiv handelte. Auch in der zugrunde liegenden Auswertung handelte es sich bedingt durch die Rekrutierung der Teilnehmer mittels Flyer am universitären Campus bei einem Großteil der Probanden um Studenten, insbesondere der Medizinischen Fakultät, oder Mitarbeiter der Universität beziehungsweise des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein. Folglich kann auch hier von einem guten Bildungsstand und einem hohen Bewusstsein für die allgemeine sowie orale Gesundheit ausgegangen werden. Betrachtet man die Ergebnisse aus Italien (Daprile et al., 2007) hinsichtlich der bereits vorhandenen Rezessionen, so zeigen sich 58 % der Flächen auch nach fünf Jahren unverändert. An 21 % der Zähne kommt es sogar zu einer Verbesserung und nur weitere 21 %



verschlechtern sich über die Zeit. Bedenkt man hierbei, dass das Risiko eines Fortschreitens bereits bestehender gingivaler Rezessionen gegenüber der Neuentstehung von Läsionen deutlich erhöht ist (Serino et al., 1994), so scheint es eher abwegig, das Zähneputzen allein als Verursacher der hohen Anzahl an neuen Rezessionen verantwortlich zu machen, hätte es doch gleichzeitig auch zu einer Verschlechterung der anderen Flächen führen müssen. Doch wird immer wieder beschrieben, dass insbesondere Patienten mit einer sehr guten Mundhygiene vermehrt unter gingivalen Rezessionen leiden (Gorman, 1967; Sangnes und Gjermo, 1976; Loe et al., 1992). Eine von Graetz et al. (2013) durchgeführte Studie stützt diese Aussage weiterhin. Die Testgruppe, die mit Hilfe eines computergestützten Zahnputzprogrammes sehr genau die modifizierte Bass-Putztechnik ausführte, zeigte eine signifikant höhere Anzahl gingivaler Verletzungen verglichen zur Kontrollgruppe, die lediglich einmalig mündlich hingehend der Putztechnik aufgeklärt wurde. Aufgrund der kurzen Studiendauer von nur 6 Wochen konnte keine Veränderung im Attachmentstatus der Probanden wahrgenommen werden.

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse randomisiert klinischer Studien ein vergleichbares oder sogar leicht verbessertes Attachmentniveau nach der jeweiligen Beobachtungszeit, so auch die erhobenen Daten der zugrunde liegenden Studie. Hingegen zeigen Nicht-Interventionsstudien, auch Beobachtungsstudien genannt, ein Fortschreiten oder Neuentstehen gingivaler Rezessionen, wobei die Autoren einen gewissen Zusammenhang mit dem Zähneputzen vermuten.

## **4.2 Studiendesign und Limitationen**

Mit Hilfe von Beobachtungsstudien lassen sich einfach und effektiv Daten großer Gruppen erheben, doch scheint deren Aussagekraft gegenüber randomisiert, kontrolliert durchgeführten klinischen Studien um ein Vielfaches geringer. Es lassen sich kaum Rückschlüsse auf die Einflussgröße und Kausalität einzelner Parameter ziehen, so dass nur schwer eine allgemeingültige Konklusion abzuleiten ist (Mann, 2003; Dörfer et al., 2009). Zudem ist die Gefahr von Selektionsbias erhöht (Khan et al., 2009). Doch werden gerade die soeben beschriebenen Nicht-Interventionsstudien zur Untersuchung gingivaler Rezessionen und deren Einflussfaktoren herangezogen. Im Review von Rajapakse et al. (2007) war nur eine von 18 eingeschlossenen Studien eine randomisiert kontrollierte Studie (RCT) (Dörfer et al., 2009). Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine prospektiv,

kontrolliert randomisierte, einfach verblindete Studie zum Vergleich zweier unterschiedlicher Zahnbürstentechnologien bezüglich deren Einflusspotential auf das marginale Gingivagewebe in einer Gruppe von Personen mit einem hohen Risiko für gingivale Rezessionen. Sekundär lassen die Ergebnisse weitere Rückschlüsse auf die mögliche Ätiologie bukkaler Rezessionen zu. Dabei unterschieden sich beide Gruppen lediglich in der Art der verwendeten Zahnbürste, wobei über den gesamten Studienzeitraum keine Instruktion einer verbesserten, adäquaten Putzmethodete erfolgte, um den studienbedingten Einfluss auf die Probanden weitestgehend zu verringern. Lediglich die Anwendung der zugeteilten Zahnbürste wurde für die Probanden anfänglich verdeutlicht und in schriftlicher Form mitgegeben. Dennoch lässt sich eine gewisse Beeinflussung der Probanden während der Teilnahme an einer Studie nicht ausschließen. Dieses als Hawthorne Effekt betitelte Phänomen besagt, dass allein die Kenntnis über die Teilnahme an einer Studie und die daraus folgende bewusster Selbstreflexion das Verhalten der Testpersonen verändert (Srigley et al., 2014). Im Falle unserer Studie kann man von einer verbesserten und intensiveren Mundhygiene und Zahnpflege ausgehen (Feil et al., 2002; Dörfer et al., 2009; McCracken et al., 2009). Die lange Dauer der Studie kann diesen Effekt zwar durchaus minimieren, doch bereits der vierteljährlich durchgeführte Bürstentausch reicht aus, um die Probanden erneut an die Studiensituation zu erinnern und dem beschriebenen Effekt zu unterliegen. Da sich der Hawthorne Effekt jedoch auf das gesamte Studienkollektiv gleichermaßen auswirkt, lässt er sich bei dem Vergleich beider Gruppen weitestgehend vernachlässigen. Es bleibt also die definierte Effektgröße der zwei getesteten Zahnbürsten. Durch die große Anzahl an Probanden und die damit ausreichende Power ließ sich mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Bestätigung der zuvor formulierten Nullhypothese herbeiführen.

