

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Zentrale Interdisziplinäre Ambulanz in der ZMK-Klinik
-Leiter: Prof. Dr. med. dent. E. Schäfer-

**Studie zur retrospektiven Analyse
des Nutzens von Mundhygienemaßnahmen
unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Maraike Scholz-Aldenkirchs

aus Beckum

2012

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Professor Dr. Wilhelm Schmitz

1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Schäfer

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. B. Ehmke

Tag der mündlichen Prüfung: 05.09.2012

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Zentrale Interdisziplinäre Ambulanz in der ZMK-Klinik
-Leiter: Prof. Dr. med. dent. E. Schäfer-

Referent: Prof. Dr. med. dent. E. Schäfer
Koreferent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. B. Ehmke

Zusammenfassung

Studie zur retrospektiven Analyse des Nutzens von Mundhygienemaßnahmen unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale

Maraike Scholz-Aldenkirchs

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war es, den Nutzen von professioneller Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen auf den Mundhygienestatus von Patienten zu analysieren.

Zu diesem Zweck wurden von Studierenden der Zahnheilkunde der Approximalraum-Plaque-Index und der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index vor professioneller Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen erhoben, sowie erneut nach einem Abstand von durchschnittlich 60 Tagen. Es wurde außerdem der Einfluss von Geschlecht, Alter, Zahnanzahl und der Zeitspanne zwischen den Erhebungen ausgewertet.

Es konnte gezeigt werden, dass durch professionelle Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen der Plaquebefall und der Zustand der Gingiva signifikant verbessert werden konnten. Zudem zeigte sich, dass die genannten Merkmale zum Teil Rückschlüsse auf den Ausgangszustand respektive auf die Veränderung der Indizes zulassen. Dieses Ergebnis ist aufgrund der großen Studiengruppe mit 1158 Patienten als repräsentativ anzusehen.

Tag der mündlichen Prüfung: 05.09.2012

Eidesstattliche Erklärung

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

**Studie zur retrospektiven Analyse
des Nutzens von Mundhygienemaßnahmen
unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale**

in der:

Zentrale Interdisziplinäre Ambulanz in der ZMK-Klinik der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster

unter der Anleitung von:
Prof. Dr. Edgar Schäfer

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Münster, 06.09.2012

Maraïke Scholz Aldenkirchs

Meiner Familie

&

Meiner verstorbenen
Oma Anna

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i>	1
2	<i>Literaturübersicht</i>	2
2.1	Zahnmedizinische Prophylaxe	2
2.2	Plaque	4
2.3	Karies	7
2.4	Klassifizierung der Parodontalerkrankungen	10
2.4.1	Gingivitis	11
2.4.2	Parodontitis	11
2.5	Indizes zur Objektivierung der bakteriellen Beläge.....	14
2.5.1	Anfärben der Plaque.....	16
2.5.2	Plaque-Indizes.....	18
2.5.2.1	Modifizierter Plaque-Index nach Quigley und Hein (QHI).....	18
2.5.2.2	Plaque-Index nach Silness und Loe	18
2.5.2.3	Plaque-Index nach O'Leary	20
2.5.2.4	Modifizierter Approximalraum-Plaque-Index nach Lange et al.	20
2.5.3	Gingiva-Indizes.....	21
2.5.3.1	Papillen-Blutungsindex nach Saxer und Mühlemann	21
2.5.3.2	Sulkus-Blutung-Index nach Mühlemann und Son	21
2.5.3.3	Modifizierter Sulkus-Blutungs-Index nach Lange.....	22
3	<i>Material und Methode</i>	24
3.1	Studienteilnehmer	24
3.2	Ablauf der Behandlungssitzung.....	25
3.2.1	Klinische Erhebung der Indizes.....	25
3.2.2	Professionelle Zahnreinigung	29
4	<i>Ergebnisse</i>	31
4.1	Ausgangstatus der Versuchsgruppe	31
4.1.1	Altersstruktur.....	31

4.1.2	Anzahl der weiblichen und männlichen Studienteilnehmer	31
4.1.3	Zahnanzahl in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht.....	32
4.1.4	API in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht und Zahnanzahl	34
4.1.5	SBI in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht und Zahnanzahl.....	37
4.1.6	Abhängigkeit zwischen API und SBI.....	40
4.2	Zeitspanne zwischen den Erhebungen.....	42
4.3	Veränderung der Versuchsgruppe nach Mundhygieneinstruktionen und professioneller Zahnreinigung.....	44
4.3.1	Veränderung des API-Wertes	44
4.3.2	Die Einflussgrößen auf die Veränderung des API-Wertes.....	46
4.3.2.1	Der geschlechtsspezifische Einfluss	46
4.3.2.2	Der Alterseinfluss	47
4.3.2.3	Der Einfluss der Zahnanzahl	49
4.3.2.4	Der Einfluss der Zeitspanne	49
4.3.3	Veränderung des SBI	50
4.3.4	Die Einflussgrößen auf die Veränderung des SBI-Wertes	52
4.3.4.1	Der geschlechtsspezifische Einfluss	53
4.3.4.2	Der Alterseinfluss	54
4.3.4.3	Der Einfluss der Zahnanzahl	55
4.3.4.4	Der Einfluss der Zeitspanne	56
4.3.5	Abhängigkeit der Veränderung zwischen API und SBI	57
5	Diskussion.....	61
5.1	Die Versuchsgruppe.....	61
5.2	Ausgangsstatus und Veränderung des API-Wertes.....	61
5.3	Ausgangsstatus und Veränderung des SBI-Wertes	63
5.4	Abhängigkeit der beiden Werte voneinander.....	64
5.5	Diskussion der Methode.....	65
5.6	Klinische Relevanz der Ergebnisse.....	67
5.7	Schlussfolgerung.....	68

6	<i>Zusammenfassung</i>	71
7	<i>Literaturverzeichnis</i>	72
8	<i>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</i>	78
9	<i>Lebenslauf</i>	80
10	<i>Danksagung</i>	81

1 Einleitung

Die Prophylaxe ist in der Zahnmedizin ein zunehmend wichtiger therapeutischer Faktor. Sie beschäftigt sich mit präventiven Maßnahmen, die die Entstehung von Plaque und mit dieser assoziierten Krankheiten am Zahn und Zahnhalteapparat verhindern bzw. reduzieren sollen. Diese sind im Besonderen Karies, Gingivitis und Parodontitis. Die Basis der Prophylaxe ist die tägliche häusliche Zahnpflege, unterstützt durch regelmäßige professionelle Zahnreinigungen beim Zahnarzt in Kombination mit Mundhygieneinstruktionen. Daher wird in der Poliklinik für Zahnerhaltung der Universitätszahnklinik Münster im Rahmen der klinischen Studentenkurse bei jeder Aufnahme eines Patienten eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt. Zuvor wird der Mundhygienestatus des Patienten erhoben. Dieser ergibt sich aus der Beurteilung der Mundhygiene und des Entzündungsgrades der Gingiva sowie der Diagnostik von Plaqueretentionsstellen. Anhand dieser Beurteilungen lassen sich Indizes erheben, die zur objektiven Erfassung der Mundhygiene eines Patienten und zur Kontrolle von dessen Therapieerfolgen bzw. Misserfolgen dienen. Anschließend werden alle Zähne gereinigt, poliert und zuletzt fluoridiert. Dabei erklären die Studierenden den Patienten die wichtigen Schritte einer suffizienten, individuellen Mundhygiene. Gleichzeitig demonstrieren sie ihnen einige Techniken, zum Teil am Modell, um sie mit einzubeziehen und sie so zu mehr oder verbesserter Mundhygiene zuhause zu motivieren.

Viele Patienten sind sich der Wichtigkeit von regelmäßigen Prophylaxesitzungen inklusive Motivation und Instruktion jedoch nicht bewusst und sind daher nicht bereit, deren Kosten zu tragen. Auch die Krankenkassen sollten über die Aufnahme von Prophylaxesitzungen in ihren Leistungskatalog nachdenken. Daher soll die vorliegende Studie den Nutzen von Mundhygienemaßnahmen am Patienten durch Studierende der Zahnmedizin untersuchen.

2 Literaturübersicht

2.1 Zahnmedizinische Prophylaxe

Alle Maßnahmen zur Vorbeugung von Krankheiten und gesundheitlichen Komplikationen werden als Prophylaxe (griechisch „Schutz, Vorbeugung“) bezeichnet. Das Synonym dazu ist die Prävention (lateinisch *praevenire* „zuvorkommen“, „verhüten“). Dazu zählen allgemeine oder individuelle gesundheitliche Vorkehrungen wie zum Beispiel Hygienemaßnahmen, Impfungen und Vorsorgeuntersuchungen.

Die Prophylaxe ist ein essentieller Faktor für den Erhalt der Zähne. Heutzutage belegen viele Studien, dass sich die Allgemein- und Mundgesundheit gegenseitig komplex beeinflussen [1, 9, 11, 65]. So bestehen z. B. Zusammenhänge zwischen Parodontitis und Herz-Kreislauf-erkrankungen, Diabetes mellitus, rheumatischen Erkrankungen, chronischen Atemwegserkrankungen, Magen-Darmerkrankungen sowie Erkrankungen des Halte- und Stützapparates. Außerdem ist bekannt, dass Erkrankungen der Mundhöhle, speziell Parodontitis, das Risiko von Komplikationen während einer Schwangerschaft erhöhen. So besteht für Frauen, die an einer marginalen Parodontitis erkrankt sind, ein höheres Frühgeburtsrisiko (Geburt vor der 37. Schwangerschaftswoche) sowie ein erhöhtes Risiko, dass das Geburtsgewicht des Kindes unter 2500g liegt [45, 64].

Grundsätzlich wird zwischen einer Gruppenprophylaxe und der Individualprophylaxe unterschieden. Die Gruppenprophylaxe bezieht sich auf große Bevölkerungskreise oder ausgewählte Gruppen wie Schulen oder Behindertenheime. Typische Beispiele für die Gruppenprophylaxe sind die Trinkwasserfluoridierung, die Speisesalzfluoridierung oder spezielle Zahnputzprogramme. Die Individualprophylaxe richtet sich hingegen an Einzelpersonen. Sie bietet die Möglichkeit, abgestimmt auf die Bedürfnisse des Einzelnen, eine effiziente und effektive Prophylaxe durchzuführen. Es muss natürlich beachtet werden, dass nicht für jede Person die theoretisch idealen Prophylaxe-

maßnahmen umsetzbar sind. So müssen für jeden Patienten, in Abhängigkeit von seinen jeweiligen Fähigkeiten, individuelle Ziele gesteckt werden.

Die einfachste Prophylaxemaßnahme ist die regelmäßige Mundhygiene zur Schaffung möglichst plaque- und zahnsteinfreier Zahnoberflächen. Die gründliche Reinigung der Zähne kann das Risiko von Karies, Gingivitis und Parodontitis verringern, in vielen Fällen sogar vermeiden.

Zur Plaqueentfernung steht eine Vielzahl von Hilfsmitteln zur Verfügung, von denen jedoch nur wenige von den Patienten benutzt werden. Die manuelle oder elektrische Zahnbürste in Kombination mit Zahnpasta ist das klassischste Hilfsmittel zur Plaqueentfernung in Deutschland. Daneben werden unter anderem Zahnseide, Zahnholzchen oder Interdentalraumbürstchen, Mundspüllösungen mit verschiedensten Wirkstoffen und Zungenreiniger verwendet.

Neben der häuslichen Zahnpflege, die von einem großen Teil der Bevölkerung nicht ausreichend gut betrieben wird bzw. deren Qualität häufig mit der Zeit nachlässt, ist die individuelle Betreuung des Patienten im Rahmen einer professionellen Zahnreinigung in der Zahnarztpraxis sehr wichtig. Dabei sollte auch eine gründliche Untersuchung des Gebisses mit entsprechender Aufklärung des Patienten über den Zustand und Informationen zur Verbesserung der Mundhygiene erfolgen. Diese Information und Aufklärung soll den Patienten zu einer Verbesserung der Mundhygiene motivieren und ist für den langfristigen Erfolg der Prophylaxemaßnahmen elementar. Diese Thesen werden durch viele Studien unterstützt und räumen der Motivation einen außerordentlichen Stellenwert ein [4, 17, 40].

Die Mundhygiene ist einer der vier wichtigen Pfeiler der Kariesprävention [12]. Zu dieser gehören außerdem Ernährungsumstellung/-lenkung, die Anwendung fluoridhaltiger Kariostatika und die Fissurenversiegelung im Kindes- und Jugendalter.

Alle genannten Punkte gehören zur sogenannten primären Prävention. Sie dienen der Vermeidung von Neuerkrankungen. Des Weiteren lässt sich die Prophylaxe noch in die sekundäre und die tertiäre Prävention unterteilen. Zur sekundären Prävention wird die möglichst frühzeitige Diagnose von Krankheiten

und deren Behandlung gezählt. So gehört das Feststellen einer Karies und deren Entfernung sowie Versorgung mit einem geeigneten Füllungsmaterial, um weiteren Zahnhartsubstanzverlust zu verhindern, zu den Maßnahmen der sekundären Kariesprävention. Tertiäre Präventionsmaßnahmen beschreiben die schadensgerechte Therapie der bereits vorhandenen Erkrankung und Maßnahmen zur Vorbeugung weiterer Schäden und Komplikationen. Demnach zählen z. B. die minimal-invasive Restaurationstechnik und Maßnahmen, die die Entstehung einer Sekundärkaries vermeiden, wie z. B. der Gebrauch von Matrizen, zu den tertiären Maßnahmen [16].

2.2 Plaque

Zahnplaque ist ein weicher, strukturierter, zäher, verfilzter mikrobieller Zahnbelag, der sich durch eine hohe Oberflächenhaftung auszeichnet, so dass eine Entfernung mit Wasserspray nicht möglich ist [43]. Dieser Zahnbelag besteht aus bakteriellen Stoffwechselprodukten, Nahrungsresten und einer von Bakterien gebildeter Polysaccharidmatrix. Die Zusammensetzung der Plaque hängt zudem von individuellen Faktoren wie Speichelzusammensetzung, Ernährung und Syntheseleistung der Bakterien sowie dem Reifegrad der Plaque ab. Die ausgereifte Plaque besteht zu 60-70 Volumenprozent aus dicht gepackten Bakterien [21] und ist nicht mehr durch Selbstreinigungskräfte der Mundhöhle entfernbar. Ein Milligramm Nassgewicht der Plaque enthält etwa 100 Millionen Bakterien. Die Bakterien sind in einem hochkomplexen Biofilm organisiert, der die Bakterien vor äußeren Einflüssen schützt.

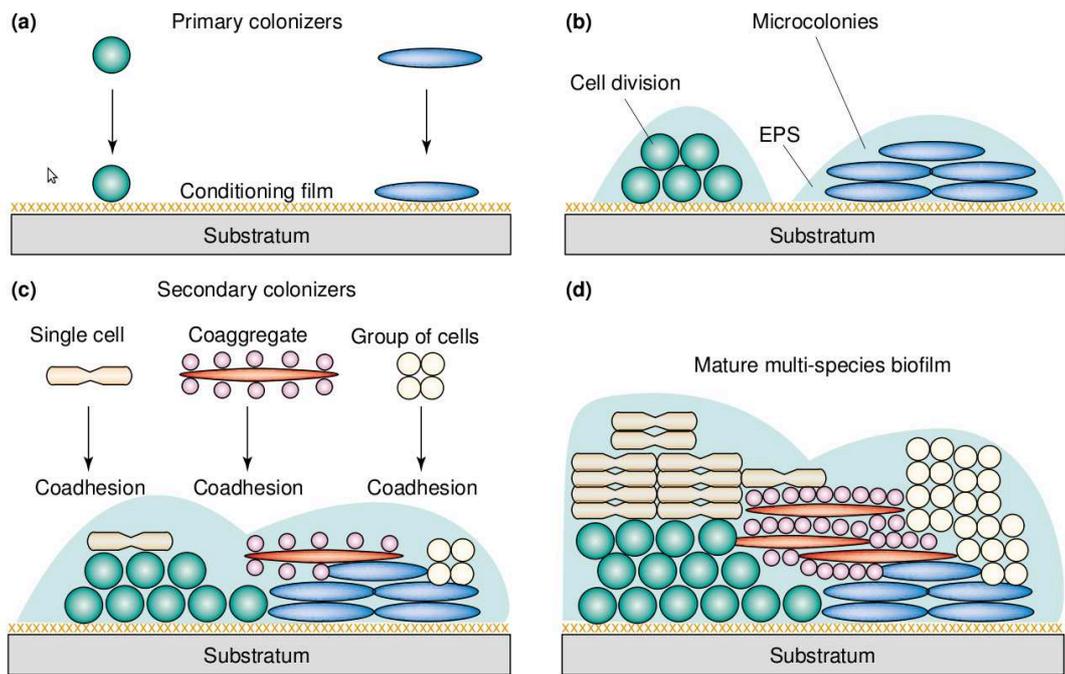
Die Entwicklung der Plaque erfolgt nach König phasenweise [23]. Zunächst findet auf der gereinigten Zahnoberfläche die Adsorption eines unstrukturierten, azellulären Films aus kationischen Glykoproteinen statt, auch „acquired pellicle“ genannt. Die Bindung des azellulären Films erfolgt durch elektrostatische Kräfte zwischen den Proteinen und der ebenfalls elektrostatisch geladenen Schmelzoberfläche. Die Bildung des Pellikel kann innerhalb von Sekunden bis Stunden nach der Exposition der Schmelzoberfläche in der Mundhöhle stattfinden. Das Pellikel ist semipermeabel, d. h. es steuert Austauschvorgänge zwischen Mundhöhlenmilieu, Zahn und Plaque, befeuchtet den Zahn, dient als

Gleitfilm bei Artikulationsbewegungen und schützt den Zahn vor Abrasion bei der Nahrungsaufnahme [16].

Innerhalb weniger Stunden binden dann über physikalisch-chemische Vorgänge Bakterien aus der Mundflüssigkeit an das Pellicel. Dies sind hauptsächlich grampositive Kokken und Aktinomyzeten. Diese säureresistenten Bakterien sind in der Lage, zugeführtes Substrat, speziell niedermolekulare Kohlenhydrate, zur Produktion von intra- und extrazellulären Polysacchariden zu nutzen. Die gebildeten extrazellulären Polysaccharide stellen den Zusammenhalt und die Adhäsion der wachsenden Plaque an der Zahnoberfläche sicher. Nach ein bis zwei Tagen vernachlässigter Plaque-entfernung ist eine zehn bis zwanzig Zellschichten dicke zusammenhängende Bakterienmasse zu finden.

