

**Vergleichende Plaque-Planimetrie am Beispiel der
Reinigungswirkung eines Kauschaums**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

der

Universität Witten/Herdecke

Fakultät für Gesundheit

Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Vorgelegt von:

Markus Johannes Bretz aus Mayen

2010

Dekan: Prof. Dr. Stefan Zimmer

Mentor: Dr. Tomas Lang

Prof. Dr. Dr. h.c. P. Gängler

Tag der Disputation:

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
1.1	BIOFILM DER PLAQUE	4
1.2	PLAQUEREVELATOREN	9
1.3	INDIZES	11
1.4	PLAQUE-INDEX NACH SILNESS UND LÖE	12
1.5	GRAVIMETRISCHE VERFAHREN	13
1.6	ORALHYGIENE-INDEX NACH GREENE UND VERMILLION	13
1.7	ZAHNSTEIN-INDEX NACH VOLPE UND MANHOLD	14
1.8	PLAQUE-INDEX NACH QUIGLEY UND HEIN	15
1.9	APPROXIMALRAUM-PLAQUE-INDEX NACH LANGE	16
1.10	HYGIENE-INDEX NACH O'LEARY	17
1.11	PLAQUE-FORMATIONS-RATE-INDEX NACH AXELSSON	17
1.12	PLAQUEKOMPONENTE DES PERIODONTAL-DISEASE-INDEX NACH RAMFJORD	18
1.13	BONDED-BRACKET-INDEX NACH CIANCIO ET AL.	19
1.14	NAVY-PLAQUE-INDEX	19
1.15	OKKLUSALER-PLAQUE-INDEX NACH SPLIETH UND NOURALLAH	21
1.16	DISTAL-MESIAL-PLAQUE-INDEX NACH FISCHMAN ET AL.	22
1.17	GINGIVALRAND-PLAQUE-INDEX NACH HARRAP	23
2	ZIELSETZUNG	24
3	MATERIAL UND METHODE	25
3.1	UNTERSUCHUNGSMATERIAL	25
3.2	UNTERSUCHUNGSMETHODIK	26
3.3	MODELLBEISPIEL FÜR DEN FRONTZAHNBEREICH	28
3.4	MODELLBEISPIEL FÜR DEN SEITENZAHNBEREICH	29
3.5	KLINISCHES BEISPIEL FÜR DEN FRONTZAHNBEREICH	30
3.6	KLINISCHES BEISPIEL FÜR DEN SEITENZAHNBEREICH	31
3.7	STATISTISCHER VERGLEICH BEIDER VERFAHREN ANHAND EINES BEISPIELS	33
4	STATISTISCHE AUSWERTUNG	35
5	ERGEBNISSE	37
5.1	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN AUSWERTERN BEI VERWENDUNG DES ALTEN PLANIMETRISCHEN VERFAHRENS	37
5.2	VERGLEICH DER BEIDEN VERFAHREN	44
5.3	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN AUSWERTERN BEI VERWENDUNG DES MODIFIZIERTEN PLANIMETRISCHEN VERFAHRENS	49
5.4	ZUSAMMENFASSENDES ERGEBNIS	54
6	DISKUSSION	55
7	SCHLUSSFOLGERUNG	62
8	ZUSAMMENFASSUNG	64
9	SUMMARY	65
10	VERZEICHNISSE	66
10.1	LITERATUR	66
10.2	ANHANG	73
10.2.1	<i>Tabellenerklärung</i>	73
10.2.2	<i>Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von BR</i>	74
10.2.3	<i>Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von ST</i>	75
10.2.4	<i>Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von BR</i>	76
10.2.5	<i>Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von ST</i>	77
11	DANKSAGUNGEN	78
12	LEBENS LAUF	79
13	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	80

1 Einleitung

1.1 Biofilm der Plaque

Die Zahnplaque bildet mit vielen Bakterien der Mundhöhle einen lebenswichtigen Biofilm [Gängler, 2010]. In seinem Brief an die Royal Society von London beschrieb *Anthony van Leeuwenhoeck* im Jahre 1683 schon recht genau den Zahnbelag, welchen er unter seinem Mikroskop betrachtete. Der Begriff „Plaque“ geht auf *G.V. Black* zurück, der ihn 1898 das erste Mal erwähnte. Die Plaque oder der Biofilm ist, laut der Definition von *Rieth* im Jahr 1980, ein festhaftender, histologisch strukturierter Belag von lebenden und toten Mikroorganismen in einer polysaccharid-glycoproteinreichen Matrix, welche das Produkt mikrobieller Stoffwechselaktivität und Vermehrung darstellt. Im Biofilm sind außerdem noch Speichelbestandteile sowie Nahrungsreste zu finden. Auf den Zähnen in der Mundhöhle kann sich ein supra- und ein subgingivaler Biofilm befinden. Je nach Entwicklung dieses Biofilms herrschen andere Bedingungen und Voraussetzungen für die verschiedenen Bakterienspezies [Hellwig, 2003].

Eine große Zahl der Mikroorganismen in der Mundhöhle übernimmt weitestgehend Schutzfunktionen. Als Beispiel sei hier die Besiedlung des Magen-Darm-Trakts, in welchem Mikroorganismen ideale Lebensbedingungen vorfinden [Ketterl, 1992], das Auslösen von Immunreaktionen, die Stimulation der Wundheilung sowie die Bildung einer Kolonisationsbarriere gegenüber pathogenen Transitkeimen durch Besetzung von Retentionsräumen, der Verbrauch des essentiellen Nahrungsangebots, die Schaffung von Biofilmbedingungen und die Produktion von Hemmfaktoren wie Bakteriozinen, Wasserstoffperoxid oder Säuren genannt [Gängler, 2010].

Veränderungen innerhalb des ökologischen Gleichgewichtes im Biofilm können zur Bildung von ökologischen Nischen führen, in welchen sich dann Fremdbakterien vermehren können oder in denen körpereigene, eigentlich nicht pathogene Bakterien überhand nehmen und somit pathogen für den Zahn und das Parodontium werden können.

Keyes stellte 1962 eine Theorie zur Kariesätiologie auf, in der die Plaquebesiedlung bzw. die Mikroorganismen neben dem Substrat aus vergärbaren Kohlenhydraten wie Saccharose, Oligosacchariden, Glukose, Fruktose, Laktose oder Stärke, den Wirtsfaktoren wie etwa der Speichel [Keyes, 1962] und den 1971 durch *König* erweiterten Faktor Zeit [König, 1971; Loe et al., 1965] eine essentielle Rolle bei der Kariesentstehung hat. Beim Fehlen eines dieser Faktoren kommt es nicht zur Ausprägung einer kariösen Läsion. Über den Stoffwechsel der

Bakterien im Biofilm entsteht durch Milchsäuregärung Säure, welche auf Grund des damit verbundenen pH-Abfalls das Gleichgewicht von De- und Remineralisation der Zahnhartsubstanz in Richtung der Demineralisation verschiebt und somit zur Läsion führen kann. *Gängler* entwickelte 1985 das Konzept der Progression und Stagnation in der Kariesentstehung [*Jordan und Markovic, 2007*]. Eine Schmelzdemineralisation wird bereits an der kritischen Schwelle des pH-Wertes zwischen 5,5 und 5,0 erreicht. Die Demineralisation der Zahnwurzel wird schon bei einem kritischen pH-Wert von ca. 6,3 hervorgerufen [*Gängler et al., 2005*]. Eine fehlende Remineralisation kann schließlich zur Ausbildung einer manifesten kariösen Läsion führen [*Gehring, 1984*].

Auf einer komplett gereinigten Zahnoberfläche bildet sich im Mundhöhlenmilieu innerhalb kürzester Zeit (Sekunden) ein erworbenes dünnes sekundäres Schmelzoberhäutchen, die Pellikel, welche sich vorwiegend aus Speichelglycoproteinen, Mucopolysacchariden, Serumproteinen, Enzymen und Immunglobulinen zusammensetzt. Diese sog. Hydratationsschicht bildet sich aufgrund der ionisch positiv und negativ geladenen Calcium- und Phosphatgruppen des Apatits der Schmelzoberfläche an die sich bei Kontakt mit Speichel sofort entgegengesetzt geladene Speichelproteine elektrostatisch anheften. Die erworbene Pellikel ist folglich auch wieder geladen und bildet damit eine Voraussetzung um weitere Verbindungen mit anderen Substanzen einzugehen. In der Pellikel finden sich alle Aminosäuren, welche auch die Bausteine für die Proteine im Speichel bilden. Ihre endgültige Stärke erreicht sie im Laufe von etwa einer Stunde. Sie ist semipermeabel und steuert Austauschvorgänge zwischen Mundhöhlenmilieu, Zahn und Plaque. Neueste Untersuchungen mit Fluoreszenzmikroskopen konnten zeigen, dass sich bereits in der initialen Pellikel Mikroorganismen befinden. Die Menge variiert inter- und intraindividuell [*Hannig et al., 2007*]. Verschiedene Funktionen der Pellikel werden diskutiert. Eine für den Patienten und den Zahnarzt unerwünschte Funktion ist, dass sie als initialer Verankerungspunkt für Mikroorganismen dient. Sie kann aber zusätzlich ebenso einen Schutz gegen mechanischen Verschleiß des Schmelzes, als auch gegen Säureangriffe bieten. Außerdem könnte sie als Fluorid-Ionen Reservoir dienen, wodurch eine gewisse Kariesprotektion gegeben wäre.

Über Van-der-Waals-Kräfte oder spezifische Haftmechanismen ist es den Mikroorganismen möglich, sich an die Pellikel zu binden. Sie finden hier eine ökologische Nische vor, in der sie sich unter günstigen Bedingungen vermehren können. Es gibt anatomische Gegebenheiten, wo sich die Bakterien ungehindert anlagern können, und welche folglich auch Kariesprädispositionsstellen sind. So werden vor allem die Bereiche besiedelt, welche außerhalb der Selbstreinigung durch Zunge, Wangen und Lippen liegen. Diese Nischen liegen längs des

Zahnfleischsaumes, in den Fissuren und im Approximalraum. In der menschlichen Mundhöhle finden sich nach derzeitigem Forschungsstand 624 verschiedene Bakterienspezies und ein Archaeon, also 625 Keime [*Human Oral Microbiome Database*, 2010]. Die Mehrzahl dieser Spezies ist unkultivierbar und nicht benannt. Ihre Anwesenheit lässt sich auf Grund ihrer 16S rRNA Sequenzen feststellen. Obwohl über 600 Bakterienspezies in der Mundhöhle zu finden sind, folgt die Besiedlung einer bestimmten Reihenfolge. So finden sich Primärbesiedler, welche sich direkt an die Pellikel anheften, gefolgt von einer sekundären Kolonisation über interbakterielle Adhäsion [*Rosan und Lamont*, 2000].

Als erstes lagern sich nach der Bildung der Pellikel vereinzelt grampositive Kokken (*Streptococcus sanguis*) und Aktinomyzeten an. Sie beginnen sich zu vermehren und durch die zusätzliche Besiedlung mit Stäbchenbakterien bildet sich nach etwa 12 Stunden ein Bakterienrasen aus einer einzelnen Bakterien-schicht aus. Dieser nimmt aufgrund der Vermehrung der Mikroorganismen an Dicke zu und wird nun durch eine extrazelluläre Matrix zusammen gehalten. Im Laufe des 2. -3. Tages der Bakterienbesiedlung lagern sich in größerer Zahl Filamente an, welche oft senkrecht zur Oberfläche stehen. Nach ca. 3 Wochen weist der Biofilm einen höheren Organisationsgrad auf. So zeigt sich eine vertikale Strukturierung der Plaque. In Schmelznähe findet sich eine Schicht mit hohem Gehalt an extrazellulärer Matrix, in der mittleren Schicht kann man viele senkrecht stehende Filamente ausmachen und auf der Oberfläche des Biofilms zeigen sich Kokken, welche in einer sog. „Maiskolbenkonfiguration“ einen Verbund mit Filamenten eingehen. Durch verschiedene Faktoren, wie Sauerstoff- und Nahrungsangebot sowie pH-Wert innerhalb dieser Organisation bilden sich Schichten mit unterschiedlichen Lebensbedingungen für viele Arten an Mikroorganismen aus. Die Plaquezusammensetzung ändert sich mit der Zeit, da sich die Bedingungen durch Stoffwechselprodukte und den mit dem Dickenwachstum verbundenen Sauerstoffmangel in der Tiefe stetig ändern.

Die Besiedlung der Zähne mit Mikroorganismen bzw. die durch deren Stoffwechsel ausgelöste Verschiebung des normalen Gleichgewichtes zwischen De- und Remineralisation über einen verminderten pH-Wert bilden einen elementaren kariesätiologischen Faktor. Nach Keiminvasion in die entstehenden Demineralisationsdefekte des Zahnschmelzes handelt es sich um eine Krankheit mit infektiöser Natur durch eine Vielzahl opportunistischer Keime. Es läuft ein chronischer destruktiver Prozess ab, der fortschreitend die Gewebe des Endodonts und des apikalen Parodonts erfasst und dort jeweils komplexe Entzündungsreaktionen auslöst. Je nach Topografie und Form der Karies unterscheidet sich die Bandbreite der beteiligten assoziierten Mikroorganismen. *Zimmer* listete im Jahr 2000 diesbezüglich verschiedene

Kariesformen und Karieslokalisationen in Bezug auf die damit verbundenen Bakterien auf. So ist die Schmelzkaries hauptsächlich mit Keimen der Streptokokken-Gruppe, die Dentinkaries überwiegend mit Laktobazillen und die Zahnwurzelkaries neben Streptokokken besonders mit Aktinomyzeten assoziiert.

Tabelle 1: Mit verschiedenen Kariesformen und -lokalisationen assoziierte Mikroorganismen (n. Zimmer, 2000)

Kariesform/- lokalisation	Mikroorganismen	Kariesätiologische Relevanz
Fissuren- und Grübchenkaries	<i>Streptococcus mutans</i> <i>Streptococcus sanguis</i> <i>Streptococcus mitis</i> <i>Lactobacillus sp.</i> <i>Actinomyces sp.</i>	hoch gering keine hoch möglich
Glattflächenkaries	<i>Streptococcus mutans</i> <i>Streptococcus salivarius</i>	hoch niedrig
Dentinkaries	<i>Lactobacillus sp.</i> <i>Actinomyces viscosus</i> <i>Actinomyces naeslundii</i> <i>Streptococcus mutans</i> Stäbchenbakterien	hoch bedeutend hoch möglich bedeutend
Wurzelkaries	<i>Actinomyces viscosus</i> <i>Actinomyces naeslundii</i> <i>Streptococcus mutans</i> <i>Streptococcus sanguis</i> <i>Streptococcus salivarius</i> Stäbchenbakterien	hoch hoch gewisse unklar unklar hoch

In Tierversuchen konnte die wichtige Rolle von *Streptococcus mutans* bei der Kariesentstehung nachgewiesen werden [Hamada et al., 1978]. Beim Menschen spielen außerdem die Arten *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus cricetus* und *Streptococcus rattus* eine Rolle bei der Kariesentstehung. Aus der Fähigkeit, extrazelluläre Polysaccharide (Glukane) bei entsprechendem Zuckerangebot (Saccharose) über spezifische

Glykosyltransferasen zu synthetisieren, folgt eine feste Anhaftung an die Zahnoberfläche als adhäsiver Biofilm. Die Bildung dieser Polysaccharide erlaubt den Mikroorganismen auch bei geringer Substratzufuhr eine Aufrechterhaltung des Stoffwechsels und somit die Bildung von organischen Säuren (z.B. Laktat, Pyruvat), welche bei längerer Einwirkzeit zur Verschiebung des De- und Remineralisationsgleichgewichtes in Richtung der Demineralisation der Zahnhartsubstanz führen. Durch die Säuretoleranz von *Streptococcus mutans* können diese Mikroorganismen auch bei starkem pH-Abfall in der Plaque überleben. Wichtige Thesen zur Rolle von *Streptococcus mutans* wurden 1986 von *Krasse* aufgestellt und besagen, dass *Streptococcus mutans* im Tierexperiment Karies induziert, dass ein Zusammenhang zwischen Anwesenheit von *Streptococcus mutans* im Speichel und in der Plaque und dem Auftreten von Karies besteht, dass die Besiedlung der Zahnoberfläche einer Karies vorausgeht und auf bereits demineralisierten Zahnoberflächen höher ist als auf intakten, dass bei Patienten mit hoher Kariesprävalenz mehr Zahnflächen mit *Streptococcus mutans* besiedelt sind als bei Patienten mit niedriger Kariesprävalenz und dass eine antimikrobielle Maßnahme gegen *Streptococcus mutans* die Inzidenz der Karies reduziert [*Taubmann und Smith, 1974; Krasse 1988*]. Es ist jedoch kritisch zu beurteilen und entspricht auch nicht den heutigen Ansichten, sich aus über 600 in der Mundhöhle anzutreffenden Mikroorganismen auf ein Bakterium zu konzentrieren. *Streptococcus mutans* ist nicht das einzige Karies verursachende Bakterium. Das Vorhandensein muss auch nicht immer mit einer Karies verbunden sein. So ist die Zahnkaries keine monospezifische Infektion, da die Kochpostulate (Isolation, Kultivierbarkeit, Reinfektion mit Auslösen der Krankheit) zwar für *Streptococcus mutans* gelten, aber auch von anderen Mikroorganismen wie Laktobazillen, welche besonders im sauren Milieu aktiv werden, oder Aktinomyzeten, welche bei der Entstehung der Wurzelkaries eine wichtige Rolle spielen. So ist Karies keine „echte“ Infektionskrankheit, da die Mikroorganismen alleine keine Karies erzeugen. Vielmehr entsteht die Zahnkaries erst als Produkt verschiedenster Faktoren wie z.B. durch die entsprechenden Umweltbedingungen, eine entsprechende Substratzufuhr und das Andauern eines verminderten pH-Wertes an der Schmelzoberfläche. Es handelt sich also um eine multifaktoriell bedingte Erkrankung, nicht alleine ausgelöst durch das Vorhandensein von Mikroorganismen [*Fejerskov 2004*].

Auch bei Parodontalerkrankungen spielen die Mikroorganismen eine entscheidende Rolle [*Kornman, 1997*]. Denn die Gingivitis und die Parodontitis sind bakteriell verursachte, entzündliche Erkrankungen, wobei die Ätiologie der Parodontitis nicht lückenlos geklärt ist. Den primären Ursachenkomplex in der Parodontitis-Ätiologie bildet die Plaque. So konnten kontrollierte Studien zeigen, dass bei Verzicht auf Mundhygienemaßnahmen bereits nach

wenigen Tagen (5-7 Tage) eine Gingivitis, also eine akute oder chronische Entzündung der Gingiva, auftritt [Löe *et al.*, 1965]. Nach Wiederaufnahme der Mundhygiene ist diese Entzündung vollständig reversibel. Die Gingivitis tritt zunächst als einfacher Abwehrmechanismus des Körpers gegen die bakterielle Besiedlung und die mit ihr verbundene Ausschüttung von Stoffwechselprodukten, Endo- und Exotoxinen sowie Enzymen auf. So kommt es zu erhöhter, Durchblutung durch vasoaktive Mediatoren (Histamin, Serotonin) mit verbundener Anschwellung, Flüssigkeitsexsudat aus dem Gingivasulkus, Auflockerung des koronalen Anteils des Saumeithels und zum Einsetzen der unspezifischen Immunabwehr (neutrophile Granulozyten). Weitere Studien haben gezeigt, dass aus einer bestehenden Gingivitis eine Parodontitis entstehen kann, und dass das Vorhandensein einer Gingivitis das Risiko erhöht an einer Parodontitis zu erkranken [Lang *et al.*, 2009]. Die Parodontitis stellt eine entzündliche Erkrankung des Zahnhalteapparates mit Alveolarknochenabbau dar. Bei der Gingivitis spielt die subgingivale Plaque, welche sich aufgrund des anderen Milieus (O_2 -Angebot) in ihrer Organisation und Zusammensetzung von supragingivalen Biofilmen unterscheidet, die entscheidende Rolle.

Da bei geringem Plaquebefall, d.h. bei guter Mundhygiene und regelmäßiger Prophylaxe, im Allgemeinen mit wenig Karies sowie mit wenig Gingivitis und Parodontitis und damit mit einem langen Zahnerhalt zu rechnen ist [Axelsson *et al.*, 2004], ist es wichtig, beurteilen zu können, wie viel und wo sich Plaque auf den Zähnen befindet. Weil es sich sowohl bei der Zahnkaries als auch bei der Parodontitis um opportunistische Infektionskrankheiten handelt, bei welchen der Biofilm eine maßgebliche Rolle spielt, ist es unerlässlich, diesen Biofilm zu untersuchen und zu dokumentieren. Um dies zu untersuchen oder zu beurteilen, sind Plaque- und Zahnsteinindizes in der Zahnheilkunde unerlässlich.

1.2 Plaquerevelatoren

Für die meisten Mundhygieneindizes muss zunächst der Biofilm gut sichtbar gemacht werden. Die Plaque wird mit Plaquerevelatoren (lat.: *revelare* = enthüllen) angefärbt. Die Anfärbemittel gibt es in Tablettenform und als Lösung zum Aufpinseln durch den Zahnarzt. In der Praxis wird die Färbelösung wegen einfacher und schneller Anwendung vorgezogen. Für den häuslichen Gebrauch sind die Färbetabletten wegen sicherer und leichter Handhabung am sinnvollsten. Plaquerevelatoren färben mehrere Stunden lang auch die Bakterien auf der Zunge, der Mundschleimhaut und den Lippen an.

Basisches Fuchsin und Kristallviolett sind in Wasser wenig und in Alkohol gut löslich. Die Färbemittel Fuchsin und Kristallviolett gehören in die Gruppe der Triphenylmethan-Farbstoffe und sind chemisch sehr ähnlich. Sie sind deutlich toxischer als z.B. Erythrosin. So beträgt die orale LD50 für Fuchsin beim Kaninchen 150 mg/kg KG und für Erythrosin bei der Ratte nur 300 mg/kg KG. Sowohl Fuchsin als auch Kristallviolett sind in der Lage mit DNS Verbindungen einzugehen, was auch deren antibakterielle Eigenschaft erklärt. Diskussionen über eine mögliche Kanzerogenität werden auf Grund dieser Bindungsmöglichkeit immer wieder geführt, und deshalb sollten diese beiden Anfärbemittel nicht mehr zum Einsatz kommen [Schäfer, 2002].

Auch Malachitgrün, welches mit dem basischen Fuchsin chemisch verwandt ist, setzte sich auf Grund der LD50 beim Kaninchen von 75 mg/kg KG nicht durch, obwohl bei klinischer Anwendung weit geringere Dosen zum Einsatz kommen. 1,0-2,5%ige Lösungen ergeben eine gute Plaqueanfärbung und Kontrastwirkung mit dem Zahnfleisch.