Doch auch bei Durchführung einer kontrolliert klinischen Studie ist die Gefahr von Bias gegeben. Bereits die Messmethode und hier insbesondere die Reliabilität bei der Dokumentation gingivaler Rezessionen stellt ein nicht unerhebliches Problem dar (Matas et al., 2011). So ist die Entstehung beziehungsweise das Fortschreiten von gingivalen Rezessionen ein meist langsames und kontinuierliches Phänomen (Matas et al., 2011). Das Ablesen mit einer Millimetersonde zwingt den Untersucher zum auf- oder abrunden der Messwerte (Müller et al., 2002) und lässt einen Spielraum von mindestens 0,5 mm. Die Studiengruppe um McCracken et al. (2009) ging sogar so weit einen Unterschied von 2 mm als minimale mit einer Handsonde detektierbare

Effektgröße zu definieren. In der von dieser Arbeitsgruppe durchgeführten Studie über 12 Monate kam es lediglich an Einzelflächen zu dieser Veränderung und im Durchschnitt zu einer Änderung von  $\Delta 0,22$  mm, welche ohne statistische Signifikanz blieb. Auch in einer Longitudinalstudie über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren konnte nur eine durchschnittliche geringfügig größere Veränderung der gingivalen Rezessionen von  $\Delta 0,24$  mm bestimmt werden (Matas et al., 2011). Für weitere Studien sollte eine ausreichende Power gewährleistet sein, damit auch geringe Unterschiede sicher detektierbar werden (McCracken et al., 2009). Die zugrunde liegende Studie war mit einer Power von 100 % dahingehend ausgelegt Differenzen von im Durchschnitt 0,2 mm und mit 80-prozentiger Power auch bis zu 0,1 mm zu detektieren. Die mittlere Veränderung im Fortschreiten gingivaler Rezessionen von größer oder gleich anfänglichen 2 mm betrug bei 110 Probanden nach 12 Monaten  $\Delta 0,07 - 0,11$  mm. Der Unterschied erwies sich gegenüber dem Ausgangsbefund als signifikant, inwieweit dies jedoch von klinischer Relevanz ist, kann auch in der vorliegenden Untersuchung nur unzureichend beantwortet werden. Neben der Einschränkung durch verwendete Hilfsmittel, scheint auch die korrekte Ausdehnung und das richtige Ablesen der Rezession eine Herausforderung. So dient die Schmelz-Zement-Grenze als wichtigste Referenz beim Messen der Rezessionshöhe. Doch ist diese oftmals nur schwer auffindbar beziehungsweise nur eingeschränkt reproduzierbar bei der wiederholten Messung in unserem Falle nach 6 und 12 Monaten (Smith, 1997; Matas et al., 2011). Im Rahmen der Untersuchungstermine angefertigte Präzisionsabformungen zweier Testzähne dienten zur späteren Validitätskontrolle der klinischen Messung. Im Durchschnitt konnte eine gute Reliabilität von ICC = 0,757 ( $p < 0,05$ ) erreicht werden. Die Ergebnisse der drei Untersuchungstermine waren dabei konstant, wobei sich eine Varianz von plus 0,2 mm zugunsten der intraoralen Befunde zeigte. Ein systematischer Fehler in dieser Höhe lässt sich möglicherweise mit einer gewissen Geweberesilienz der Gingiva erklären, die aufgrund einer Verdrängung bei gleichzeitiger Messung von Sondierungstiefe und Rezession mit einer Handsonde im Sulkus entstehen könnte.

Weiterhin lässt sich eine gewisse Beeinflussung des Prüfers durch die unmögliche Verblindung der Untersuchungszeitpunkte nicht ausschließen. Dabei bestünde die Gefahr, dass es zu einer veränderten Messbewertung seitens des Untersuchers kommt (Zwingmann und Wirtz, 2005), der eventuelle Verschlechterungen des

Zahnfleisches schmälert, um den Studienerfolg sicher zu stellen. Allerdings konnte dieses anhand der Gipsmodelle widerlegt werden und benötigt keiner weiteren Betrachtung.