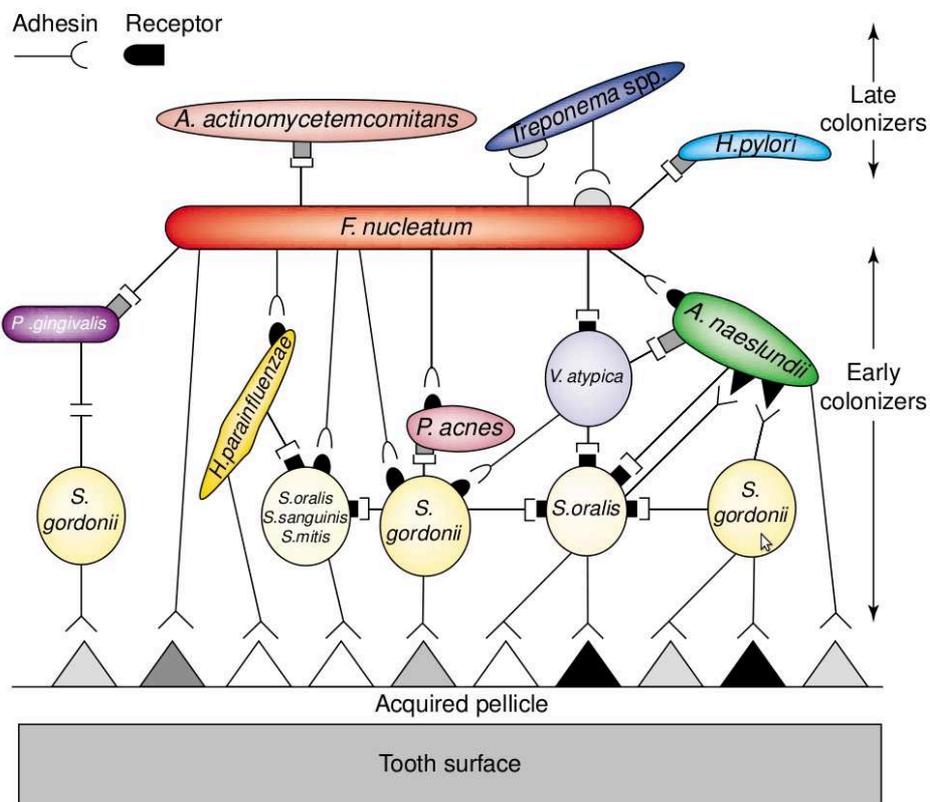
In der zweiten Phase der Plaquebildung lagern sich innerhalb der nächsten drei bis sieben Tage gramnegative Stäbchen und Filamente ein, so dass eine immer komplexere Flora entsteht. Die Plaque nimmt deutlich an Volumen und Festigkeit zu. In dieser Phase setzt die Pathogenität der Plaque für den Zahnhalteapparat und der Zahnhartsubstanz ein [53].

In der dritten Phase reift die Plaque weiter. Teilungsvorgänge bzw. Akkumulation weiterer Bakterien über spezifische Adhäsions- und Kohäsionsphänomene lassen die Plaque wachsen. Nach sieben bis zehn Tagen ist die Plaque ausgereift und besitzt ihre volle Pathogenität. Sie ist bis zu 0,5 mm dick und besteht aus etwa 300 Zellschichten unbeweglicher und beweglicher gramnegativer Bakterien. Die Plaque hat dann einen eher anaeroben Charakter. Die Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung der Entstehung eines Biofilmes mittels primärer und sekundärer Kolonisation durch Bakterien und Zellbestandteile.



TRENDS in Microbiology

Abbildung 1: Zahnplaque als Biofilm nach Rickard et al. [52]



TRENDS in Microbiology

Abbildung 2: Hypothese der Kolonisation des Biofilms nach Rickard et al. [52]

Die Abbildung 2 zeigt den vermuteten Aufbau des Biofilms auf der Zahnoberfläche, wobei zwischen Früh- und Spätbesiedlern differenziert wird. Durch verschiedene Faktoren kann die Plaquebildung entweder gehemmt oder gefördert werden. Hierzu zählen insbesondere Mundhygiene, (antimikrobielle) Substanzen in Speichel oder Nahrung, Scherkräfte bei der Mastikation, Speichelfluss und Oberflächenrauigkeiten.

Je nach Lage ist eine supragingivale Plaque von einer subgingivalen zu unterscheiden. Die supragingivale Plaque findet sich an den habituell unsauberen Bereichen der Zähne, wie Fissuren und Grübchen, Approximalflächen, zervikalem Drittel und freiliegenden Wurzeloberflächen. Die subgingivale Plaque findet sich an den Wurzeloberflächen unterhalb der Gingiva und ist individuellen Mundhygienemaßnahmen nicht mehr zugänglich. Durch Einlagerung anorganischer Substanzen in der Plaque ändert sich ihre Zusammensetzung und wird in diesem Entwicklungsstadium als Zahnstein beschrieben. Dieser befindet sich vornehmlich im Bereich der Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen, d. h. lingual an den Unterkieferfrontzähnen und bukkal der Oberkiefer 6-Jahr-Molaren [16].

Die Plaque gehört primär zur natürlichen Mikroflora der Mundhöhle und ist ein Teil der Immunabwehr, indem sie die Kolonisation besonders von pathogenen Keimen verhindert. Gleichzeitig ist sie ein notwendiger Faktor für die Kariesentstehung [22].

2.3 Karies

Karies ist die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanzen und wird durch ein multifaktorielles Geschehen verursacht. Sie ist eine bakteriell bedingte Infektionskrankheit, von der weit über 95 % der Europäer befallen sind. In Deutschland haben nur rund 0,8 % der Bevölkerung naturgesunde Zähne [34].

Zur Kariesätiologie gibt es eine Vielzahl von Theorien. Die wohl älteste Theorie stammte aus der Zeit um das zwölfte Jahrhundert vor Christus und reichte bis ins 19. Jahrhundert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass es sich bei der Karies um einen Zahnwurm handelt, der sich, wie bei einem Apfel, in das Innere

des Zahnes frisst [31]. Bis zum 19. Jahrhundert wurden immer wieder neue Theorien aufgestellt oder bestehende modifiziert.

Die chemoparasitäre Theorie, die heute allgemein akzeptiert ist, wurde erstmals 1898 von Miller [36] aufgestellt und später von anderen Wissenschaftlern verifiziert und erweitert. Hiernach läuft die Zerstörung der Zahnhartgewebe, durch verschiedene pathogene Faktoren verursacht, in mehreren Stufen ab. Die drei Hauptfaktoren sind nach Keyes [20] Plaque, niedermolekulare Kohlenhydrate, die als Substrat bezeichnet werden, und der Wirt respektive der Zahn. König [22] erweiterte diese drei Hauptfaktoren um den Faktor Zeit. Alle Faktoren müssen gleichzeitig wirken, damit Karies entsteht.

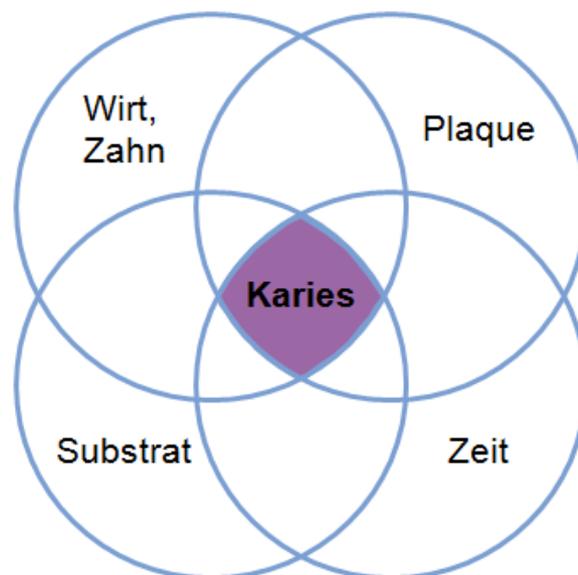


Abbildung 3: Darstellung der vier Faktoren der Kariesätiologie nach König [22]

Von allen Faktoren ist die Plaque vom Patienten selbst am leichtesten zu beeinflussen. Zusätzlich zu diesen Hauptfaktoren gibt es zahlreiche sekundäre Faktoren wie Speichelfluss und –zusammensetzung, pH-Wert des Speichels, Pufferkapazität des Speichels, Dauer und Häufigkeit der Substratzufuhr, Immunabwehr, mögliche genetische Faktoren, sozioökonomische und verhaltensbezogene Komponenten, Zahnfehlstellungen und –bildungen und Zahnersatz, die die Bildung und das Fortschreiten einer kariösen Läsion beeinflussen können [16].

Die Kariesbildung durchläuft verschiedene Stadien und entwickelt abhängig von der betroffenen Zahnhartsubstanz unterschiedliche Krankheitsbilder. Die Karies beginnt mit einer makroskopisch nicht sichtbaren Läsion durch Demineralisationsvorgänge an der Schmelzoberfläche. Klinisch erkennt man etwas später eine aktive Schmelzkaries an weißen Flecken im Sinne einer Entmineralisierung des Schmelzes, wobei jedoch die Schmelzoberfläche intakt erscheint. Durch geeignete Prophylaxemaßnahmen, wie Ernährungslenkung, Plaqueentfernung und Fluoridierung, kann eine Schmelzkaries remineralisiert werden [16]. Die arretierte Läsion zeigt sich durch eine glänzend, matte, sehr harte und oft bräunlich verfärbte Oberfläche. Die dunkle Verfärbung resultiert aus Pigmenteinlagerungen exogener Farbstoffe während der Remineralisation. Diese Farbstoffe sind unter anderem in Tabak, Tee und anderen Nahrungsmitteln enthalten [16].

Wird die Demineralisation indes nicht gestoppt, weitet sich die kariöse Läsion aus und überschreitet die Schmelz-Dentin-Grenze. In diesem Stadium kann es bereits durch eine Reizung der Pulpa-Dentin-Einheit zu Schmerzen kommen. Im Dentin breitet sich die Karies aufgrund der schnelleren Entmineralisierung stark unterminierend aus und kann folglich auf ihrer ganzen Breite die Pulpa erreichen. Die unterminierende Karies breitet sich entlang des Übergangs vom Schmelz zum Dentin aus. An der Schmelz-Dentin-Grenze nimmt sie aufgrund der schlechten Mineralisation in dieser Zone eine breitbasige Form an. Optisch erscheint der Zahn nicht pathologisch verändert und ist nur wenig von Karies befallen, weshalb oft von verborgener Karies gesprochen wird. Diese, vor allem im Fissurenbereich der Seitenzähne auftretende Karies, kann meist nur mit Hilfe einer Röntgendiagnostik festgestellt werden. Nach Erreichen des Dentins penetriert die Karies an den Dentinkanälchen entlang in Richtung Pulpa. Hierhin nimmt sie kegelförmige Gestalt an. Oft wird die Karies erst jetzt vom Patienten wahrgenommen, wenn der so unterminierte Zahnschmelz plötzlich unter einer mechanischen Belastung wie beim Kauen einbricht.

Neben der Schmelz- und Dentinkaries gibt es noch die Wurzel- bzw. Zementkaries. Diese entsteht meist an freiliegenden Zahnhälsen im Bereich der

Schmelz-Zement-Grenze. Betroffen sind überwiegend ältere Patienten, die das 60. Lebensjahr erreicht haben [16].

2.4 Klassifizierung der Parodontalerkrankungen

Die aktuellen Klassifikationen basieren auf den Ergebnissen des „International Workshop for a Classification of Periodontal Diseases and Conditions“ aus dem Jahre 1999 [2], wobei deren Einteilung nicht unumstritten ist. Es werden dabei acht Erkrankungsgruppen unterschieden:

- I. Gingivopathien
- II. Chronische Parodontitis
- III. Aggressive Parodontitis
- IV. Parodontitis als Manifestation von systemischen Erkrankungen
- V. Nekrotisierende parodontale Erkrankungen
- VI. Abszesse des Parodonts
- VII. Parodontitis in Zusammenhang mit endodontalen Läsionen
- VIII. Entwicklungsbedingte oder erworbene Deformitäten und Zustände

In der Gruppe der Gingivopathien lassen sich zwei Untergruppen unterscheiden, denn es kann sowohl eine durch dentale Plaque induzierte Gingivopathie vorliegen, aber auch eine durch nicht dentale Plaque verursachte Erkrankung. Letztere kann verschiedene Ursachen haben, wie z. B. spezifische bakterielle Infektionen (z. B. mit *N. gonorrhoea*), Virus- oder Pilzinfektionen, einen genetischen Ursprung, auf Basis systemischer Erkrankungen, traumatische Läsionen oder Fremdkörperreaktionen. Die durch dentale Plaque induzierte Gingivitis kann durch systemische Faktoren (z. B. endokrine Faktoren oder hämatologische Erkrankungen), Medikamente oder Fehl- respektive Mangelernährung verstärkt werden. Außerdem können lokale Faktoren wie überhängende Restaurationsränder oder Zahnfehlstellungen die Plaque-

retention begünstigen [2]. Im Weiteren wird nur auf die Punkte I. bis III. näher eingegangen, da diese 90 % aller Erkrankungen ausmachen.

2.4.1 Gingivitis

Die Gingivitis beschreibt eine akute oder chronische Entzündung des Zahnfleischs. Charakteristisch für die Plaque induzierte Gingivitis sind dentale Plaqueanlagerungen im Bereich des Gingivarandes. Es zeigt sich eine Rötung und Schwellung der Gingiva, die bei Berührung leicht blutet. Die Gingivitis tritt in fast jedem Lebensalter auf. So zeigt sie sich schon bei Kindern im Alter zwischen drei und fünf Jahren an den Milchzähnen. Die Prävalenz steigt mit Eintritt in die Pubertät und nimmt etwa nach Vollendung des 14. Lebensjahres ab. Etwa 35-50 % der Erwachsenen sind betroffen [13].

Im Tiermodell konnte gezeigt werden, dass sich histopathologisch vier Phasen differenzieren lassen [49]. Dem klinischen Bild einer Gingivitis entsprechen noch die initiale, frühe und etablierte Phase, wobei die fortgeschrittene Läsion bereits den Übergang zur Parodontitis charakterisiert. Die initiale Läsion, die bereits nach einem Tag vorliegt, geht nach fünf bis sieben Tagen andauernder Plaqueakkumulation in die frühe Phase über. Der Körper zeigt eine Immunantwort. Neben der Rötung und Schwellung der freien und zum Teil auch befestigten Gingiva kommt es zur Bildung einer „gingivalen Tasche“ ohne Attachment- oder Knochenverlust. Die Stippelung der Gingiva ist weitestgehend aufgehoben und bei Sondierung oder beim Putzen blutet sie. Der Schweregrad der Gingivitis steht in direktem Zusammenhang mit der Plaquemenge. Bei Wiederaufnahme bzw. Verbesserung der Mundhygiene gehen die Entzündungszeichen zurück [30]. Das bedeutet, dass die Gingivitis vollständig reversibel ist [13]. Eine intensive Mundhygiene ist somit sowohl Prophylaxe als auch Therapie der Plaque induzierten Gingivitis.

2.4.2 Parodontitis

Bei der Parodontitis unterscheidet man zwischen einer chronischen und einer aggressiven Form. Die chronische Parodontitis ist dabei die häufigste. Es handelt sich hierbei um eine bakterielle Infektionserkrankung des Zahnhalteapparates. Die Folge ist ein progressiver Alveolarknochen- und Attachment-

verlust bis hin zu Zahnlockerung bzw. –verlust im fortgeschrittenen Stadium. Klinisch zeigt sich die Ausbildung von Taschen und/oder Rezessionen [10]. Während die Gingivitis meist bei Kindern oder Jugendlichen auftritt, liegt eine Parodontitis meist bei Erwachsenen ab der vierten Lebensdekade vor. Grundsätzlich können aber auch jüngere Patienten und Kinder betroffen sein [10, 32]. Die Erkrankung zeichnet sich durch einen schubhaften Verlauf aus. Es wechseln sich Phasen, die durch erhöhte parodontale Destruktion gekennzeichnet sind, mit Phasen der Stagnation ab. Die parodontale Destruktion steht dabei im Zusammenhang mit lokalen Reizfaktoren, wie z. B. dem Vorhandensein von subgingivalen Konkrementen. Die Plaquezusammensetzung kann jedoch sehr variabel sein [10]. Bei der chronischen Parodontitis wird eine lokalisierte von einer generalisierten Form unterschieden. Von einer lokalisierten Parodontitis wird gesprochen, wenn weniger als 30 % der Zahnflächen betroffen sind. Beide Formen werden nach dem klinischen Attachmentverlust in drei Schweregrade unterteilt. Ein leichter Schweregrad liegt bei einem Attachmentverlust von 1-2 mm vor, ein mäßiger von 3-4 mm und ein schwerer von größer 5 mm [10].

Die aggressive Parodontitis zeichnet sich durch schwere parodontale Destruktionen mit raschem Attachmentverlust aus. Die Patienten sind dabei gesund, es kann zudem eine familiäre Häufung vorliegen. Einige Merkmale müssen nicht bei jedem Patienten vorliegen und sind daher sekundär. So liegt hier, im Gegensatz zur chronischen Parodontitis, eine Diskrepanz zwischen der Menge der ätiologischen Faktoren und der Destruktion des Parodonts vor. Die Patienten können zudem eine abnorme Phagozytenfunktion aufweisen und haben oft einen erhöhten Anteil von *Actinobacillus actinomycetemcomitans* sowie *Porphyromonas gingivales* in der subgingivalen Flora. Auch hier wird zwischen einer lokalisierten und einer generalisierten Form unterschieden. Die lokalisierte aggressive Form beginnt meist in der Pubertät und zeigt einen Befall der mittleren Inzisiven und der ersten Molaren. Bei der generalisierten Form liegt der proximale Attachmentverlust an mindestens drei Zähnen vor, die nicht die ersten Molaren oder mittleren Inzisiven sind. Die Patienten sind zu Beginn der Erkrankung meist jünger als 30 Jahre [10].

Obwohl die bakterielle Infektion, speziell die pathogenen Bakterien, die Hauptursache bei der Entstehung einer Parodontitis ist [55], werden durch sie einige immunologische und entzündliche Reaktionen initiiert, die die Reaktion des Wirtes unterschiedlich ausfallen lassen [48]. Zudem gibt es endogene und exogene Risikofaktoren/-indikatoren, die die Parodontalerkrankungen und deren Verlauf beeinflussen können [10]. Einige seien erwähnt:

- Tabakkonsum. Raucher haben verglichen mit Nichtrauchern ein fünffach erhöhtes Risiko, eine Parodontitis zu entwickeln [61].
- Diabetes mellitus (insbesondere wenn der Blutzuckerspiegel schlecht eingestellt ist). Dieser Aspekt des Diabetes mellitus ist schon seit längerem bekannt und in verschiedenen Studien belegt worden [47].
- allgemeine Abwehrschwäche, insbesondere immunsupprimierte Patienten während oder nach Chemo-Therapie, Patienten nach Organtransplantation, HIV-Erkrankte, etc.
- emotionaler Stress
- sozioökonomische Faktoren
- lokale zahnspezifische Faktoren

Laut den letzten Daten der Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) [18] aus dem Jahre 2006 leiden in Deutschland ca. 46,7 % der Erwachsenen im Alter zwischen 35 und 44 Jahren an einer mittelschweren und 39,0 % an einer schweren Form der Parodontitis, gemessen am klinischen Attachmentverlust. In der Gruppe der Senioren im Alter zwischen 65 und 74 Jahren sind 29,6 % an einer mittelschweren und 67,7 % an einer schweren Form erkrankt [8]. Somit kann von einer „Volkskrankheit“ gesprochen werden.

Die Therapie der Parodontitis umfasst, neben der Desintegration des Biofilms und der Beseitigung bzw. Reduzierung möglicher Risikofaktoren, die regelmäßige supra- und subgingivale Entfernung der harten und weichen Beläge auf der Zahn- und Wurzeloberfläche. Gegebenenfalls sollte die initiale

Therapie mit einer adjuvanten Antibiotikatherapie, nach vorheriger mikrobiologischer Diagnostik, kombiniert werden. Bei sehr tiefen Taschen kann sich auch eine chirurgische Behandlung als notwendig erweisen.