Erythrosin ist von der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA), die als eine strenge Kontrollstelle anerkannt ist, für die USA zugelassen. Es findet sich dort als Zusatz von Medikamenten, Kosmetika und auch Nahrungsmitteln, was bedeutet, dass die Färbetabletten unbedenklich auch geschluckt werden könnten. Erythrosin färbt den Biofilm rot. Nachteil ist jedoch, dass die Tabletten Jod enthalten, sodass die Gefahr der Auslösung einer Jodallergie gegeben ist.

Differenzialfärbungen haben im Vergleich zu anderen Plaquefärbemitteln den Vorteil, dass sie die Plaque je nach Alter derselben unterschiedlich anfärben und somit weitere Informationen über die häusliche Mundhygiene des Patienten liefern können. Die Basis dieser Färbemittel sind Lebensmittelfarbstoffe wie z.B. Phloxin B oder E-133. Als Produkte auf dem Markt seien die Mira2-Tone-Lösung oder Oral B2-Farb-Plaque-Indikator-Tabletten genannt. Alte oder reife Plaque färbt sich rot und junge Plaque blau.

Fluoreszierende Farbstoffe wie 0,65% Na-Fluorescein haben den kosmetischen Vorteil, bei normalen Lichtverhältnissen nicht sichtbar zu sein. Bei Anwendung von einer Lichtquelle mit Blaulicht (z.B. Polymerisationslampe) wird die Anfärbung des Biofilms sichtbar [Roulet, 2003]. Die Vorteile sind jedoch zugleich auch Nachteile, da man so an das Vorhandensein einer speziellen Lichtquelle gebunden ist. Diese Anfärbemethode ist zudem relativ schlecht geeignet, um dem Patienten seine Putzdefizite zu demonstrieren.

Neueste Entwicklungen zur Erkennung von Karies aber auch von Plaque gehen in Richtung einer optischen und computergestützten Auswertung. So wird zur Detektion von Plaque und Karies ein Fluoreszenzkamerasystem verwendet, welches auf Grund unterschiedlicher

Farbspektren im Fluoreszenzbereich sowohl Karies als auch Plaque, z.B. auf Grund des Porphyrinstoffwechsels derselben, erkennen kann [Eberhart *et al.*, 2007]. Vergleiche mit handelsüblichen Plaquerevelatoren (hier: Mira2-Tone) ergaben, dass der Plaquerevelator im Vergleich zur Fluoreszenzkamera im Durchschnitt mehr Zahnoberflächen anfärbte. Der Plaquerevelator führte zum Teil zu unspezifischen Anfärbungen auch in Bereichen ohne eine Plaqueakkumulation [Eberhart, 2006].

1.3 Indizes

Laut Definition ist ein Index ein numerischer Wert, der das Vorkommen und das Verhältnis definierter diagnostischer Kriterien in einer Population oder an einem Individuum beschreibt. Indizes werden in epidemiologischen Studien, zur klinischen Beurteilung der Mundgesundheit einzelner Personen sowie der Kontrolle von Therapieerfolgen angewendet. Durch Indizes kann dem Patienten demonstriert werden in welchen Bereichen er zum Beispiel die häusliche Mundhygiene verbessern kann. Zusätzlich kann die Mitarbeit des Patienten abgeschätzt und dessen Motivation verbessert werden [Helwig, 2003].

Unabhängig von der Verwendung eines Indexsystems gibt es allgemeine Anforderungen an Indizes. Ein Index sollte eine quantitative und/oder eine qualitative Aussage haben. Außerdem sollte er eine hohe Sensitivität und Spezifität besitzen. Die Sensitivität (Empfindlichkeit) ist die Fähigkeit eines Scening-Tests oder Diagnoseverfahrens, Kranke als krank zu identifizieren, die Spezifität (Genauigkeit), stellt hingegen die Fähigkeit dar, Gesunde als gesund zu identifizieren. Spezifität und Sensitivität hängen zusammen bzw. beeinflussen sich gegenseitig. So lässt sich z.B. die Sensitivität nur auf Kosten der Spezifität erhöhen, und umgekehrt. Einfachheit der Anwendung und eine gute Reproduzierbarkeit müssen gegeben sein um das Indexsystem rasch praktisch anwenden zu können. Dies gilt sowohl für die Forschung, als auch in der zahnärztlichen Praxis mit geschultem Personal, sowie für nicht speziell geschulte Zahnärzte und zahnärztliches Fachpersonal. Für die beschreibende Epidemiologie ist die quantitative Aussage bedeutsam, für die analytische Epidemiologie die Einfachheit, für die experimentelle Epidemiologie bzw. für klinisch kontrollierte Studien kommt als allgemeine Anforderung noch die Möglichkeit einer statistischen Auswertung hinzu. Indizes werden meist an allen Zähnen des Gebisses erhoben. In Ausnahmefällen kann die Untersuchung auch nur an den sog. *Ramfjord*-Zähnen (Zähne 16, 21, 24, 36, 41 und 44) welche repräsentativ für das ganze Gebiss angesehen werden können, erfolgen. Der jeweilige Index für den einzelnen Patienten oder Probanden wird meistens errechnet, indem die Summe

der erhobenen Messwerte oder Ja-/Nein-Entscheidungen durch die Anzahl der Messorte dividiert wird [Rams et al., 1993].

Es werden drei unterschiedliche Verfahren zur Befundung von Plaque verwendet. Neben planimetrischen Verfahren werden gravimetrische Verfahren, in denen das Nass- oder Trockengewicht der Plaque bestimmt wird, und visuelle Verfahren bei denen die oberflächliche Ausdehnung des Biofilms in Grade eingeteilt wird verwendet. Hierzu ist es meist erforderlich die Plaque zunächst anzufärben. Dies geschieht durch Plaquefärbemittel sog. Revelatoren, welche in Form von Kautabletten oder Lösungen erhältlich sind (s.o.).

Die Auswahl der Indizes zur Plaqueuntersuchung sollte zielorientiert erfolgen. Hierbei spielen zum Beispiel die Anzahl der Probanden, die Studiendauer sowie Typ und Größenordnung der zu erwartenden Änderungen eine Rolle. Vor der eigentlichen Auswahl des entsprechenden Index ist es also wichtig die Fragestellung, welche durch die Erhebung beantwortet oder untersucht werden soll, zu beurteilen und dann je nach Anforderung einen passenden Index auszuwählen [Fischman, 1986].

1.4 Plaque-Index nach Silness und Löe

Ein einfacher Index ist der *Silness und Löe* Plaque-Index. Dieser Index wird ohne Anfärben der Plaque erhoben, kann daher rasch angewendet werden. Er dient der sondenunterstützten Bewertung der Plaque im Zahnhalsbereich unter Berücksichtigung des Sulkus, der Zahnoberfläche und des Gingivarandes. Vor der Untersuchung mit Sonde und Spiegel sollten die Zähne sorgfältig getrocknet werden. Der Plaque-Index nach *Silness und Löe* wird in 4 Grade eingeteilt. Grad 0 liegt vor, wenn keine Plaque durch Inspektion und Sondierung sichtbar ist. Sollte die Plaque mit bloßem Auge nicht sichtbar sein aber durch Abschaben mit der Sonde zum Vorschein kommen, liegt Grad 1 vor. Grad 2 charakterisiert sich durch mäßige Plaqueansammlung entlang des Gingivarandes, welche mit dem bloßen Auge zu erkennen ist. Zu beachten ist noch, dass der Interdentalraum frei von Plaque ist. Sollten die Interdentalräume zusätzlich mit Plaque ausgefüllt sein spricht man von Grad 3 [Löe, 1967; *Silness und Löe*, 1964]. Erhoben werden diese Grade an 4 Messstellen (vestibulär: distal, median, mesial, oral). Der Plaqueindex nach *Silness und Löe* ist insgesamt ein akzeptabler Index, besonders um das Erreichen der Sauberkeit in einer Studie mit Mundhygieneprodukten oder um den klinischen Verlauf der Mundhygiene eines Patienten zu evaluieren. Als nachteilig könnte angesehen werden, dass bei diesem Index keine Betrachtung der koronalen Plaqueausbreitung erfolgt. Da die Besiedlung der Zähne im Bereich des

Untersuchungsraumes des *Silness und Löe* Index anfängt und auch dort Gingivitis auslöst, ist es sinnvoll, sich gerade um diesen, nicht uneingeschränkt im Bereich der natürlichen Selbstreinigung liegenden Bereich zu kümmern.

1.5 Gravimetrische Verfahren

Die Befunde des *Silness und Löe* Index lassen sich auch mit so genannte gravimetrischen Verfahren, bei denen nach komplettem Entfernen der Plaque von den Zahnflächen das Trockengewicht bestimmt wird, korrelieren [*Mander und Mainwaring*, 1980]. Diese Art der Untersuchung basiert auf dem Gedanken, dass es sich bei Plaque um dreidimensionale Strukturen handelt, und dass deshalb der beste Weg, die Plaque zu beschreiben, eine geometrische Erfassung des Volumens der Plaque sei. Das Trockengewicht der Plaque entspricht 20% des Nassgewichtes in Abwesenheit von Zahnstein [*Marthaler*, 1986]. Nachteilig an dieser Art der Plaqueuntersuchung sind jedoch der enorme Aufwand sowie die lange Zeit, die benötigt wird, die Plaque aus der Mundhöhle zu entfernen und dann zu untersuchen. Außerdem unterscheidet sich die Plaque nach der Entfernung von der „unzerstörten“ Plaque Formation [*Quirynen et al.*, 1991]. Die gravimetrischen Verfahren gehen nicht auf den Plaquebefall einzelner Flächen sowie dessen Risikogewichtung ein. An die Gingiva angrenzende Plaque ist z.B. für die Einstufung einer Gingivitis ungleich wichtiger als die auf den Glattflächen, die wiederum eher zur Demineralisation und Karies führen kann [*Quirynen et al.*, 1991]. Für die klinische Untersuchung und für viele Studien ist dieses Verfahren der Plaquebefundung also nicht gut geeignet.

1.6 Oralhygiene-Index nach Greene und Vermillion

Ein sehr früher Plaque-Index ist der Oralhygieneindex nach *Greene und Vermillion*, welcher im Jahr 1960 beschrieben wurde und auch nur mit Sonde ermittelt wird. In die Bewertung des OHI geht sowohl native, nicht mineralisierte (Debris – OHI-D) als auch mineralisierte (Calculus – OHI-C) Plaque aller ausgewählter Zähne (OHI-S) ein. Der Oralhygiene-Index wird in 5 Grade unterteilt, wobei die Zahnkrone in horizontale Drittel eingeteilt wird. Bei Grad 1 finden sich keine Plaque und kein Zahnstein auf dem Zahn. Findet sich Plaque oder Zahnstein im gingivalen Kronendrittel spricht man von Grad 2. Wird Plaque oder Zahnstein bis zum mittleren Drittel gefunden bzw. finden sich subgingivale Inseln liegt Grad 3 vor.

Findet sich ein subgingivales Band bzw. wird der Zahn über 2/3 der Krone mit Zahnstein oder Plaque bedeckt kann man von Grad 4 sprechen. Der Oralhygiene-Index kann gesondert für Plaque oder Zahnstein erhoben werden. Die vereinfachte Form des Index untersucht nur die Zähne 16, 11 und 26 von vestibulär und die Oralflächen der Zähne 31, 36 und 46. In Studien mit Gruppen, welche relativ wenig Plaque hatten, stellte sich heraus, dass die Kriterien des Oralhygiene-Index zu grob für die Demonstration signifikanter Unterschiede zwischen den Probanden und der Kontrollgruppe waren. Wenn Plaque im Zusammenhang mit Prävalenz und Schwere von Gingivitis evaluiert werden soll ist nur die Plaque in der Nähe der marginalen Gingiva wichtig. Der Oralhygiene-Index bietet keine gute Beschreibung der Plaque in gingivanahen Bereichen [Fischman, 1986; Greene und Vermillion, 1964].

1.7 Zahnstein-Index nach Volpe und Manhold

Zahnstein ist mineralisierte Plaque und kann je nach Herkunft der Calcium- und Phosphat-Ionen als weicherer gelblicher bis hellbrauner supragingivaler sowie dunkelbrauer bis fast schwarzer subgingivaler Zahnstein vorkommen. Er entsteht vorwiegend dort wo der Biofilm lange genug verbleiben kann und an Stellen mit erhöhtem Speichel- und somit auch Ionenangebot. So entsteht supragingivaler Zahnstein gegenüber den Ausführungsgängen der großen Speicheldrüsen. Prädilektionsstellen sind folglich die lingualen Flächen der Unterkieferfrontzähne und die bukkalen Flächen der Oberkiefermolaren. Subgingivaler Zahnstein bildet sich aus subgingivaler Plaque, welche die notwendigen Mineralstoffe aus dem Sulcusfluid erhält.

Der Zahnstein-Index nach *Volpe und Manhold* (VM-Index) wurde entwickelt, um in Longitudinalstudien die Menge an supragingivalem Zahnstein zu bestimmen. Dabei wird der Zahnstein an den lingualen Flächen der Unterkieferfrontzähne für jeden Zahn in Millimetern an jeweils drei Messstellen (breiteste mediane und laterale Ausdehnungen) ermittelt und zu einem Wert pro Zahn summiert. Die Summe der Einzelzahnmesswerte, dividiert durch die Anzahl der erhobenen Zähne, ergeben den VM-Index [Volpe et al., 1993]. Für die Praxis ist dieser Index relativ aufwändig und nicht unbedingt individuell interessant. Für epidemiologische Studien macht er aber Sinn, da er eine genaue Erfassung der Menge und der Ausdehnung des Zahnsteines gibt. Die Korrelation zwischen verschiedenen Untersuchern liegt bei ca. 65%. Die interindividuelle Reproduzierbarkeit ist jedoch sehr gut [Marks et al., 1993]. Letztendlich kann aber festgestellt werden, dass der VM-Index für epidemiologische und klinische Studien gut geeignet ist [Barnett et al., 1989].

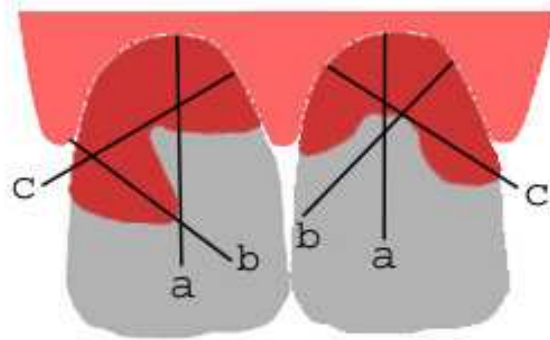


Abb. 1: Schematische Darstellung zur Bestimmung des VM-Index. Es wird die breiteste mediane (a) und laterale (b und c) Ausdehnung des Zahnsteins gemessen (Volpe und Manhold, 1993)

1.8 Plaque-Index nach Quigley und Hein

Ein Indexsystem bei dem eine Anfärbung der Plaque mit Plaquerevelatoren nötig ist, ist der von den Namensgebern *Quigley und Hein* 1962 beschriebene Index (QHI). Er erfasst nur die fazialen Zahnflächen, dafür aber sehr differenziert. Die proximale und sulkuläre Plaque wird nur unzureichend beurteilt [Roulet, 2006]. Überkronte Zähne oder Zähne mit zervikalen Restaurationen werden nicht in die Befundung einbezogen. Der QHI bewertet die Plaqueakkumulation in 6 Graden. Grad 0 beschreibt die Abwesenheit von Plaque. Finden sich vereinzelt kleine Plaqueinseln liegt Grad 1 vor. Eine deutliche Plaquelinie bis 1 mm entlang des Gingivarandes wird als Grad 2 gewertet. Grad 3 liegt vor wenn die Plaque über 1 mm Breite entlang des Gingivarandes und bis zu einem Drittel der Zahnfläche ausgedehnt ist. Sollte eine Plaqueausdehnung bis maximal 2/3 der Zahnoberfläche vorliegen spricht man von Grad 4. Der 5. Grad beschreibt schließlich die Plaqueausdehnung über 2/3 der zu untersuchenden Zahnfläche [Quigley und Hein, 1962]. Der individuelle QHI errechnet sich aus der Summe der Bewertungsgrade dividiert durch die Anzahl der Zähne.

Der QHI bietet sowohl eine gute Plaquebewertung als auch eine gute Möglichkeit zur Beurteilung des zeitlichen Verlaufes und der individuellen Unterschiede der Plaqueakkumulation [Quirynen et al., 1991]. Er ist leicht und schnell zu erheben und durch das Anfärben der Plaque bietet sich zusätzlich die Möglichkeit zur Demonstration sowie zur Motivation des Patienten. In Studien zur Evaluation von Mundhygieneprodukten ist er wegen seiner Einfachheit und guten Darstellung auch gut zu verwenden [Fischman, 1986].

Modifikationen des Quigley-Hein-Index führten zur Einbeziehung von Indexzähnen (16, 21, 24, 36, 41 und 44), aller Zähne sowie distaler, vestibulärer und oraler Zahnflächen, wobei hier

der der jeweils höhere Wert aufgenommen wird. Heute wird meist eine Modifikation, beschrieben 1970, nach *Turesky et al.* verwendet. Restaurierte Zähne und die dritten Molaren werden nicht einbezogen.

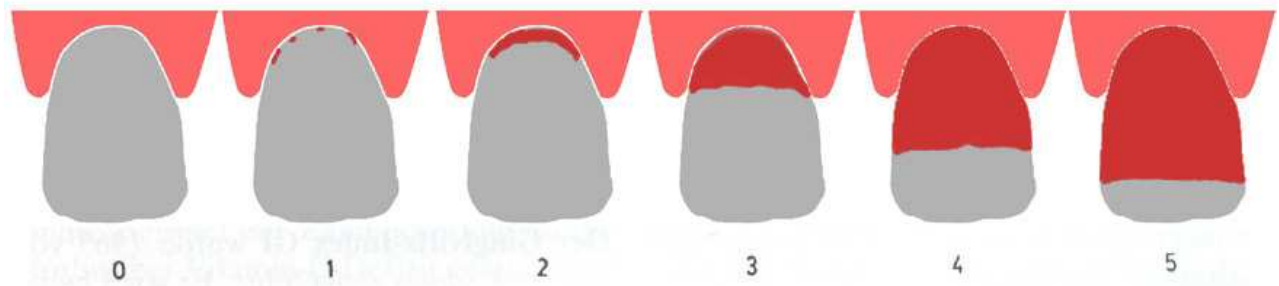


Abb. 2: Schematische Darstellung: Quigley und Hein Index modifiziert nach Turesky (1970)

1.9 Approximalraum-Plaque-Index nach Lange

Um auch die Interdentalräume beurteilen zu können, wurde 1975 von *Lange* der Approximalraum-Plaque-Index (API) beschrieben. Die Beseitigung der Plaque im Approximalraum erfordert eine besonders gründliche Mundhygiene, weshalb durch die Kontrolle der Plaque in diesem Bereich die Mitarbeit des Patienten gut abgeschätzt werden kann. Mit einer Sonde wird mit oder ohne Anfärben der Plaque durch eine Ja-/Nein-Entscheidung bestimmt, ob sich im Approximalraum Plaque befindet. Diese Beurteilung der Approximalraum-Plaque geschieht beim API im ersten und dritten Quadranten oral und im zweiten und vierten Quadranten vestibulär. Der API wird in Prozent angegeben. Die Summe der plaquepositiven Approximalräume wird mit 100 multipliziert und durch die Summe aller Approximalräume dividiert. Ein API unter 25% soll einer optimalen Mundhygiene entsprechen. Der Patient oder Proband hat eine gute Mundhygiene, wenn der API bei 25-39% liegt. Bei 40-69% wurde nur mäßige Mundhygiene betrieben. Ein API von 70-100% soll einer unzureichenden Mundhygiene entsprechen. Da vom API nur die Approximalräume erfasst werden handelt es sich um einen relativ empfindlichen Index. Im Rahmen einer Parodontalbehandlung wird ein API unter 35% als Indiz einer guten Mitarbeit des Patienten gewertet.

Eine Modifikation des API erfolgt durch den Interdentalhygiene-Index (HYG). Dieser Index entspricht dem originalen API. Es wird jedoch nicht die Plaquebesiedlung, sondern die Plaquefreiheit in Prozenten ausgedrückt. Der HYG ist ein strenger Index, da bei ihm auch kleinste Plaquemengen als positiv gewertet werden. Er ist eher für individuelle Befunderhebung, als für epidemiologische Studien geeignet [*Rateitschak*, 1989].

Nachteilig beim API ist die durch die Ja-/Nein-Entscheidung relativ geringe Sensitivität. So kann es sein, dass durch andere Indizes, wie zum Beispiel Blutungsindizes, eine Besserung der Mundhygiene festgestellt werden kann, dies sich jedoch nicht oder kaum im API widerspiegelt. Um die Sensitivität des Index zu erhöhen modifizierten 2005 *Zimmer et al.* den API. Diese Modifikation kombiniert das Plaqueindexsystem nach *Silness und Løe* mit der alten Gradeinteilung von 0-3 mit dem API. Der modifizierte AP-Index zeigt eine gute Korrelation mit dem Papillen-Blutungsindex (PBI), da beide Indizes das gleiche Areal beurteilen und Plaque zu Gingivitis und damit zur Blutung führt [*Løe et al.*, 1965].

1.10 Hygiene-Index nach O'Leary

O'Leary beschrieb 1967 eine Bewertungsmethode welche die bukkal-labialen und die lingualen Oberflächen der Zähne evaluiert. Die höchsten Werte pro Segment werden durch die Anzahl an Zahnsegmenten dividiert. Die Werte reichen von 0 bis 3, wobei 0 die Abwesenheit von Plaque jedes Zahnes im Segment und 3 die Bedeckung eines Zahnes mit Plaque über ein Drittel bedeutet [*O'Leary*, 1967].

Bei dem Hygieneindex (HI) nach *O'Leary et. al* von 1972 wird eine ziemlich genaue Erfassung des Plaquebefalls an diesmal allen 4 Zahnflächen (fazial, oral, mesial und distal) erhoben 1972. Die Plaque muss vor dem Erheben der Werte angefärbt werden. Wie schon beim API wird mit einer Ja/Nein Entscheidung das Vorhandensein (Ja) oder das Fehlen (Nein) der Plaque bewertet. Diese Werte (+ oder -) werden in ein einfaches Schema eingetragen über welches dann eine Auswertung der erhobenen Werte erfolgen kann. Nach dieser Auswertung kann dann die dentale Hygiene eines Individuums relativ exakt in Prozenten ausgedrückt werden. Der Index errechnet sich aus der Anzahl der plaquefreien Flächen geteilt durch die Anzahl aller Messstellen multipliziert mit 100. Analog kann aber auch die Anzahl der plaquebedeckten Flächen errechnet und somit in Prozenten ausgedrückt werden.