Als weitere Limitation im Studiendesign zeigt sich zudem das Fehlen einer zusätzlichen Kontrollgruppe ohne jeglicher Form der Intervention (Rajapakse et al., 2007). Test- sowie Kontrollgruppe erlebten in der durchgeführten Studie beide eine Umstellung der gewohnten Putzweise. So putzten 49 % der Probanden in der Testgruppe zuvor manuell und 27 % der Kontrollgruppenteilnehmer dementsprechend zuvor mit einer elektrischen Zahnbürste. Da der TriZone-Bürstenkopf (Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland) vor Studienbeginn noch nicht, sowie die ADA-Zahnbürste (Chicago, USA) gar nicht auf dem deutschen Markt zu erwerben waren, ist es ausgeschlossen, dass einer der Probanden zuvor mit der neu zugeteilten Zahnbürste vertraut war. Obwohl auf jegliche Putzinstruktionen verzichtet und lediglich die Benutzung der Zahnbürste erklärt wurde, muss von einer Beeinflussung der Probanden und einer eventuellen Umstellung der zuvor falschen und traumatisch ausgeführten Putzmethode im Sinne eines Hawthorne-Effektes ausgegangen werden. Folgen könnten neben einer geringeren Weichgewebsschädigung auch die bessere Putzeffizienz und damit der Rückgang eventueller gingivaler Entzündungen sein. Neben einem Abschwellen der Gingiva und einer daraus folgenden Apikalverlagerung des Gingivasaumes wird aber auch der gegenteilige Effekt durch ein „creeping attachment“, einem Hochwandern der Gingiva, mit resultierender Reduktion der freiliegenden Wurzeloberfläche aufgrund der verbesserten, atraumatischen Putzmethode diskutiert (Rajapakse et al., 2007). Allerdings wird dieses Phänomen häufiger nach mukogingivalchirurgischen Eingriffen beobachtet als unter den erwähnten Bedingungen der vorliegenden Studie.

Auch wäre die Aussagekraft der Ergebnisse deutlich erhöht, wüsste man, dass die Entstehung der untersuchten Rezessionen in beliebiger Form durch das Zähneputzen beeinflusst worden wären. Die jedoch mehrfach beschriebene multikausale Ätiologie gingivaler Rezessionen lässt dies nur begrenzt zu und so muss auch von bereits stabilisierten Rezessionen im untersuchten Kollektiv ausgegangen werden (McCracken et al., 2009).

## 5 Zusammenfassung

Die mechanische Plaquekontrolle mit einer Zahnbürste zeigt sich als essentiell in der Vermeidung oraler Krankheiten. Dennoch werden immer wieder auch die Auswirkungen einer unsachgemäßen Anwendung diskutiert. Die Entstehung gingivaler Rezessionen ist dabei nur eine der vermeintlichen Folgen. Hierbei handelt es sich um den Rückgang des Zahnfleisches und folglich einem Freiliegen der koronalen Wurzeloberfläche.

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Effekt des Zähneputzens mit zwei unterschiedlichen Zahnbürstentechnologien auf bestehende gingivale Rezessionen an den bukkalen Mittenflächen zu untersuchen. In einer prospektiven, kontrolliert randomisierten, einfach verblindeten, zwei-armigen Zahnbürstenstudie über 12 Monate putzten 110 gesunde Probanden aufgeteilt in Test- und Kontrollgruppe zweimal täglich ihre Zähne mit den studienbezogenen Hilfsmitteln. Getestet wurde eine elektrische Zahnbürste mit Aufsteckbürstenkopf, dessen Filamentbüschel in einzelnen Reihen zur Seite schwingende Bewegungen ausführten (Oral-B TriZone 5000 mit SmartGuide, Procter&Gamble, Schwalbach am Taunus, Deutschland). Als Referenz diente eine Handzahnbürste (ADA-46-Referenzzahnbürste, American Dental Association, Chicago, USA).

Primäre Zielgröße war die Veränderung bestehender gingivaler Rezessionen von mindestens 2 mm an bukkalen Mittenflächen. Hierfür wurden die Attachmentbefunde zu Beginn der Untersuchung (Baseline), nach 6 sowie 12 Monaten von jeweils demselben vor Studienbeginn kalibrierten Untersucher erhoben. Weitere Parameter waren die Veränderung der gingivalen Rezessionen ( $\geq 0$  mm und  $\geq 1$  mm) an den Bukkalflächen sowie approximal, die Veränderung von Sondierungstiefen und des klinischen Attachmentlevels.

Nach 12-monatiger Untersuchungszeit schlossen 107 Probanden die Studie ab (Test: 55; Kontrolle: 52). Durch Anwendung der Intention-to-treat Methode konnten 110 Teilnehmer in die Analyse einbezogen werden. Die bukkalen Mittenflächen mit einem anfänglichen Geweberückgang von mindestens 2 mm verzeichneten in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung von 2,2 mm auf 2,1 mm ( $p < 0,05$ ). Die primäre Zielgröße sowie alle sekundär erhobenen Rezessionsparameter unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt mit einer statistischen Signifikanz zwischen den Gruppen. Ein Großteil bestehender gingivaler Rezessionen blieb über den Studienzeitraum unverändert (Test: 70 %; Kontrolle: 76 %).