2.5 Indizes zur Objektivierung der bakteriellen Beläge

Ein Index ist eine Kennzahl oder eine aus mehreren Größen errechnete Vergleichsgröße, die z. B. als Prozentzahl oder in Graden angegeben wird. Indizes sind sowohl für epidemiologische Studien als auch zur Dokumentation individueller Krankheitsabläufe bzw. zur Objektivierung des Therapieerfolges für Behandler und Patient gut geeignet [33].

Die einmalige Verwendung eines Index ermöglicht dem Zahnarzt und dem Patienten anhand einer einfachen Kennzahl den Krankheitszustand des Gebisses einzuordnen. Gleichzeitig kann der Zahnarzt durch erneutes Erheben des Index im Behandlungsverlauf die Mitarbeit des Patienten abschätzen und der Patient wird in die Lage versetzt, den Erfolg oder Misserfolg seiner Bemühungen zu erfassen.

Je nach Fragestellung der klinischen Untersuchung sind in der Vergangenheit immer wieder neue Bewertungssysteme zur Quantifizierung der Plaqueanlagerung und Entzündung der Gingiva entwickelt und bestehende modifiziert worden, so dass heute eine große Anzahl an Indizes zur Verfügung steht. Bei der Auswahl des Indexsystems müssen die jeweiligen Anforderungen an das Indexsystem berücksichtigt werden. Für den Praxisalltag kommen folglich andere Indizes in Frage als für wissenschaftliche Studien. Es wird zwischen graduellen und dichotomen Indizes unterschieden. Die graduellen Indizes ermöglichen es im Gegensatz zu den dichotomen, den Schweregrad einer Erkrankung zu erfassen. Dieser Vorteil ist sogleich ein Nachteil, da die individuelle Einschätzung von vielen Faktoren abhängt und eine ausreichende Reproduzierbarkeit stark von der Konstanz des Untersuchers abhängt. Zudem ist die graduelle Einschätzung von Untersucher zu Untersucher unterschiedlich. Daher sind diese Indizes unter klinischen Bedingungen eher als fragwürdig einzustufen [13]. Dichotome Indizes ermitteln den prozentualen Wert der plaquebehafteten bzw. entzündlichen Stellen durch eine reine Ja-/Nein-

Entscheidung. Da sie eine höhere Reproduzierbarkeit aufweisen, sind sie im Praxis-Alltag den graduellen Systemen wegen ihrer Einfachheit und Effizienz überlegen.

Zudem gibt es gravimetrische Verfahren, bei denen das Gewicht der vorhandenen Plaque bestimmt wird, und planimetrische Verfahren, bei denen durch eine optische Methode die plaquebedeckten Flächen ermittelt werden.

In der Regel werden die Indizes an allen Zähnen respektive in zwei Quadranten vestibulär in den anderen beiden oral erhoben. Aus Zeitgründen oder verminderter Compliance des Patienten kann der entsprechende Index auch an den sogenannten Ramfjord-Zähnen (Zähne 16, 21, 24, 36, 41, 44) [51] erhoben werden, die dann repräsentativ für das ganze Gebiss gewertet werden.

Grundsätzlich sollte ein Index mit den entsprechenden Krankheitszuständen korrelieren und eine Reihe von Qualitätsmerkmalen aufweisen [33]:

- Sensitivität, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kranker ein positives Testergebnis zeigt (= richtig positiv) (auch für kleine Veränderungen, wichtig bei Wiederholungsmessungen)
- Spezifität, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gesunder ein negatives Testergebnis aufweist (= richtig negativ)
- Validität, d.h. die Eignung eines Messverfahrens oder einer Frage bezüglich ihrer Zielsetzung
- Reliabilität, d.h. die Zuverlässigkeit einer Messung
- Quantifizierbarkeit (Schwere der Veränderung beurteilbar)
- Vorrussagewert eines positiven/negativen Ergebnisses
- Objektivität
- Akzeptabilität (sollte beim Patienten keine Schmerzen verursachen)
- Definitionen eindeutig

- Klar- und Einfachheit, d.h. ein Untersucher sollte sich die Kriterien leicht merken können

Nach Auswahl des Indexsystems sollte vor der Anwendung ein Training der Untersucher erfolgen, um die Reproduzierbarkeit zu erhöhen (z. B. Anleitung der Studierenden oder der Zahnmedizinischen Fachangestellten durch einen erfahrenen Zahnarzt) [33].

2.5.1 Anfärben der Plaque

Für die Motivation des Patienten ist es hilfreich, ihm die Stellen zu zeigen, die er nicht ausreichend putzt. Um dies gut zu veranschaulichen, sollte die Plaque angefärbt werden, da sie dann für den Patienten besser sichtbar ist. Skinner [59] empfahl das Anfärben bereits 1914, damit das „fremde Material“ entfernt werden könne. Er verwandte eine Jodlösung.

Auf dem Dentalmarkt sind verschiedene Systeme und Darreichungsformen erhältlich, z. B. Spüllösungen und Tabletten, zum Sichtbarmachen der Beläge auf Zahnoberflächen und der Mundschleimhaut. Es wird hierbei zwischen ein- und zweifarbigen Anfärben und zwischen Färbungen, die nur im UV-Lichtspektrum sichtbar sind, unterschieden. Die gängigste Methode ist das einfarbige Anfärben. Hierbei werden die Zähne und die Gingiva meist mit Erythrosin, als Tablette oder in Apotheken hergestellten Lösungen, angefärbt. Erythrosin gehört zur Gruppe der Xanthenfarbstoffe und färbt Lebensmittel rosa bis rot. Zudem ist es stark jodhaltig und daher bei Patienten mit Jodallergie kontraindiziert. Chemisch ist es das Bi-Natriumsalz von 2,4,5,7-Tetraiodfluorescein. Der Farbstoff ist wasserlöslich, stabil bei Hitze und in alkalischer Umgebung. Allerdings ist Erythrosin nicht lichtecht. In sauren Lösungen bildet sich Erythrosinsäure, die kaum löslich ist. Erythrosin wurde von Arnim [3] erstmals benutzt. Plaque-behaftete Flächen stellen sich dann nach Ausspülen rot-pink dar. Erythrosin ist als Lebensmittelfarbstoff E127 zugelassen, sollte aber nicht heruntergeschluckt werden. Daher ist es zur Anwendung bei Kindern, die noch nicht eigenständig ausspülen können, ungeeignet.

Die zweifarbige Methode ermöglicht dem Zahnarzt und dem Patienten, zwischen alter und neuer Plaque zu differenzieren. Der Farbstoff ist Tetrachlor-Tetrabrom-Fluoreszin (Phloxin B) mit E 131 Brilliantblau (Patentblau V). Ältere Plaque erscheint nach dem Anfärben blau, neuere rosa. Im Handel erhältlich ist z. B. Mira-2-Ton® Lösung oder Tabletten (HAGER & WERKEN, Duisburg, Deutschland). Die Tabletten werden auf die Zunge gelegt, zerkaut und mit etwas Speichel im Mund verteilt, der dann ausgespuckt wird. Die Lösung wird z. B. mit einem Wattestäbchen auf die Zähne aufgetragen. Diese Methode kann auch gut zuhause angewandt werden. Grundsätzlich empfiehlt es sich, das Lippenrot mit Vaseline einzufetten, um einer länger dauernden Rotfärbung vorzubeugen.

Da das Anfärben der Zähne für einige Patienten, zum Beispiel für Berufstätige, eine kosmetische Beeinträchtigung darstellt, gibt es heutzutage UV-Systeme, die speziell für die Zahnarztpraxis entwickelt wurden. Hierbei wird eine nur unter UV-Licht fluoreszierende Spüllösung verwendet, um dem Patienten die plaquebehafteten Stellen zu offenbaren. Der Farbstoff erscheint unter der UV-Lampe gelblich-grün. Da diese Färbung bei normalem Licht nicht sichtbar ist, wird sie von einigen Patienten besser toleriert. Diese Lösung beinhaltet ebenfalls kein Jod, sondern Natrium-Fluoreszin. Der Nachteil dieser Methode ist in den höheren Kosten zu sehen, da eine spezielle Lampe, welche das UV-Lichtspektrum emittiert, benötigt wird.

Lösungen, wie Fuchsin oder Kristallviolett, die früher gebräuchlich waren, sind heute abzulehnen. Fuchsin wird eine Veränderung der DNA und dem Kristallviolett ein krebserzeugendes Potential zugeschrieben.

2.5.2 Plaque-Indizes

2.5.2.1 Modifizierter Plaque-Index nach Quigley und Hein (QHI)

Der Plaque-Index nach Quigley und Hein wird heute hauptsächlich in der modifizierten Form nach Turesky et al. [62] angewendet. Dabei werden die vestibulären und oralen Zahnoberflächen aller Zähne je nach Plaquebefall bewertet. Vor der Erhebung werden die Zähne mit Plaquerelevatoren angefärbt. Es werden sechs Schweregrade unterschieden:

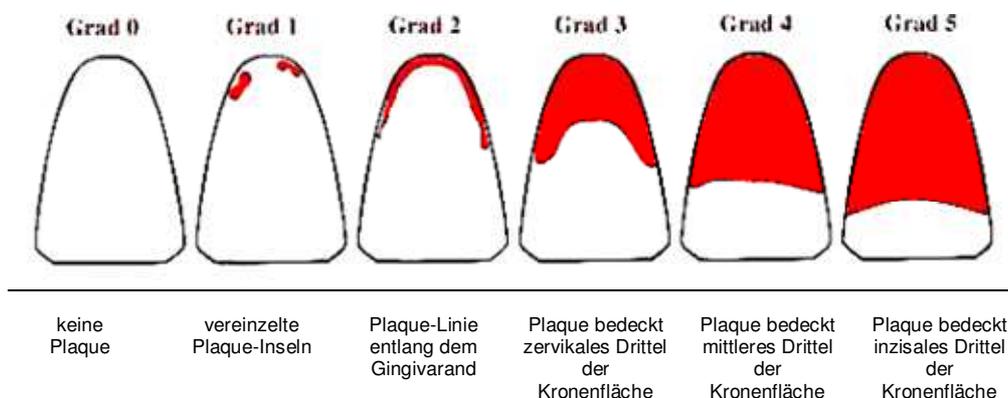


Abbildung 4: Modifizierter Plaque-Index nach Quigley und Hein [63]

Der individuelle Wert wird ermittelt, indem die Summe aller Plaquewerte gebildet und durch die Anzahl der Messflächen geteilt wird [33].

Der modifizierte Quigley-Hein-Index eignet sich zur Anwendung bei Verlaufsstudien ebenso wie für die klinische Prüfung von Medikamenten im Bereich der oralen Prophylaxe [33].

In der 1962 publizierten Form wurden nur die Fazielfläche und das gingivale Drittel berücksichtigt [50].

2.5.2.2 Plaque-Index nach Silness und Loe

Der Plaque-Index nach Silness und Loe [58] bewertet den Plaquebefall und die Plaquedicke im Gingivalrandbereich. Es werden auch der Sulkus und die Zahnoberfläche berücksichtigt [16]. Eine Plaqueanfärbung erfolgt nicht, da die Zahnflächen sorgfältig getrocknet werden. Danach werden die Zahnflächen mit Spiegel und Sonde untersucht. Alle Zahnoberflächen werden inspiziert und mit

der Sonde wird der Sulkus ausgestrichen. Die Einteilung der vorhandenen Beläge wird in vier verschiedene Schweregrade eingeteilt:

- Grad 0: keine Plaque durch Inspektion und Sondierung zu erkennen
- Grad 1: nicht sichtbarer, dünner Plaquefilm, der nur durch Abschaben mit der Sonde zu erkennen ist
- Grad 2: mäßige Plaqueablagerung, die mit bloßem Auge zu erkennen ist; die Plaque füllt den Interdentalraum nicht aus
- Grad 3: dicke Plaqueablagerung, die den Interdentalraum ausfüllt

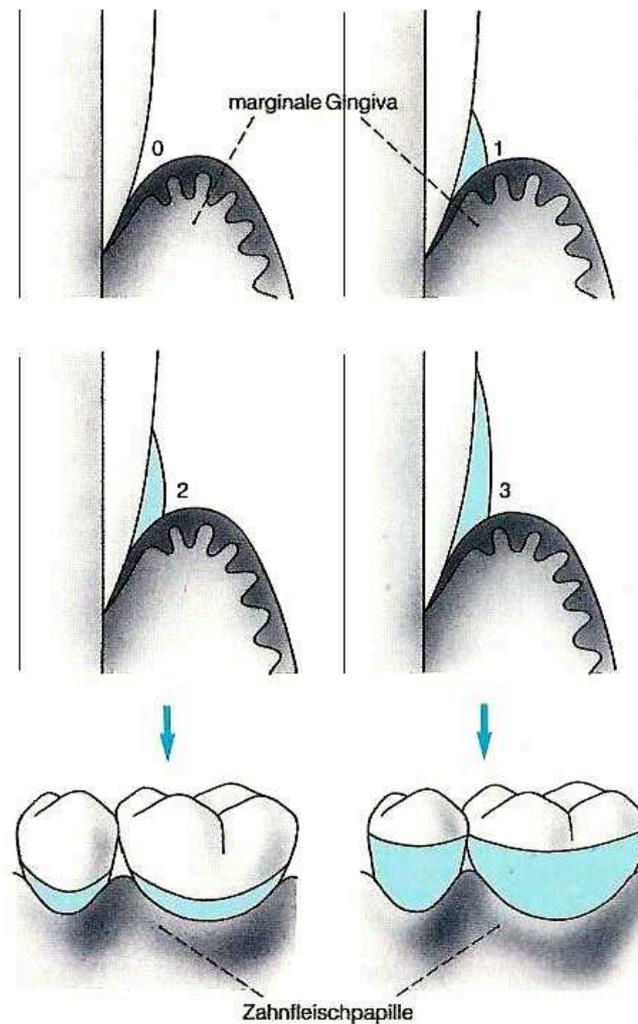


Abbildung 5: Plaque-Index nach Silness und Loe [58]. Die Gradeinteilung orientiert sich an der Verteilung und Dicke der Beläge

Zur rechnerischen Bestimmung des Plaque-Index PI wird die Summe der Bewertungsziffern durch die Zahl der bewerteten Flächen dividiert. Dieser Index eignet sich gut für die Bewertung des Plaquebefalls in wissenschaftlichen Studien. Für die Patientenmotivation und -instruktion im Rahmen der Initialtherapie ist er demgegenüber weniger geeignet, da die Beläge für den Patienten nicht sichtbar gemacht werden [33].

2.5.2.3 Plaque-Index nach O'Leary

Bei dem Plaque Index nach O'Leary [46] handelt es sich um einen einfachen, dichotomen Index. An vier Stellen pro Zahn (distal, bukkal, mesial, oral) wird nach Plaque gesucht und mit Ja oder Nein bewertet. Dies kann mit Plaquerelevator geschehen oder mit entlang Streichen einer Parodontalsonde. Daraus ergibt sich der Index als Summe der plaquebedeckten Flächen dividiert durch die Anzahl der gesamten Flächen multipliziert mit 100.

2.5.2.4 Modifizierter Approximalraum-Plaque-Index nach Lange et al.

Um Rückschlüsse auf die Plaque-Besiedlung und damit auch auf die Effizienz der häuslichen Mundhygiene zu ziehen, wird der modifizierte Approximalraum-Plaque-Index (API) nach Lange (1977) [26] ermittelt. Hierzu werden die Zähne mittels eines mit Erythrosin getränkten Schwämmchens rot angefärbt. Danach wird der Patient aufgefordert, kräftig mit Wasser auszuspülen. Die dann noch angefärbten Stellen zeigen die vorhandene Plaque an. Für die Erhebung des API ist es unerheblich, ob weiche oder harte Beläge vorhanden sind. Bei diesem Index werden im ersten und dritten Quadranten jeweils die Approximalräume von palatinal bzw. lingual und im zweiten und vierten Quadranten von bukkal untersucht, ebenfalls ohne die gegebenenfalls vorhandenen Weisheitszähne. Bei diesem Index erfolgt die Angabe als Prozentwert.

- API < 25 % = optimale Mundhygiene
- API 25-39 % = gute Mundhygiene
- API 40-70 % = mäßige Mundhygiene

- API 70-100 % = unzureichende Mundhygiene [33]

Ein API von bis zu 35 % wird im Rahmen einer Parodontitistherapie als Ausdruck einer guten Mitarbeit gewertet [16]. Dieser Index fand in der vorliegenden Studie Verwendung.

2.5.3 Gingiva-Indizes

2.5.3.1 Papillen-Blutungsindex nach Saxer und Mühlemann

Beim Papillen-Blutungsindex (PBI) nach Saxer und Mühlemann [56] wird die Stärke der Reizblutung im Papillenbereich nach vorsichtigem Ausstreichen des Sulkus mit einer stumpfen Parodontalsonde bewertet. Die Sonde wird dabei nicht parallel, sondern in einem 45 Grad Winkel zur Zahnachse in den Sulkus geführt. Die Beurteilung erfolgt nach ca. 20 Sekunden. Er wird in allen vier Quadranten erhoben, im ersten und dritten Quadranten oral und im zweiten und vierten Quadranten vestibulär. Unterschieden werden fünf Grade:

- Grad 0: keine Blutung
- Grad 1: Auftreten eines Blutungspunktes
- Grad 2: Auftreten mehrere Blutungspunkte oder einer Blutlinie
- Grad 3: Ausfüllen des interdentalen Dreiecks mit Blut
- Grad 4: profuse Blutung nach der Sondierung;
Blut fließt über den Zahn oder die Gingiva

Der PBI kann als Summe aller Bewertungen oder als Index durch den Mittelwert aller Einzelwerte angegeben werden. Er kann einer guten Verlaufskontrolle bei entzündlichen Parodontalerkrankungen dienen.

2.5.3.2 Sulkus-Blutung-Index nach Mühlemann und Son

Bei dem Sulkus-Blutung-Index nach Mühlemann und Son [39] wird das Auftreten einer Blutung nach schonendem Sondieren des Sulkus mit einer Parodontalsonde beurteilt. Grundlage bei diesem Index (sowie auch beim PBI,

siehe oben) ist die Tatsache, dass die Blutungsneigung eines der ersten Symptome einer gingivalen Entzündung ist. Die Blutung wird etwa 30 Sekunden nach der Sondierung bewertet. Dies kann an allen Zähnen oder den Ramfjord Zähnen geschehen. In der ursprünglichen Form des Index nach Mühlemann und Mazor [38] wurden fünf Grade beschrieben. Nach Mühlemann und Son wurde der Bewertungsgrad 4 in 4 und 5 unterteilt:

- Grad 0: keine Entzündung, keine Blutung bei Sulkussondierung
- Grad 1: Blutung bei vorsichtiger Sondierung ohne sichtbare klinische Veränderung der Gingiva (keine Farbveränderungen und keine Schwellung)
- Grad 2: Sulkusblutung bei Sondierung mit Farbveränderungen ohne Schwellung
- Grad 3: Blutung nach Sondierung und Farbveränderungen und leichte ödematöse Schwellung
- Grad 4: Sulkusblutung bei der Sondierung und Farbveränderungen und auffällige Schwellung oder Blutung bei Sondierung und offensichtliche Schwellung (keine Farbveränderungen)
- Grad 5: deutliche Sondierungsblutung oder spontane Blutung auch ohne Sondierung, mit deutlicher Farbveränderung, stark ausgeprägter ödematöser Schwellung mit oder ohne Ulzerationen

Nach der Bewertung der entsprechenden Zahnflächen kann durch Mittelwertbildung der Gesamtindex errechnet werden.