1.11 Plaque-Formations-Rate-Index nach Axelsson

Ein Index welcher die Bedingungen zur Plaqueentstehung und der Neubildungsgeschwindigkeit quantitativ beschreibt ist der Plaque-Formations-Rate-Index

(PFRI) nach *Axelsson* aus dem Jahre 1990. Er erlaubt zusammen mit anderen Tests eine Einschätzung des individuellen Kariesrisikos.

Die Plaqueneubildungsrate ist von der Gesamtzahl der Bakterien und der Zusammensetzung der oralen Mikroflora in der Mundhöhle, von der Menge und Häufigkeit der Aufnahme fermentierbarer Kohlenhydrate, von der Speichelfließrate und Speichelzusammensetzung, vom Fluoridangebot sowie von der Anatomie und Oberflächenbeschaffenheit der Zähne und Restaurationen abhängig. Beim PFRI wird 24 Stunden nach einer professionellen Zahnreinigung die Plaquebildungsrate an sechs definierten Stellen jedes Zahnes bestimmt. Die angefärbte Plaque wird mesiobukkal, mesiolingual, bukkal, lingual, distobukkal und distolingual durch eine Ja-/Nein-Entscheidung erfasst. Der PFRI wird in Prozent angegeben. Die Summe des PFRI ist gleich den positiven Plaquemessungen multipliziert mit 100 dividiert durch die Zahnzahl multipliziert mit 6. Über die erlangte Prozentzahl lassen sich 5 Grade einteilen. Grad 1 liegt vor, wenn der PFRI unter 10% liegt, bei 11-20% spricht man von Grad 2, liegt der PFRI bei 21-30% liegt Grad 3 vor, 31-40% werden als Grad 4 bezeichnet und ein Wert von über 40% definiert Grad 5. Ein Vorliegen von Grad 3 bis 5 weist auf ein erhöhtes Kariesrisiko hin. Eine sichere Beurteilung des Kariesrisikos muss aber noch mit einigen anderen Tests und Parametern kombiniert werden. So kann noch die Speichelsekretionsrate sowie dessen Pufferkapazität und die Anzahl von kariogenen Bakterien wie *Streptococcus mutans* und Laktobazillen im Speichel bestimmt, die Mundhygiene- und Ernährungsgewohnheiten sowie die Fluoridanamnese erfragt und die Anzahl der gefüllten Zahnflächen sowie die Prävalenz und Inzidenz kariöser Zahnflächen erhoben werden.

1.12 Plaquekomponente des Periodontal-Disease-Index nach Ramfjord

Der erste Index, bei dem versucht wurde, durch Einführung einer numerischen Skala die Ausdehnung der Plaque zu erfassen, war der Periodontal-Disease-Index nach *Ramfjord* (1956). Erhoben wird die Plaquekomponente des Index an den bereits erwähnten *Ramfjord*-Zähnen. Das Vorhandensein bzw. die Ausdehnung der angefärbten Plaque wird in 4 Grade eingeteilt, wobei speziell alle interdentalen, fazialen und lingualen Oberflächen der entsprechenden Zähne untersucht werden. *Shick und Ash* modifizierten 1961 die Originalkriterien von *Ramfjord* wegen des Ausschlusses der Bewertung von Interdentalflächen. Die Bewertung wurde auf die gingivale Hälfte der fazialen und lingualen Oberfläche der Indexzähne beschränkt.

Die Grade des modifizierten Periodontal-Disease-Index reichen von Grad 0, welcher die Abwesenheit von Plaque beschreibt bis zu Grad 3 bei dem Plaque 2/3 oder mehr der gingivalen Hälfte der fazialen oder lingualen Oberfläche des Zahnes bedeckt. Der Individuelle Wert wird durch Summation der einzelnen Zahnwerte und Division durch die Anzahl der untersuchten Zähne berechnet. Der modifizierte Index ist gut für klinische Studien geeignet [Ramfjord, 1956].

1.13 Bonded-Bracket-Index nach Ciancio et al.

Anwesenheit von Plaque ist besonders kritisch an Stellen anzusehen welche nicht der natürlichen Selbstreinigung zugänglich sind und auch ansonsten schwer zu reinigen sind. Iatrogen schafft man durch festsitzende Geräte zur Zahnstellungskorrektur solche schwer zu reinigenden Nischen. Da die bisher beschriebenen Indizes diesen speziellen Umstand nicht erheben und beurteilen, beschrieben *Ciancio et al.* 1984 den Bonded-Bracket Index (BBI), welcher die an und um die Brackets anhaftende Plaque betrachtet. Der BBI teilt sich in 6 Grade ein. Grad 1 liegt vor, wenn weder Plaque auf dem Bracket noch auf der Zahnoberfläche ist. Befindet sich nur auf dem Bracket Plaque liegt Grad 1 vor. Man spricht von Grad 2, wenn sich sowohl auf dem Bracket als auch auf dem Zahn, jedoch nicht bis zur Gingiva, Plaque befindet. Sollte sich auf dem Bracket und dem Zahn Plaque befinden, welche bis zur Papille reicht liegt Grad 3 vor. Grad 4 wird erreicht, wenn sich Plaque auf dem Bracket sowie dem Zahn und teilweise bis über die Gingiva befindet. Wenn sich Plaque auf dem Bracket, dem Zahn und komplett über der Gingiva befindet liegt Grad 5 vor.

1.14 Navy-Plaque-Index

Beim Navy-Plaque-Index nach *Elliot et al.* (1972) wird das Vorhandensein von Plaque in gedachten Zonen auf dem Zahn mit 0 oder 1 bewertet. Die Zahnoberfläche wird zunächst in 3 Hauptzonen unterteilt: eine okklusale Zone, eine mittlere Zone und eine gingivale Zone. Die gingivale Zone liegt apikal zu einer gedachten Linie, welche die Spitzen der Papillen verbindet und ungefähr parallel zur marginalen Gingiva liegt. Diese Zone wird nochmals in eine mesiale, eine mittlere sowie eine distale Zone, wobei die Ausdehnung jeder dieser Zonen 1 mm über den Gingivarand reicht, unterteilt. Die mittlere Zone wird in eine mesiale und eine

distale Zone unterteilt. Durch diese Zoneneinteilung wird der gingivanahe und interdentale Bereich im Verhältnis zum Inzisal- und Glattflächen-Bereich besonders betont.

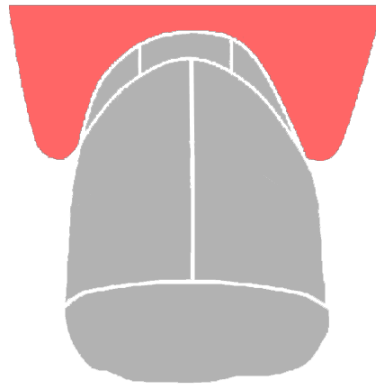


Abb. 3: Schematische Darstellung des Navy-Plaques-Index nach Elliot et al. (1972)

Der Navy-Plaques-Index wurde zwei Mal modifiziert.

Mit dem modifizierten Navy-Plaques-Index nach *Rustogi et al.* (1992) wird das Vorhandensein von Plaque in 9 Zonen (A-I) mit 0 oder 1 bewertet. *Rustogi et al.* erweiterten die Areale F (distal) und D (mesial) in die Region unter dem approximalen Kontaktpunkt. Außerdem wurden die Areale C und A erweitert um die an die marginale Gingiva angrenzende Region zu vergrößern. Durch die Modifikation wird eine deutlichere Differenzierung des interproximalen und marginalen Bereiches erreicht.

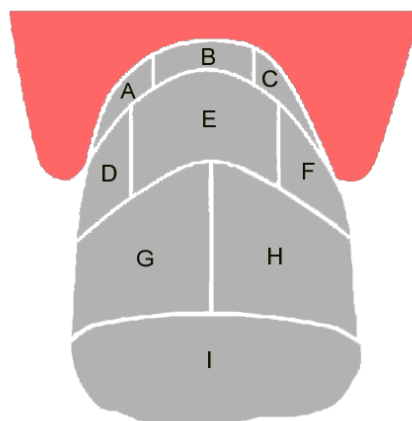


Abb. 4: Schematische Darstellung des modifizierter Navy-Plaques-Index nach Rustogi et al. (1992)

Claydon und Addy modifizierten die Auswertung des Navy-Plaques-Index im Jahr 1995. Sie benutzten ein planimetrisches Verfahren zur Erfassung der Plaque. Davon ausgehend, dass

klinisch 9 Werte sowohl fazial als auch lingual erhoben werden müssen, was summiert beim voll bezahntem Gebiss 576 Werte ergibt, erhoben *Claydon und Addy* die Befunde später anhand von Fotos und einer speziellen Schablone, wodurch der Zeitaufwand am Patienten reduziert werden konnte [*Claydon und Addy*, 1995; 1996].

Insgesamt ist der Navy-Plaque-Index ein sehr guter Index. Er lässt sich hervorragend reproduzieren sowohl inter- als auch intraindividuell [*Shaloub und Addy*, 2000]. So kann dieser Index sowohl von Fachpersonal mit Erfahrung als auch von völlig ungeübtem Personal erhoben werden. Als weiterer Vorteil sei die größere Objektivität gegenüber anderen Indexsystemen genannt [*Claydon und Addy*, 1995]. Nachteilig ist jedoch, dass es sehr zeitaufwändig und relativ schwierig ist alle Werte zu erheben, besonders bei distalen Molaren oder in lingualen Bereichen. Dieser Nachteil kann aber durch die Modifikation durch *Claydon und Addy* vermindert werden, da durch die Fotos optimale Sichtverhältnisse erzeugt und somit eine höhere Sensitivität geschaffen werden kann. Die verschiedenen Modifikationen des Index, besonders die nach *Rustogi et al.* sowie nach *Claydon und Addy*, eignen sich sehr gut für Studien, welche Mundhygieneprodukte evaluieren. Für die Klinik ist dieses Indexsystem wegen des großen Zeitaufwandes nur eingeschränkt verwendbar.

Des Weiteren stellt sich die Frage ob es, gerade weil durch den modifizierten Navy-Plaque-Index in Studien oft ein Vorher-/Nachher-Vergleich gemacht wird, ausreichend ist die einzelnen Zonen nur durch Ja-/Nein-Entscheidungen zu bewerten. Es soll daher Aufgabe dieser Arbeit sein zu klären ob es Sinnvoll bzw. möglich ist die durch die verschiedenen Zonen schon hohe Aussagekraft zu verbessern oder zu verändern. Diese Veränderung geschieht dadurch, dass die Ja-/Nein-Entscheidung in feinere Grade unterteilt wird.

1.15 Okklusaler-Plaque-Index nach Splieth und Nourallah

Ein weiterer Index, welcher mit einer indirekten Auswertung über vorher dokumentierte Fotos arbeitet, ist der Okklusale-Plaque-Index nach *Splieth und Nourallah* [*Splieth und Nourallah*, 2006]. Der Okklusale-Plaque-Index nach *Splieth und Nourallah* wird computerunterstützt ausgewertet und bewertet die Fissuren und Grübchen, welche eine Prädilektionsstelle für Karies darstellen. Die Fotos der Molaren wurden nach dem Anfärben des Biofilms mit einer intraoralen Kamera angefertigt und im Computer gesichtet. Im Computer wird mit einem Analyseprogramm die Zahnfläche sowie die abgefärbte Biofilmfläche in Pixel aufgeteilt und verhältnismäßig berechnet. Der Okklusale-Plaque-Index nach *Splieth und Nourallah* erweist sich als Index mit einer hohen inter- und intraindividuellen Spezifität und Sensitivität sowohl

für die Auswertung als auch für die Methode an sich. Die Reproduzierbarkeit des Index ist sehr hoch, und er ist deshalb sehr gut für klinische Studien einsetzbar [Nourallah und Splieth, 2004]. Wie auch beim Navy-Plaque-Index erfolgt die Auswertung nach Fotodokumentation. Dies macht für klinische Studien Sinn, da hier ein gut reproduzierbarer und aussagekräftiger Index verwendet werden sollte. Die Fotodokumentation bietet außerdem den Vorteil der Nachvollziehbarkeit und die Möglichkeit, erhobene Werte und Daten zu überprüfen.

1.16 Distal-Mesial-Plaque-Index nach Fischman et al.

Fischman et al. beschrieben 1987 mit dem Distal-Mesial-Plaque-Index (DMPI) ein System, welches sein Augenmerk besonders auf den gingivalen und interdentalen Bereich legt. Der Zahn wird bei diesem Indexsystem in verschiedene Bereiche eingeteilt. Die vier gingivalen, sowie die vier interdentalen (zwei mesiale und zwei distale) Bereiche sind in sich nochmals in drei kleinere Bereiche geteilt und werden mit vier Graden (Werte 0 bis 3) bewertet. Diese Einteilung bewirkt eine differenziertere und gut reproduzierbare Bewertung der Plaqueakkumulation. Die Glattfläche wird nur durch eine Ja-/Nein-Entscheidung bewertet. Dieses Indexsystem eignet sich wegen der differenzierten Betrachtung der gingivalen und interdentalen Bereichen um den Effekt von Mundhygieneprodukten, wie Zahnpasten oder Mundspüllösungen, zu evaluieren.

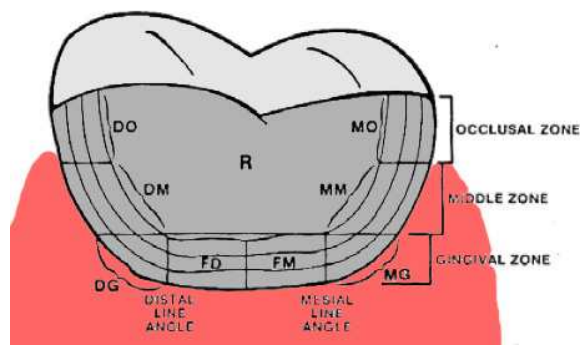
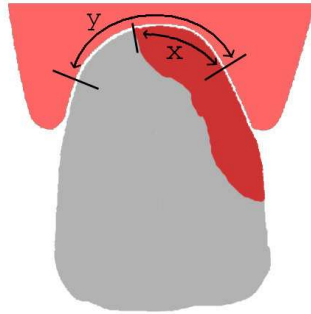


Abb. 5: Schematische Darstellung des DMPI Plaque-Index nach Fischman et al. (1987)

Mit dem DMPI wurde von *Fischman et al.* der Navy-Plaque-Index variiert. Hier wird der Schwerpunkt auf die mit der Zahnbürste schwer erreichbaren gingivalen und zervikalen Zahnanteile sowie auf den interdentalen Raum gelegt.

1.17 Gingivalrand-Plaque-Index nach Harrap

Der Gingivalrand-Plaque-Index nach *Harrap* (1974) wird auf den Bukkalflächen der Zähne erhoben. Er wurde zur Erhebung von Plaque nah an der marginalen Gingiva entwickelt, weil dort die Plaqueakkumulation beginnt und es daher wichtig ist diese Region zu betrachten. Es wird nach Anfärben der Plaque deren prozentuale Ausdehnung entlang des Gingivalrandes im Verhältnis zur Gesamtlänge geschätzt. Die Dicke der Plaque bleibt hierbei unberücksichtigt.



$$\text{Plaqueswert} = x : y \times 100 = \%$$

Abb. 6: Schematische Darstellung des Gingivalrand-Plaque-Index nach Harrap (1974)

2 Zielsetzung

Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit war es, die Reinigungswirkung eines Kauschaums mit unterschiedlicher Körperform zu untersuchen. Hierzu wurde eine klinische Studie mit der zuvor erfassten Fotodokumentation verblindet ausgewertet. Die Auswertung geschah zunächst durch den modifizierten Navy-Plaque-Index nach *Claydon und Addy* (1995). Da in vielen Studien zu Mundhygieneprodukten durch den modifizierten Navy-Plaque-Index ein Vorher-/Nachher-Vergleich durchgeführt wird, war es jedoch wichtig, die Sensitivität und die ohnehin durch die verschiedenen Zonen schon hohe Aussagekraft zu verbessern oder zu verändern. Weiteres Ziel der Arbeit sollte es also sein, die Sensitivität des alten Index durch eine weitere Modifikation zu erhöhen. Diese neue Modifikation beurteilt das Vorhandensein von Plaque nicht in einer Ja-/Nein-Entscheidung, sondern in 3 Graden. Grad 0 bedeutet Abwesenheit von Plaque, Grad 1 liegt bei wenig Plaque (<50%) vor und Grad 2 wird bei viel Plaque (>50%) erhoben.

Zudem sollte überprüft werden, ob unabhängige vorher kalibrierte Untersucher zu gleichen Ergebnissen kommen und ob somit die Modifikation der Planimetrie sichere und reproduzierbare Ergebnisse liefert. Als Nebenziel wurde geprüft, ob der originale Navy-Plaque-Index nach *Claydon und Addy* (1995) in einer vereinfachten Form, d.h. ohne Schablone zum Eingrenzen der Zahnfelder, reproduzierbar und aussagekräftig ist.

Außerdem sollte die Relevanz für Klinik und Forschung dargestellt werden.

3 Material und Methode

3.1 Untersuchungsmaterial

- Fotodokumentation einer klinischen Studie zur Untersuchung der Reinigungseffizienz von Polyurethanschaum in der Anwendung als Mundpflegeprodukt [*Internal ORMED Report*, 2009] unterstützt durch die Bayer MaterialScience AG, Leverkusen
- Notebook 1: Medion MD 96400
- Monitor 1: Miro V1570F
- Notebook 2: Lenovo IBM Thinkpad T60
- Monitor 2: Dell 2005 FPW Ultrasharp flat panel Monitor

Die Fotos, die in der hier vorliegenden Arbeit zur Auswertung herangezogen wurden, stammen aus einer klinischen Studie zur Untersuchung der Reinigungseffizienz von Polyurethanschaum in der Anwendung als Mundpflegeprodukt (unterstützt durch die Bayer MaterialScience AG, Leverkusen) [*Internal ORMED Report*, 2009]. In dieser Studie wurden 16 Probanden (8 Frauen und 8 Männer) mit einem Durchschnittsalter von 22,19 Jahren untersucht. Als Plaquerevelator wurde Mira-2-Ton[®] verwendet. Die fotografische Dokumentation wurde mit einer Fotokamera Nikon D70, einem Objektiv Micro Nikkor 105mm/2,8, einem Nikon Makroblitz R1, zwei einseitigen Retraktoren Mirahold der Firma Hager & Werken GmbH & Co KG, sowie eines rhodiumbeschichtetem Lateralspiegels der Firma Doctorseyes durchgeführt. Der Abbildungsmaßstab war bei allen Aufnahmen auf 1:2 eingestellt. Es wurden so pro Proband jeweils 12 Dentalfotos erstellt (6 vor dem Reinigungsversuch, 6 nach dem Reinigungsversuch). Es erfolgte eine spiegellose frontale Aufnahme der Zähne 11 und 31 (vestibulär mit beidseitig angelegtem Retraktor), eine mit Lateralspiegel und einseitigem Retraktor gespiegelte seitliche Aufnahme der Zähne 16 und 45 (vestibulär), eine mit Lateralspiegel und einseitigem Retraktor gespiegelte seitliche Aufnahme der Zähne 24 und 36 (vestibulär), eine orale Spiegelaufnahme mit beidseitigem Retraktor der Zähne 11 und 31, eine orale Spiegelaufnahme mit einseitigem Retraktor der Zähne 16 und 45 und eine orale Spiegelaufnahme mit einseitigem Retraktor der Zähne 25 und 36. Die Auswertung der erstellten Bilder erfolgt für die hier vorliegende Arbeit mit Microsoft Excel.

3.2 Untersuchungsmethodik

Die verwendeten Fotos (Daten) stammten aus der Dokumentation einer klinischen Untersuchung zur Reinigungseffizienz von Polyurethanschaum in der Anwendung als Mundpflegeprodukt [*Internal ORMED Report*, 2009] und sollten im Rahmen dieser Untersuchung anhand des modifizierten Navy-Plaque-Index nach Alter sowie nach der neu modifizierten Planimetrie ausgewertet werden, wobei der alte Index auch schon leicht modifiziert worden ist, da keine Schablone zur Einteilung der Zahnfelder verwendet wurde. Diese Auswertung sollte sowohl die Reproduzierbarkeit des alten Index, die neue Modifikation als sinnvollen Index an sich als auch die mögliche Reproduzierbarkeit desselben untersuchen und darstellen.

In der klinischen Studie wurden zwei Durchläufe ausgewertet, in welchen zur Reinigung der Zähne ein Kauschaum verwendet wurde. Im ersten Durchlauf hatte der entsprechende Kauschaum einen quadratischen Körper (Q), im zweiten Durchlauf war der Kauschaum U-förmig gestaltet (U). Die zu untersuchenden Zähne wurden vor (pre) und nach (post) der Verwendung des entsprechenden Kauschaums fotografiert. Diese Daten wurden von zwei unabhängigen Auswertern (BR und ST) zunächst nach dem alten Planimetrie-Index ausgewertet. Auswerter ST war bereits „erfahren“ und hatte den Planimetrie-Index nach Alter Auswertung schon einige Male verwendet. Die Datenreihen nach Alter Planimetrie welche Auswerter ST für die Kauschaumstudie bereits erstellt hatte wurden in dieser Untersuchung weiter verwendet. Auswerter BR war „unerfahren“, er verwendete den alten Index zum ersten Mal. Den neu modifizierten Index hatten beide Auswerter noch nie verwendet.

Erhoben wurden die Werte an den Zähnen 11, 16, 25, 31, 36 und 45. Die Bewertung erfolgte computerassistent an den glatten und approximalen Flächen sowohl von vestibulär als auch von lingual. Ausgewertet wurde anhand der oben dargestellten Zahnfelder, wobei zur Definition der einzelnen Felder keine Schablone sondern reproduzierbare anatomische Gegebenheiten (gingivaler Sulcus, approximale Kontaktpunkte und die vertikale Mittellinie) der Zähne benutzt wurden.

Bei der folgenden Interpretation der Ergebnisse wurde aus den Werten für die 9 Zahnfelder pro Zahn ein Mittelwert gebildet. Ein Mittelwert von beispielsweise 3 bedeutet aber nicht, dass der Zahn als Fläche zu einem Drittel mit Biofilm überzogen war, sondern lediglich, dass im Mittel zwei Drittel der Zahnfelder vollständig gesäubert wurden und nur ein Drittel der Zahnfelder des Zahnes noch Plaque aufwies. Aus inhaltlicher Sicht steht nach dieser Interpretation der Verwendung von Mittelwerten nichts im Wege.