Zusammenfassend lassen sich für den Studienzeitraum von 12 Monaten keine signifikanten Unterschiede zwischen Test- sowie Kontrollgruppe beobachten. Des Weiteren zeigen sich eine Verkleinerung bestehender gingivaler Rezessionen und eine stabile Situation bei Betrachtung aller Zahnflächen. Aufgrund der vorliegenden Studienergebnisse kann das Traumatisierungspotential der Testzahnbürste auf das marginale Gewebe als gering und weitestgehend vernachlässigbar eingestuft werden. Somit kann die elektrische Zahnbürste mitsamt des untersuchten TriZone-Bürstenkopfes auch bei Risikopatienten mit bestehenden bukkalen Rezessionen empfohlen werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- Addy, M., Hunter, M. L. (2003): Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *Int Dent J* 53 Suppl 3, 177-186
- Addy, M., Mostafa, P., Newcombe, R. G. (1987a): Dentine hypersensitivity: the distribution of recession, sensitivity and plaque. *J Dent* 15, 242-248
- Addy, M., Absi, E. G., Adams, D. (1987b): Dentine hypersensitivity. The effects in vitro of acids and dietary substances on root-planed and burred dentine. *J Clin Periodontol* 14, 274-279
- Alldritt, W. A. (1968): Abnormal gingival form. *Proc R Soc Med* 61, 137-142
- Andlin-Sobocki, A., Marcusson, A., Persson, M. (1991): 3-year observations on gingival recession in mandibular incisors in children. *J Clin Periodontol* 18, 155-159
- Armitage, G. C. (1999): Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol* 4, 1-6
- Benz, C., Schwarz, P., Sonnabend, E. (1987): [Various physical parameters of toothbrushing and their relation to the appearance of non-inflammatory gingival recession]. *ZWR* 96, 930, 935
- Bokhari, S. A., Khan, A. A., Butt, A. K., Hanif, M., Izhar, M., Tatakis, D. N., Ashfaq, M. (2014): Periodontitis in coronary heart disease patients: strong association between bleeding on probing and systemic biomarkers. *J Clin Periodontol* 41, 1048-1054
- Boyle, P. (1950): *Histopathology of the Teeth and their Surrounding Structures.*, Lea & Febiger, Philadelphia
- Carlos, M. C., Muyco, M. M., Caliwag, M. C., Fajardo, J. A., Uy, H. G. (1995): The prevalence and distribution of gingival recession among U.E. dental students with a high standard of oral hygiene. *J Philipp Dent Assoc* 47, 27-48
- Carranza, F. A. (1984): *Glickman's Clinical Periodontology*, 6, W.B. Saunders Company, Philadelphia
- Cecchi, L., Daprile, G., Gatto, M. R., Pelliccioni, G. A. (1999): Gingival recession and toothbrushing in an italian school of dentistry: a pilot study. *J Clin Periodontol* 26, 276-280
- Chrysanthakopoulos, N. A. (2011): Aetiology and severity of gingival recession in an adult population sample in greece. *Dent Res J (Isfahan)* 8, 64-70
- Danser, M. M., Timmerman, M. F., Y, I. J., Bulthuis, H., van der Velden, U., van der Weijden, G. A. (1998a): Evaluation of the incidence of gingival abrasion as a result of toothbrushing. *J Clin Periodontol* 25, 701-706

- Danser, M. M., Timmerman, M. F., Y, I. J., van der Velden, U., Warren, P. R., van der Weijden, F. A. (1998b): A comparison of electric toothbrushes in their potential to cause gingival abrasion of oral soft tissues. *Am J Dent* 11, S35-39
- Daprile, G., Gatto, M. R., Checchi, L. (2007): The evolution of buccal gingival recessions in a student population: a 5-year follow-up. *J Periodontol* 78, 611-614
- Dentino, A. R., Derderian, G., Wolf, M., Cugini, M., Johnson, R., Van Swol, R. L., King, D., Marks, P., Warren, P. (2002): Six-month comparison of powered versus manual toothbrushing for safety and efficacy in the absence of professional instruction in mechanical plaque control. *J Periodontol* 73, 770-778
- Dörfer, C. E., Schiffner, U., Staehle, H. J. (2007): Häusliche mechanische Zahn- und Mundpflege. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde/DGZMK. *DZZ* 62, 11
- Dörfer, C. E., Joerss, D., Wolff, D. (2009): A prospective clinical study to evaluate the effect of manual and power toothbrushes on pre-existing gingival recessions. *J Contemp Dent Pract* 10, 1-8
- Feil, P. H., Grauer, J. S., Gadbury-Amyot, C. C., Kula, K., McCunniff, M. D. (2002): Intentional use of the Hawthorne effect to improve oral hygiene compliance in orthodontic patients. *J Dent Educ* 66, 1129-1135
- Fischman, S. L. (1997): The history of oral hygiene products: how far have we come in 6000 years? *Periodontol* 2000 15, 7-14
- Gorman, W. J. (1967): Prevalence and etiology of gingival recession. *J Periodontol* 38, 316-322
- Graetz, C., Bielfeldt, J., Wolff, L., Springer, C., El-Sayed, K. M., Salzer, S., Badri-Hoher, S., Dorfer, C. E. (2013): Toothbrushing education via a smart software visualization system. *J Periodontol* 84, 186-195
- Heasman, P. A., Holliday, R., Bryant, A., Preshaw, P. M. (2015): Evidence for the occurrence of gingival recession and non-carious cervical lesions as a consequence of traumatic toothbrushing. *J Clin Periodontol* 42 Suppl 16, S237-255
- Hoffmann, T., John, M., Kerschbaum, T., Micheelis, W., Potthoff, P., Reich, E., Reis, U., Reiter, F., Schiffner, U., Schroeder, E. (2006): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV), Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln
- Hugoson, A., Sjodin, B., Norderyd, O. (2008): Trends over 30 years, 1973-2003, in the prevalence and severity of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 35, 405-414