2.5.3.3 Modifizierter Sulkus-Blutungs-Index nach Lange

Der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Lange [27] erlaubt ebenfalls Rückschlüsse auf den Zustand der Gingiva. Hierbei wird die Blutungsneigung der Gingiva nach stumpfer Sondierung mit einer Parodontalsonde in Form einer

dichotomen Entscheidung bewertet. Aufgrund der dichotomen Bewertung hat die Ausprägung der Blutung, ob sie z. B. nur punktförmig ist oder sich den Sulkus entlang zieht, keinen Einfluss auf den Wert des Index. Die Beurteilung erfolgt etwa 30 Sekunden nach der Sondierung. Die Werte werden im ersten und dritten Quadranten bukkal und im zweiten und vierten Quadranten palatinal bzw. lingual jeweils approximal erhoben, wobei die Weisheitszähne unberücksichtigt bleiben. Folglich werden maximal 28 Messpunkte betrachtet. Die Angabe dieses Index erfolgt in Prozent.

- SBI unter 10 % = klinische Normalität des Parodontiums
- SBI 10-20 % = schwächere Zahnfleischentzündung
- SBI 20-50 % = mittelschwere Zahnfleischentzündung, die einer intensiven Behandlung bedarf
- SBI 50-100 % = starke und generalisierte Entzündung des Parodontiums [33]

Dieser Index fand in der vorliegenden Studie Anwendung.

3 Material und Methode

Die Patienten der vorliegenden Arbeit wurden aus vier Semestern im Zeitraum des Wintersemesters 2002/2003 bis zum Sommersemester 2004 jeweils aus den Kursen der Zahnerhaltungskunde I und II (7. und 10. Semester) rekrutiert. Der Mundhygienestatus jedes Patienten wurde vor Behandlungsbeginn und nach Behandlungsabschluss erhoben. Zwischen den Messungen lag bei den einzelnen Patienten ein unterschiedlich langer Zeitraum. Die professionelle Zahnreinigung in Kombination mit der Aufklärungsarbeit sollte die Patienten motivieren, ihre Mundhygiene zu verbessern.

Die Auswertung der erhobenen Datenbasis erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel (Excel 2007, Microsoft, Unterschleißheim). Die Patienten wurden durch fortlaufende Nummern anonymisiert. Es wurden das Alter und Geschlecht der Patienten, das Vorhandensein der einzelnen Zähne 11 bis 47 (ohne Weisheitszähne), der API und der SBI, sowie die Zeitspanne zwischen den Erhebungen erfasst. Sämtliche Daten liegen jeweils vor Behandlungsbeginn und nach Behandlungsabschluss vor.

3.1 Studienteilnehmer

In der Studie wurden 1158 Patienten eingeschlossen, die zum Zeitpunkt der Behandlung zwischen 17 und 82 Jahre alt waren. Unter den Patienten befanden sich zum Teil Zahnmediziner bzw. Studierende der Zahnheilkunde, ansonsten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass alle Berufssparten vorhanden waren. Die Patienten wurden nicht nach Familienstand, Ausbildung, sozialem Umfeld oder ähnlichem befragt. Zudem erfolgte keine Einteilung nach ihrer Putztechnik bzw. nach dem Gebrauch von manueller oder elektrischer Zahnbürste. Patienten ohne Zähne wurden von der Studie ausgeschlossen, wohingegen Träger von Teilprothesen- bzw. Vollprothesenträger nur eines Kiefers in die Studie eingeschlossen wurden. Die Patienten wiesen zwischen 3 und 32 Zähne auf, wobei Weisheitszähne bei der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden. Letztere fanden nur Berücksichtigung, wenn sie mesialisiert waren und somit die Stelle der 2. Molaren einnahmen.

Weder das Alter noch das Geschlecht der Studierenden, die diese Studie durchführten, fand bei der Auswertung der Daten Berücksichtigung. Jeder Studierende/ jede Studierende führte die Untersuchungen an etwa 6 Patienten durch.

3.2 Ablauf der Behandlungssitzung

3.2.1 Klinische Erhebung der Indizes

Zuerst wurde der modifizierte SBI erhoben, da sich dessen Bestimmung nach dem Anfärben für die Erhebung des API schwieriger dargestellt hätte. Zum gleichzeitigen Ausschluss bzw. zur Diagnostik einer möglichen Parodontitis wurden die Sondierungstiefen pro Zahn an 6 Stellen (vestibulär, oral, mesial und distal jeweils von vestibulär und oral) mit der PCP-11-Sonde gemessen. Für die Sondierung sollte nur ein leichter, vom Patienten tolerierter Druck von etwa 0,25 N (25 g) angewendet werden. Wiesen die Taschensondierungstiefen auf eine Parodontitis hin, wurde der Patient an die Poliklinik für Parodontologie überwiesen. Etwa 30 Sekunden nach der Messung wurden die Sulci auf Blutungen visuell mit dem zahnärztlichen Mundspiegel inspiziert und dichotom bewertet (ja/nein). Hierbei ging es nur um das Vorhandensein von Blutungspunkten im Zahnzwischenraum. Die Erhebung erfolgte im I. und III. Quadranten vestibulär, im II. und IV. Quadranten oral. Parallel dazu konnte der Patient mit einem Handspiegel die Blutungspunkte betrachten. Die positiven Stellen wurden in die hierfür vorgesehenen Formblätter eingetragen.

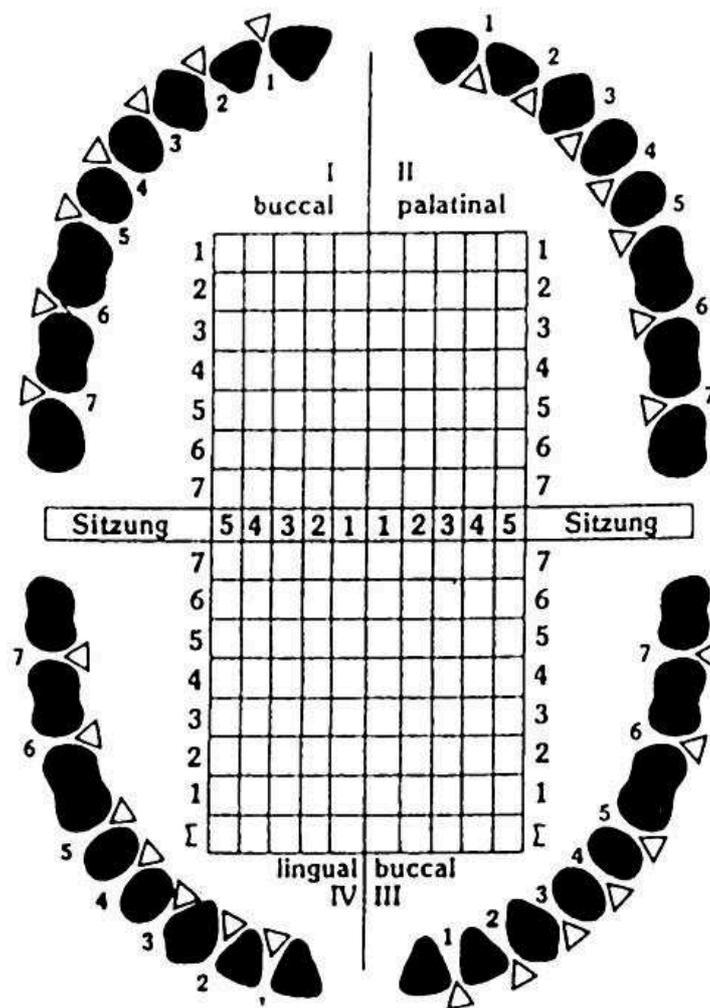


Abbildung 6: Vordruck SBI

Die Bestimmung der Prozentwerte erfolgte mittels einer Ablesetabelle, da die Umrechnung der positiven Messpunkte häufiger zu falschen Werten führte. Die Anordnung der Tabelle in einem Koordinatensystem erleichterte die Bestimmung und sicherte die Verlässlichkeit der Werte. Die Tabelle beruht auf folgender Formel:

$$\text{SBI} = \frac{\sum \text{Blutungspunkte}}{\text{Anzahl vorhandener Approximal-Messpunkte}} \cdot 100$$

Die Prozentwerte werden durch diese Tabelle einheitlich als ganze Zahlen angegeben.

Nach Bestimmung des modifizierten SBI wurden die Zähne mit einem in Erythrosinlösung (hergestellt in der Hausapotheke des Universitätsklinikums Münster) getränktem Schaumstoffschwämmchen angefärbt. Zur Vermeidung der Färbung der Lippen konnte vorher etwas Vaseline auf das Lippenrot aufgetragen werden. Über eine eventuell verbliebene Färbung der Gingiva oder der Lippen durch das Anfärben wurde der Patient im Vorfeld informiert. Eine solche Anfärbung ist spätestens am nächsten Tag verschwunden. Der Patient wurde anschließend aufgefordert, mehrmals kräftig mit Wasser auszuspülen. Nun konnte analog zum modifizierten SBI das Vorhandensein von angefärbter Plaque im Approximalraum beurteilt werden. Der Patient konnte ebenfalls mit dem Handspiegel die angefärbten Plaquestellen betrachten. Die Auswertung erfolgte diesmal im I. und III. Quadranten oral, im II. und IV. Quadranten vestibulär. Auch hierbei wurden die positiven Stellen in der Tabelle des Vordrucks markiert.

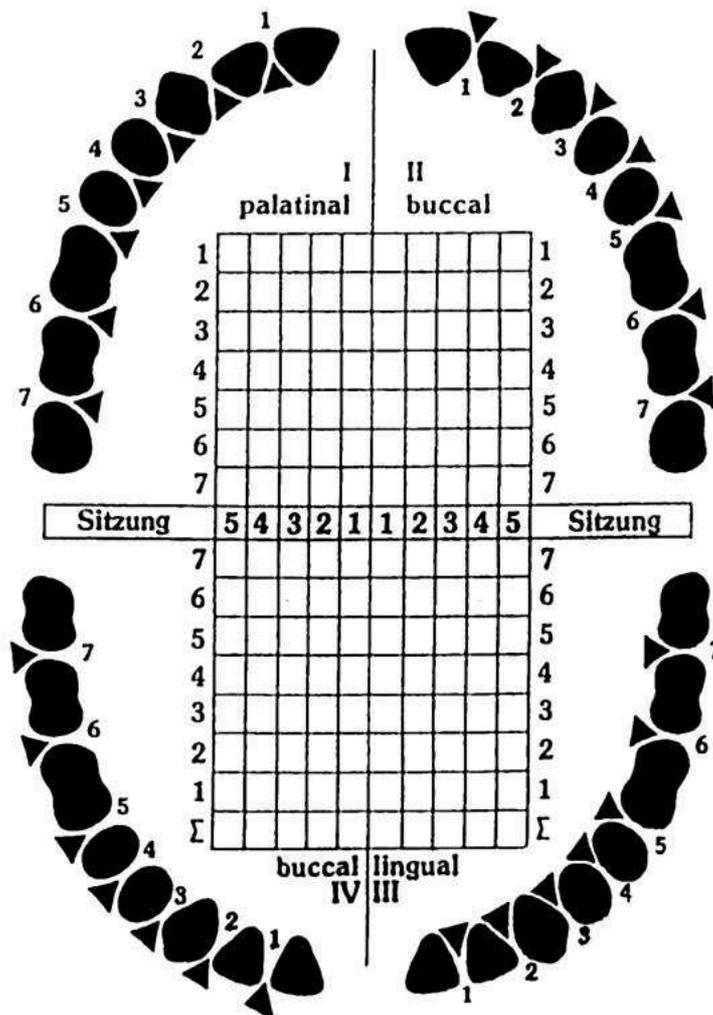


Abbildung 7: Vordruck API

Die positiven Messpunkte wurden addiert, und in Abhängigkeit der jeweiligen Zahnanzahl wurde mittels der Ablesetabelle der Prozentwert bestimmt. Die Bestimmung des API-Wertes beruht hierbei auf folgender Formel:

$$\text{API} = \frac{\sum \text{positive Plaquemessungen}}{\text{Anzahl vorhandener Approximal-Messpunkte}} \cdot 100$$

Im Anschluss an die Erhebung der Indizes erfolgten eine Motivation der Patienten und die professionelle Zahnreinigung.

3.2.2 Professionelle Zahnreinigung

Für die Zahnreinigung standen den Studierenden verschiedene Materialien zur Verfügung:

- Handscaler
- Air Scaler
- rotierende Gummikelche und/oder Bürstchen (Nylon oder Naturborsten)
- Zahnreinigungspaste (feine/mittlere/grobe Körnung; Orangengeschmack)
- Zahnseide
- bei Bedarf Prophy Flex/Air Flow.

Mit diesen Utensilien sollten alle harten (Zahnstein) und weichen Beläge sowie Verfärbungen von Kaffee, Tee, Rotwein und Nikotin entfernt werden. Die professionelle Zahnreinigung erfolgte nur im supragingivalen Bereich. Eine gegebenenfalls notwendige subgingivale Reinigung wurde nach hausinterner Überweisung in der Poliklinik für Parodontologie durchgeführt.

Zunächst wurden die harten Beläge mittels Handscaler oder Air Scaler entfernt. Je nach Intensität der Verfärbungen oder der weichen Beläge des Patienten wurde bei Bedarf ein Air Flow Gerät bzw. Prophy Flex eingesetzt. Die Reinigung der Approximalräume erfolgte mittels Zahnseide oder falls möglich/erforderlich mit SuperFloss™ (Procter & Gamble, Weybridge, Surrey UK). Nach vollständiger Entfernung der Auflagerungen wurden alle Glattflächen und Fissuren der Zähne mittels rotierender Gummikelche oder Bürstchen und Polierpaste poliert.

Im Anschluss an die Zahnreinigung bzw. nach Abschluss ggf. weiterer Behandlungen an diesem Tag, wurden die Zähne mit Elmex® gelée oder Elmex® fluid (GABA, Lörrach, Deutschland) fluoridiert.

Die Dauer der Sitzung war von der Zahnanzahl, der Compliance und Mundhygiene des Patienten und der Geschicklichkeit bzw. Erfahrung des Studierenden/der Studierenden abhängig und betrug zwischen 30 und 120 Minuten.

Nach Abschluss der konservierenden Behandlung wurde in einer letzten Sitzung der Mundhygienestatus erneut erhoben. Da die Eintragung in die gleichen Formblätter erfolgte, konnte direkt ein Vergleich zu den ersten Werten der Indizes gezogen werden.

Der Abstand zwischen den Sitzungen war abhängig von individuellen Faktoren wie z. B. Umfang der Sanierung oder Terminproblemen des Patienten. Der zeitliche Aufwand für die zweite Erhebung des Mundhygienestatus war meist kürzer, da die Remotivation zeitlich nicht so intensiv war wie beim Erstkontakt. Der Ablauf fand bei demselben Studierenden/derselben Studierenden auf gleiche Art und Weise statt, wie in der ersten Sitzung.

4 Ergebnisse

4.1 Ausgangsstatus der Versuchsgruppe

4.1.1 Altersstruktur

Für diese Studie wurden in einem Zeitraum von zwei Jahren bzw. vier Semestern insgesamt 1158 Patienten untersucht. Das Alter dieser Probanden lag während der Studie zwischen 17 und 82 Jahre. Zur Illustration der Altersstruktur wurden jeweils Altersklassen gebildet. Es war eine Häufung in den Altersklassen von 20 bis 29 Jahren festzustellen. Zudem war in den Altersklassen zwischen 30 und 69 Jahren eine annähernd gleichgroße Gruppenstärke mit leicht fallender Tendenz mit steigendem Alter erkenntlich. Die Bereiche 15 bis 19 Jahre und 70 bis 84 Jahre waren jeweils nur mit wenigen Probanden vertreten. Das durchschnittliche Alter aller Studienteilnehmer betrug 41,1 Jahre.

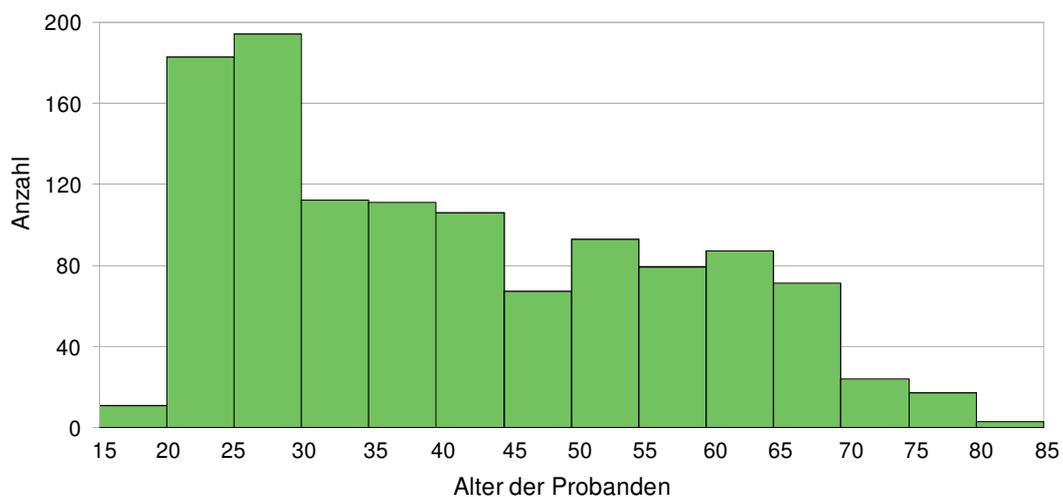


Abbildung 8: Altersstruktur der Versuchsgruppe

4.1.2 Anzahl der weiblichen und männlichen Studienteilnehmer

Die Studiengruppe bestand zu 51,3 % aus männlichen und zu 48,7 % aus weiblichen Probanden. Zur Analyse der Geschlechtsverteilung in den unterschiedlichen Altersgruppen wurde ebenfalls eine Klassenbreite von 5 Jahren gewählt. So zeigte sich in den meisten Altersklassen eine leicht

unterschiedliche Geschlechtsverteilung. Über alle Altersklassen konnte jedoch die Geschlechtsverteilung als annähernd homogen verteilt betrachtet werden.