Nachfolgend wurden dieselben Bilder nach dem oben dargestellten modifizierten Verfahren bewertet. Nach dem neu modifizierten Index hatten beide Auswerter noch nie vorher ausgewertet, sie waren also beide „unerfahren“. Auf Grund der drei Abstufungen war der Mittelwert für einen Zahn nicht mehr sinnvoll interpretierbar. Um die beiden verschiedenen planimetrischen Verfahren und die Reinigungswirkung der unterschiedlichen Kauschäume trotzdem vergleichen zu können wurden die Daten beider Auswertungen in Datenreihen überführt, welche mittels der Bewertung „0“ oder „1“ angeben, ob sich nach Anwendung des Schaums eine Reinigungswirkung eingestellt hatte oder nicht. Bei der alten Planimetrie ist dies der Fall, wenn der Wert „1“ vor der Anwendung zu dem Wert „0“ nach der Anwendung wird. Beim modifizierten Auswertungsverfahren ist eine Reinigungswirkung zu erheben, wenn sich der Wert für das Zahnfeld nach der Anwendung des Kauschaums vermindert hat. Dies ist bei einer Veränderung von „2“ auf „1“ oder „0“ und bei einer Veränderung von „1“ auf „0“ der Fall. Die so bestimmten Reinigungseffekte wurden in ihren Mittelwerten gut vergleichbar sowie sinnvoll interpretierbar.

Um eine unabhängige Untersuchung durchzuführen musste zunächst eine Kalibrierung der Untersucher erfolgen. Hierbei wurden die Areale des modifizierten Navy-Plaque-Index nach *Claydon und Addy* (1995) am klinischen Bild festgelegt (besonders wichtig im Molarenbereich). In der Kalibrierung wurde also zunächst ein Proband gemeinsam ausgewertet und besprochen. Wichtig war besonders die Festlegung der anatomischen Bezugspunkte. Es folgte eine getrennte Auswertung sowie deren Vergleich und Korrektur. Der Index teilt die Zahnflächen in 9 Areale (A-I). Die Flächen sind kleiner im Bereich häufiger Plaqueansiedlung und größer in Bereichen seltenerer Plaqueakkumulation. Die anatomischen Bezugspunkte sind der gingivale Sulcus, der proximale Kontaktpunkt, die vertikale Mittellinie sowie der anatomische Äquator des Zahnes. Zusätzlich wurde sich geeinigt, welcher Grad bei welcher Plaquebesiedlung dokumentiert wird. Nach der Kalibrierung erhoben beide Untersucher die Werte nach alter Planimetrie sowie nach neu modifizierter Planimetrie. Dies geschah um die Reproduzierbarkeit innerhalb der Indizes zu prüfen und statistisch auszuwerten sowie um herausfinden zu können wie sich die Vergleichbarkeit bei unterschiedlichen Untersuchern zwischen beiden Systemen der Planimetrie darstellte. Hierbei wurde der alte Index nach *Claydon und Addy* (1995) vereinfacht, da die Einteilung der Zähne in die verschiedenen Flächen nicht durch eine aufgelegte Schablone, sondern über eine vorherige Kalibrierung erfolgte. Zusätzlich wurde so durch die erneute Auswertung nach alter Planimetrie untersucht ob die Reproduzierbarkeit trotz erfolgter Vereinfachung des alten Index nach *Claydon und Addy* (1995) gegeben ist. Die

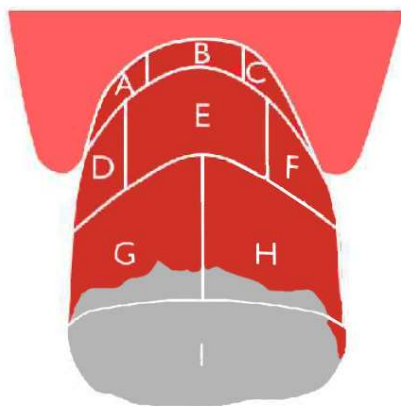
Untersuchungen fanden getrennt und ohne Absprache statt, um eine möglichst große Objektivität zu erreichen. Um die Vergleichbarkeit der Betrachtung zu gewährleisten fand die Betrachtung je an einem einzigen Arbeitsplatz statt, wobei hier eine weitere Kalibrierung notwendig war, da beide Untersucher unterschiedliche Monitore und Notebooks verwendeten. Kalibriert wurde hier über vergleichende Kontrast und Farbeinstellungen der Notebookmonitore um eine gleiche Bilddarstellung trotz unterschiedlicher Geräte zu gewährleisten. Die jeweils zweiten Monitore wurden nicht zur Bildbetrachtung sondern zur Auswertung benutzt, weswegen hier keine Kalibrierung notwendig war.

Nach dieser Vergleichsuntersuchung erfolgte die statistische Auswertung beider Untersuchungsergebnisse durch einen externen Statistiker.

Anschließend erfolgte die Analyse und Auswertung der Daten und die Darstellung der Ergebnisse.

3.3 Modellbeispiel für den Frontzahnbereich

In der vorliegenden Arbeit wird zur Auswertung der Daten sowohl die alte Planimetrie als auch eine neu erarbeitete Modifikation der Planimetrie verwendet. Dies soll im folgenden anhand von Beispielen deutlich gemacht werden.

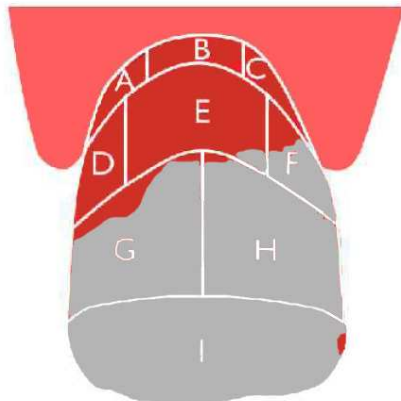


Nach alter Planimetrie			Nach modifizierter Planimetrie		
1	1	1	2	2	2
1	1	1	2	2	2
	1	1		2	2
		1			1
Summe: 9			Summe: 17		
(maximal möglicher Wert: 9)			(maximal möglicher Wert: 18)		

Abb. 7: Schematische Darstellung des Plaquebefalls in der Feldeinteilung nach Rustogi et al. (1992) vor einer Reinigung

Vor der Reinigung findet man in allen zu untersuchenden Feldern Plaque vor. Dies bedeutet nach alter Planimetrie, dass in jedem Areal eine Ja-Entscheidung getroffen wird und somit die Maximalsumme von 9 erreicht wird. Nach der modifizierten Planimetrie liegt in allen Feldern außer Feld I viel Plaque vor (also mehr als 50%). Viel Plaque bedeutet nun Grad 2, Feld I

wird mit Grad 1 (weniger als 50% Plaque) bewertet, was dann in der Summe 17 (maximal möglicher Wert: 18) ergibt.



Nach alter Planimetrie			Nach modifizierter Planimetrie		
1	1	1	2	2	2
1	1	1	2	2	1
	1	1		1	1
		1			1
Summe: 9 (maximal möglicher Wert: 9)			Summe: 14 (maximal möglicher Wert: 18)		

Abb. 8: Schematische Darstellung des Plaquebefalls in der Feldeinteilung nach Rustogi et al. (1992) nach einer Reinigung

Nach der Reinigung befindet sich immer noch in jedem Feld Plaque. Obwohl eine offensichtliche Reinigungswirkung stattgefunden hat taucht diese in der alten Planimetrie nicht auf. Da in jedem Feld Plaque vorkommt ergibt sich immer noch der Maximalwert von 9. Die modifizierte Planimetrie bewertet nun Feld I, H, G und F mit Grad 1, alle anderen mit Grad 2, was jetzt einen Wert von 14 ergibt und somit die offenbar vorhandene Reinigung im Vergleich zu vorher darstellt.

3.4 Modellbeispiel für den Seitenzahnbereich

Der modifizierte Navy-Plaque-Index wurde bisher hauptsächlich nur im Frontzahnbereich verwendet, da hier die Sichtverhältnisse gut sind und die anatomischen Gegebenheiten klar abgegrenzt werden können. Die dieser Arbeit zu Grunde liegende Studie erweitert den Index auf den Prämolaren- und Molarenbereich. Im Molarenbereich besonders an den linguale Flächen ist es schwer die benötigten anatomischen Bezugspunkte anzuwenden, da hier oft kein Zahnäquator sichtbar bzw. vorhanden ist. So werden in diesen Bereichen als anatomische Bezugspunkte der gingivale Sulcus, der proximale Kontaktpunkt und die vertikale Mittellinie verwendet. Der Zahnäquator wird gedanklich simuliert, indem der Zahn in seiner Länge etwa halbiert und die Äquatorlinie parallel nach koronal zur untersten durch den gingivalen Sulcus (Linie über den Feldern A, B, C) definierten Linie gedacht wird.

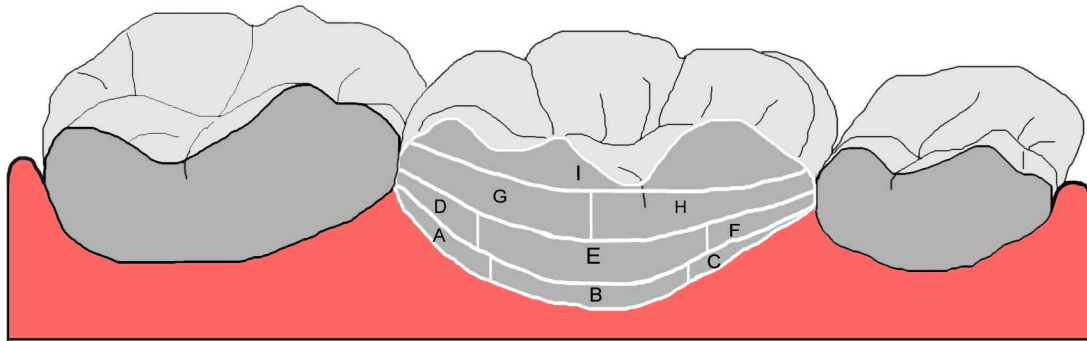
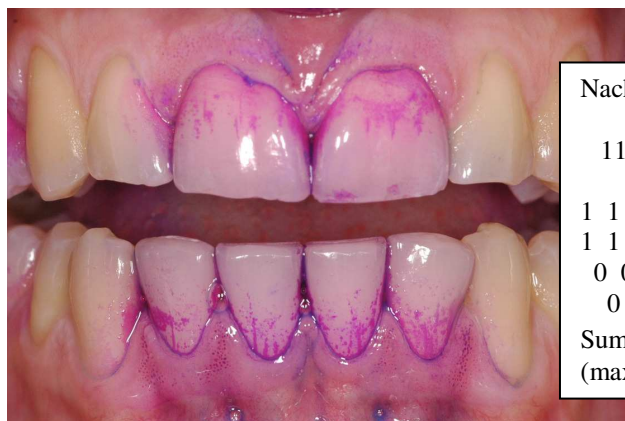


Abb. 9: Schematische Darstellung der Feldeinteilung nach Rustogi et al. (1992) für die Verwendung des Navy-Plaque-Index (1995) im Molarenbereich

3.5 Klinisches Beispiel für den Frontzahnbereich

Das klinische Beispiel zeigt die Darstellung der alten sowie der modifizierten Planimetrie anhand einer Studie und Dokumentation, die im Rahmen einer klinischen Untersuchung zur Reinigungseffizienz von Polyurethanschaum in der Anwendung als Mundpflegeprodukt erhoben wurde [Internal OREMD Report, 2009]. Erhoben werden die Werte/Grade an den Zähnen 11 und 31.



Nach alter Planimetrie:		Nach modifizierter Planimetrie	
11	31	11	31
1 1 1	1 1 1	2 1 1	2 2 2
1 1 1	1 1 1	1 2 2	2 2 2
0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	0	0
Summe: 6+6= 12 (maximal möglicher Wert: 18)		Summe: 9+12= 21 (maximal möglicher Wert:36)	

Abb. 10: Intraorale Aufnahme der Plaquebesiedlung der Frontzähne im Ober- und Unterkiefer vor der Anwendung eines Kauschaums als Reinigungsprodukt

Vor der Reinigung werden die Werte nach der alten Planimetrie erhoben, was an jedem Zahn jeweils 6 und insgesamt eine Summe von 12 ergibt (der maximal mögliche Wert liegt hier bei 18). Nach modifizierter Planimetrie werden einige Areale mit Grad 2 bewertet, andere mit Grad 1, Areale ohne Plaque werden, wie auch nach alter Planimetrie mit Grad 0 beschrieben,

was in der Summe für beide Zähne zusammen einen Wert von 21 ergibt (der maximal mögliche Wert liegt bei 36).

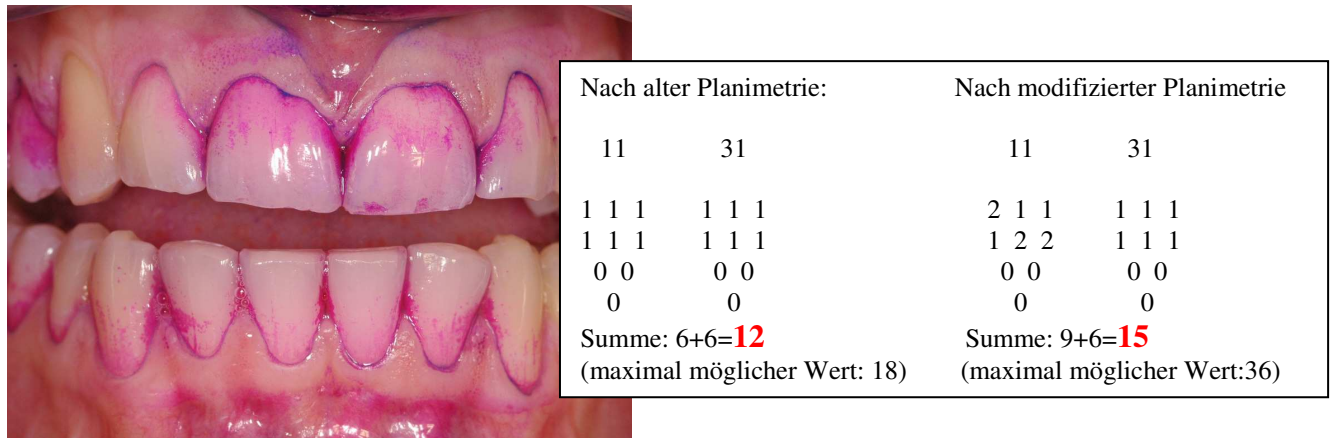


Abb. 11: *Intraorale Aufnahme der Plaquebesiedlung der Frontzähne im Ober- und Unterkiefer nach der Anwendung eines Kauschaums als Reinigungsprodukt*

Nach der Reinigung zeigt sich wie bereits im Modellbeispiel eine sichtbare Reinigungswirkung, welche sich jedoch in der Auswertung nach alter Planimetrie nicht wieder findet (die Summe der Werte für beide Zähne ist immer noch 12). Nach neuer Planimetrie ergeben sich bei Zahn 11 keine Veränderungen der Werte. Zahn 31 wurde deutlich erkennbar gerade in den gingivanahen Bereichen gereinigt was sich dann auch in den Werten widerspiegelt. So sinkt der Wert nach neuer Planimetrie von 21 auf 15.

3.6 Klinisches Beispiel für den Seitenzahnbereich

Das folgende klinische Beispiel zeigt die Auswertung im Seitenzahnbereich. Erhoben werden die Werte am Zahn 16 (vestibulär). Im Seitenzahnbereich ist die Kalibrierung der Untersucher von besonderer Wichtigkeit, da hier das Schema nicht so wie im Frontzahnbereich benutzt werden kann. Die Schwierigkeit liegt hier darin, dass das ganze Raster etwas gestaucht ist, da die Anatomie der Seitenzähne vom Breiten-/Längenverhältnis anders ist, als bei den Frontzähnen. So ist die klinische Krone der Seitenzähne verhältnismäßig kürzer als die klinische Krone der Frontzähne.



Nach alter Planimetrie:	Nach modifizierter Planimetrie
16	16
1 1 1	2 2 2
1 1 1	2 2 2
1 1	2 2
1	1
Summe: 9	Summe: 17
maximal möglicher Wert: 9	maximal möglicher Wert: 18

Abb. 12: Intraorale Aufnahme der Plaquebesiedlung von Zahn 16 vor der Anwendung eines Kauschaums als Reinigungsprodukt

Vor der Reinigung zeigt sich, dass die Auswertung nach alter Planimetrie, obwohl nicht die gesamte Fläche mit Plaque bedeckt ist, den maximal Möglichen Wert von 9 erreicht. Die Auswertung nach neuer Planimetrie gewichtet nach „viel“ und „wenig“ Plaque und erreicht so den Wert von 17 obwohl hier ein Wert von maximal 18 möglich wäre.



Nach alter Planimetrie:	Nach modifizierter Planimetrie
16	16
1 1 1	2 2 2
1 1 1	2 1 2
1 1	1 1
1	1
Summe: 9	Summe: 14
maximal möglicher Wert: 9	maximal möglicher Wert: 18

Abb. 13: Intraorale Aufnahme der Plaquebesiedlung von Zahn 16 nach der Anwendung eines Kauschaums als Reinigungsprodukt

Nach der Reinigung würde die Auswertung nach alter Planimetrie immer noch die Aussage treffen, dass die Zahnfläche komplett mit Plaque belegt ist (9 von 9 Punkten), obwohl hier ein Reinigungserfolg sichtbar ist. Die Auswertung nach der modifizierten Planimetrie gewichtet jedoch den minimalen Reinigungserfolg und ergibt statt vorher 17 nur noch 14.

3.7 Statistischer Vergleich beider Verfahren anhand eines Beispiels

Im folgenden Abschnitt wird die Modifikation des alten planimetrischen Auswertungsverfahrens bezüglich der Auswirkung auf die Beurteilung des Reinigungserfolges des untersuchten Kauschaums bewertet. Ein Beispiel soll die unmittelbar zu beobachtenden Unterschiede zwischen den Verfahren zeigen, und ihre Auswirkungen auf die statistische Auswertung deutlich machen.

Verdeutlicht werden soll hier anhand der realen Datenlage die Bedeutung des Unterschiedes zwischen dem alten planimetrischen Verfahren und dem neu modifizierten Verfahren. Als Beispielwerte dienen hier die erhobenen Werte für den Zahn 11, im vestibulären Bereich, bei der Anwendung des U-förmigen Kauschaums in der Auswertung BR. Es werden beide verwendeten Verfahren für jedes einzelne Zahnfeld A bis I miteinander verglichen. Tabelle 2 zeigt bei welcher Anzahl der 16 untersuchten Probanden schon zu Beginn der Versuchsreihe Plaque feststellbar war. Eine zweite Spalte stellt dar, in wie vielen der Fälle das jeweils verwendete Verfahren eine Reinigungswirkung diagnostizieren konnte.

Tabelle 2: Vergleich beider Auswertungsverfahren für Zahn 11 vestibulär, Kauschaum mit U-Form als Mundhygieneprodukt, Auswerter BR

Zahnfeld	altes Verfahren		modifiziertes Verfahren	
	Anzahl Probanden mit Anfangsplaque	diagnostizierte Reinigungswirkung bei ... Probanden	Anzahl Probanden mit Anfangsplaque	diagnostizierte Reinigungswirkung bei ...Probanden
A	16	0	16	1
B	16	0	16	1
C	16	0	16	0
D	16	0	16	3
E	14	1	15	6
F	16	0	16	4
G	11	3	11	5
H	11	3	12	5
I	6	1	7	1

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 16.

Das alte Verfahren muss in einem Fall, in dem eine Reinigungswirkung erzielt werden konnte, das Feld jedoch noch nicht vollständig gesäubert, also frei von Plaque, ist, sowohl vor der Reinigung als auch danach die Bewertung „1“ geben. Die Bewertung bleibt also trotz

eventueller Reinigung unverändert. Das modifizierte Verfahren ist nun in der Lage eine Veränderung von „viel Plaque“ zu „wenig Plaque“ („2“ und „1“) darzustellen. Die Fälle, in denen die Anzahl der untersuchten Probanden, bei denen eine Reinigungswirkung diagnostiziert werden konnte, beim alten Verfahren geringer ausfällt als beim modifizierten, bilden eben die Situation ab, in der durch Anwendung des Kauschaums eine Reinigungsleistung erzielt werden konnte, diese aber nicht dazu führt, dass das betroffene Zahnfeld nunmehr vollständig frei von Plaque ist. Insbesondere an den Zahnfeldern D, E und F lässt sich ein gravierender Unterschied in der Bewertung feststellen. Die alte Auswertung ergibt hier, dass lediglich bei einem Probanden eine Reinigungswirkung beim Zahnfeld E erzielt werden konnte. Das modifizierte Verfahren hingegen weist je nach Zahnfeld zwischen 3 und 6 Probanden aus, deren Anfangsplaque auf den entsprechenden Zahnfeldern messbar reduziert wurde. Zu bedenken ist auch die Beobachtung, dass bei der modifizierten Auswertung in 3 Fällen (Zahnfeld E, H und I) jeweils ein Proband mit einer Anfangsbelastung an Plaque bewertet wurde, welcher mit dem alten Plaqueindex als frei von Plaque angesehen wurde. Als mögliche Deutung dieser Tatsache kommt in Frage, dass die Möglichkeit eine Kategorie „wenig Plaque“ zu wählen möglicherweise dazu führt, dass ein Zahnfeld weniger oft als völlig frei von Plaque bewertet wird als in dem Fall wo nur zwischen „ja“ und „nein“ (also „1“ und „0“) entschieden wird.

4 Statistische Auswertung

Bei den nach der Auswertung beider Untersucher vorliegenden Daten handelt es sich um Messwiederholungen derselben Datenlage, wobei sich auch die Auswertung beider Auswerter auf dieselbe Stichprobe bezieht. Folglich beeinflusste die Varianz der Messwertreihe eines Analysierenden die Varianz der anderen Stichprobe und umgekehrt. Aus diesem Grund konnte zur Beurteilung der Unterschiede zwischen den Auswertern die Differenz verwendet werden. Sie ergab sich aus dem Vergleich beider Analysierender bei derselben Datenlage und wurde durch einen Signifikanztest, der untersucht, ob die Differenz im Mittel von Null verschieden ist, geprüft. Beim alten planimetrischen Verfahren waren die Stichproben sinnvoll als Intervalldaten interpretierbar und konnten also mithilfe eines Standard-t-Tests untersucht werden. Das Ergebnis dieses Tests beantwortet die Frage, ob bei den Zähnen bzw. Zahnfeldern eine signifikante Abweichung der Differenz aus beiden Auswertern vom Mittelwert Null vorliegt. Da der Unterschied zwischen den analysierenden Personen sowohl einen positiven als auch einen negativen Wert annahm, mussten zweiseitige Tests angewendet werden. Die Nullhypothese eines Mittelwertes von Null musste gegen beide Alternativen getestet werden. Bei der Interpretation der kritischen Werte musste dies berücksichtigt werden. Wegen des geringen Stichprobenumfangs mussten die Testergebnisse zur Bestimmung der Zufallswahrscheinlichkeit mit den entsprechenden Werten der t-Verteilung abgeglichen werden, da für $n > 30$ anzunehmen war, dass die Stichprobenmittelwerte einer Normalverteilung folgten. Allerdings erfüllten die untersuchten Daten wegen ihres spezifischen Charakters in einigen Fällen nicht die Grundvoraussetzung einer Normalverteilung. Obwohl der t-Test auch bei verbundenen Stichproben relativ robust auf eine Verletzung dieser Voraussetzung reagiert, wurden die Zeitreihen parallel einem Vorzeichen-Rangtest nach *Wilcoxon* unterzogen. Es handelt sich hierbei um einen verteilungsfreien Test, der lediglich eine Ordinalskalierung der untersuchten Daten voraussetzt. Durch den *Wilcoxon*-Test wurde überprüft, ob eine signifikante Abweichung der Differenz zwischen den Auswertern vom Mittelwert Null vorlag. In der vorliegenden Arbeit wurde erst dann von einem nicht insignifikanten Ergebnis gesprochen, wenn sowohl t-Test als auch *Wilcoxon*-Test eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 Prozent für den Ausschluss der Nullhypothese ausweisen.