- Janusz, K., Nelson, B., Bartizek, R. D., Walters, P. A., Biesbrock, A. R. (2008): Impact of a novel power toothbrush with SmartGuide technology on brushing pressure and thoroughness. *J Contemp Dent Pract* 9, 1-8
- Jardim, J. J., Alves, L. S., Maltz, M. (2009): The history and global market of oral home-care products. *Braz Oral Res* 23 Suppl 1, 17-22
- Joshiyura, K. J., Kent, R. L., DePaola, P. F. (1994): Gingival recession: intra-oral distribution and associated factors. *J Periodontol* 65, 864-871
- Kassab, M. M., Cohen, R. E. (2003): The etiology and prevalence of gingival recession. *J Am Dent Assoc* 134, 220-225
- Khan, K. S., ter Riet, G., Glanville, J., Sowden, A. J., Kleijnen, J. (2009): Undertaking systematic review of research on effectiveness. CRD's guidance for those carrying out or commissioning reviews., Centre for Reviews and Dissemination, York
- Khocht, A., Simon, G., Person, P., Denepitiya, J. L. (1993): Gingival recession in relation to history of hard toothbrush use. *J Periodontol* 64, 900-905
- Koromantzos, P. A., Madianos, P. (2014): Nonsurgical periodontal treatment can improve HbA1c values in a mexican-american population of patients with type 2 diabetes mellitus (DM2) and periodontal disease (PD). *J Evid Based Dent Pract* 14, 193-194
- Kozłowska, M., Wawrzyn-Sobczak, K., Karczewski, J. K., Stokowska, W. (2005): The oral cavity hygiene as the basic element of the gingival recession prophylaxis. *Rocz Akad Med Białymst* 50 Suppl 1, 234-237
- Li, C., Lv, Z., Shi, Z., Zhu, Y., Wu, Y., Li, L., Ihezor-Ejiofor, Z. (2014): Periodontal therapy for the management of cardiovascular disease in patients with chronic periodontitis. *Cochrane Database Syst Rev* 8, CD009197
- Löe, H., Theilade, E., Jensen, S. B. (1965): Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 36, 177-187
- Löe, H., Anerud, A., Boysen, H. (1992): The natural history of periodontal disease in man: prevalence, severity, and extent of gingival recession. *J Periodontol* 63, 489-495
- Mann, C. J. (2003): Observational research methods. Research design II: cohort, cross sectional, and case-control studies. *Emerg Med J* 20, 54-60
- Mantokoudis, D., Joss, A., Christensen, M. M., Meng, H. X., Suvan, J. E., Lang, N. P. (2001): Comparison of the clinical effects and gingival abrasion aspects of manual and electric toothbrushes. *J Clin Periodontol* 28, 65-72
- Matas, F., Sentis, J., Mendieta, C. (2011): Ten-year longitudinal study of gingival recession in dentists. *J Clin Periodontol* 38, 1091-1098

- McCracken, G. I., Heasman, L., Stacey, F., Swan, M., Steen, N., de Jager, M., Heasman, P. A. (2009): The impact of powered and manual toothbrushing on incipient gingival recession. *J Clin Periodontol* 36, 950-957
- Mielczarek, A., Klukowska, M., Kaiser, E., Stoerkel, U., Mandl, C., Walters, P., Warren, P. (2012): A novel power toothbrush with multi-directional, triple zone cleaning technology. *Am J Dent* 25 Spec No A, 3A-9A
- Mierau, H. D., Fiebig, A. (1986): [The epidemiology of gingival recession and possible clinical accompanying symptoms. Study of 2410 18-22-year-old patients (1)]. *Dtsch Zahnarztl Z* 41, 640-644
- Miller, P. D., Jr. (1985): A classification of marginal tissue recession. *Int J Periodontics Restorative Dent* 5, 8-13
- Miller, S. C. (1950): *Textbook of Periodontia: Oral Medicine*, 3, The Blakiston Co., Michigan
- Müller, H. P., Stadermann, S., Heinecke, A. (2002): Gingival recession in smokers and non-smokers with minimal periodontal disease. *J Clin Periodontol* 29, 129-136
- Plagmann, H.-C. (2004): *Lehrbuch der Parodontologie*, Print&Copy Paradies KG, Kiel
- Quigley, G. A., Hein, J. W. (1962): Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent Assoc* 65, 26-29
- Rajapakse, P. S., McCracken, G. I., Gwynnett, E., Steen, N. D., Guentsch, A., Heasman, P. A. (2007): Does tooth brushing influence the development and progression of non-inflammatory gingival recession? A systematic review. *J Clin Periodontol* 34, 1046-1061
- Ravald, N., Birkhed, D. (1991): Factors associated with active and inactive root caries in patients with periodontal disease. *Caries Res* 25, 377-384
- Rosema, N., Adam, R., Grender, J., Van der Sluijs, E., Supranoto, S., Van der Weijden, G. (2014): Gingival abrasion and recession in manual and oscillating-rotating power brush users. *Int J Dent Hyg* 12, 257-266
- Sangnes, G., Gjermo, P. (1976): Prevalence of oral soft and hard tissue lesions related to mechanical toothcleansing procedures. *Community Dent Oral Epidemiol* 4, 77-83
- Serino, G., Wennstrom, J. L., Lindhe, J., Eneroth, L. (1994): The prevalence and distribution of gingival recession in subjects with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol* 21, 57-63
- Smith, R. G. (1997): Gingival recession. Reappraisal of an enigmatic condition and a new index for monitoring. *J Clin Periodontol* 24, 201-205