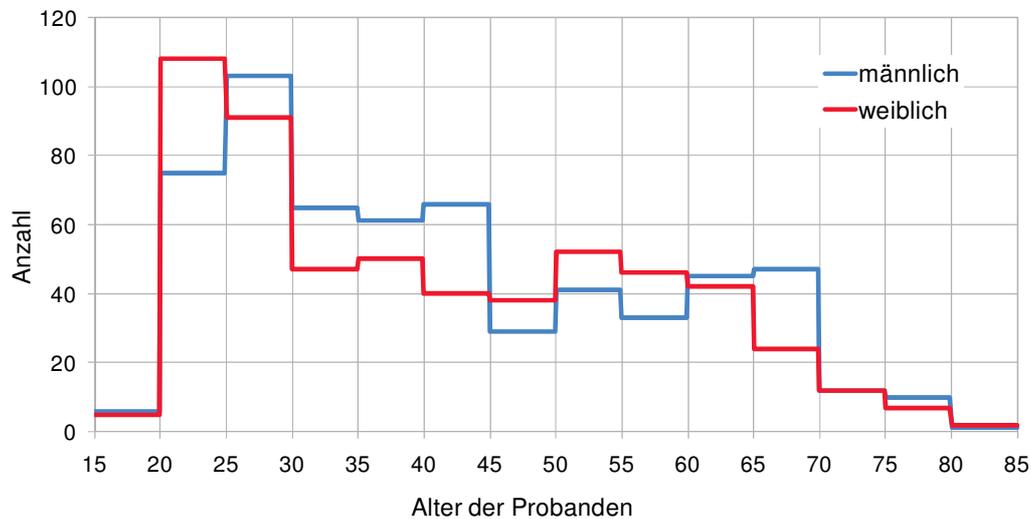


Abbildung 9: Zusammensetzung der Versuchsgruppe

In der weiteren Analyse der Daten wurde die Klassenbreite auf 10 Jahre erhöht, um eine ausreichende Gruppenstärke für eine statistische Betrachtung unter geschlechtsspezifischen Merkmalen in den einzelnen Klassen zu erhalten. Die resultierende Gruppengröße in den Altersklassen der 10 bis 19 und der 80 bis 89 jährigen betrug weniger als fünf. Aus diesem Grund wurden diese Altersklassen in den geschlechtsspezifischen Analysen nicht berücksichtigt.

4.1.3 Zahnanzahl in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht

Bei der Befundung wurde die Zahnanzahl bei allen Probanden bestimmt. Unberücksichtigt blieben die Weisheitszähne, sofern diese nicht die Stellung der 2. Molaren einnahmen. In dem unten dargestellten Diagramm wird die Verteilung der Zahnanzahl illustriert. 426 Probanden hatten bei der ersten Untersuchung noch alle 28 Zähne. Dies entspricht einem Prozentwert von 36,7. Die Mehrheit der Teilnehmer (50,5 %) hatte 27 oder mehr Zähne. Weniger als ein Drittel (31,8 %) der Studienteilnehmer hatte 24 oder weniger Zähne.

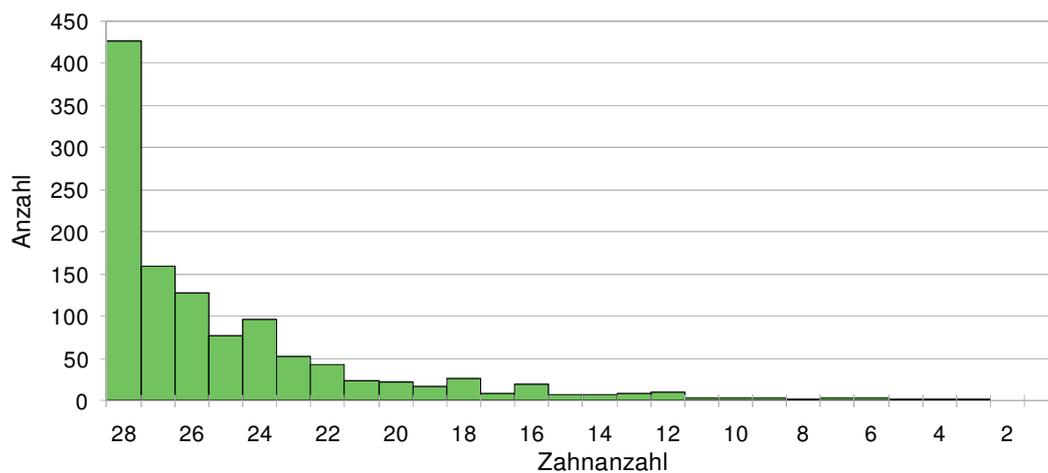


Abbildung 10: Zahnanzahl der Versuchsgruppe

Der Mittelwert der Zahnanzahl aller Probanden betrug 24,9 Zähne. Zur Analyse der Zahnanzahl in Abhängigkeit vom Alter wurden für alle Altersgruppen die jeweiligen Mittelwerte und Standardabweichungen ermittelt. Die Mittelwerte der einzelnen Klassen verhielten sich mit steigendem Alter der Probanden streng monoton fallend. So betrug der Mittelwert der Zahnanzahl in der Klasse der 10 bis 19-jährigen 27,8, während in der Klasse der 80 bis 89-jährigen die durchschnittliche Zahnanzahl nur noch bei 17,3 lag. Einhergehend mit dem Absinken des Mittelwertes nahm die Standardabweichung mit steigendem Alter zu.

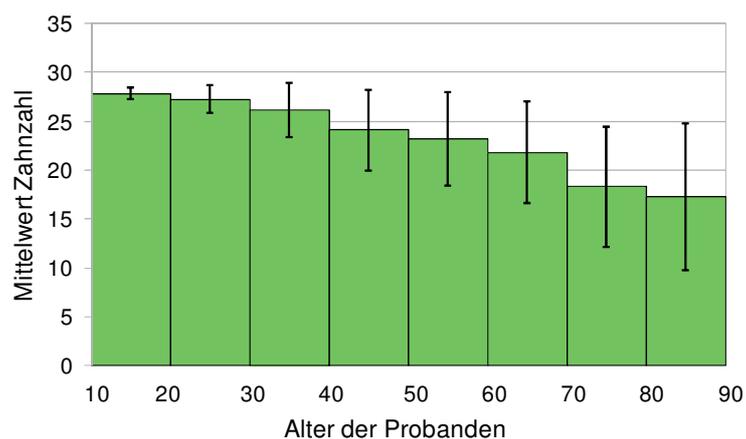


Abbildung 11: Alterseinfluss auf die Zahnanzahl

Bei Betrachtung der Zahnanzahl der Probanden in Abhängigkeit vom Geschlecht, ergab sich eine durchschnittliche Zahnanzahl für die männlichen

von 24,8 und für die weiblichen Studienteilnehmer von 25,0. Insgesamt ergaben sich für alle Altersgruppen weitgehend identische Werte.

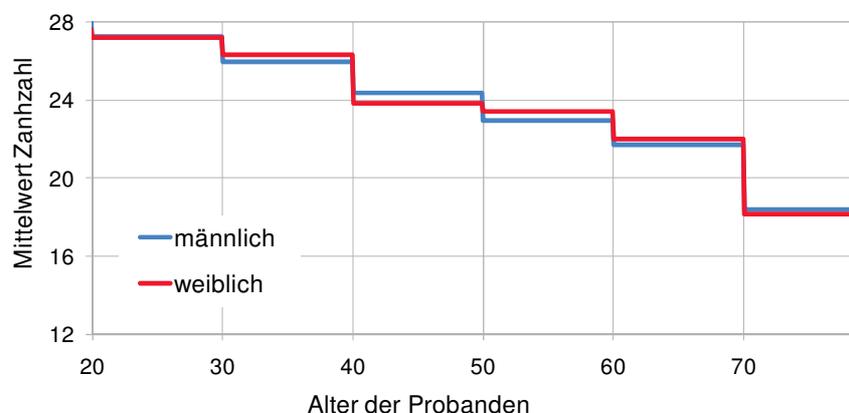


Abbildung 12: Geschlecht und Zahnanzahl

4.1.4 API in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht und Zahnanzahl

In der ersten Behandlungssitzung wurde der API nach Lange [26] erhoben. Die Häufigkeitsverteilung des festgestellten Plaque Index ist der Abbildung 13 zu entnehmen.

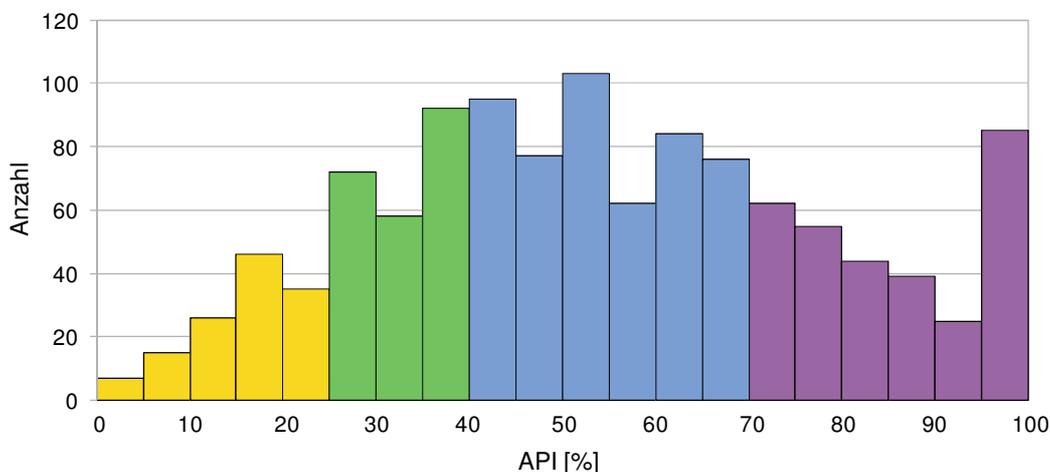


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung des API bei Ersterhebung

Bei nur 11,1 % der Untersuchten wurde ein API-Wert von weniger als 25 % festgestellt. Ein solcher Wert entspricht nach Lange einer optimalen Mundhygiene. Weitere 222 Patienten, dies entspricht 19,2 %, hatten einen API-Wert von 25 bis 39 %, was einer guten Mundhygiene entspricht. Mehr als zwei

Drittel der Untersuchten zeigten eine mäßige oder sogar unzureichende Mundhygiene. Der durchschnittliche API-Wert aller Probanden betrug 54,1 %.

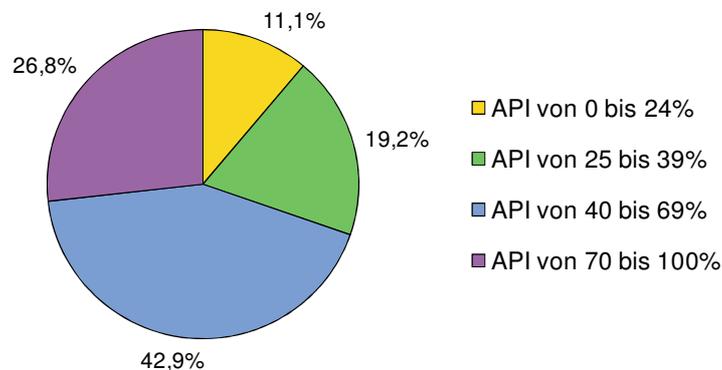


Abbildung 14: API-Verteilung nach Lange bei Ersterhebung

Der festgestellte API änderte sich mit dem Alter der Probanden. So wurde im Mittel mit steigendem Alter ein höherer API diagnostiziert. Das Histogramm illustriert diesen Einfluss.

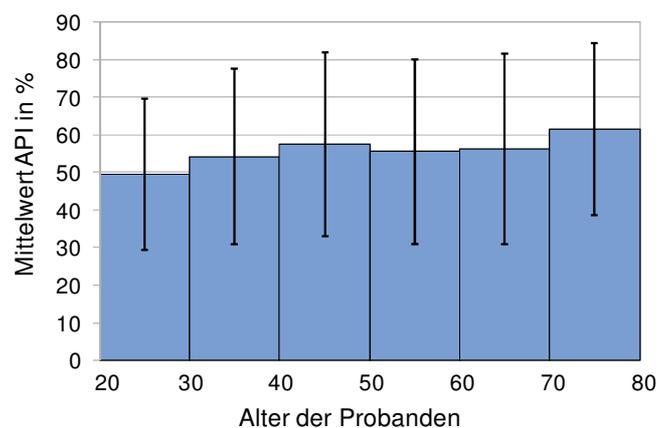


Abbildung 15: Einfluss des Alters auf den API

Die Berechnung des geschlechtsspezifischen API-Mittelwertes zeigte einen Unterschied zwischen den Geschlechtern. Der arithmetische Mittelwert betrug bei den weiblichen Probanden 50,2 % und bei den männlichen Probanden 57,6 %. Diese geschlechtsspezifische Differenz war nahezu über alle Altersklassen festzustellen. Folglich wiesen die männlichen Probanden durchschnittlich eine schlechtere Mundhygiene auf.

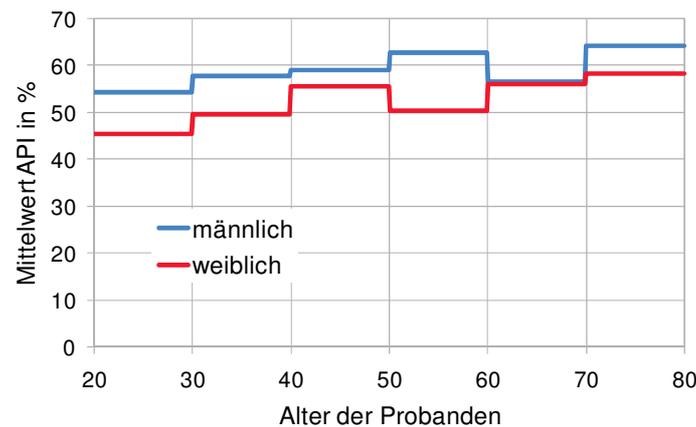


Abbildung 16: Einfluss des Geschlechts auf den API

Um den Einfluss der Zahnanzahl auf den API-Wert zu analysieren, wurden die Zahnanzahlen in verschiedene Gruppen klassifiziert. Um bei der späteren Anwendung der Varianzanalyse eine möglichst große Teststärke zu erhalten, wurde eine Klasseneinteilung gewählt, bei der die Anzahl der Probanden annähernd äquivalent auf die einzelnen Klassen aufgeteilt wird [54]. Es wurde zudem eine Mindestgruppenstärke von 20 % gewählt. Aufgrund der diskreten Werteverteilung waren die Gruppenstärken leicht unterschiedlich. Die Klassifizierung erfolgte von groß nach klein. In dem unten dargestellten flächenproportionalen Histogramm sind die entsprechenden Klassifizierungen und Häufigkeiten ersichtlich.

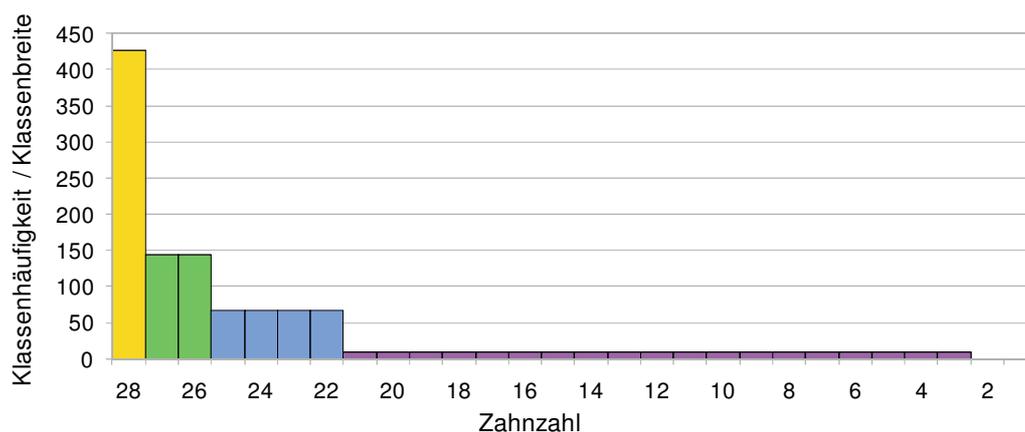


Abbildung 17: Klassierung der Zahnanzahl

Der Einfluss der unterschiedlichen Zahnanzahlen wird in der Abbildung 18 geschlechtsspezifisch dargestellt. Bei den weiblichen Studienteilnehmern zeigte sich ein annähernd gleicher API-Wert für Zahnanzahlen von 22 bis 28. Erst bei weniger als 22 Zähnen konnte ein deutlich überhöhter API-Wert festgestellt werden. Im Unterschied dazu nahm der API-Wert bei den männlichen Probanden mit einer geringeren Zahnanzahl zu.

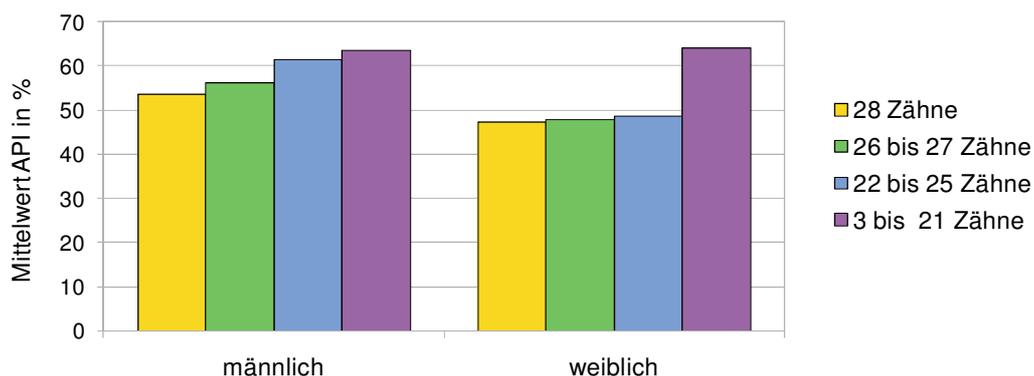


Abbildung 18: Einfluss der Zahnanzahl auf den API

Nach Lange [26] spiegelt der API-Wert die Mundhygiene wieder. Es können daher nach Ersterhebung von API folgende Aussagen über die Studiengruppe getroffen werden:

- Die Mundhygiene verschlechterte sich mit steigendem Alter.
- Die Mundhygiene war bei Frauen besser als bei Männern.
- Eine schlechte Mundhygiene ging bei den männlichen Probanden mit einer geringeren Zahnanzahl einher. Bei den weiblichen Teilnehmern war dieser Zusammenhang nicht so stark ausgeprägt.

4.1.5 SBI in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht und Zahnanzahl

In der ersten Behandlungssitzung wurde die Blutungsneigung der Gingiva nach stumpfer Sondierung mit einer Parodontalsonde bestimmt und quantifiziert durch den modifizierten Sulkus- Blutungs- Index (SBI) nach Lange [27]. Für die gesamte Studiengruppe ergab sich folgende Verteilung des SBI-Wertes:

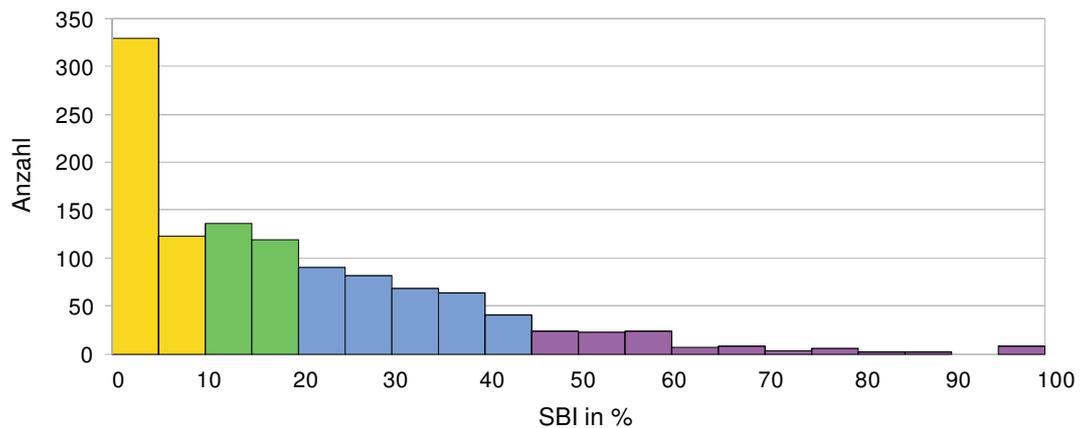


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung des SBI bei Ersterhebung

Der Mittelwert betrug für die gesamte Versuchsgruppe 18,8 %. Wird die Einteilung nach Lange herangezogen, um den Zustand der Gingiva zu bewerten, so entspricht dieser Prozentwert einer schwächeren Gingivitis. Bei 39,1 % der Studienteilnehmer wurde klinische Normalität festgestellt. Bei 22 % schwächere Gingivitis und fast ein Drittel hatte eine mittelschwere Entzündung der Gingiva.