Des Weiteren erfolgte in der vorliegenden Arbeit eine Analyse der Unterschiede zwischen den beiden Auswertern. Dies umfasst sowohl eine deskriptive Analyse der gefundenen Unterschiede als auch statistische Tests hinsichtlich ihrer Signifikanz. Diese Untersuchung

erfolgte sowohl mittels des alten planimetrischen Verfahrens als auch mittels der modifizierten Planimetrie.

Abschließend sollte die Modifikation des üblicherweise verwendeten planimetrischen Verfahrens dahingehend untersucht werden, ob sich die Aussagen zur Vorteilhaftigkeit eines bestimmten Reinigungsproduktes unter Verwendung des modifizierten Index verbessern lassen.

Für die Verarbeitung der Daten und die Tests wurden die Programme Microsoft Excel und EViews verwendet.

5 Ergebnisse

5.1 Unterschiede zwischen den Auswertern bei Verwendung des alten planimetrischen Verfahrens

Den Auswertern (BR und ST) lagen dieselben Fotos der zu untersuchenden Zähne vor und nach der Anwendung des jeweiligen Kauschaums (Form Q bzw. Form U) vor. Im folgendem wird untersucht, ob sich die Auswertungen in signifikantem Maße voneinander unterscheiden und damit überprüft, ob der Originalindex in modifizierter Form (ohne Schablone) ohne weiteres anwendbar ist.

Um zu untersuchen, ob sich die Differenz zwischen BR und ST signifikant von Null unterscheidet wurde für jeden untersuchten Zahn für die 9 Zahnfelder (für jeden Probanden) ein Mittelwert der erhobenen Daten gebildet. Es folgte die Differenzbildung dieser Mittelwerte zwischen BR und ST, welche nun zeigt, um wie viele nicht vollständig gereinigte Zahnfelder sich BR und ST bei dem jeweiligen Zahn unterscheiden. Die untenstehenden Tabellen 3 und 4 nennen diese Werte und zeigen gleichzeitig das Ergebnis eines Tests auf Signifikanz:¹

¹ Der *Wilcoxon*-Test führt bei den Tabellen 3 und 4 in allen Fällen zu einer identischen Bewertung hinsichtlich des Signifikanzniveaus der getesteten Differenzen. Die Ergebnisse werden aus diesem Grund in den Tabellen nicht gesondert erwähnt.

Tabelle 3: Signifikanztests für die Differenzen zwischen den beiden Auswertern– Form Q

	Pre		Post	
vestibulär	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)
11	-0,38	0,0825(*)	0,06	0,7737
16	0,38	0,0544	0,38	0,0285(**)
25	0,25	0,2162	0,69	0,0289(**)
31	0,06	0,5805	0,13	0,3332
36	0,81	0,0014(***)	0,44	0,0483(**)
45	0,13	0,5445	0,19	0,3332

	Pre		Post	
Lingual	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)
11	0,69	0,0109(**)	0,94	0,0005(***)
16	0,13	0,5805	0,25	0,2162
25	0,06	0,7505	0,06	0,7737
31	0,31	0,0962(*)	0,44	0,2192
36	0,56	0,0074(***)	0,50	0,0152(**)
45	-0,31	0,0962(*)	-0,38	0,0544(*)

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 16. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Differenz (Auswerter A – Auswerter B) = 0“ gegen die Alternativhypothese „Differenz ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte t-verteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***) : die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5%.

Tabelle 3 zeigt die Mittelwertdifferenz zwischen den Auswertern BR und ST, d.h. um wie viele nicht vollständig gereinigte Zahnfelder sich BR und ST unterscheiden und gleichzeitig das Ergebnis eines Tests auf Signifikanz. Der Stichprobenumfang beträgt n=16. Fettgedruckt sind in der Tabelle die Werte, welche Abweichungen zeigen, die nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% sind. So ergeben sich vor (pre) der Reinigung signifikante Unterschiede vestibulär von Zahn 36 und lingual bei den Zähnen 11 und 36. Nach (post) der Reinigung finden sich vestibulär bei den Zähnen 16, 25 und 36 sowie lingual bei den Zähnen 11 und 36 signifikante Unterschiede zwischen BR und ST. Diese Unterschiede fallen immer positiv aus, was bedeutet, dass Auswerter BR durchschnittlich mehr Zahnfelder lokalisiert, die nicht vollständig gereinigt sind als Auswerter ST.

Tabelle 4: Signifikanztests für die Differenzen zwischen den beiden Auswertern– Form U

	Pre		Post	
vestibulär	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)
11	0,25	0,1038	0,38	0,0825(*)
16	0,69	0,0000(***)	0,94	0,0005(***)
25	0,38	0,0090(***)	0,25	0,0410(**)
31	0,06	0,7183	0,19	0,2702
36	0,06	0,6692	0,25	0,1639
45	0,50	0,0064(***)	0,25	0,0410(**)

	Pre		Post	
Lingual	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)
11	0,00	1,0000	0,44	0,1304
16	-0,25	0,1038	-0,44	0,0140(**)
25	-0,25	0,2162	-0,19	0,1881
31	0,31	0,2064	0,25	0,2162
36	0,19	0,3332	-0,13	0,4973
45	0,13	0,4320	0,00	1,0000

Erläuterungen: siehe Tabelle 3.

Tabelle 4 zeigt wie auch Tabelle 3 die Mittelwert-Differenz zwischen den Auswertern BR und ST, d.h. um wie viele nicht vollständig gereinigte Zahnfelder sich BR und ST unterscheiden, und gleichzeitig das Ergebnis eines Tests auf Signifikanz. Der Stichprobenumfang beträgt auch hier n=16. Fettgedruckt sind in der Tabelle die Werte, welche Abweichungen zeigen, die nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% sind. So ergeben sich vor (pre) der Reinigung signifikante Unterschiede vestibulär von Zahn 16, 25 und 45. Nach (post) der Reinigung finden sich vestibulär bei den Zähnen 16, 25 und 45 sowie lingual am Zahn 16 signifikante Unterschiede zwischen BR und ST. Diese Unterschiede fallen auch hier bis auf einen Fall (lingual Zahn 16 nach der Reinigung) positiv aus, was bedeutet, dass Auswerter BR durchschnittlich mehr Zahnfelder lokalisierte, die nicht vollständig gereinigt sind als Auswerter ST. Nach der Reinigung an Zahn 16 lokalisierte ST mehr Zahnfelder, welche nicht vollständig gereinigt waren.

Zusammenfassend zeigte sich, dass man einige signifikante Unterschiede zwischen den Auswertern fand. Bis auf eine Ausnahme waren diese Unterschiede immer positiv, was heißt, dass der Auswerter BR mehr Zahnfelder lokalisierte, die nicht vollständig von Plaque gereinigt waren als der Auswerter ST.

Um die Ergebnisse allgemeiner fassen zu können, wurde im nächsten Schritt nicht mehr nach den untersuchten Zähnen unterschieden. Es folgten so Datenreihen von 96 Beobachtungen (6 Zähne bei jeweils 16 Probanden), die daraufhin untersucht wurden, ob die Unterschiede zwischen den Auswertern für die Gesamtheit der Beobachtungen eine signifikante Rolle spielen.

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse:

Tabelle 5: Signifikanztests für die Differenzen zwischen den beiden Auswertern– Gesamtbetrachtung

Vestibulär	Mittelwert (Auswerter BR)	Mittelwert (Auswerter ST)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
Form Q, pre	7,38	7,17	0,21	0,0130**	0,0160**
Form Q, post	7,11	6,80	0,31	0,0003***	0,0004***
Form U, pre	7,66	7,33	0,32	0,0000***	0,0000***
Form U, post	7,36	6,99	0,37	0,0000***	0,0000***
lingual	Mittelwert (Auswerter BR)	Mittelwert (Auswerter ST)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
Form Q, pre	6,38	6,14	0,24	0,0065***	0,0071***
Form Q, post	6,16	5,85	0,30	0,0031***	0,0032***
Form U, pre	6,32	6,30	0,02	0,7790	0,7864
Form U, post	6,02	6,03	-0,01	0,8989	0,8372

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 96. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Differenz (Auswerter A – Auswerter B) = 0“ gegen die Alternativhypothese „Differenz ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte z-verteilt). *Wilcoxon*: *Wilcoxon*-Test des Medians (kritische Werte approximativ normalverteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***) : die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5%.

Tabelle 5 zeigt einen Signifikanztest für die Differenz zwischen den beiden Auswertern in der Gesamtbetrachtung für die Kauschaumform Q und die Kauschaumform U je vor und nach der Reinigung vestibulär und lingual. Stichprobenumfang ist n=96. Fettgedruckt sind die

Differenzen, deren Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% ist. Ergebnis dieser Untersuchung ist nun, dass über alle Zähne hinweg betrachtet die Differenzen (welche in den signifikanten Fällen immer positiv sind) zwischen BR und ST im vestibulären Bereich in jedem Fall und im lingualen Bereich bei der Q-Form signifikant sind, und dass sich bei der U-Form im lingualen Bereich keine signifikanten Unterschiede finden.

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die gemessenen Differenzen zwischen den Auswerter BR und ST für den vestibulären und den lingualen Bereich.

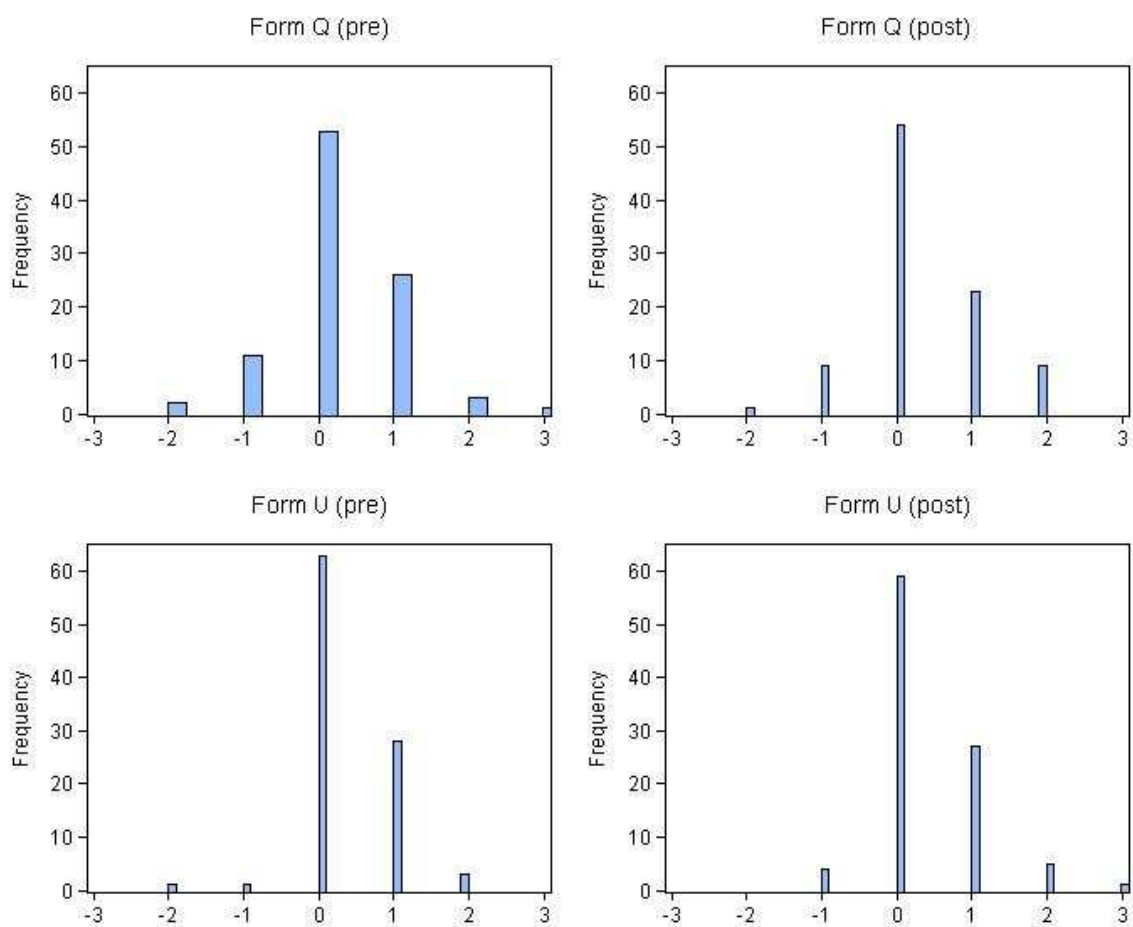


Abbildung 14: *Differenzen der zugeordneten Indexwerte zwischen den Auswertern – vestibulärer Bereich*

Erläuterungen: Abszisse: Differenz zwischen Auswerter BR und Auswerter ST. Ordinate: Anzahl der Abweichungen. Stichprobenumfang: n=96 (6 Zähne, 16 Probanden).

Abbildung 14 stellt die Differenz zwischen den Auswertern BR und ST im vestibulären Bereich im Histogramm. Es zeigt sich eine Verschiebung des Mittelwertes der Abweichung in den positiven Bereich. Das Muster scheint vor und nach der Reinigung ähnlich zu sein.

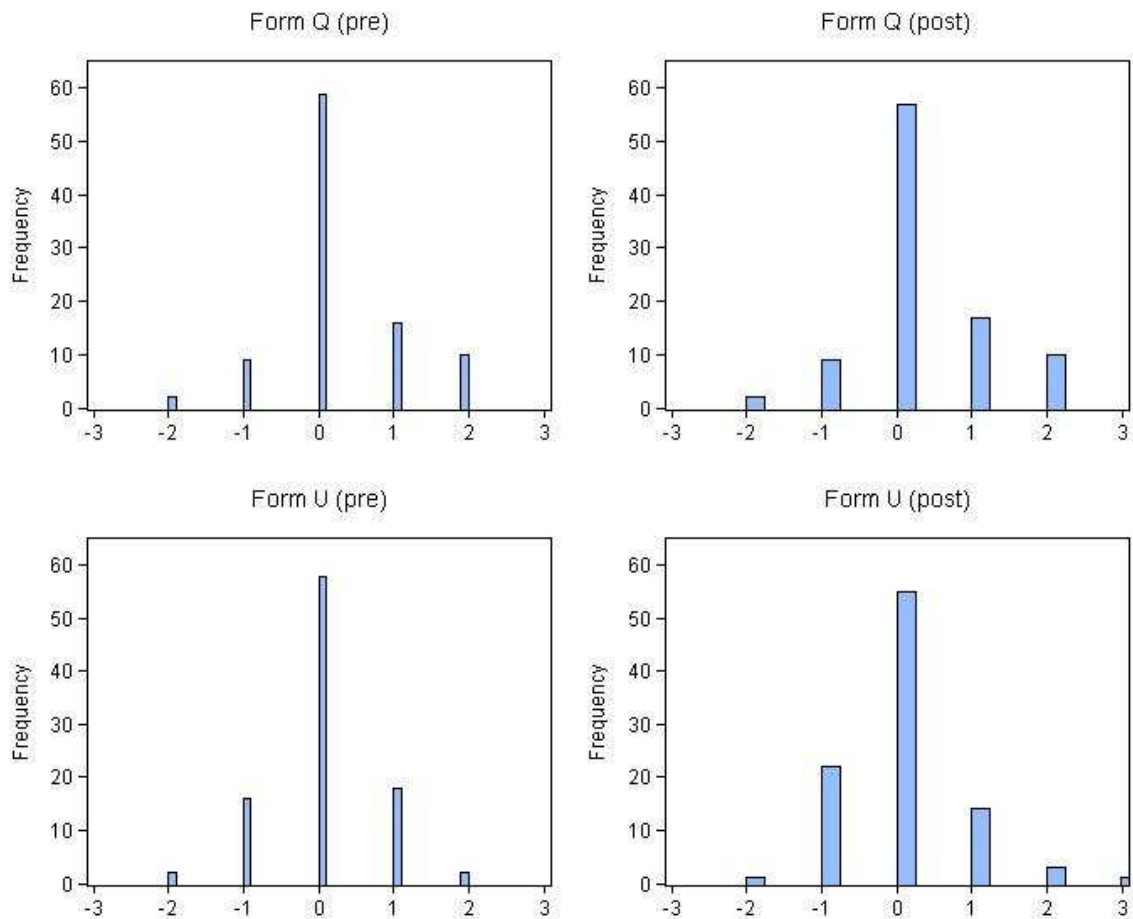


Abbildung 15: *Differenzen der zugeordneten Indexwerte zwischen den Auswertern – lingualer Bereich*

Erläuterungen: Abszisse: Differenz zwischen Auswerter BR und Auswerter ST. Ordinate: Anzahl der Abweichungen. Stichprobenumfang: n=96 (6 Zähne, 16 Probanden).

Auch Abbildung 15 zeigt die Differenz zwischen den Auswertern BR und ST jedoch im lingualen Bereich im Histogramm. Auch hier findet sich eine Verschiebung des Mittelwertes der Abweichung in den positiven Bereich. Wieder ist eine Ähnlichkeit der Muster vor und nach der Reinigung zu erkennen jedoch nicht so deutlich wie im vestibulären Bereich.

Es zeigt sich also in beiden Abbildungen eine Verschiebung des Mittelwertes der Abweichungen in den positiven Wertebereich, wobei das Muster der Abweichungen vor und nach der jeweiligen Anwendung des Kauschaums ähnlich zu sein scheint. Folglich müssten

sich die Abweichungen zwischen den Auswertern bei der Betrachtung des Reinigungserfolges aufheben, da dieser aus der Differenz des Zustandes vor und nach der Anwendung des Kauschaums ermittelt wird. Diese Hypothese wird mittels der in Tabelle 6 dokumentierten Tests überprüft.

Tabelle 6: Signifikanztests für die Differenzen zwischen den beiden Auswertern– Gesamtbetrachtung des Reinigungserfolges

vestibulär	Mittelwert (Auswerter BR)	Mittelwert (Auswerter ST)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
Form Q	0,26	0,36	-0,10	0,1234	0,0855*
Form U	0,29	0,34	-0,05	0,4262	0,4902
lingual	Mittelwert (Auswerter BR)	Mittelwert (Auswerter ST)	Mittelwert Differenz	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
Form Q	0,22	0,28	-0,06	0,2756	0,3262
Form U	0,30	0,27	0,03	0,6244	0,6739

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 96. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Differenz (Reinigungserfolg Auswerter A – Reinigungserfolg Auswerter B) = 0“ gegen die Alternativhypothese „Differenz ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte z-verteilt). *Wilcoxon*: *Wilcoxon*-Test des Medians (kritische Werte approximativ normalverteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***): die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5%.

Die Tabelle 6 zeigt den Signifikanztest für die Differenzen zwischen beiden Auswertern in der Gesamtbetrachtung des Reinigungserfolges. Der Stichprobenumfang beträgt n=96. Fettgedruckt wären Abweichungen, welche nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% sind. Deutlich erkennt man, dass die Unterschiede zwischen den Auswertern hinsichtlich des Reinigungserfolges Werte annehmen, die bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% nicht signifikant von Null verschieden sind. Hinsichtlich des Reinigungserfolges kommen also beide Auswerter zu den gleichen statistischen Ergebnissen, was bestätigt, dass der vereinfachte modifizierte Navy-Plaque-Index, also ohne Schablone und standardisierte Fotos, für das Ermitteln des Reinigungserfolges einer Mundhygienemaßnahme sehr gut genutzt werden kann, da er trotz eigentlich scheinbar unterschiedlicher Ergebnissen zwischen zwei Untersuchern zu reproduzierbaren Daten hinsichtlich der Reinigung führt.

5.2 Vergleich der beiden Verfahren

Um einen Vergleich der beiden Datenreihen hinsichtlich der Darstellung einer Reinigungswirkung durchzuführen, müssen diese zunächst miteinander kompatibel gemacht werden. Nach dem alten Verfahren ist eine Reinigung eingetreten, wenn der Wert von „1“ einen Wert von „0“ annimmt. Beim modifizierten Auswertungsverfahren ist eine Reinigung zu diagnostizieren, wenn der Wert „2“ auf „1“ oder „0“ und wenn der Wert „1“ auf „0“ sinkt. Um diese Daten nun statistisch sinnvoll interpretierbar zu machen werden die Daten des modifizierten Verfahrens angeglichen. Es wird eine Tabelle erstellt in der nur der Reinigungserfolg pro Zahnfeld und Proband sichtbar ist. So bedeutet eine „1“ eine vorhandene Reinigungswirkung (unbedeutend um wie viele Werte) und eine „0“ ein Ausbleiben einer Reinigung. Diese erzeugten Datenreihen sind in ihrer inhaltlichen Bedeutung sowie der statistischen Verwendbarkeit vollständig mit den Daten des alten planimetrischen Verfahrens kompatibel.

In den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 sind die durchschnittlichen diagnostizierten Reinigungswirkungen für beide Verfahren nach der Auswertungsreihe von Auswerter BR festgehalten.²

² Ein Mittelwert der Reinigungswirkung von 0,44 bedeutet z.B., dass es bei den Zahnfeldern des untersuchten Zahnes im Mittel bei jedem Probanden zu einer positiven Reinigungswirkung im Umfang von 0,44 Zahnfeldern kam.

Tabelle 7: Signifikanztests für die Reinigungswirkung des Kauschaums– Form Q

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
vestibulär	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	0,44	0,0686(*)	0,0975(*)	0,13	0,1639	0,3458
16	0,19	0,0825(*)	0,1489	0,75	0,0176(**)	0,0345(**)
25	0,13	0,1639	0,3458	0,56	0,1077	0,0975(*)
31	0,00	1,0000	---	0,50	0,0271(**)	0,0533(*)
36	0,19	0,0825(*)	0,1489	0,31	0,1359	0,1736
45	0,06	0,3332	1,0000	0,38	0,0090(***)	0,0197(**)

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
lingual	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	0,44	0,0483(**)	0,0477(**)	0,56	0,0575(*)	0,0545(*)
16	0,38	0,0090(***)	0,0197(**)	0,44	0,0140(**)	0,0263(**)
25	0,25	0,1038	0,1736	0,56	0,0339(**)	0,0568(*)
31	0,00	1,0000	---	0,38	0,1108	0,1814
36	0,19	0,0825(*)	0,1489	0,19	0,0825(*)	0,1489
45	0,06	0,3332	1,0000	0,25	0,1639	0,3458

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 16. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Reinigungswirkung = 0“ gegen die Alternativhypothese „Reinigungswirkung ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte t-verteilt). Wilcoxon: Wilcoxon-Test des Medians (kritische Werte approximativ normalverteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***): die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% in beiden verwendeten Tests.