- Srigley, J. A., Furness, C. D., Baker, G. R., Gardam, M. (2014): Quantification of the Hawthorne effect in hand hygiene compliance monitoring using an electronic monitoring system: a retrospective cohort study. *BMJ Qual Saf* 23, 974-980
- Tenenbaum, H. (1982): A clinical study comparing the width of attached gingiva and the prevalence of gingival recessions. *J Clin Periodontol* 9, 86-92
- Tezel, A., Canakci, V., Cicek, Y., Demir, T. (2001): Evaluation of gingival recession in left- and right-handed adults. *Int J Neurosci* 110, 135-146
- Turesky, S., Gilmore, N. D., Glickman, I. (1970): Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *J Periodontol* 41, 41-43
- Urmann, M. (2013): Fünfzig Jahre elektrische Zahnbürste - vom Nischenprodukt zum "Hilfsmittel der Wahl" - Erfolgsgeschichte eines Seriensiegers. *Die ZahnarztWoche (DZW)* 48, 22-23
- Van der Weijden, F., Slot, D. E. (2011): Oral hygiene in the prevention of periodontal diseases: the evidence. *Periodontol* 2000 55, 104-123
- Van der Weijden, F. A., Campbell, S. L., Dorfer, C. E., Gonzalez-Cabezas, C., Slot, D. E. (2011): Safety of oscillating-rotating powered brushes compared to manual toothbrushes: a systematic review. *J Periodontol* 82, 5-24
- Van der Weijden, G. A., Timmerman, M. F., Reijerse, E., Danser, M. M., Mantel, M. S., Nijboer, A., van der Velden, U. (1994): The long-term effect of an oscillating/rotating electric toothbrush on gingivitis. An 8-month clinical study. *J Clin Periodontol* 21, 139-145
- Vehkalahti, M. (1989): Occurrence of gingival recession in adults. *J Periodontol* 60, 599-603
- Von der Fehr, F. R., Loe, H., Theilade, E. (1970): Experimental caries in man. *Caries Res* 4, 131-148
- Walmsley, A. D. (1997): The electric toothbrush: a review. *Br Dent J* 182, 209-218
- Wang, T. F., Jen, I. A., Chou, C., Lei, Y. P. (2014): Effects of periodontal therapy on metabolic control in patients with type 2 diabetes mellitus and periodontal disease: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 93, e292
- Wennstrom, J. L. (1987): Lack of association between width of attached gingiva and development of soft tissue recession. A 5-year longitudinal study. *J Clin Periodontol* 14, 181-184
- Wennstrom, J. L., Lindhe, J., Sinclair, F., Thilander, B. (1987): Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 14, 121-129

- West, N. X., Sanz, M., Lussi, A., Bartlett, D., Bouchard, P., Bourgeois, D. (2013): Prevalence of dentine hypersensitivity and study of associated factors: a European population-based cross-sectional study. *J Dent* 41, 841-851
- Wolf, H. F., Rateitschak, E. M., Rateitschak, K. H. (2004): *Parodontologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Wolf, H. F., Rateitschak, E. M., Rateitschak, K. H. (2012): *Parodontologie*, 3., Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Yaacob, M., Worthington, H. V., Deacon, S. A., Deery, C., Walmsley, A. D., Robinson, P. G., Glenny, A. M. (2014): Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev* 6, CD002281
- Zachrisson, B. U. (2008): Tooth Movements in the Periodontally Compromised Patient. In: Lindhe, J., Lang, N. P., Karring, T. (Hrsg.), *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Bd. 2, Auflage 5, S. 1241-1289. Oxford: Blackwell Publishing Ltd
- Zwingmann, C., Wirtz, M. (2005): [Regression to the mean]. *Rehabilitation (Stuttg)* 44, 244-251

## **7 Anhang**

- positives Ethikvotum vom 23.06.2011 (AZ: A 125/11)

**MEDIZINISCHE FAKULTÄT  
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL**



A.D. 1665

**ETHIK-KOMMISSION**

Universitäts-Kinderklinik · Schwanenweg 20 · 24105 Kiel

Dr. Christian Graetz  
Prof. Dr. Christof Dörfer  
Klinik für Zahnerhaltung und  
Parodontologie  
Brunswiker Str. 10  
24105 Kiel