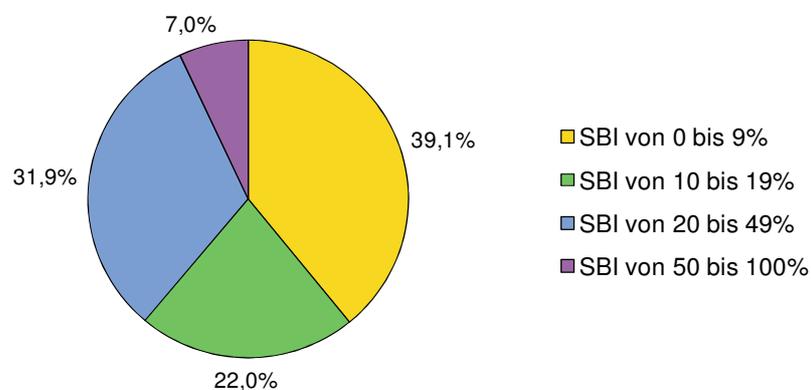


Abbildung 20: SBI-Verteilung nach Lange bei Ersterhebung

Der Einfluss des Alters auf den SBI-Wert wird in Abbildung 21 dargestellt. Es ist kein Trend über alle Altersklassen hinweg zu erkennen. Die Verteilung der SBI-Werte in den einzelnen Altersklassen war charakterisiert durch eine große Streuung der Messwerte. Die Standardabweichung entsprach in etwa der Größe des jeweiligen Mittelwertes.

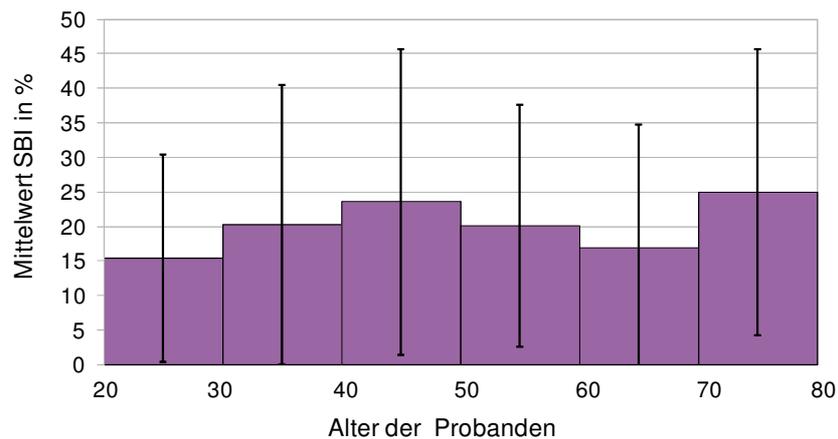


Abbildung 21: Einfluss des Alters auf den SBI

Wird der arithmetische Mittelwert des SBI für beide Geschlechter separat erhoben, so ergab sich für die männlichen Probanden ein SBI-Wert von 19,9 %. Für die weiblichen Studienteilnehmer wurde hierzu ein leicht geringerer Wert von 17,7 % festgestellt.

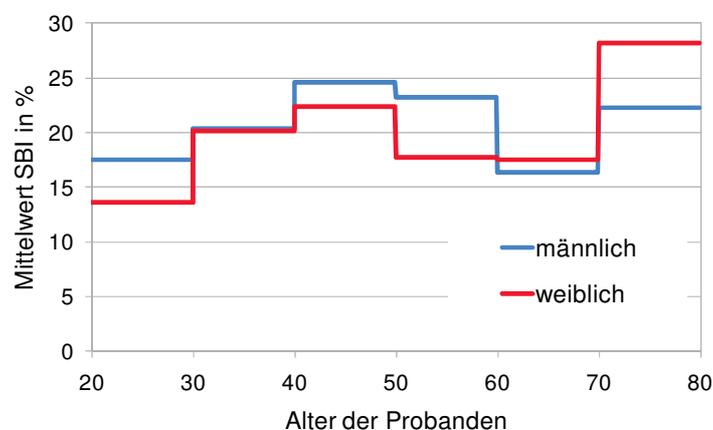


Abbildung 22: Einfluss des Geschlechts auf den SBI

Zur Analyse des Einflusses der Zahnanzahl auf den SBI wurde die gleiche Klasseneinteilung gewählt wie für den API. Es zeigte sich für beide Geschlechter ein qualitativ ähnliches Verhalten. Mit abnehmender Zahnanzahl ergaben sich durchschnittlich höhere SBI-Werte. So wurde bei Patienten mit 25 oder weniger Zähnen ein durchschnittlicher SBI-Wert festgestellt, welcher über dem Durchschnitt aller Probanden lag. Für die Patienten mit 26 oder mehr

Zähnen wurde demgegenüber ein geringerer SBI Wert als der Durchschnittswert aller Probanden zu Studienbeginn festgehalten.

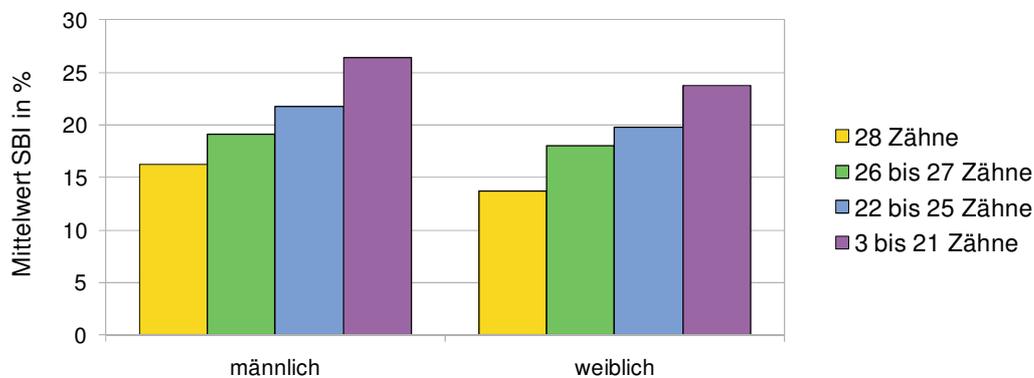


Abbildung 23: Einfluss der Zahnanzahl auf den SBI

Zusammenfassend lassen sich folgende Aussagen nach Ersterhebung des SBI über die Studiengruppe treffen.

- Die Mehrheit der Patienten (60,9 %) wies eine Entzündung der Gingiva auf.
- Durchschnittlich war bei den weiblichen Studienteilnehmern die Gingivaentzündung weniger ausgeprägt als bei den männlichen Teilnehmern.
- Eine geringe Anzahl an Zähnen und ein erhöhter SBI-Wert gingen miteinander einher.

4.1.6 Abhängigkeit zwischen API und SBI

Das Wissen über die Abhängigkeit der beiden Indizes API und SBI ist für den Behandler sehr aussagekräftig. Eine stochastische Abhängigkeit der beiden Indizes würde z. B. bedeuten, dass der Arzt allein durch Überprüfung der Mundhygienesituation den Zustand der Gingiva einschätzen kann, ohne diesen zu überprüfen. Um diesen Zusammenhang zu analysieren, wurden die erhobenen SBI- und API-Werte als zweidimensionale Stichprobe aufgefasst. Jeder Patient wird dann durch das Merkmalpaar (SBI/API) beschrieben. Die

Punktwolke zeigt die Verteilung dieser Merkmalpaare für die gesamte Studiengruppe.

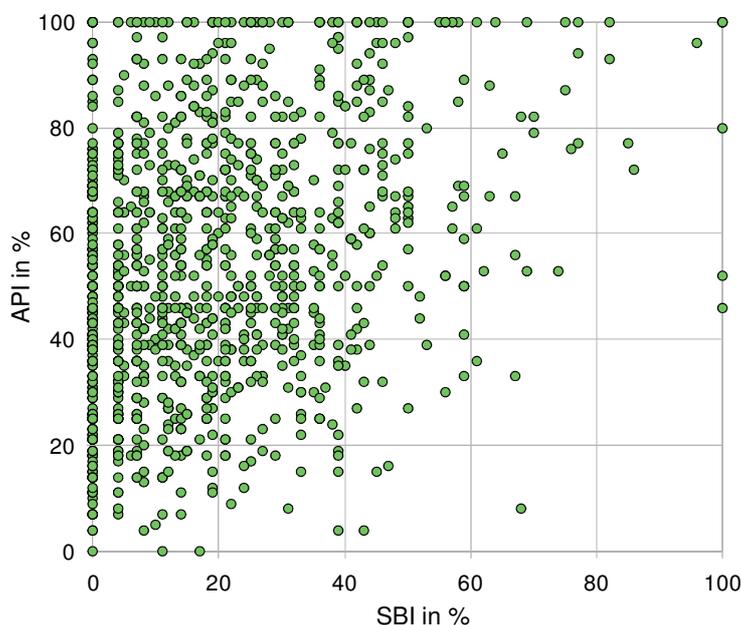


Abbildung 24: Darstellung aller Patienten durch die Indizes API und SBI in einer Punktwolke

Zur Überprüfung der stochastischen Unabhängigkeit von SBI und API wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest angewendet. Hierzu wurden die Merkmale in der von Lange gewählten Graduierung in jeweils 4 disjunktive Klassen eingeteilt. Diese Klassen, welche den Mundhygienezustand bzw. die Zahnfleischentzündung der Probanden widerspiegelten, sind in der Kontingenztafel, Tabelle 1, abgebildet.

Tabelle 1: Kontingenztafel mit der Einteilung nach Lange

		Klinische Normalität	schwächere Zahnfleischentzündung	mittelschwere Zahnfleischentzündung	starke Entzündung
	API / SBI	0-9	10-19	20-49	50-100
optimale Mundhygiene	0-24	77	28	24	1
gute Mundhygiene	25-50	179	91	109	10
mäßige Mundhygiene	50-69	121	73	107	27
unzureichende Mundhygiene	70-100	76	63	129	43

Es wurde die Nullhypothese „Der SBI und der API sind vor der Behandlung stochastisch unabhängig“ aufgestellt und geprüft. Würde diese Hypothese abgelehnt, so würde dies bedeuten, dass der Arzt vor Behandlungsbeginn bei einem Patienten mit schlechter Mundhygiene häufiger eine Zahnfleischentzündung diagnostizieren wird bzw. umgekehrt bei einer festgestellten Zahnfleischentzündung häufig eine unzureichende Mundhygiene festzustellen ist. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde für den Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest 5 % gewählt. Die Untersuchungsgruppe mit den Dimensionen SBI und API mit den absoluten Häufigkeiten h besitzt die Zufallsvariable χ^2 die Realisierung [6]:

$$\chi_{ber.}^2 = n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^r \frac{\left(h_{ik} - \frac{h_i \cdot h_k}{n} \right)^2}{h_i \cdot h_k}$$

Mit den Werten aus der Kontingenztafel 1 ergibt sich $\chi_{ber.}^2 = 94,3$. Das 0,95-Quantil für die Chi-Quadratverteilung mit 6 Freiheitsgraden beträgt 12,6. Da $\chi_{ber.}^2 > \chi^2$ kann die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit zu 5 % abgelehnt werden. Somit kann behauptet werden, dass der Status der Mundhygiene und der Gingiva voneinander abhängig sind und die oben beschriebenen Zusammenhänge existieren.

4.2 Zeitspanne zwischen den Erhebungen

Die Zeitspanne, die zwischen zwei Erhebungen lag, war abhängig von verschiedenen Faktoren, wie unter anderem von der Art und Dauer der Behandlung und der Patientenverfügbarkeit. Im Mittel lag zwischen den Erhebungen eine Zeitspanne von 60,1 Tagen. In der Abbildung 25 sind die Häufigkeiten der einzelnen Zeitspannen dargestellt.

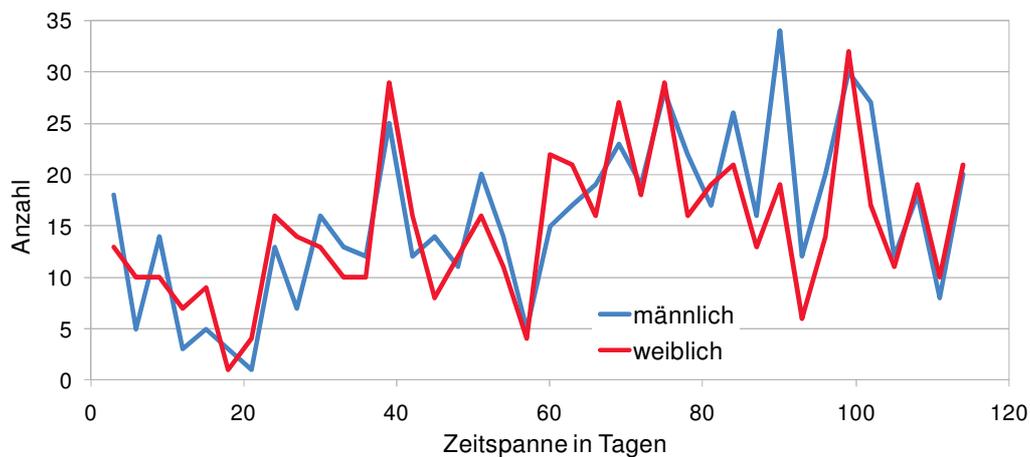


Abbildung 25: Zeitspanne zwischen Ersterhebung und Abschlussuntersuchung

Ein geschlechtsspezifischer Unterschied konnte nicht festgestellt werden. Die durchschnittliche Zeitspanne lag bei den männlichen Probanden mit 60,9 Tagen etwas höher als bei den weiblichen mit 59,2 Tagen.

Zur Überprüfung des Einflusses des Alters auf die Zeitspanne zwischen der Ersterhebung und der Bestimmung nach Abschluss der Behandlung wurde die mittlere Zeitspanne für jede Altersgruppe ermittelt. Die Säulen im Diagramm der Abbildung 26 zeigen für jede Altersklasse geschlechtsspezifisch die arithmetisch gemittelte Zeitspanne in Tagen an.

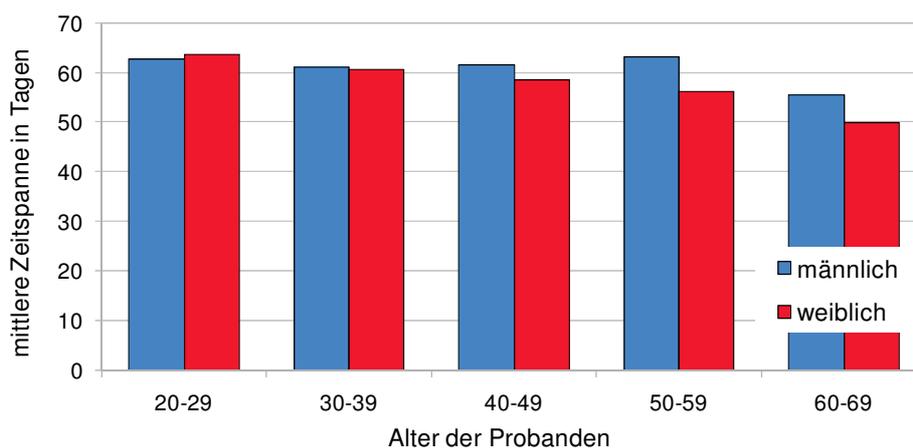


Abbildung 26: Alterseinfluss auf die Zeitspanne zwischen den Erhebungen

Zwischen den Erhebungen wurden 17 Zähne extrahiert bzw. sind verloren gegangen. Die Patienten, welche Zahnverlust zu beklagen hatten, waren

zwischen 29 und 54 Jahre alt und überwiegend männlich. Bezogen auf die Studiengruppe waren dies 1,5 % der Teilnehmer.

4.3 Veränderung der Versuchsgruppe nach Mundhygieneinstruktionen und professioneller Zahnreinigung

4.3.1 Veränderung des API-Wertes

Die Verteilung des in der zweiten Erhebung ermittelten API-Wertes zeigte gegenüber dem Ausgangsstatus eine deutliche Veränderung. Zur Veranschaulichung sind die beiden Kurven in Abbildung 27 dargestellt.

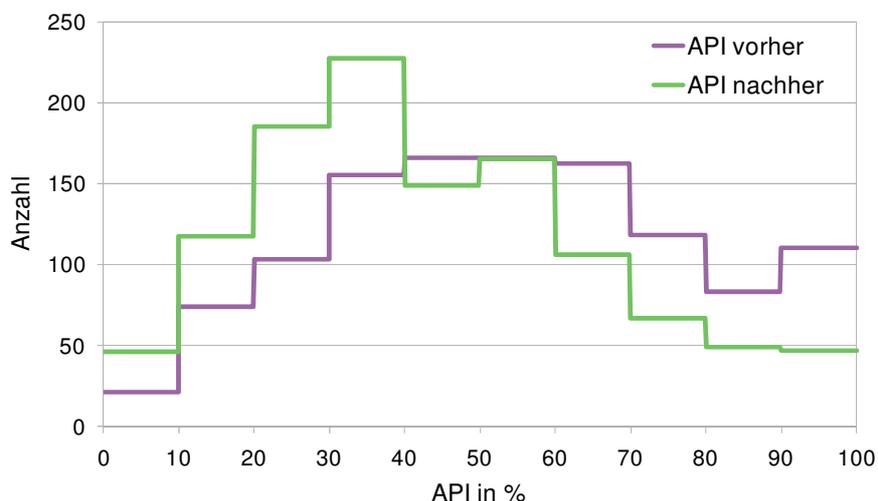


Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung des API im Vorher-Nachher-Vergleich

Der visuelle Eindruck, dass sich der API-Wert bei den meisten Patienten in dieser Studie verbesserte, wird durch das Tortendiagramm (Abbildung 28) ersichtlich. Bei 68 % aller Studienteilnehmer verbesserte sich der API-Wert, hingegen war eine Verschlechterung zu beobachten bei 21 % der Probanden.