Tabelle 7 zeigt einen Signifikanztest für die Reinigungswirkung des Kauschaums der Form Q nach alter und nach neuer Planimetrie. Der Stichprobenumfang beträgt n=16. Es wird deutlich, dass im vestibulären Bereich mit dem modifizierten Auswertungsverfahren durchschnittlich eine deutlich höhere, bei den Zähnen 16 und 45 vestibulär sowie beim Zahn 16 lingual auch signifikant von Null verschiedene, Reinigungswirkung sichtbar wird.

Tabelle 8: Signifikanztests für die Reinigungswirkung des Kauschaums– Form U

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
vestibulär	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	0,50	0,0271(**)	0,0533(*)	1,63	0,0017(***)	0,0055(***)
16	0,31	0,0962(*)	0,1736	0,88	0,0081(***)	0,0115(**)
25	0,19	0,0825(*)	0,1489	0,38	0,0285(**)	0,0477(**)
31	0,25	0,1639	0,3458	1,56	0,0062(***)	0,0088(***)
36	0,13	0,1639	0,3458	0,38	0,1108	0,1814
45	0,44	0,0686(*)	0,0975(*)	1,00	0,0035(***)	0,0080(***)

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
lingual	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Reinigungswirkung)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	0,38	0,1639	0,1736	0,38	0,1108	0,1814
16	0,25	0,1038	0,1736	0,25	0,1038	0,1736
25	0,25	0,1038	0,1736	0,31	0,2369	0,3711
31	0,38	0,0544(*)	0,0947(*)	0,31	0,1728	0,3711
36	0,44	0,0038(***)	0,0107(**)	0,13	0,3332	1,0000
45	0,25	0,0410(**)	0,0719(*)	0,50	0,0410(**)	0,0545(*)

Erläuterungen: siehe Tabelle 7.

Tabelle 8 zeigt einen Signifikanztest für die Reinigungswirkung des Kauschaums der Form U nach alter und nach neuer Planimetrie. Der Stichprobenumfang beträgt auch hier n=16. Im vestibulären Bereich mit dem modifizierten Auswertungsverfahren wird durchschnittlich eine deutlich höhere, bei allen Zähnen vestibulär bis auf Zahn 36 auch signifikant von Null verschiedene, Reinigungswirkung sichtbar. Lediglich Zahn 36 lingual zeigt nach alter Planimetrie eine signifikant von Null verschiedene Reinigungswirkung.

Durch diese Untersuchung wird deutlich, dass im vestibulären Bereich mit dem modifizierten Auswertungsverfahren eine deutlich höhere, in einigen Fällen auch signifikant von Null verschiedene, Reinigungswirkung sichtbar wird. Diese Reinigungswirkung fällt vor allem im vestibulären Bereich mit dem Kauschaum Form U auf. Die Unterschiede zwischen den Verfahren entstehen auf Grund der Abstufung des neu modifizierten Navy-Plaque-Index,

welcher auch wenn noch Plaque auf dem Zahnfeld vorhanden ist eine Reinigung darstellen kann. Der alte angewendete Index ist trotz eindeutiger Reinigung hierzu nicht in der Lage. Jedoch darf hier auch nicht unerwähnt bleiben, dass es bei dem neu modifizierten Index auch eine Kategoriegrenze gibt (<50% und >50%).

Es folgt die Untersuchung, ob es unter Verwendung des neu modifizierten Navy-Plaque-Index zu signifikanten Unterschieden bezüglich der Reinigungswirkung in Abhängigkeit von der Form des verwendeten Kauschaums kommt. Siehe Tabelle 9:

Tabelle 9: Signifikanztests für einen Vergleich der Formen Q und U

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
vestibulär	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	0,06	0,8596	0,8564	1,50	0,0038(***)	0,0060(***)
16	0,13	0,4973	0,5716	0,13	0,7874	0,8417
25	0,06	0,5805	0,7728	-0,19	0,4847	0,5898
31	0,25	0,1639	0,3458	1,06	0,0327(**)	0,0429(**)
36	-0,06	0,3332	1,0000	0,06	0,8353	0,8902
45	0,38	0,1108	0,1814	0,63	0,0457(**)	0,0528(*)

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
lingual	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	-0,06	0,8641	0,7143	-0,19	0,5940	0,6692
16	-0,13	0,5445	0,5877	-0,19	0,4564	0,4922
25	0,00	1,0000	0,9139	-0,25	0,5226	0,4428
31	0,38	0,0544(*)	0,0947(*)	-0,06	0,8545	1,0000
36	0,25	0,1038	0,1294	-0,06	0,7183	0,8501
45	0,19	0,1881	0,2330	0,25	0,4320	0,5483

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 16. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Differenz Reinigungswirkung (Form U- Form Q) = 0“ gegen die Alternativhypothese „Differenz ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte t-verteilt). *Wilcoxon*: *Wilcoxon*-Test des Medians (kritische Werte approximativ normalverteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***) die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% in beiden verwendeten Tests.

Tabelle 9 zeigt den Signifikanztest für einen Vergleich der Formen Q und U nach alter und nach neuer Planimetrie. Im lingualen Bereich zeigen sich auch unter Verwendung des modifizierten Index keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Reinigungswirkung der verschiedenförmigen Kauschäume. Im vestibulären Bereich in der Front (Zahn 11 und Zahn 31) hingegen bildet der neue Index eine signifikant bessere Reinigungswirkung ab, welche nach der Auswertung mit dem alten Index nicht auftaucht. Abschließend zeigt Tabelle 10 die Ergebnisse eines direkten Vergleiches zwischen den beiden verwendeten Verfahren.³

Tabelle 10: Signifikanztests für einen Vergleich vom alten und modifiziertem Verfahren – Form U

	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
vestibulär			
11	1,13	0,0090(***)	0,0114(**)
16	0,56	0,0339(***)	0,0403(**)
25	0,19	0,2702	0,3447
31	1,31	0,0112(**)	0,0083(***)
36	0,25	0,2162	0,2652
45	0,56	0,0235(**)	0,0364(**)

	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
lingual			
11	0,00	1,0000	0,8415
16	0,00	1,0000	0,8527
25	0,06	0,7183	0,8501
31	-0,06	0,8269	0,8918
36	-0,31	0,0555(*)	0,0726(*)
45	0,25	0,2997	0,3741

Erläuterungen: Stichprobenumfang n = 16. Zweiseitige Tests der Nullhypothese „Differenz (modifiziertes Verfahren – altes Verfahren) = 0“ gegen die Alternativhypothese „Differenz ungleich 0“. t-Test: Standard-t-Test des Mittelwertes (kritische Werte t-verteilt). *Wilcoxon*: *Wilcoxon*-Test des Medians (kritische Werte approximativ normalverteilt). prob(Test): p-Wert des ermittelten Testwertes. (*), (**) bzw. (***): die Nullhypothese eines Mittelwertes / Medians von Null kann zugunsten der Alternativhypothese eines Mittelwertes / Medians ungleich Null bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 10, 5 bzw. 1 % abgelehnt werden. **Differenz fettgedruckt:** Abweichung nicht insignifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% in beiden verwendeten Tests.

³ Es wurden bei dieser Analyse lediglich die Daten für die Form U verwendet, da bei der Form Q die Reinigungswirkung insgesamt extrem gering ist, und so eventuell vorhandene Unterschiede zwischen den Verfahren nicht sichtbar gemacht werden können.

Tabelle 10 zeigt den Signifikanztest für einen Vergleich vom alten und modifizierten Verfahren für die U-Form. Es wird auch hier sichtbar, dass im vestibulären Bereich (Zähne: 11, 16, 31 und 45) der neu modifizierte Navy-Plaque-Index zu einer deutlichen Verbesserung der Befundung führt. Für die lingualen Bereiche sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Hierzu muss aber noch bedacht werden, dass die Möglichkeit besteht, dass die der Arbeit zugrunde liegenden Mundhygieneprodukte im lingualen Bereich einfach eine schlechte bis gar keine Reinigungswirkung hatten. Nimmt man dies an, dann kann auch ein besseres Verfahren keine besseren Ergebnisse liefern. Aus diesem Grund könnte es durchaus sinnvoll sein das neu modifizierte planimetrische Verfahren in einer weiteren Studie für ein Produkt mit höherer Reinigungswirkung zu untersuchen.

5.3 Unterschiede zwischen den Auswertern bei Verwendung des modifizierten planimetrischen Verfahrens

Im folgenden Abschnitt wird untersucht und dargestellt welche Unterschiede es zwischen den beiden Auswertern BR und ST gibt. In den Tabellen 11 und 12 wird ein Vergleich der beiden Auswerter für die Datenreihe des würfelförmigen Kauschaums sowie des U-förmigen Kauschaums durchgeführt.

Tabelle 11: Signifikanztests für einen Vergleich der Auswerter BR und ST, Form Q

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
vestibulär	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	-0,44	0,0686(*)	0,0708(*)	-0,38	0,1108	0,1814
16	-0,13	0,1639	0,3458	0,56	0,0699(*)	0,0890(*)
25	-0,44	0,0038(***)	0,0107(**)	0,38	0,2320	0,2809
31	-0,06	0,3332	1,0000	0,13	0,5445	0,7103
36	-0,13	0,4320	0,4840	-0,07	0,5805	0,7728
45	-0,06	0,3332	1,0000	0,00	1,0000	na

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
lingual	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	-0,38	0,1639	0,1883	0,25	0,1639	0,2031
16	-0,13	0,4320	0,4840	-0,13	0,7275	0,9512
25	0,00	1,0000	na	0,38	0,2108	0,2718
31	-0,19	0,3332	1,0000	0,19	0,3828	0,4076
36	0,06	0,5805	0,7728	0,19	0,0825(*)	0,1489
45	0,00	1,0000	na	-0,06	0,6692	1,0000

Erläuterungen: vgl. Tabelle 10

Tabelle 11 zeigt den Signifikanztest für einen Vergleich der Auswerter BR und ST der Form Q nach altem und modifiziertem Verfahren. Bei dem Vergleich ergibt sich hinsichtlich des Reinigungserfolges bei der quadratischen Form kein nennenswerter signifikanter Unterschied zwischen beiden Auswertern. Lediglich bei Zahn 25 kann nach alter Planimetrie vestibulär ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Hier ist der von ST gemessene Reinigungserfolg höher, als der von BR (in der Tabelle fettgedruckt).

Tabelle 12: Signifikanztests für einen Vergleich der Auswerter BR und ST, Form U

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
vestibulär	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	-0,19	0,1881	0,2330	0,94	0,0108(**)	0,0167(**)
16	-0,25	0,2997	0,3741	0,57	0,0235(**)	0,0310(**)
25	0,13	0,1639	0,3458	0,13	0,4973	0,5716
31	-0,13	0,4973	0,5716	0,38	0,1639	0,1975
36	-0,13	0,3332	0,4237	0,13	0,4320	0,5862
45	0,25	0,1038	0,1736	0,69	0,0109(**)	0,0207(**)

	alte Planimetrie			modifiziertes Verfahren		
lingual	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	prob (Wilcoxon)
11	-0,44	0,0295(**)	0,0533(*)	0,06	0,5805	0,7728
16	0,13	0,1639	0,3458	0,13	0,3332	0,4237
25	-0,06	0,6692	0,7656	0,25	0,3624	0,5862
31	0,19	0,3828	0,4076	-0,13	0,4973	0,5716
36	0,38	0,0090(***)	0,0197(**)	-0,06	0,3332	1,0000
45	0,13	0,3332	0,4237	0,38	0,1639	0,1883

Erläuterungen: vgl. Tabelle 10. Für das modifizierte Verfahren, Form U ergibt sich auch bei Gesamtbetrachtung des lingualen Bereiches eine Differenz in Höhe von 0,49, die selbst bei einem Signifikanzniveau von 1 Prozent als nicht zufällig von Null verschieden betrachtet werden muss.

Tabelle 12 zeigt den Signifikanztest für einen Vergleich der Auswerter BR und ST der Form U nach altem und modifiziertem Verfahren. Bei diesem Vergleich der beiden Auswerter ergibt sich hingegen für den vestibulären Bereich ein deutlicher, signifikanter Unterschied (Zähne: 11, 16 und 45). Der von BR gemessene Reinigungserfolg ist bei 3 der 6 untersuchten Zähne nach modifiziertem Verfahren (sowie auch bei der Gesamtbetrachtung) signifikant höher als derjenige von ST. Dieses Ergebnis wirft nun die Frage auf, wie es zu diesen Unterschieden in der Betrachtung der Reinigungswirkung kommt, da es ja nur der vestibuläre Bereich der Form U war, bei dem überhaupt ein nennenswerter Reinigungserfolg des Schaums gemessen werden konnte.

Es stellt sich die Frage, was mögliche Gründe für die Abweichung in Vergleich zu den Ergebnissen bei der alten Planimetrie sein könnten. Es bleibt unklar, ob die Ursache der Abweichung in der erneuten Betrachtung desselben Bildes durch den Auswerter liegt oder

eben in der neuen Methode der Auswertung. Die Daten der neuen Planimetrie wurden in den Tabellen 13 und 14 zur vergleichbaren Auswertung in das alte Schema überführt und dann bei jedem Auswerter einzeln mit der alten Planimetrie verglichen. Die Pre-Daten des modifizierten Verfahrens wurden folglich in das 0/1-Schema der alten Planimetrie zurückgeführt. Dann wurde die Differenz aus der Bewertung der Daten im alten Verfahren und der Bewertung im modifizierten Fall gebildet. Diese Differenz wird einem t-Test unterzogen.

Tabelle 13: Signifikanztests für die Differenz der Bewertung der Pre-Daten bei altem und modifiziertem Verfahren – Auswerter ST

	Form Q			Form U		
vestibulär	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)		Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	
11	0,19	0,6175		-0,81	0,0014(***)	
16	-0,88	0,0000(***)		-0,81	0,0000(***)	
25	-0,06	0,0037(***)		-0,81	0,0006(***)	
31	-0,88	0,0006(***)		-0,63	0,0073(***)	
36	-0,63	0,0457(**)		-0,63	0,0002(***)	
45	-0,31	0,2895		-1,13	0,0001(***)	

	Form Q			Form U		
lingual	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)		Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	
11	-1,13	0,0020(***)		-0,69	0,0161(**)	
16	1,75	0,0011(***)		0,63	0,0962(*)	
25	0,75	0,0228(**)		-0,50	0,1347	
31	-0,81	0,0072(***)		-0,94	0,0005(***)	
36	-0,50	0,1038		-0,75	0,0032(***)	
45	-0,44	0,0895(*)		-0,69	0,0034(***)	

Erläuterungen: vgl. Tabelle 10

Tabelle 13 zeigt den Signifikanztest für die Differenz der Bewertung der Pre-Daten bei altem Verfahren und modifiziertem Verfahren von Auswerter ST für Form Q und Form U. Die Ergebnisse weichen bei Auswerter ST stark voneinander ab. Im zweiten Auswertungsdurchgang nach modifizierter Planimetrie bewertet ST dieselben Bilder im Schnitt mit fast einem „Plaque-behafteten“ Zahnfeld pro Zahn höher, als in der Auswertung

nach alter Planimetrie. Es handelt sich hier um Abweichungen von mehr als 10% (aber weniger als 15%).

Tabelle 14: Signifikanztests für die Differenz der Bewertung der Pre-Daten bei altem und modifiziertem Verfahren – Auswerter BR

	Form Q			Form U		
Vestibulär	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)		Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	
11	0,13	0,5805		-0,19	0,3332	
16	-0,31	0,0555(*)		-0,06	0,3332	
25	-0,31	0,1359		-0,38	0,0285(**)	
31	0,06	0,7737		0,13	0,3332	
36	0,13	0,4320		-0,31	0,0962(*)	
45	-0,13	0,3332		-0,25	0,1038	
	Form Q			Form U		
Lingual	Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)		Mittelwert (Differenz)	prob (t-Test)	
11	-0,25	0,1639		-0,31	0,0962(*)	
16	0,06	0,5805		-0,25	0,1639	
25	0,00	1,0000		-0,38	0,1380	
31	-0,19	0,0825(*)		0,00	1,0000	
36	-0,19	0,3332		0,00	1,0000	
45	-0,44	0,0295(**)		0,00	1,0000	

Erläuterungen: vgl. Tabelle 10.

Tabelle 14 zeigt den Signifikanztest für die Differenz der Bewertung der Pre-Daten bei altem Verfahren und modifizierten Verfahren von Auswerter BR für Form Q und Form U. Bei Auswerter BR gibt es weitestgehend nur insignifikante Unterschiede zwischen der alten und der neuen Planimetrie (bis auf Zahn 25 Form U vestibulär und Zahn 45 Form Q lingual).

Bei der Auswertung der Tabellen stellt sich zusammenfassend also folgendes heraus: Während es bei Auswerter BR nur insignifikante Unterschiede gibt, weichen die Ergebnisse von Auswerter ST stark voneinander ab. Im zweiten Auswertungsdurchgang nach neu modifizierter Planimetrie bewertete ST dieselben Bilder im Schnitt mit fast einem „Plaquel-behafteten“ Zahnfeld pro Zahn höher, als in der Auswertung nach alter Planimetrie. Es handelt sich hier um Abweichungen von mehr als 10% (aber weniger als 15%).

5.4 Zusammenfassendes Ergebnis

Die Auswertung der vorliegenden Daten kommt mittels altem planimetrischen Verfahren zu den folgenden Ergebnissen: Es gibt signifikante Unterschiede in den Zuordnungen der beiden Auswerter. Diese Unterschiede sind bei Form Q in allen Fällen und bei Form U im vestibulären Bereich signifikant positiv. Die Abweichungen der Auswerter voneinander unterliegen einer festen Systematik. Bei der Beurteilung des Reinigungserfolges heben sich die Abweichungen deshalb auf. Beide Auswerter unterscheiden sich hinsichtlich des Reinigungserfolges statistisch nicht voneinander (Signifikanzniveau 5 %).

Ein Vergleich zwischen altem planimetrischen Verfahren und modifiziertem Verfahren bei Auswerter BR zeigt: Eine in der Realität durch die Verwendung eines Kauschaums vorhandene Reinigungswirkung kann von dem alten Verfahren nur dann adäquat abgebildet werden, wenn das entsprechende Zahnfeld nach der Reinigung vollkommen frei von Plaque ist. Das modifizierte Verfahren mildert diese Problematik deutlich ab, ist aber ebenfalls anfällig für diesen Mangel, da es auch Kategoriegrenzen setzt. Die Verwendung des modifizierten Verfahrens macht deutlich, dass die Reinigungswirkung bei der Form U im vestibulären Bereich durch das alte planimetrische Verfahren in statistisch signifikantem Maße unterschätzt wird. Für den lingualen Bereich zeigen sich keine Unterschiede. Das modifizierte Verfahren belegt, dass im Vergleich zum alten Verfahren eine signifikante Reinigungswirkung vorliegt, und dass die Form U im vestibulären Bereich der Frontzähne signifikant besser reinigt als die Form Q.

Die Auswertung der Daten kommt mittels modifiziertem planimetrischen Verfahren zu folgenden Ergebnissen: Beim Vergleich der beiden Auswerter BR und ST ergibt sich hinsichtlich des Reinigungserfolges bei der quadratischen Form kein nennenswerter signifikanter Unterschied zwischen beiden Auswertern. Bei der U-Form hingegen ergibt sich für den vestibulären Bereich ein deutlicher, signifikanter Unterschied. Der von BR gemessene Reinigungserfolg ist bei einzelnen Zähnen sowie bei der Gesamtbetrachtung signifikant höher als derjenige von ST. Zur vergleichbaren Auswertung wurden die Daten in das alte Schema überführt, um dann die Differenz untersuchen zu können. Während es bei BR nur insignifikante Unterschiede gibt, weichen die Ergebnisse von ST stark voneinander ab. Im zweiten Auswertungsdurchgang nach neu modifizierter Planimetrie bewertet ST dieselben Bilder im Schnitt höher, als in der Auswertung nach alter Planimetrie. Es handelt sich hier um Abweichungen von mehr als 10%. In der weiteren Diskussion stellt sich nun die Frage, wie und warum es zu solchen Abweichungen kommen kann, insbesondere da sie bei Auswerter BR nicht auftauchen.

6 Diskussion

Im Folgenden werden in der Diskussion eine Darstellung des Navy-Plaque-Index und dessen neuer Modifikation vorgenommen. Die Schwierigkeiten und Besonderheiten der Kalibrierung der Auswerter sowie die Problematik der statistischen Auswertung für zwei verschiedene Auswertungssysteme werden diskutiert, und ein Vergleich beider Indizes findet statt. Es folgt die Beantwortung der Fragestellung des unterschiedlichen Reinigungserfolges bezüglich der Form des verwendeten Kauschaums. Abschließend werden mögliche Einsatzgebiete und deren Sinnhaftigkeit diskutiert.

Der Navy-Plaque-Index

Das Entfernen der Plaque von der Zahnoberfläche nimmt eine Schlüsselrolle in der Mundgesundheit des Menschen ein. Aus diesem Grund werden immer wieder Studien zur Reinigungswirkung der verschiedensten Mundhygieneprodukte, allen voran die Zahnbürste, durchgeführt. So wurden über Plaque- und Gingivitis-Indizes z.B. Elektro- und Handzahnbürsten verglichen. Unter Verwendung des QHI [Turesky *et al.*, 1970] und des Gingiva-Index nach Loe und Silness (1963) wurde eine Überlegenheit der rotierend oszillierenden elektrischen Zahnbürste gegenüber einer Handzahnbürste in Bezug auf Plaque-Entfernung und Gingivitis dargestellt [Robinson *et al.*, 2005]. Vergleicht man in der Literatur nun den QHI mit dem Navy-Plaque-Index, gibt es einerseits Studien, welche eine hohe Korrelation zwischen den beiden Indizes darstellten [Cugini *et al.*, 2006; Matthijs *et al.*, 2001], und andererseits Arbeiten, die eine mäßig hohe Korrelation zeigten [Biesbrock *et al.*, 2008]. Zudem stellten sich verschiedene Auffassungen bezüglich der Reproduzierbarkeit zwischen unterschiedlichen Auswertern dar [Robinson und Stone, 1979]. Diese differierenden Auffassungen des Navy-Plaque-Index liegen wohl an seiner relativ komplizierten, jedoch dadurch auch sehr sensiblen Auswertung. Eine Arbeit von Quirynen *et al.* von 1991 untersuchte verschiedene Indizes, darunter auch den Navy-Plaque-Index, auf Vergleichbarkeit und Unterschiede. So wurde die Plaque-Bildung innerhalb von 96 Stunden unter Verwendung von unterschiedlichen Indizes grafisch dargestellt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die Plaque-Bildungskurve mit dem Gingivarand-Index nach Harrap (1974) einen sigmoiden Verlauf, mit dem QHI einen linearen Verlauf und mit dem Navy-Plaque-Index einen exponentiellen Verlauf nahm. So stellte der Navy-Plaque-Index das Wachstum der Plaque, sprich einer Bakterienpopulation, am realistischsten dar. Zusätzlich war er objektiver als

andere Indizes und gut reproduzierbar, jedoch auch aufwändig und schwierig zu benutzen. Der QHI wurde als beste Alternative genannt.