Postadresse:  
Arnold-Heller-Straße 3 / Haus 9  
D-24105 Kiel

Telefon 04 31 / 597-18 09  
Telefax 04 31 / 597-53 33

Datum: 23.6.2011

Vorab per Fax: 597 2932

**AZ.: A 125/11** (bitte stets angeben)  
**Studienplan:** **Effects of Brushing with Novel Power Brush Head on Gingival Tissues: A 12 Months Study**  
Studienprotokoll, Probandeninformation und Einverständniserklärung, Studienanweisungen Elektrische Zahnbürste und Manuelle Zahnbürste - überarbeitete Versionen mit Schreiben vom 23.6.2011 Entwurf Aushang zur Rekrutierung von Probanden Bestätigung Versicherung

**Projektleiter:** **Dr. Christian Graetz, Prof. Dr. Christof Dörfer, Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, UKSH, Campus Kiel**

**Sponsor:** **Braun GmbH, D-61476 Kronberg**

**Datum des Antrages:** 28.4.11

**Datum der Nachreichung:** 16.6.2011

**Datum des überarb. Antrages:** 23.6.2011

**V o t u m**

Die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel hat die zu dem oben bezeichneten Versuchsplan eingereichten Unterlagen auf mögliche berufsethische und berufsrechtliche Bedenken hin überprüft. Die Kommission stimmt darin überein, dass gegen die Durchführung der Studie nunmehr keine Bedenken bestehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass künftig eventuell für zweckmäßig und notwendig erachtete Änderungen und Erweiterungen des Versuchsplanes der Ethik-Kommission anzuzeigen sind und gegebenenfalls eine erneute Beratung erforderlich machen.

Nach Abschluss der Studie erbittet die Kommission einen kurzen Bericht mit einem Hinweis, ob im Laufe der Studie ethische oder juristische Probleme aufgetreten sind.

Prof. Dr. med. Dr. jur. H.-J. Kaatsch  
Stellv. Vorsitzender der Ethik-Kommission

Dr. med. Christine Glinicke  
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

## 8 Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Christof Dörfer, Direktor der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, für die Überlassung des Dissertationsthemas und die vielfältige Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung der Arbeit bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Christian Graetz, der mir als Betreuer in allen Schritten der Arbeit stets beiseite stand. Durch seine motivierende Art habe ich nie den Mut verloren und ihm habe ich es zu verdanken, heute in einem tollen Team in der besten Abteilung arbeiten zu dürfen.

Ebenfalls bin ich meiner Kollegin Dr. Sonja Sälzer dankbar für die großartige Unterstützung bei der statistischen Auswertung und die gemeinsame Abfassung der Publikation.

Die Weiten der Statistik wurden mir erst durch Herrn Björn Malchow aufgezeigt, der in unendlicher Geduld versucht hat mir all meine Fragen zu erklären, auch hier mein herzlicher Dank.

Weiterhin danken möchte ich Herrn Dr. Hans Timm und seinen Kollegen von der Firma Procter & Gamble (Schwalbach am Taunus, Deutschland) für die Unterstützung während und nach der Studie.

Den größten Dank aber möchte ich meiner Familie aussprechen, durch die mein Studium und mein bisheriger Lebensweg erst ermöglicht wurden.

## 9 Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name: Anna Katharina Plaumann  
 Wohnort: Düppelstraße 86, 24105 Kiel  
 Geburtsdatum: 28.05.1988  
 Geburtsort: Kaltenkirchen (Schleswig-Holstein)  
 Eltern: Ulla Plaumann (geb. Horn); Hans-Werner Plaumann  
 Nationalität: deutsch

### Schulbildung

1994 – 1998 Grundschule Wakendorf II  
 1998 – 2007 Alstergymnasium Henstedt-Ulzburg  
 Juli 2007 Allgemeine Hochschulreife

### Studium

2007 – 2012 Studium der Zahnheilkunde an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
 seit September 2012 Promotionsarbeit in der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie des Zentrums Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
 November 2012 Staatsexamen und Approbation

### Berufliche Tätigkeit

seit April 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, in der Sektion für Parodontologie  
 Februar 2014 Zertifizierung als Prüfarzt nach AMG  
 August-Oktober 2014 Wissenschaftlicher Aufenthalt an der University of Leeds, Dental School, Department of Public Health, Leeds, Großbritannien (Direktorin: Prof. Helen Whelton)  
 Oktober 2015 Zertifizierung als Prüfarzt nach MPG  
 Oktober 2015 eine von zwei deutschen Teilnehmerinnen am Advanced Workshop on Dentine Hypersensitivity am King's College



London unter Leitung von Prof. David Bartlett (Colgate Oral Health Network for Professional Education and Development)

## 10 Publikationen

### Publikationen im Rahmen der Dissertation

#### Posterpräsentation:

Graetz C, Sälzer S, Schneider CA, **Plaumann A**, Heinevetter N, Fawzy El-Sayed K, Grender J, Klukowska M, Dörfer CE (2013). Effect of a multi-directional power toothbrush on recession after 12-months. IADR Program Book Abstr. No 1394