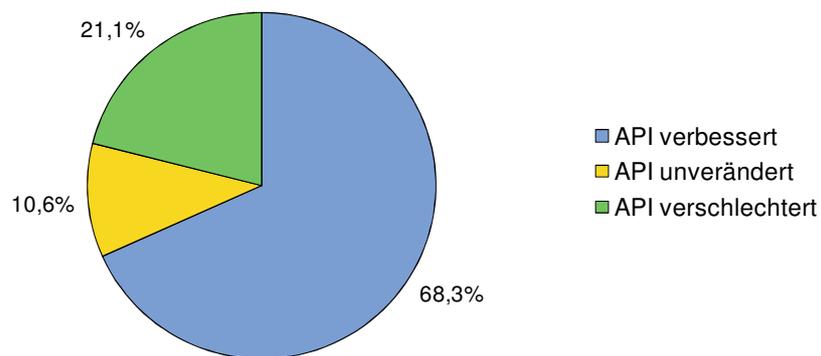


Abbildung 28: Prozentuale Veränderung des API-Wertes

Zur statistischen Analyse dieser Beobachtung wurde der t-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Dieser Test eignet sich für paarweise verbundene Stichproben bei denen zwei Messungen an derselben Person durchgeführt werden. Voraussetzung für diesen Test ist, dass die Differenzen der Paare normalverteilt sind. Aufgrund des großen Stichprobenumfangs war dieses gegeben [5]. Die Tabelle 2 listet die Veränderung des API-Wertes ausgedrückt durch den empirischen Mittelwert und die dazugehörige Standardabweichung auf. Der Mittelwert der Studiengruppe nahm von 54,1 % vor der Behandlung auf 43,7 % nach der Behandlung ab. Dies entspricht einer durchschnittlichen Verbesserung von 10,4 %. Mittels einer Arbeitshypothese sollte die Verringerung des API-Wertes belegt werden. Hierzu wurde, zur Minimierung des statistischen Fehlers zweiter Art, die Nullhypothese „Der API-Wert verbessert sich nicht durch die Behandlung und Aufklärung“ aufgestellt und auf dem 5 %-Signifikanzniveau getestet.

Tabelle 2: Veränderung des API-Wertes

	Mittelwert:	Standardabweichung:	Anzahl:
API vorher:	54,09	24,85	1158
API nachher:	43,67	22,68	1158
Differenz:	-10,42	18,09	1158

Die Teststatistik für den t-Test [6] lautet und ergibt sich zu:

$$T = \sqrt{n} \cdot \frac{\bar{x} - \mu_0}{s} \approx 19,25$$

Das Quantil der t-Verteilung beträgt für die Anzahl der Freiheitsgrade und der geforderten Irrtumswahrscheinlichkeit:

$$t_{(1157;0,95)} = 1,65$$

Wegen $T > t_{(1157;0,95)}$ muss die Nullhypothese abgelehnt und die Arbeitshypothese „Der API verbessert sich durch die Behandlung und Aufklärung“ kann auf dem 5 %-Signifikanzniveau bestätigt werden. Der festgestellte Unterschied ist statistisch signifikant.

4.3.2 Die Einflussgrößen auf die Veränderung des API-Wertes

Die Veränderung des API-Wertes kann von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig sein. In dieser Studie wurden verschiedene quantifizierbare Parameter aufgenommen und deren Einfluss auf die Veränderung des API-Wertes statistisch überprüft. Die analysierten Parameter waren das Alter der Probanden, das Geschlecht, die Zahnanzahl und die Zeitspanne zwischen den Erhebungen. Anhand dieser Parameter können Gruppen identifiziert werden, bei denen die Veränderung des API-Wertes über- bzw. unterproportional ausgeprägt ist.

4.3.2.1 Der geschlechtsspezifische Einfluss

Im Kapitel 4.1.4 wurde gezeigt, dass die Mundhygiene zu Studienbeginn geschlechtsspezifisch unterschiedlich ausgeprägt war. Bei den männlichen Probanden sank der durchschnittliche API-Wert von 57,6 % um 11,3 %. Die weiblichen Probanden konnten ihren API-Wert um 9,6 % auf 40,9 % verbessern. Die Tabelle 3 zeigt in komprimierter Form die Daten.

Tabelle 3: Der geschlechtsspezifische Einfluss auf den API-Wert

	Mittelwert:		Standardabweichung:	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
API vorher:	57,60	50,38	23,09	25,81
API nachher:	46,30	40,89	22,29	22,76
Differenz:	-11,31	-9,49	17,67	18,49
Anzahl:	594	564	594	564

Zur Analyse des geschlechtsspezifischen Einflusses auf die Veränderung des API-Wertes wurde der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet. Zur Überprüfung der Arbeitshypothese wurde die Nullhypothese „Das Geschlecht der Probanden hat keinen Einfluss auf die Größe der Veränderung des API-Wertes“ auf dem 5 %-Signifikanzniveau getestet.

Die Testfunktion lautet [6]:

$$T = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \cdot \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}} \approx 2,09$$

Das Quantil der zweiseitigen T-Verteilung beträgt:

$$t_{(1156;0,975)} = 1,95$$

Wegen $T > t_{(1156;0,975)}$ muss die Nullhypothese abgelehnt werden und mit einer Konfidenz von 95 % kann behauptet werden, dass das Geschlecht der Probanden einen Einfluss auf die Größe der Veränderung des API-Wertes hat.

4.3.2.2 Der Alterseinfluss

Die Abbildung 29 zeigt in Abhängigkeit des Alters den durchschnittlichen API-Wert der Studiengruppe. Die grüne und die lilafarbene Kurve zeigen hierbei den Status vor und nach Abschluss der Behandlung. Liegt die grüne Kurve für ein bestimmtes Alter unter der lilafarbenen Kurve, so konnte durch die Behandlung eine Verbesserung des Mundhygienestatus erreicht werden. Es ist zudem ersichtlich, dass die durchschnittliche Veränderung der Mundhygienesituation für jedes Alter unterschiedlich war. In wie weit diese Schwankungen stochastischer Natur sind oder ob eine Tendenz bzw. eine Gesetzmäßigkeit in den Daten zu finden ist, sollte überprüft werden.

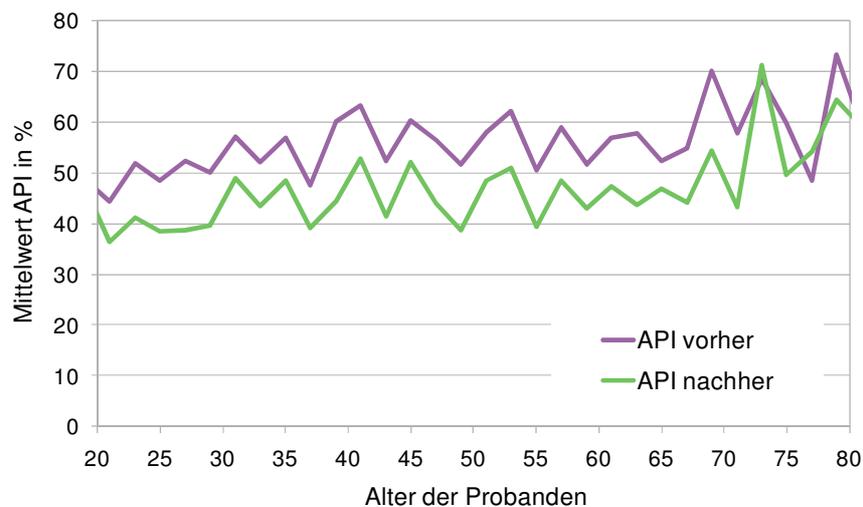


Abbildung 29: Alterseinfluss auf die Veränderung des API-Wertes

Zur Überprüfung des Einflusses des Alters der Patienten auf die Veränderung des API-Wertes wurde die einfaktorielle Varianzanalyse [54] angewendet. Hierzu wurden fünf Altersgruppen gebildet und ausgewertet. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Werte in den einzelnen Altersgruppen.

Tabelle 4: Alterseinfluss auf die Veränderung des API-Wertes

Alter:	<30	30 - 39	40 - 49	50 - 59	>59
API vorher:	49,63	54,25	57,54	55,62	57,65
API nachher:	39,40	44,74	46,32	45,15	47,32
Differenz API:	-10,23	-9,51	-11,22	-10,47	-10,33
Standardabweichung API:	17,83	17,13	17,50	20,07	19,07
Anzahl Patienten:	388	223	173	172	202

Ziel des Einsatzes der Varianzanalyse war es, den Einfluss des Alters auf die Veränderung des API-Wertes für jede der fünf Altersgruppen zu überprüfen. Um dieses zu testen, wurde die Nullhypothese „Das Alter der Probanden hat keinen Einfluss auf die Veränderung des API-Wertes“ auf einem 5 %-Signifikanzniveau getestet. Würde sich der API-Wert in zwei Gruppen signifikant unterscheiden, so würde die Hypothese verworfen werden.

Für die Testfunktion ergibt sich $V_{\text{ber}} \approx 0,374$. Das Quantil der Fischerverteilung beträgt $F_{(4,1050)} = 2,38$. Die Nullhypothese kann aufgrund der Testentscheidung

$V_{\text{ber}} < F_{(4,1050)}$ nicht verworfen werden. Folglich kann nicht behauptet werden, dass das Alter der Probanden einen Einfluss auf die Verbesserung des API hat.

4.3.2.3 Der Einfluss der Zahnanzahl

Bei der Eingangsuntersuchung wurde festgestellt, dass insbesondere bei den männlichen Patienten eine schlechte Mundhygiene mit einer geringen Zahnanzahl einherging. Es sollte daher überprüft werden, ob die Zahnanzahl einen Einfluss auf die Veränderung des API-Wertes ausübt. In Kapitel 4.1.4 wurden die unterschiedlichen Zahnanzahlen in 4 Gruppen klassifiziert. Diese Klassifizierung wurde für die univariate Varianzanalyse übernommen. Für jede Klasse sind in der nachfolgenden Tabelle die Daten dargestellt.

Tabelle 5: Einfluss der Zahnanzahl auf den API-Wert

Zahnzahl:	28	26 bis 27	22 bis 25	3 bis 21
API vorher:	50,44	51,99	55,28	63,82
API nachher:	40,50	42,23	44,11	53,16
Differenz API:	-9,94	-9,76	-11,17	-10,66
Standardabweichung API:	17,61	17,63	18,82	19,59
Anzahl Patienten:	427	287	267	177

Mittels der Varianzanalyse sollte überprüft werden, ob sich mindestens zwei Gruppen im Merkmal „Veränderung des API-Wertes“ signifikant unterscheiden. Um dieses zu testen, wurde die Nullhypothese „Die Zahnanzahl hat keinen Einfluss auf die Veränderung des API-Wertes“ auf dem 5 %-Niveau getestet.

Für die Testfunktion ergibt sich $V_{\text{ber}} \approx 0,645$ und das Quantil der Fischerverteilung beträgt $F_{(3,1152)}=2,61$. Folglich kann die Nullhypothese aufgrund der Testentscheidung $V_{\text{ber}} < F_{(3,1552)}$ mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % nicht verworfen werden. Ein Einfluss der Zahnanzahl kann folglich nicht bewiesen werden.

4.3.2.4 Der Einfluss der Zeitspanne

Der Mundhygienestatus wurde bei jedem Patienten zu Beginn aufgenommen. Anschließend wurden die Zähne professionell gereinigt und die Patienten aufgeklärt und motiviert, ihre Zähne besser zu pflegen. Nach Abschluss der Behandlung wurde erneut die Mundhygienesituation aufgenommen. Für jeden

Patienten wurde die Veränderung der Mundhygienesituation anhand des API-Wertes bestimmt und die Zeitspanne zwischen den Erhebungen aufgenommen. Jeder Patient kann folglich durch die beiden Merkmale beschrieben werden. In der Abbildung 30 steht jeder grüne Punkt für einen Patienten.

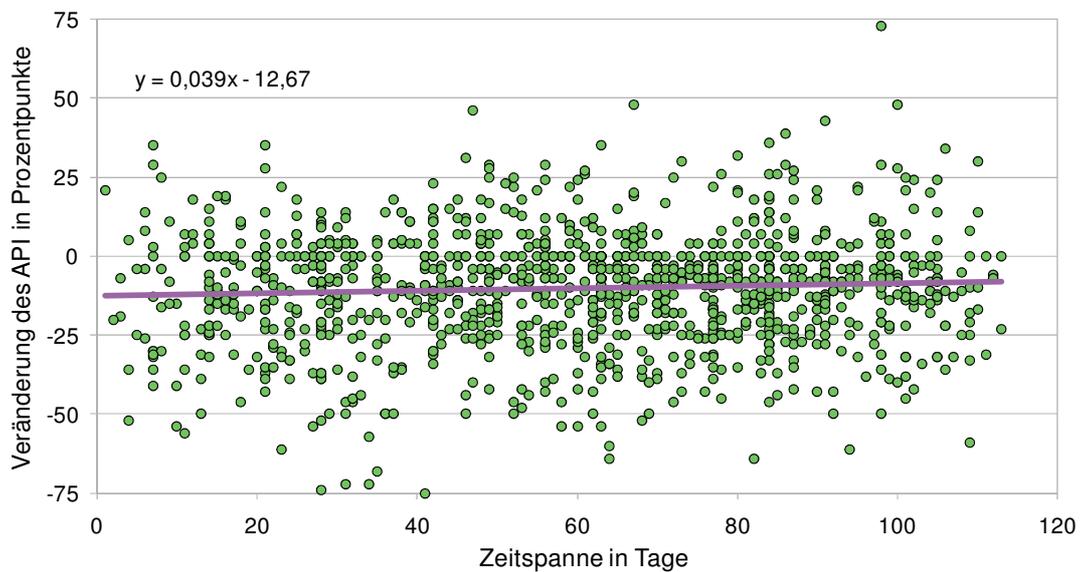


Abbildung 30: Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit der Zeit

Zur Analyse, welchen Einfluss die Zeit zwischen den Erhebungen auf die Veränderung der Mundhygienesituation hatte, wurde eine empirische Regressionsgerade bestimmt. Die Regressionsgerade wurde auf dem Prinzip der kleinsten Abstandsquadrate nach Gauß [14] ermittelt. Die Lage der Kurve ist im Diagramm durch die lilafarbene Gerade dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Gerade eine leichte positive Steigung aufweist. Daraus kann gefolgert werden, dass mit zunehmendem zeitlichem Abstand zwischen den Erhebungen die durchschnittliche Reduzierung des API-Wertes geringer ausfällt. So ergibt sich für die Regressionsgerade beispielsweise bei einem zeitlichen Abstand von 50 Tagen eine Verbesserung des API-Wertes um 10,7 % und für 100 Tage eine Verbesserung um nur noch 8,8 %.

4.3.3 Veränderung des SBI

Der Sulkus-Blutungs-Index wurde genauso wie der API vor der Behandlung und nach der Behandlung erhoben. Die Veränderung des Index wird in der Abbildung 31 dargestellt. Die lilafarbene Kurve zeigt den SBI-Wert vor der

Behandlung und die grüne Kurve nach Abschluss der Behandlung. Es zeigt sich eine Verschiebung der Kurven zu geringeren SBI-Werten. Insbesondere ist ein deutlicher Anstieg der Probanden mit einem SBI-Wert von unter 10 % ersichtlich. Ein solcher Wert wird nach Lange als klinische Normalität bewertet. Zudem ist die Anzahl der Patienten mit einem SBI-Wert größer 20 %, dies entspricht einer mittelschweren bis starken Entzündung der Gingiva, nach Abschluss der Behandlung zurückgegangen.

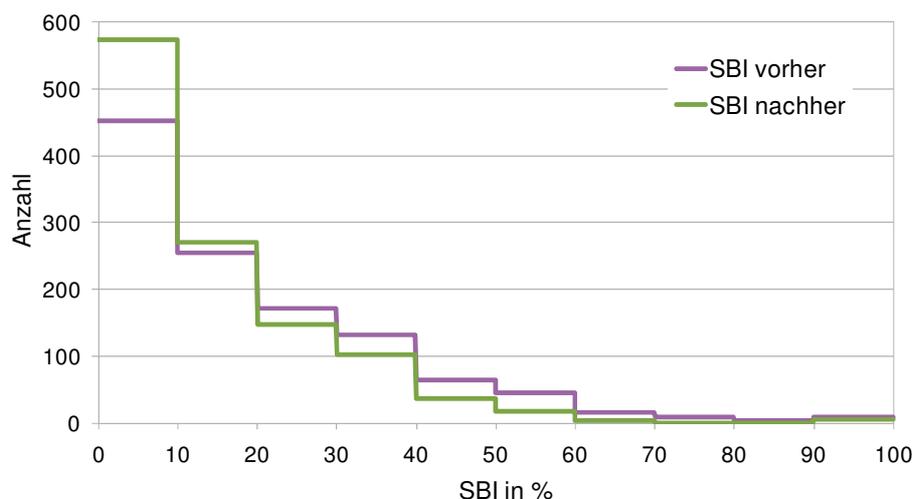


Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung des SBI im Vorher-Nachher-Vergleich

Insgesamt zeigte sich, dass bei der Mehrheit der Probanden sich der Sulkus-Blutungs-Index verbessert hat. Bei einem Drittel der Studienteilnehmer konnte keine Veränderung der Blutungseigenschaft der Gingiva diagnostiziert werden. Demgegenüber wurde bei 17,2 % der Teilnehmer eine Verschlechterung des SBI-Wertes festgestellt.

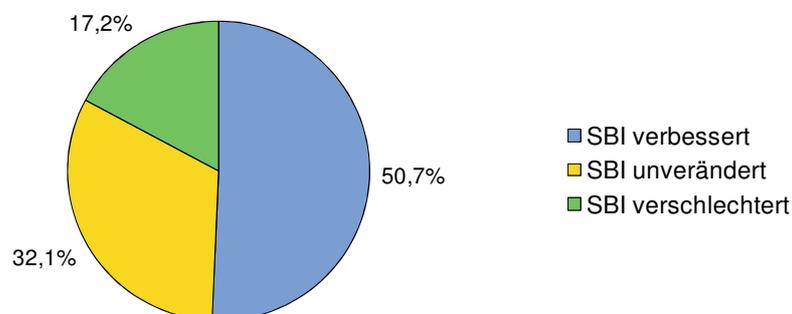


Abbildung 32: Prozentuale Veränderung des SBI-Wertes

Zur statistischen Überprüfung der Beobachtung, dass sich der SBI-Wert durch die durchgeführten Maßnahmen nachhaltig verbessert hat, wurde der t-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Das statistische Prüfverfahren wurde analog zur Überprüfung des API-Wertes in Abschnitt 4.3.1 angewendet. Der Mittelwert des SBI-Wertes betrug bei der Aufnahme der Patienten 18,8 %. Nach Abschluss der Behandlung sank dieser Wert um 5,3 % auf 13,5 %. Mittels einer Arbeitshypothese sollte die Signifikanz der Verringerung des SBI-Wertes um 5,3 Prozentpunkte statistisch überprüft werden. Zur Verringerung des Fehlers zweiter Art wurde hierzu die Nullhypothese „Der SBI ändert sich nicht durch die Behandlung und Aufklärung“ auf dem 5 %-Signifikanzniveau getestet.