Da das Vorhandensein eines Biofilms im weitesten Sinne mit Entzündungen im Bereich der Gingiva korreliert, stellt sich die Frage, ob ein guter Plaque-Index wie der Navy-Plaque-Index auch eine Korrelation zur Gingivitis aufweist. Eine Studie von *Hancock und Wirthlin* aus dem Jahr 1977, stellte diese Korrelation dar. Hier wird der Navy-Plaque-Index mit dem Navy-Periodontal-Disease-Index (NPDI) verglichen. Der NPDI wurde 1973 von *Grossman und Fedi* beschrieben. Der NPDI setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: Der gingivalen Komponente, welche Entzündungen durch Farbe, Konsistenz, deren Ausdehnung und Blutungen der Gingiva beurteilt, und der Sondierungstiefenmessung als zweite Komponente. *Hancock und Wirthlin* (1977) stellten eine relativ hohe positive Korrelation zwischen dem Navy-Plaque-Index und dem NPDI sowie eine sehr hohe positive Korrelation zwischen dem Navy-Plaque-Index und der Gingiva-Komponente des NPDI fest. Eine Studie von *Vandekerckhove et al.* aus dem Jahr 1995, welche verschiedene Plaque-Indizes und auch einen Gingivitis-Index verwendete, zeigte eine ähnliche Korrelation. Diese Korrelation ist wohl auch in der Feldeinteilung des Navy-Plaque-Index zu suchen, da ja gerade die Felder, welche für eine Gingivitis relevant sind, recht klein und dadurch sehr aussagekräftig sind. Die Vielzahl an Plaque-Indizes in der Zahnmedizin zeigt deutlich, wie wichtig, aber auch wie schwierig es ist, einen gut funktionierenden Index zu entwickeln. Der Navy-Plaque-Index stellt sich nach der momentanen Studienlage als sehr guter Index dar. Durch die positive Korrelation zur Gingivitis wird die Aussagekraft dieses Index nochmals erhöht.

Modifikation des Navy-Plaque-Index

Es gibt eine ganze Reihe von Plaqueindizes, was natürlich die Frage aufwirft, warum es sinnvoll ist, einen weiteren Index einzuführen bzw. zu modifizieren. Bei der hier zu Grunde liegenden Kauschaumstudie [*Internal ORMED Report, 2009*] fiel auf, dass es visuell sichtbar in manchen Fällen eine Reinigungswirkung des Produktes gab, diese jedoch in der späteren Auswertung anhand des alten Navy-Plaque-Index aber nicht zum Tragen kam. Der alte modifizierte Navy-Plaque-Index nach *Rustogi et al.* (1992) ist in seiner Grundform ein sehr empfindlicher und aussagekräftiger Plaqueindex, welcher sich in seinen Bewertungszonen auf die Bereiche unterhalb des Zahnäquators konzentriert. Daher ist er für die Beurteilung von Mundpflegeprodukten, welche auf der Selbstreinigungsfunktion der Mundhöhle aufbauen weniger geeignet. Durch die in dieser Studie vorgeschlagene Modifikation wird zum einen

eine Vergleichbarkeit zum modifizierten Navy-Plaque-Index nach *Rustogi et al.* (1992) aufrecht erhalten und zusätzlich eine Beurteilung geringer Veränderungen im Bereich oberhalb des Zahnäquators ermöglicht. Um nun eben diese feinen Unterschiede in der Reinigungswirkung darstellen zu können wurde in dieser Arbeit versucht die ja-/nein-Entscheidung zu verfeinern (letztendlich durch 3 Grade) und so auszuwerten.

Kalibrierung zweier verblindeter Untersucher

Was im Bezug zum Vergleich des neuen Verfahrens zwischen den Untersuchern auffiel, war, dass die Reproduzierbarkeit nicht uneingeschränkt vorhanden war. So ergab sich bei der quadratischen Form des Kauschaums hinsichtlich des Reinigungserfolges kein signifikanter Unterschied zwischen den Auswertern, also eine gute Reproduzierbarkeit. Ganz im Gegensatz zur U-Form: hier gab es für den vestibulären Bereich einen signifikanten Unterschied. Der von BR gemessene Reinigungserfolg war bei einzelnen Zähnen sowie bei der Gesamtbetrachtung signifikant höher als derjenige von ST. Während es bei BR nur in insignifikante Unterschiede hinsichtlich der Reproduzierbarkeit zwischen dem alten und neuen Verfahren gab (bis auf die Unterschiede des Reinigungserfolgs), wichen die Ergebnisse von ST voneinander ab. Im zweiten Auswertungsdurchgang nach neu modifizierter Planimetrie bewertete ST dieselben Fotos im Schnitt höher, als in der Auswertung nach alter Planimetrie. Die Abweichung lag hier zwischen 10% und 15%. Dies ist zwar für eine klinische Auswertung tolerabel und ausreichend um den Index als „funktionierend“ zu werten, jedoch nicht optimal. Es stellte sich die Frage welche Ergebnisse sich anormal verhalten (BR oder ST) und welche Gründe es für diese Abweichungen geben könnte.

Zunächst ist es sehr schwierig anhand von klinischen Fotos den hier beschriebenen Index zu verwenden. Die Ausleuchtung ist nicht immer optimal, die Sichtwinkel sind auf Grund der hier verwendeten Fotoauswertung ohne z.B. eine reproduzierbare Halterung immer nur ähnlich bei einem vorher/nachher-Foto und es gibt keine Schablone für die Auswertung, was besonders bei den Seitenzähnen Probleme machen kann. Der Vergleich des alten Indexsystems beider Auswerter zeigte jedoch, dass es durch vorherige Kalibrierung gut möglich war auch aus einer nicht optimalen Datenlage reproduzierbare und aussagekräftige Ergebnisse zu ziehen. In der Kalibrierung wurde zunächst ein Proband gemeinsam ausgewertet und besprochen. Hierbei wurden die anatomischen Bezugspunkte, also der gingivale Sulcus, der proximale Kontaktpunkt, die vertikale Mittellinie sowie der anatomische Äquator des Zahnes festgelegt. Es folgte eine Auswertung getrennt sowie deren

Vergleich und Korrektur. Hinsichtlich der Auswertung kamen nun in der eigentlichen Auswertung der Studiendaten beide Auswerter unabhängig voneinander zwar zunächst zu unterschiedlichen Ergebnissen, welche aber nach genauerer Betrachtung des reinen Reinigungserfolgs gleich waren. Auswerter ST war mit dem alten Indexsystem gut vertraut, er verwendete es schon einige Male. Auswerter BR benutzte es in dieser Auswertung zum ersten Mal. Die Daten von ST wurden für die Kauschaumstudie erhoben und in dieser Arbeit weiter verwendet. Zwischen der Auswertung von ST und der Auswertung von BR lagen folglich ca. 6 Monate. Für den alten Index spricht nun, dass Auswerter BR durch einmalige Kalibrierung und erstmaliger Auswertung zu reproduzierbar gleichen Ergebnissen hinsichtlich des Reinigungserfolgs kam. Wie kam nun die Abweichung beim neuen Index von ST zustande? ST bewertete dieselben Bilder im zweiten Durchlauf höher. Bei den Daten von BR trat dies nicht auf. Auswerter BR stellte den Reinigungserfolg mit dem neuen Index dar (U-Form vestibulär) und bewertete die anderen Felder gleich wie im ersten Durchlauf. Eine mögliche Fehlerquelle konnte gewesen sein, dass zwischen der Auswertung nach alter Planimetrie und neuer Planimetrie von ST ca. 6 Monate Zeit lagen, bei Auswerter BR jedoch nicht. BR wertete die Fotos unmittelbar hintereinander mit beiden Verfahren aus. In der Zwischenzeit, welche bei ST entstand wertete er mit dem alten Verfahren noch einige Studien aus. Nun könnte hier, mehr noch als der zeitliche Abstand bei ST, die Erfahrung der beiden Auswerter eine entscheidende Rolle spielen. Auswerter BR ging vollkommen unbefangen an beide Auswertungen heran. Zum Zeitpunkt seiner Auswertung wusste er auch bereits bei der Auswertung nach alter Methode, dass diese modifiziert erneut verwendet würde. Dieses Wissen hatte ST damals nicht. So könnte es sein, dass ST mangels einer Alternative in der alten Auswertung Felder mit nur punktueller minimaler Plaque mit „0“ bewertete und nun im neuen Verfahren die Freiheit hatte dasselbe Feld nun mit einer „1“ zu werten. Dieser Effekt tritt bei BR nicht auf, da er ja schon vorher weiß, dass es eine weitere Abstufung geben würde und dass er diese beim zweiten Auswertungsdurchlauf nutzen kann. Ein weiterer Lösungsansatz ist, dass der Fehler in der Kalibrierung liegt. So ist diese beim alten System recht einfach, hier muss man sich nur über die Abgrenzung der einzelnen Felder im Klaren sein. Beim neuen System hingegen kommt die Komponente hinzu, dass man sich entscheiden muss, ob das Zahnfeld weniger oder mehr als 50% mit Plaque bedeckt ist.

Zusammenfassend kann man vielleicht festhalten, dass alle oben beschriebenen Fehlerfaktoren eine Rolle in der Abweichung spielten. So kann es sein, dass ein mit dem alten Index erfahrener und vertrauter Auswerter Schwierigkeiten hat mit einem neuen Indexsystem in der alten Feldeinteilung zu arbeiten. Folglich wäre es einfacher einen unerfahrenen

Auswerter zu kalibrieren als einen erfahrenen. Der Punkt der Kalibrierung ist als sehr wichtig zu betrachten, da eben die oben dargestellten Ergebnisse zeigten, dass der alte Index reproduzierbar war, der neue jedoch nicht in allen Kriterien.

Vergleich des alten und neuen Index

Wie die Ergebnisse zeigen konnten, war es durchaus sinnvoll, den modifizierten Navy-Plaque-Index nach *Rustogi et al.* (1992) noch weiter mit einer Verfeinerung der Auswertungsmöglichkeit zu modifizieren. Der alte Index stieß bei den hier verwendeten Daten eindeutig an seine Grenzen. Der Kauschaum hatte eine sehr schwache bis gar keine Reinigungswirkung in der klinischen Studie gezeigt. Diese in der Realität vorhandene minimale Reinigungswirkung konnte jedoch vom alten Indexsystem nicht dargestellt werden. Auf Grund der ja-/nein-Entscheidung fiel ein Reinigungserfolg welcher stattfand, aber nicht zur vollständigen Plaquefreiheit führte, nicht ins Gewicht. Die Ergebnisse beim neu modifizierten Verfahren konnten zeigen, dass eben diese Reinigungserfolge vom neuen Indexsystem erfasst werden (siehe Ergebnisse vom U-förmigen Kauschaum vestibulär). Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass der alte mit einer Schablone verwendete Index auch sehr gut reproduzierbar bezüglich des Reinigungserfolges ist, wenn die Auswerter anhand anatomischer Bezugspunkte kalibriert werden.

Statistische Auswertung

Eine andere Schwierigkeit des Indexsystems, welche hier nicht unbeachtet bleiben sollte, ist die Art und die Möglichkeit der statistischen Auswertung. Statistisch ist es kompliziert Mittelwerte aus dem Index zu ziehen. Dies musste indirekt geschehen, entweder über die Darstellung des Reinigungserfolges (0, 1) oder über den Weg der Überführung der Daten zurück in die Form der alten Auswertung (0, 1).

Beim alten Index war die statistische Untersuchung relativ klar auszuwerten. Durch die reine 0/1-Wertung war es gut und schnell möglich einen Mittelwert zu ermitteln. Aus inhaltlicher Sicht gab es nach der Interpretation, dass ein Mittelwert von z.B. 3 nicht bedeutete, dass der Zahn als Fläche zu 1/3 mit Plaque bedeckt ist, sondern, dass im Mittel 2/3 der Zahnfelder gesäubert sind, keine Probleme den Mittelwert sinnvoll zu verwenden. Wegen der drei Abstufungen war der Mittelwert für einen Zahn beim neu modifizierten Index nicht mehr sinnvoll interpretierbar. Um die beiden verschiedenen planimetrischen Verfahren und die

Reinigungswirkung dennoch zu vergleichen wurden die Daten beider Auswertungen in Datenreihen überführt, welche mittels der Bewertung „0“ oder „1“ angaben, ob sich nach Anwendung des Schaums eine Reinigungswirkung eingestellt hatte oder nicht. Die so bestimmten Reinigungseffekte waren in ihren Mittelwerten gut vergleichbar sowie sinnvoll interpretierbar. Eine weitere Möglichkeit den modifizierten mit dem alten Index zu vergleichen war die, den modifizierten Index wieder in Datenreihen zu überführen, welche dem alten Index entsprechen. Dies scheint nicht sinnvoll, da man ja so auch direkt mit dem alten Verfahren hätte auswerten können. Wichtig war diese „Rückführung“ der Daten jedoch z.B. bei der Fehlersuche. So konnte über diesen Vergleich herausgefunden werden, dass ST dieselben Felder einmal als Plaque-frei und das zweite Mal als Plaque-belegt wertete. Zum Vergleich des neu modifizierten Index untereinander gab es nur noch das „Problem“ der Mittelwerte bezüglich der Reinigungswirkung. Die reinen Daten ließen sich sehr gut untereinander vergleichen. Um jedoch die Reinigungswirkung darzustellen, und somit zwei oder mehrere Auswertungsreihen zu vergleichen, blieb es sinnvoll für die statistische Auswertung die oben dargestellte Überführung in eine Datenreihe mit 0/1 (0=keine Reinigung, 1=Reinigung) vorzunehmen. Zusammenfassend ist der neue Index also in der statistischen Auswertung etwas umfangreicher gestaltet, lieferte aber dafür gute und differenzierte Ergebnisse. Die Ergebnisse konnten indirekt über einen kleinen Umweg auch aus inhaltlicher Sicht bei sinnvoller Betrachtung von Mittelwerten interpretiert werden.

Reproduzierbarkeit des alten Index ohne physische Schablone

Festzuhalten bleibt auch das Nebenergebnis, dass der alte Index auch ohne Überlegschaablone anhand von klinischen Daten gut reproduzierbar zwischen den Auswertern arbeitete. Hierbei muss jedoch die Wichtigkeit der Kalibrierung verschiedener Untersucher erwähnt werden. Die Auswertung wurde zwar ohne physische Schablone erhoben, jedoch mussten sich die Auswerter einer gedanklichen Schablone bewusst sein. So wurden wie beschrieben anatomische Gegebenheiten zum Erstellen eines gedanklichen Rasters verwendet. Sind diese aber klar definiert und vor der Auswertung besprochen, funktioniert dies tadellos. So konnte der Index sehr gut auch ohne spezielle Software oder komplizierte Apparaturen zum Erstellen exakter Fotografien, auf die eine Schablone angelegt werden kann, benutzt werden. Dies macht die Anwendung für klinische Studien ideal. Zu betonen ist noch, dass, wie gezeigt wurde, alle Zähne in den Index einbezogen werden können.

Reinigungserfolg von Q- und U-Form im Vergleich

In Bezug auf die Reinigungswirkung der zwei verschiedenen Formen der Kauschäume ist das Ergebnis der hier vorliegenden Arbeit, dass der U-förmige Kauschaum signifikant im Frontbereich besser Plaque entfernte als der Kauschaum mit Q-Form. Der Q-förmige Kauschaum reinigte lediglich an Zahn 16 oral etwas besser. Die grundsätzliche Reinigungsfunktion des Kauschaums geht zum einen auf die rein mechanische Reinigung mittels Kauschaum, auf die Unterstützung und Anregung der natürlichen Reinigung durch Wangen, Lippen und Zunge und auf die vermehrte Speichelbildung zurück. Der Unterschied der Reinigungswirkung ist auf die verschiedenen Formgestaltungen zurückzuführen. So umschließt die U-Form die Zahnreihe bzw. das Zahnsegment von vestibulär und oral und liegt okklusal auf der Zahnreihe auf. Durch die Lippen- und Wangenbewegung beim Kauen wird der Kauschaum zum einen an die Zahnfläche episodisch angepresst und zum anderen bewegt. Dadurch wird die natürliche Reinigungswirkung der Weichgewebe unterstützt und verbessert. Bei Reinigungswirkung des Kauschaums mit Q-Form oral an Zahn 16 spielt wohl auch die Zunge eine wichtige Rolle. Der Kauschaum an sich umschließt den Zahn nicht und funktioniert hier wohl eher wie ein Kaugummi. Die Zunge „spielt“ damit und bewegt sich automatisch Richtung des Fremdkörpers und berührt somit auch die Flächen (hier besonders oral) der Zähne.

Einsatzgebiet eines Kauschaums

Als Einsatzgebiet des Kauschaums (besonders natürlich mit U-Form) könnte man die „Reinigung für Zwischendurch“ nennen. Auch wenn der Kauschaum nicht annähernd die Reinigungswirkung einer Zahnbürste hat, ist wenig Reinigung immer noch besser als gar keine Reinigung. Weitaus wichtiger als die Plaqueentfernung ist jedoch die kariesprotektive Wirkung über die durch den Kauschaum angeregte vermehrte Speichelsekretion. So hat Speichel unter anderem eine spülende, puffernde, remineralisierende und antibakterielle Wirkung. Hier würde der Kauschaum, ähnlich wie bei Zahnkaugummis, eine positive Wirkung im Bezug auf z.B. den pH-Wert Abfall im Mund haben können. Ob dies auch der Fall ist müsste jedoch in weiteren Studien geklärt werden.

7 Schlussfolgerung

Die präventive Zahnmedizin gewinnt auf Grund neuer Erkenntnisse über die Entstehung von Karies oder Parodontitis immer mehr an Bedeutung. Es ist deshalb wichtig in Richtung Prävention zu forschen. Dies ist nicht nur direkt auf der klinischen Seite für den Patienten von Bedeutung sondern auch sehr wohl in der klinischen Forschung, welche wieder indirekt die Mundhygiene des Patienten als Bestandteil der Prävention beeinflusst. Der getestete Kauschaum besaß eine Reinigungswirkung, welche sich jedoch erst durch einen modifizierten Plaque-Index darstellen ließ. Der entwickelte Index soll hauptsächlich in der klinischen Forschung angewendet werden um z.B. die Reinigungswirkung verschiedener Mundhygieneprodukte zu untersuchen und zu vergleichen. Im klinischen Alltag und in der Praxis ist der Index auf Grund seiner zeitaufwändigen Auswertung eher nicht geeignet. Hier gibt es schnellere und für den Praxisgebrauch einfachere Indizes.

Der neu modifizierte Index ist mit seinen 3 möglichen Abstufungen feiner und detailreicher als der alte Index. Wo der alte Index nachweislich an seine Grenzen stieß, konnte der neue Index Befunde darstellen, die sonst im Verborgenen geblieben wären. So stellte sich dar, dass die Reinigungswirkung des U-förmigen Kauschaums signifikant besser war als die des Kauschaums mit Q-Form, besonders in der Front. Die vestibulären Zahnflächen wurden effizienter gereinigt, als die oralen Flächen. Oral gab es im Hinblick auf die Reinigungswirkung bis auf Zahn 16 mit Form Q nur insignifikante Unterschiede zwischen den Formen.

Die entstandene Ungenauigkeit hinsichtlich der Reproduzierbarkeit zwischen den Auswertern wurde als fehlerhafte bzw. unzureichende Kalibrierung derselben gedeutet. Die vorhandene Abweichung von maximal 15% bei ST ist für eine klinische Auswertung tolerabel. Für Forschungsauswertungen z.B. an Modellen sollte diese Abweichung jedoch optimalerweise kleiner ausfallen. Ein besonderes Augenmerk sollte bei der Kalibrierung auf die jeweilige Erfahrung der Auswerter gelegt werden. Die Kalibrierung muss folglich optimiert werden. Zur weiteren Untersuchung der Reproduzierbarkeit des neuen Index ist es sinnvoll eine Folgearbeit mit eben diesem Thema durchzuführen.

Ein positives Nebenergebnis, welches auch in der Zielsetzung bedacht war, ist, dass der alte Index auch ohne Überlegschablone anhand von klinischen Daten gut reproduzierbar zwischen den Auswertern arbeitete.

Um die statistische Auswertung möglichst einfach zu halten wäre es angebracht eine Tabellenmaske zu schreiben, welche automatisch die Tabelle generiert, die den Reinigungserfolg separat in 0 und 1 darstellt.

Zusammenfassend ist darzustellen, dass der Index in einer indirekten klinischen Auswertung über Fotos gut zu verwenden ist, dass er die vorhandenen Reinigungserfolge sehr gut und detailliert darstellen konnte, und dass aber an der Kalibrierung noch gearbeitet werden muss. Für reine klinische Studien direkt am Patienten ohne Fotodokumentation ist der Index, wie auch schon der alte Index, ungeeignet. Umso größere Relevanz hat der neu modifizierte Index in der klinischen Forschung. Hier dürfte er bei gutem Ausgangsmaterial (z.B. Modelle, Putzroboter, klar reproduzierbare Fotos durch Halterungen) sehr gute Ergebnisse liefern können.

Zum Einsatz kommen kann der neue Index bei der Untersuchung von Mundhygieneprodukten wie Zahnbürsten oder Zahnpasten. Hier kann er gerade die Produkte gut bewerten, welche sich nur geringfügig in ihrer Leistung unterscheiden. Bedeutung hat dies dann z.B. bei einer Prototypenauswahl sowie am Ende einer Entwicklung eines neuen Produktes, wo es noch um Feinheiten geht.

Einsatzgebiet für den getesteten Kauschaum könnte ein Mundhygiene-Produkt für „die Reinigung für zwischendurch“ sein. Hier steht jedoch nicht unbedingt die Plaque-Entfernung im Vordergrund sondern eher die kariesprotektive Wirkung durch eine angeregte vermehrte Speichelsekretion.

Studien über Zahnpflegeprodukte liefern die Grundlage für eine gute Mundhygiene der Patienten, denn die ohnehin nicht einfache Mundhygiene kann durch gut untersuchte und getestete Mundhygieneprodukte erleichtert und verbessert werden.