#### Publikation:

Sälzer S\*, Graetz C\*, **Plaumann A**, Heinevetter N, Grender J, Klukowska M, Schneider CA, Springer C, Van der Weijden F, Dörfer CE (2015). Effect of a multi-directional power and a manual toothbrush in subjects susceptible to gingival recession: A 12-month randomized controlled clinical study. J Periodontol (accepted)

\* geteilte Erstautorenschaft

### weitere Publikationen

#### - in internationalen ‚peer-reviewed‘ Journalen:

Graetz C, **Plaumann A**, Wiebe JF, Springer C, Sälzer S, Dörfer CE. (2014) Periodontal Probing Versus Radiographs for the Diagnosis of Furcation Involvement. J Periodontol 85:1371-9.

Graetz C, Bielfeldt J, Tillner A, **Plaumann A**, Dörfer CE. (2014) Spatter contamination in dental practices – how can it be prevented? Rev Med Chir Soc Med Nat, Iași – 118:1122-1134

Graetz C, Schwendicke F, **Plaumann A**, Rauschenbach S, Springer C, Kahl M, Sälzer S, Dörfer C. (2014) Subgingival instrumentation to remove simulated plaque in vitro: Influence of operators' experience and type of instrument. Clin Oral Investig 19(5):987-95.

Graetz C, **Plaumann A**, Bielfeldt J, Tillner A, Sälzer S, Dörfer CE. (2015) Efficacy vs. Health Risks: An in vitro evaluation of power-driven scalers. J Indian Soc Periodontol 19(1):18-24.

Graetz C, Schützhold S, **Plaumann A**, Kahl M, Springer C, Sälzer S, Holtfreter B, Kocher T, Dörfer CE, Schwendicke F. (2015) Prognostic factors for the loss of molars - an 18-years retrospective cohort study. J Clin Periodontol (accepted)

Graetz C, **Plaumann A**, Rauschenbach S, Bielfeldt J, Dörfer CE, Schwendicke F. (2015) Removal of simulated biofilm: a preclinical ergonomic comparison of instruments and operators. Clin Oral Investig (accepted)

Schwendicke F, **Plaumann A**, Stolpe M, Dörfer CE, Graetz C. (2016) Retention costs of periodontally compromised molars in a German population. J Clin Periodontol (accepted)

- in deutschsprachigen Journalen

Graetz C, **Plaumann A**, Bielfeldt J, Sälzer S, Dörfer CE. (2014) Bearbeitung von Wurzeloberflächen: Küretten und maschinelle Scaler im Fokus. ZMK 30:746-751

Graetz C, **Plaumann A**, Bielfeldt J, Dörfer CE. (2015) Eine erfolgreiche Parodontitistherapie – Effektivität versus Destruktion! (Teil I). Prophylaxe Impulse 03:118-127

Graetz C, **Plaumann A**, Bielfeldt J, Dörfer CE. (2015) Eine erfolgreiche Parodontitistherapie – auch für den Behandler! (Teil II). Prophylaxe Impulse 04:174-181

- zitierfähige Abstracts (Poster)

Graetz C, Bielfeldt J, Tillner A, Sälzer S, Graetz N, **Plaumann A**, Dörfer CE. (2014) Risks and effectiveness of root scaling – an in-vitro study. IADR Program Book Abstr. No 1312

**Plaumann A**, Rauschenbach S, Bielfeldt J, Springer C, Kahl M, Fawzy El-Sayed K, Dörfer CE, Graetz C. (2014) Effectiveness of Biofilm Removal - Influence of Experience. IADR Program Book Abstr. No 1313

Hackmann A, **Plaumann A**, Hackmann G, Geiken A, Dörfer CE, Graetz G. (2105) Caries prevalence in primary school children in Paraguay and Germany – a comparative study. J Clin Periodontol 42 (Suppl. 17):89.

**Plaumann A**, Sälzer S, Holtmann L, Helm A, Graetz C, Dörfer CE. (2015) Safety of two manual toothbrushes with different degree of hardness and bristle design. J Clin Periodontol 42 (Suppl. 17):157.

Schützhold S, Holtfreter B, **Plaumann A**, Kocher T, Schwendicke F, Dörfer CE, Graetz C (2015) Prognostic factors for the loss of molars – a retrospective long-term study over 18 years of supportive periodontal therapy in Kiel. J Clin Periodontol 42 (Suppl. 17):162.

Graetz C, **Plaumann A**, Wittich R, Springer C, Kahl M, Sälzer S, Dörfer CE, Fawzy El-Sayed K. (2015) Comparative evaluation of root surface roughness after periodontal scaling using manual, ultrasonic and sonic scaler – an in-vitro profilometric study. J Clin Periodontol 42 (Suppl. 17):306.

Geiken A, Behrens E, **Plaumann A**, Wiltfang J, Dörfer CE, Graetz C. (2015) Effect of the history of periodontitis on implant success – long-term outcomes during supportive periodontal therapy. J Clin Periodontol 42 (Suppl. 17):379.