8 Zusammenfassung

Es gibt eine Vielzahl von Plaqueindizes in der Zahnmedizin. Diese werden benötigt um den Biofilm auf den Zähnen, welcher über Stoffwechselprodukte pathogen wirken kann, reproduzierbar und sinnvoll darstellen zu können. Ein Index, der besonders für Studien, welche die Reinigungswirkung eines Mundhygieneproduktes untersuchen, geeignet ist, ist der Navy-Plaque-Index nach Elliot et al. (1972), der durch Rustogi et al. (1992) modifiziert wurde. Hier wird der Zahn in 9 Zahnfelder aufgeteilt, welche durch ihre unterschiedliche Größe die Wertigkeit für eine mögliche Kariesentwicklung widerspiegeln. Das Vorhandensein von Plaque wird mit einer Ja-/Nein-Entscheidung bewertet. Es stellte sich die Frage ob sich der Index verfeinern und damit die Reinigungswirkung eines Kauschaums zur Anwendung als Mundpflegeprodukt untersuchen lässt. Grundlage dieser Fragestellung war, dass der alte Index keinen durchaus in der klinischen Studie sichtbaren Reinigungserfolg darstellen konnte, wenn nach der Reinigung noch Restplaque im Zahnfeld sichtbar war. Hierzu wurde eine Modifikation des Index erstellt in dem die Zahnfelder mit 3 Graden (0: keine Plaque, 1: >50% der Fläche mit Plaque, 2: <50% der Fläche mit Plaque) ausgewertet wurden. Die Auswertung erfolgte durch 2 unabhängige Untersucher (BR und ST) unterschiedlicher Erfahrung mit dem alten Index. Es wurde je eine Auswertung mit dem alten Index und eine Auswertung mit dem neu modifizierten Index an denselben Fotos (16 Probanden, je 12 Dentalfotos für 6 zu untersuchende Zähne: 11, 16, 25, 31, 16 und 45 je vestibulär und lingual) durchgeführt. Ziel war es die die Reinigungswirkung eines Polyurethan-Kauschaums zu prüfen sowie die Aussagekraft und die Reproduzierbarkeit zwischen zwei Auswertern des neuen Index im Vergleich zum alten Index zu untersuchen. Als Nebenziel wurde untersucht, ob der alte Index, welcher in dieser Auswertung modifiziert angewandt wurde (ohne Verwendung einer Überlegschablone und Anwendung auch im Seitenzahnbereich), reproduzierbar zwischen den Auswertern ist.

Der neu modifizierte Index ist mit seinen 3 möglichen Abstufungen feiner und detailreicher als der alte Index. Die Reinigungswirkung des U-förmigen Kauschaums war besser als die des Kauschaums mit Q-Form, besonders in der Front. Die vestibulären Zahnflächen wurden effizienter gereinigt, als die oralen Flächen. Oral gab es im Hinblick auf die Reinigungswirkung bis auf Zahn 16 mit Form Q nur insignifikante Unterschiede zwischen den Formen.

Wo der alte Index nachweislich an seine Grenzen stieß, konnte der neue Index Befunde darstellen, die sonst im Verborgenen geblieben wären. Die entstandene Ungenauigkeit hinsichtlich der Reproduzierbarkeit zwischen den Auswertern wurde als fehlerhafte bzw.

unzureichende Kalibrierung derselben gedeutet. Die vorhandene Abweichung von maximal 15% bei ST ist für eine klinische Auswertung tolerabel. Für Forschungsauswertungen z.B. an Modellen sollte diese Abweichung jedoch optimalerweise kleiner ausfallen. Ein besonderes Augenmerk sollte bei der Kalibrierung auf die jeweilige Erfahrung der Auswerter gelegt werden. Ein positives Nebenergebnis, welches auch in der Zielsetzung bedacht war, ist, dass der alte Index auch ohne Überlegschablone und auch an Molaren anhand von klinischen Daten gut reproduzierbar zwischen den Auswertern arbeitete.

9 Summary

Planimetrical plaque assessment of in-between oral hygiene products. **Objectives:** To assess the plaque removal efficacy of a new chewing foam, developed as a in-between tooth cleaning product, by a modified planimetric index based on the Navy-Plaque-Index (*Claydon and Addy (1995)*). **Methods:** Two polyurethane foam cleaning forms of quadratic (Q) and U-shape (U), developed for in-between tooth cleaning, were clinically tested. 16 highly trained subjects received a professional dental cleaning prior to 3-day-plaque-regrowth-interval. Plaque was stained and photographically documented before and after 120s of chewing (30s/quadrant) in a crossover design. Earlier assessments by Navy-Plaque-Index did not reveal discrimination between the two chewing foam forms. Therefore, the scoring of the planimetric index was modified (9 fields at buccal and oral tooth sites; 0=no plaque, 1=partial plaque layers/field, 2=full plaque layers/ field). The calibrated examiner assessed the residual plaque on buccal and oral sides of teeth number 11, 16, 25, 31, 36, 45. All data underwent statistical analysis by T- and U-test. **Results:** The plaque removal efficiency of cleaning foam form U is superior to form Q. The buccal sites were more effectively cleaned than the oral sites. This plaque reduction was highly significant and more pronounced in incisors compared to posterior teeth. Plaque removal at oral sites was insignificant for both foam forms except for tooth 16 with form Q. **Conclusions:** The modified planimetric index with a range of 54 possible scores (compared to 36 scores of the traditional Navy-Plaque-Index) is discriminating even little plaque reduction on smooth surfaces using novel in-between oral hygiene products.

10 Verzeichnisse

10.1 Literatur

Axelsson P, Nyström B, Lindhe J, The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 31:2004, 749-57.

Axelsson P, Methode zur Bestimmung des Kariesrisikos. *Phillip J Restaurative Zahnmed* 7:1990, 181–8.

Barnett ML, Charles CH, Gilman RM, Bartels LL, Correlation between Volpe-Manhold calculus index scores and actual calculus area. *Clin Prev Dent* 11:1989, 3-5.

Biesbrock AR, Bartizek RD, Walters PA, Improved plaque removal efficacy with a new manual toothbrush. *J Contemp Dent Pract* 9:2008, 1-8.

Ciancio S, Cunat J, Mather M, Harvey DJ, A comparison of plaque accumulation in bonded vs. banded teeth (abstract). *J Dent Res* 64:1964, 359.

Claydon N, Addy M, The use of planimetry to record and score the modified Navy index and other area-based plaque indices. A comparative toothbrush study. *J Clin Periodontol* 22:1995, 670-3.

Claydon N, Addy M, Comparative single-use plaque removal by toothbrushes of different designs. *J Clin Periodontol* 23:1996, 1112-6.

Cugini M, Thompson M, Warren PR, Correlations between two plaque indices in assessment of toothbrush effectiveness. *J Contemp Dent Pract* 5:2006, 1-9.

Eberhart J, Neue Detektionstechnik für Plaque und Karies unter Verwendung eines Fluoreszenzkamerasystems. Diplomarbeit an der Fachhochschule Furtwangen, Abt. Villingen-Schwenningen: 2006.

Eberhart J, Frentzen M, Thoms M, Neue optische Methoden zur Kariesdetektion. Fluoreszenzbasierte Verfahren zur Erkennung nichtkavittierter Läsionen. ZWR 116:2007, 4.

Elliot JR, Bowers GM, Clemmer BA, Rovelstad GH, Evaluation of an oral physiotherapy center in the reduction of bacterial plaque and periodontal disease. J Periodontol 43:1972, 221-4.

Fejerskov O, Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. Caries Res 38:2004, 182-91.

Fischman SL, Cancro LP, Pretara-Spanedda P, Jacobs D, Distal mesial plaque index: a technique for assessing dental plaque about the gingiva. Dent Hyg 61:1987, 404-9.

Fischman SL, Current status of indices of plaque. J Clin Periodontol. 13:1986, 371-4.

Gängler P, Lang T, Jennes B, Birowo S, Internal ORMED Report: Clinical controlled study of the cleaning efficiency of polyurethane foam in its application as an oral hygiene product. Witten: 2009.

Gängler P, Hoffmann T, Willershausen B, Schwenger N, Ehrenfeld M, Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 2010.

Gehring F, Mikrobiologische Aspekte der Kariesentstehung. Zahnärztl Praxis 35:1984, 480-3.

Greene JC, Vermillion JR, The oral hygiene index: a method for classifying oral hygiene status. J Am Dent Assoc 61:1960, 172-9.

Greene J, Vermillion J, The simplified oral hygiene index. J Am Dent Assoc 68:1964, 7-13.

Grossman FD, Fedi PF Jr, Navy periodontal screening examination. J Am Soc Prev Dent 3:1973, 41-5.

Hamada S, Ooshima T, Torii M, Imanishi H, Masuda N, Sobue S, Kotani S, Dental caries induction in experimental animals by clinical strains of streptococcus mutans isolated from japanese children. *Microbiol Immunol* 22:1978, 301-14.

Hancock EB, Wirthlin MR Jr, An evaluation of the Navy periodontal screening examination. *J Periodontol* 48:1977, 63-6.

Hannig C, Hannig M, Rehmer O, Braun G, Hellwig E, Al-Ahmad A, Fluorescence microscopic visualization and quantification of initial bacterial colonization on enamel in situ. *Arch Oral Biol* 52:2007, 1048-56.

Harrap GJ, Assessment of the effect of dentifrices on the grove of dental plaque. *J Periodontol* 1:1974, 166-74.

Hellwig E, Klimek J, Attin Th, Einführung in die Zahnerhaltung. 3. Auflage, Urban & Fischer, Jena: 2003.

Human Oral Microbiome Database, www.homd.org (Zugriff am 08.10.2010).

Jordan RA, Markovic Lj, Das Lawinenmodell – geschichtlicher Ursprung und klinische Implikation. *Dtsch Zahnärztl Z* 62:2007, 76-82.

Ketterl W, Zahnerhaltung I. Praxis der Zahnheilkunde 2. 3. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore: 1992.

Keyes PH, Recent advances in dental caries research. bacteriology. bacteriological findings and biological implications. *Int. Dent. J* 12:1962, 443.

König KG, Karies und Kariesprophylaxe. Goldmann, München: 1971.

Krasse B, Biological factors as indicators of future caries. *Int Dent J* 38:1988, 219-25.

Krasse B, Die Quintessenz des Kariesrisikos. Quintessenz, Berlin: 1986.

Lang NP, Schätzle MA, Löe H, Gingivitis as a risk factor in periodontal disease. *J Clin Periodontol* 36:2009, Suppl.10, 3–8.

Löe H, The gingival index, the plaque index and the retention index system. *J Periodontol* 38:1967, 610-6.

Löe H, Silness J, Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 21:1963, 533-51.

Löe H, Theilade E, Jensen SB, Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 36:1965, 177-8.

Mander CI, Mainwaring PJ, Assessment of the validity of two plaque indices. *Community Dent Oral Epidemiol* 8:1980, 139-41.

Marks RG, Magnusson I, Taylor M, Clouser B, Maruniak J, Clark WB, Evaluation of reliability and reproducibility of dental indices. *J Clin Periodontol* 20:1993, 54-8.

Marthaler TM, Discussion: current status of indices of plaque. *J Clin Periodontol* 13:1986, 379-80.

Matthijs S, Sabzevar MM, Adriaens PA, Intra-examiner reproducibility of 4 dental plaque indices. *J Clin Periodontol* 28:2001, 250-4.

Nourallah AW, Splieth C, Efficacy of occlusal plaque removal in erupting molars: a comparison of an electric toothbrush and the cross tooth brushing technique. *Caries Res* 38:2004, 91-4.

O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE, The plaque control record. *J Periodontol* 43:1972, 38-43.

O'Leary T, Periodontal diagnosis. *J Periodontol* 38:1967, 617-24.

Page RC, Kornman KS, The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. *Periodontol 2000* 14:1997, 9-11.

Quigley GA, Hein JW, Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent Assoc* 65:1962, 26-9.

Quirynen M, Dekeyser C, van Steenberghe D, Discriminating power of five plaque indices. *J. Periodontol* 62:1991, 100-5.

Ramfjord SP, Indices for prevalence and incidence of periodontal disease. *J Periodontol* 30:1956, 51-9.

Rams TE, Oler J, Listgarten MA, Slots J, Utility of ramfjord index teeth to assess periodontal disease progression on longitudinal studies. *J Clin Periodontol* 20:1993, 147-50.

Rateitschak KH, Wolf HF, *Farbatlanten der Zahnmedizin*, Bd. 1. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 1989.

Robinson P, Deacon SA, Deery C, Heanue M, Walmsley AD, Worthington HV, Glenny AM, Shaw BC, Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2:2005 Art. No.: CD002281. DOI: 10.1002/14651858.CD002281.pub2.

Rosan B, Lamont RJ, Dental plaque formation. *Microbes Infect* 2:2000, 1599-607.

Roulet JF, Fath S, Zimmer S, *Lehrbuch Prophylaxeassistentin*. 3. Auflage, Elsevier GmbH, München: 2006.

Roulet JF, Zimmer S, *Farbatlanten der Zahnmedizin 16: Prophylaxe und Präventivmedizin*. 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 2003.

Rubinson L, Stone DB, an evaluation of the behavioural aspect of a prevention-oriented oral health program. *ASDC J Dent Child* 46:1979, 195-9.

Rustogi KN, Curtis JP, Volpe AR, Kemp JH, McCool JJ, Korn LR, Refinement of the modified Navy plaque index to increase plaque scoring efficiency in gumline and interproximal tooth areas. *J Clin Dent* 3(Suppl C):1992, 9-12.

Schäfer C, Unerwünschte wirkungen von plaque-anfärbemitteln. *Prophylaxe Impuls* 6:2002, 12-6.

Shaloub A, Addy M, Evaluation of accuracy and variability of scoring area based plaque indices. a labotory model. *J Clin Periodontol* 27:2000, 16-21.

Shick RA, Ash MM, Evaluation of the vertical method of toothbrushing. *J Periodontol* 32:1961, 346-53.

Silness J, Loe H, Periodontal disease in pregnancy. II Correlation between oral hygiene and periodontal conditions. *Acta odontol Scand.* 22:1964, 121-35.

Splieth CH, Nourallah AW, An occlusal plaque index. measurements of repeatability, reproducibility, and sensitivity. *Am J Dent* 19:2006, 135-7.

Taubman MA, Smith DJ, Effects of local immunization with streptococcus mutans on induction of salivary immunoglobulin a antibody and experimental dental caries in rats. *Infect Immun* 9:1974, 1079-91.

Turesky S, Gilmore ND, Glickman I, Reduced plaque formation by the chloromethyl analoge of vitamin c. *J Periodontol* 41:1970, 41-3.

Vandekerckhove BN, Van Steenberghe D, Trcio J, Rosenberg D, Encarnacion M, Efficacy on supragingival plaque control of cetylyridinium chloride in a slow-release dosage form. *J Clin Periodontol* 22:1995, 824-9.

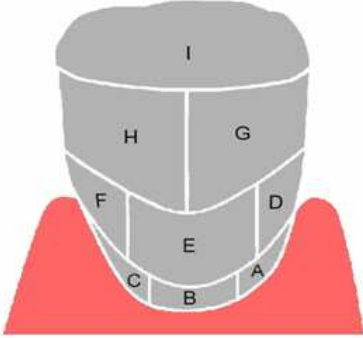
Volpe AR, Petrone ME, Davies RM, A review of calculus clinical efficacy studies. *J Clin Dent* 4:1993, 71-81.

Zimmer S, Strauss J, Bizhang M, Krage T, Raab WHM, Barthel C, Efficacy of the Cybersonic in comparison with the Braun 3d Excel and a manual toothbrush. J Clin Periodontol 32:2005, 360-3.

10.2 Anhang

10.2.1 Tabellenerklärung

Tabelle 1: Schematische Darstellung der Feldeinteilung nach Rustogi et al. (1992) (mesial/distal, Felder A-I) an einem Frontzahn, übertragen auf eine Microsoft Excel-Tabelle sowie einer Erläuterung der Bedeutung der Zahlen 1, 2 und 0 in der Auswertung

Planimetrischer Index			
			
distal		mesial	
Zahn			
H		G	
F	E	D	
C	B	A	
Summe			

Auswertung nach alter Planimetrie:
 Mit „1“ gekennzeichnete Felder: Plaquebelag vorhanden
 Leere Felder: keine Plaque

Auswertung nach neuer Planimetrie:
 Mit „0“ gekennzeichnete Felder: keine Plaque
 Mit „1“ gekennzeichnete Felder: Plaquebelag <50%
 Mit „2“ gekennzeichnete Felder: Plaquebelag >50%

10.2.2 Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von BR

Tabelle 2: Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von BR in einer Microsoft Excel-Tabelle

Probandnummer: 11

Durchlauf: 1

Kauschaum quadratisch

Vestibulär pre Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		8		8		8		7		6	

Vestibulär post Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		8		8		8		7		6	

Lingual pre Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1	1			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		6		5		7		7		6	

Lingual post Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		5		5		7		6		6	

Probandnummer: 11

Durchlauf: 2

Kauschaum U-Förmig

Vestibulär pre Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1		1	1	1		1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		8		7		8		7		6	

Vestibulär post Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1				1	1	1		1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8		6		6		8		7		6	

Lingual pre Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7		5		3		7		6		5	

Lingual post Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3		5		3		7		5		4	

10.2.3 Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von ST

Tabelle 3: Beispiel der Auswertung nach alter Planimetrie von ST in einer Microsoft Excel-Tabelle

Probandnummer: 11

Durchlauf: 1

Kauschaum quadratisch

Vestibulär pre Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	9	7	8	7	6						

Vestibulär post Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	8	7	8	7	6						

Lingual pre Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	5	5	7	6	6						

Lingual post Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	5	5	7	6	6						

Probandnummer: 11

Durchlauf: 2

Kauschaum U-Förmig

Vestibulär pre Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	6	8	7	6						

Vestibulär post Kauschau

11		16		25		31		36		45	
1	1			1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	6	6	7	7	6						

Lingual pre Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1	1					1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	5	5	8	5	5						

Lingual post Kauschaum

11		16		25		31		36		45	
1						1	1				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	5	4	7	5	5						

10.2.4 Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von BR

Tabelle 4: Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von BR in einer Microsoft Excel-Tabelle

Probandnummer: 11

Durchlauf: 1

Kauschaum quadratisch

Vestibulär pre Kauschau

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	1	2
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
16	16	15	16	13	12

Vestibulär post Kauschau

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	1	2
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
16	16	15	14	13	12

Lingual pre Kauschaum

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
11	9	8	13	13	11

Lingual post Kauschaum

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
11	8	8	13	12	11

Probandnummer: 11

Durchlauf: 2

Kauschaum U-Förmig

Vestibulär pre Kauschau

11	16	25	31	36	45
0	1	0	0	0	0
2	2	2	2	1	2
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
16	17	14	16	13	12

Vestibulär post Kauschau

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	2	2
2	2	2	2	2	2
11	14	14	10	13	11

Lingual pre Kauschaum

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	2	1	1	1	0
8	5	3	13	9	7

Lingual post Kauschaum

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
0	0	0	1	1	1
4	5	3	13	9	7

10.2.5 Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von ST

Tabelle 5: Beispiel der Auswertung nach modifizierter Planimetrie von ST in einer Microsoft Excel-Tabelle

Probandnummer: 11

Durchlauf: 1

Kauscham quadratisch

Vestibulär pre Kauschau

11	16	25	31	36	45
2	1	1	1	0	0
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
18	17	17	17	14	12

Vestibulär post Kauschau

11	16	25	31	36	45
2	1	1	1	0	0
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
18	17	17	17	14	12

Lingual pre Kauscham

11	16	25	31	36	45
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1
2	2	2	2	2	2
12	8	6	12	13	11

Lingual post Kauscham

11	16	25	31	36	45
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1
2	2	2	2	2	2
12	8	6	11	13	11

Probandnummer: 11

Durchlauf: 2

Kauscham U-Förmig

Vestibulär pre Kauschau

11	16	25	31	36	45
1	1	0	0	0	0
2	2	2	2	0	1
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
17	17	16	16	13	12

Vestibulär post Kauschau

11	16	25	31	36	45
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1
2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
14	14	16	12	13	12

Lingual pre Kauscham

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
2	2	2	2	2	2
10	5	3	13	8	11

Lingual post Kauscham

11	16	25	31	36	45
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1
4	5	3	13	8	10

11 Danksagungen

Mein herzlicher Dank richtet sich an:

Herrn Dr. T. Lang für das Überlassen des Promotionsthemas, die positiven, aufbauenden und ausführlichen Gespräche, mit denen ich immer wieder motiviert und an die Thematik herangeführt wurde und für die Offenheit gegenüber jeglichen Fragestellungen,

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. P. Gängler für die motivierende und engagierte Betreuung mit vielen guten Ratschlägen und Hilfestellungen sowie die intensive Unterstützung und Offenheit gegenüber sämtlichen Fragen,

Herrn Prof. Dr. S. Zimmer, der mich in der Arbeit unterstützt hat und mir seine Literatur zur Verfügung stellte,

Frau Dr. B. Jennes-Brüggelambert für die umfangreiche Unterstützung der statistischen Arbeit und tabellarischen sowie graphischen Darstellung der Ergebnisse,

Herrn Sebastian Stauffer für Freundschaft und Ratschlag,

meine Eltern für Alles,

alle, die mich in dieser Zeit individuell unterstützt und motiviert haben.

12 Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Bretz
Vorname: Markus Johannes
Geburtsdatum: 01.10.1985
Geburtsort: Mayen
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch
Eltern: Dr. med. dent. Helmut Bretz, Zahnarzt, Inge Bretz, Lehrerin
Geschwister: Stefan Bretz, Betriebswirt



Studium:

2010 Studienende im Dezember
2008 Physikum
2008 Beginn der Dissertation: „Vergleichende Plaque-Planimetrie am Beispiel der Reinigungswirkung eines Kauschaums“
2006 Vorphysikum
2005 Aufnahme des Studiums der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde an der Universität Witten/Herdecke gGmbH
2005 Erfolgreiche Bewerbung an der Universität Witten/Herdecke

Schulischer Werdegang:

2005 Abitur
1996 - 2005 Megina Gymnasium Mayen
1992 - 1996 Grundschule Hinter Burg

Sonstige Tätigkeiten:

2005 Zivildienst beim Deutschen Roten Kreuz Kreisverband Mayen Koblenz als Rettungshelfer

Persönliche Fähigkeiten, Kenntnisse und Interessen:

Sprachkenntnisse: Deutsch (Muttersprache)
Englisch (fließend)
Französisch (Grundkenntnisse)
Interessen: Musik, Surfen, Wandern

13 Eidesstattliche Erklärung

Markus Bretz
Steinstr. 6
58452 Witten

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema „Vergleichende Plaque-Planimetrie am Beispiel der Reinigungswirkung eines Kauschaums“ selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und die in der Arbeit verwendete Literatur vollständig zitiert habe. Die Statistik und Darstellung der Ergebnisse ist unter Hilfestellung mit Frau Dr. B. Jennes-Brüggelambert entstanden.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Witten, den

Markus Bretz