Tabelle 6: Veränderung des SBI-Wertes

	Mittelwert:	Standardabweichung:	Anzahl:
SBI vorher:	18,76	18,34	1158
SBI nachher:	13,51	14,69	1158
Differenz:	-5,25	12,95	1158

Die Teststatistik lautet [6] und ergibt sich zu:

$$T = \sqrt{n} \cdot \frac{\bar{x} - \mu_0}{s} \approx 13,93$$

Das Quantil der zweiseitigen t-Verteilung beträgt für $t_{(0,975;1157)} = 1,96$. Die Nullhypothese kann aufgrund der Testentscheidung $T > t_{(0,95;1157)}$ zugunsten der Arbeitshypothese verworfen werden. Folglich darf mit einer Konfidenz von 95 % behauptet werden, dass der SBI-Wert durch die Behandlung und Aufklärung der Patienten signifikant verbessert werden kann.

4.3.4 Die Einflussgrößen auf die Veränderung des SBI-Wertes

Die Veränderung des SBI-Wertes unterliegt einer Vielzahl von unterschiedlichen Einflussgrößen. Die einzelnen Einflussgrößen können zu einer Verbesserung oder zu einer Verschlechterung des Gingivazustandes führen und sich gegenseitig beeinflussen. Analog zur Analyse der Veränderung des API-Wertes wurden verschiedene quantifizierbare Parameter aufgenommen und deren Einfluss auf den SBI statistisch überprüft. Die untersuchten Parameter waren das Alter der Probanden, das Geschlecht, die

Zahnanzahl und die Zeitspanne zwischen den Erhebungen. Mithilfe dieser Parameter können Patientengruppen identifiziert werden, bei denen die Veränderung besonders stark bzw. besonders schwach ausgeprägt sind. Dieses Wissen kann den Behandler sensibilisieren und zu einer auf die Bedürfnisse dieser Patientengruppe abgestimmten Therapieform führen.

4.3.4.1 Der geschlechtsspezifische Einfluss

Bei der Ersterhebung des Sulkus-Blutungs-Index konnte ein geringgradig geschlechtsspezifischer Unterschied festgestellt werden. So betrug der durchschnittliche SBI-Wert bei den männlichen 19,8 % und bei den weiblichen Probanden 17,7 %. Durch die Behandlung und Aufklärung konnte der durchschnittliche SBI-Wert bei den männlichen um 4,7 % und bei den weiblichen Probanden um 5,8 % verbessert werden.

Tabelle 7: Der geschlechtsspezifische Einfluss auf den SBI-Wert

	Mittelwert:		Standardabweichung:	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
SBI vorher:	19,81	17,65	18,99	17,65
SBI nachher:	15,11	11,82	15,94	13,05
Differenz:	-4,70	-5,83	13,37	12,49
Anzahl:	594	564	594	564

Bei den weiblichen Probanden konnte folglich ein ausgeprägterer Therapieerfolg erzielt werden. Ob dieser größere Therapieerfolg statistisch signifikant ist, sollte mit einer Arbeitshypothese überprüft werden. Hierzu wurde die Nullhypothese „Das Geschlecht der Probanden hat keinen Einfluss auf die Größe der Veränderung des SBI-Wertes“ aufgestellt und auf dem 5 %-Signifikanzniveau getestet. Es wurde der t-Test für zwei unabhängige Stichproben angewendet. Der Wert der Prüfgröße für den t-Test beträgt: $T \approx 1,48$. Das Quantil der zweiseitigen t-Verteilung beträgt für $t_{(1156;0,975)} = 1,96$. Da $T < t_{(1156;0,975)}$ kann die Nullhypothese nicht mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % verworfen werden. Ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied bei der Veränderung des SBI-Wertes kann folglich nicht bewiesen werden. Möglicherweise ist der geschlechtsspezifische

Einfluss entsprechend klein, dass dieser bei dem vorliegenden Stichprobenumfang nicht nachgewiesen werden konnte.

4.3.4.2 Der Alterseinfluss

Die Abbildung 33 zeigt den Einfluss des Alters auf den Sulkus-Blutungs-Index. Die lilafarbene Kurve zeigt den diagnostizierten SBI-Wert vor und die grüne Kurve zeigt den SBI-Wert nach Abschluss der Behandlung. Der Abstand beider Kurven gibt für jedes Alter die durchschnittliche Veränderung des Index an. Der Abstand der Kurven variiert etwas.

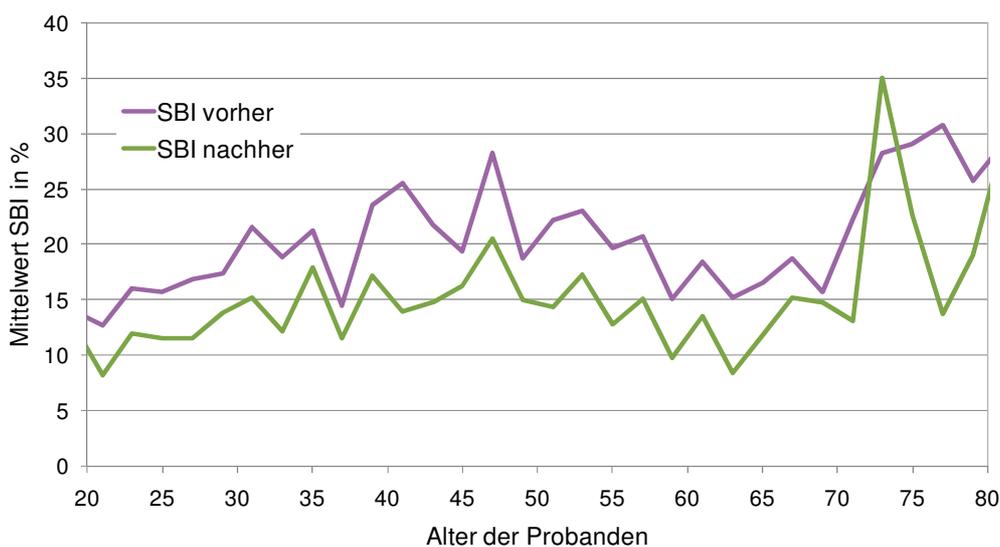


Abbildung 33: Alterseinfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes

Um den möglichen Einfluss des Alters auf die Veränderung des SBI zu testen, wurde die univariate Varianzanalyse angewendet. Hierzu wurden, genauso wie bei der Überprüfung des Alterseinflusses auf den API, fünf Altersklassen gebildet. Für jede Altersklasse wurden der arithmetische Mittelwert des SBI, die mittlere Verbesserung des SBI-Wertes und die dazugehörige Standardabweichungen berechnet. Die entsprechenden Daten für jede Altersklasse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 8: Alterseinfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes

Alter:	<30	30 - 39	40 - 49	50 - 59	>59
SBI vorher:	15,34	20,16	23,64	20,05	18,51
SBI nachher:	11,11	15,14	16,41	14,14	13,29
Differenz SBI:	-4,23	-5,02	-7,23	-5,91	-5,23
Standardabweichung SBI:	10,72	14,15	16,27	12,08	12,92
Anzahl Patienten:	388	223	173	172	202

Zur Überprüfung des Einflusses des Alters wurde die Nullhypothese „Das Alter der Probanden hat keinen Einfluss auf die Veränderung des SBI“ aufgestellt und mit Hilfe der Varianzanalyse getestet. Die Varianzanalyse testet hierbei, ob die mittlere Veränderung des SBI-Wertes für alle fünf Altersklassen gleich ist. Sollte festgestellt werden, dass sich zwei Altersgruppen signifikant in ihrer Ausprägung unterscheiden, so wird die Nullhypothese verworfen.

Die Prüfgröße der Varianzanalyse ergibt sich zu $V_{\text{ber}} \approx 1,61$. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Fehler erster Art wurde mit 5 % festgelegt. Das 0,95-Quantil der Fischerverteilung ist gleich $F_{(4,1153)} = 2,38$. Aufgrund der Testentscheidung kann für $V_{\text{ber}} < F_{(4,1153)}$ die Nullhypothese nicht mit einer 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit verworfen werden. Folglich hat das Alter der Probanden keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes durch die Behandlung und Aufklärung.

4.3.4.3 Der Einfluss der Zahnanzahl

Bei der Ersterhebung des Mundhygienestatus wurde festgestellt, dass Patienten mit einer geringeren Anzahl an Zähnen durchschnittlich höhere SBI-Werte aufwiesen. Es sollte nun geprüft werden, ob die Anzahl der Zähne die Veränderung der SBI-Werte beeinflusst. Hierzu wurde die Varianzanalyse angewendet. Zur Anwendung der Varianzanalyse wurden vier Klassen gebildet. Die Einteilung erfolgte auf der gewählten Klassifizierung im Kapitel 4.1.4. Für jede dieser Klassen wurde der durchschnittliche SBI-Wert vor und nach der Behandlung erhoben, die mittlere Veränderung und die dazugehörige Standardabweichung. Die nachfolgende Tabelle zeigt die einzelnen Werte je Klasse.

Tabelle 9: Einfluss der Zahnanzahl auf den SBI-Wert

Zahnanzahl:	28	26 bis 27	22 bis 25	3 bis 21
SBI vorher:	15,07	18,37	20,84	25,16
SBI nachher:	11,67	13,05	14,18	17,65
Differenz SBI:	-3,34	-5,29	-6,56	-7,59
Standardabweichung SBI:	11,41	11,84	13,66	16,52
Anzahl Patienten:	427	287	267	177

Die Nullhypothese für die Varianzanalyse wurde wie folgt formuliert: „Die Anzahl der Zähne hat keinen Einfluss auf die Veränderung der SBI-Werte“. Diese Hypothese wurde auf dem 5 %-Signifikanzniveau getestet.

Mit den Werten aus der obigen Tabelle ergibt sich für die Testfunktion der Wert $V_{\text{ber}} \approx 5,96$. Das 0,95-Quantil der Fischerverteilung beträgt $F_{(3,1154)} = 2,61$. Aufgrund $V_{\text{ber}} > F_{(3,1154)}$ kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % die Nullhypothese verworfen werden. Es kann folglich behauptet werden, dass die Veränderung der SBI-Werte von der Anzahl der Zähne beeinflusst wird. Mit abnehmender Zahnanzahl konnte eine größere Verbesserung des Ausgangszustandes erreicht werden. Die Verbesserung des Zustandes der Gingiva ist folglich bei Patienten mit wenigen Zähnen überproportional stark ausgeprägt.

4.3.4.4 Der Einfluss der Zeitspanne

Nach der Ersterhebung des Zustandes der Gingiva wurden die Zähne der Patienten professionell gereinigt und die Patienten aufgeklärt und motiviert, ihre Mundhygiene zu verbessern. Nach Abschluss der Behandlung wurde in einer zweiten Sitzung der Zustand der Gingiva erneut aufgenommen. Die Zeitspanne zwischen diesen beiden Erhebungen variierte, siehe hierzu Kapitel 4.2. Zur Überprüfung des Einflusses der Zeitspanne auf die Veränderung der SBI-Werte wurde für jeden Patienten die jeweilige Veränderung der SBI-Werte in Prozentpunkte ermittelt. Diese Veränderung wurde zusammen mit der Zeitspanne zwischen den Erhebungen bestimmt. Jeder grüne Punkt im unten dargestellten Diagramm steht für jeweils einen Patienten.

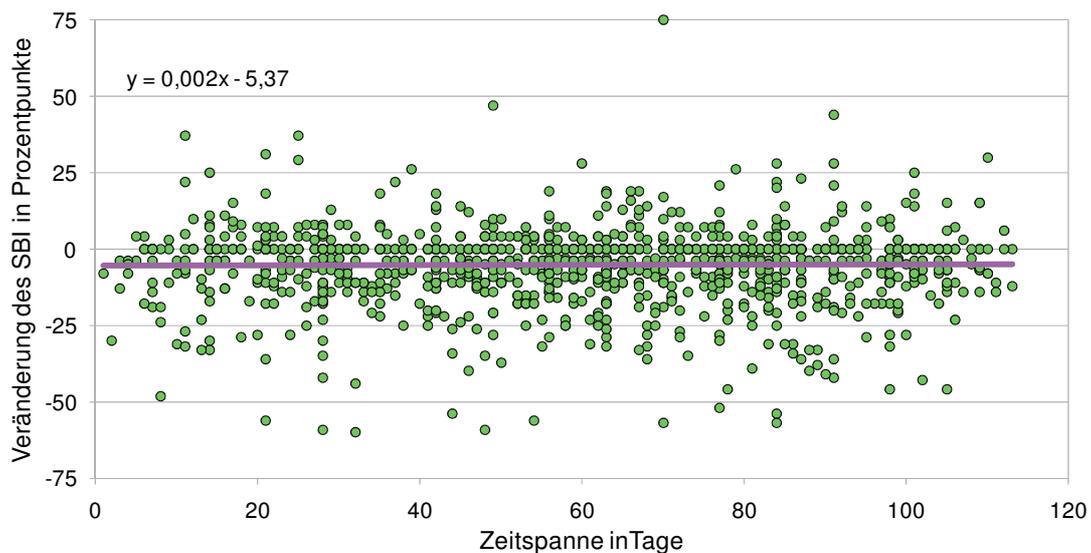


Abbildung 34: Veränderung des SBI-Wertes in Abhängigkeit der Zeit

Die lilafarbene Kurve im Diagramm zeigt die Lage der empirischen Regressionsgerade für die Studiengruppe an. Diese Kurve wurde nach dem Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate nach Gauß [14] bestimmt. Die Gleichung der Geraden ist im Diagramm dargestellt. Die Steigung der Regressionsgerade ist extrem gering. Folglich beeinflusst die Zeitspanne zwischen den Erhebungen nicht die Veränderung des SBI-Wertes. Die Veränderung des SBI-Wertes ist somit unabhängig von der Zeitspanne zwischen den Erhebungen.

4.3.5 Abhängigkeit der Veränderung zwischen API und SBI

In Kapitel 4.1.6 wurde der Zusammenhang zwischen dem API-Wert und dem SBI-Wert für den Ausgangszustand analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass der Mundhygienezustand und der Zustand der Gingiva einander bedingen. In diesem Kapitel soll analysiert werden, wie sich die beiden Merkmale verändern. Insbesondere soll überprüft werden, ob eine Verbesserung der Mundhygiene durch die durchgeführten Maßnahmen zu einer Verbesserung des Zustandes der Gingiva führt.

Hierzu wurden die Veränderungen des API-Wertes und des SBI-Wertes für jeden Patienten ermittelt. In dem unten dargestellten Diagramm ist jeder Patient mit seinen beiden Merkmalen SBI und API als grüner Punkt abgebildet.

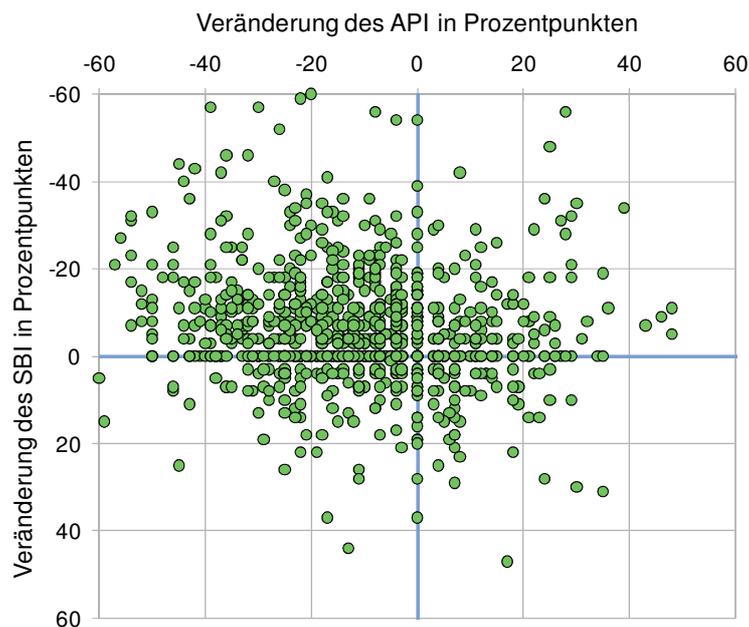


Abbildung 35: Darstellung der Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit des SBI-Wertes in einer Punktwolke

Das Diagramm zeigt eine Häufung von Patienten mit einem gleichzeitig reduzierten API- und SBI-Wert. Zur Überprüfung dieses visuellen Eindrucks wurde jedes Merkmal in drei disjunktive Klassen eingeteilt und in eine Kontingenztafel überführt.

Tabelle 10: Kontingenztafel, Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit des SBI-Wertes

	API verbessert:	API unverändert:	API verschlechtert:
SBI verbessert:	445	46	99
SBI unverändert:	233	59	81
SBI verschlechtert:	109	22	64

Insgesamt hat sich die Mundhygiene respektive der API-Wert bei 68,0 % der Probanden verbessert. Von dieser Patientengruppe konnte bei 445 Probanden (56,5 %) eine Verbesserung des SBI-Wertes festgestellt werden. Bei 109 Probanden wurde, obwohl sich der API-Wert im Vergleich zur Ersterhebung verbessert hat, eine Verschlechterung des SBI-Wertes festgestellt. Diese Patientengruppe umfasst möglicherweise jene Patienten, welche vor der Sitzung ihre Zähne gründlich gereinigt haben, aber in der Zeitspanne zwischen

den Erhebungen ihre Mundhygiene vernachlässigt haben. Diese Patienten sind folglich wissentlich und manuell in der Lage, ihre Zähne besser zu reinigen, haben aber möglicherweise in der Zwischenzeit die Mundhygiene vernachlässigt. Bei 233 Patienten hat sich der API-Wert verbessert, der SBI-Wert jedoch ist gleich geblieben. Vorstellbar ist, dass diese Patienten bei der ersten Erhebung bereits einen guten SBI-Wert aufwiesen, der kaum oder nur mit großem Aufwand zu verbessern ist. Eine Kombination zwischen einem verschlechterten API und einem verbesserten SBI-Wert konnte bei 99 Patienten festgestellt werden. Diese Patienten haben möglicherweise in der Zwischenzeit ihre Mundhygiene verbessert, aber kurz vor der zweiten Erhebung Nahrung zu sich genommen und nicht oder nur unzureichend danach die Zähne gereinigt. Darüber hinaus zeichneten sich 64 Patienten durch eine Kombination von einem schlechteren API-Wert und schlechteren SBI-Wert aus. Diese Patienten konnten trotz der durchgeführten Maßnahmen nicht zu einer verbesserten Mundhygiene angehalten werden, so dass sich der Zustand der Mundhygiene und der Gingiva verschlechtert hat.

Zur Überprüfung der statistischen Abhängigkeit zwischen der Veränderung der Mundhygienesituation und der Veränderung des Zustandes der Gingiva wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest für die Kontingenztafel durchgeführt. Es wurde hierzu die Nullhypothese „Die Veränderung des SBI ist unabhängig von der Veränderung des API“ aufgestellt und getestet. Würde diese Hypothese abgelehnt, so würde dies bedeuten, dass eine Verbesserung der Mundhygiene auch zu einer Verringerung der Blutungsneigung der Gingiva respektive eine Verschlechterung der Mundhygiene zu einer Erhöhung der Blutungsneigung der Gingiva führt. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde für den Chi-Quadrat-Test 5 % gewählt. Für die Studiengruppe besitzt die Prüfgröße χ^2 die Realisierung [6]:

$$\chi_{ber.}^2 = n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^r \frac{\left(h_{ik} - \frac{h_i \cdot h_k}{n} \right)^2}{h_i \cdot h_k} \approx 42,1$$

Das 0,95-Quantil für die Chi-Quadratverteilung mit vier Freiheitsgraden beträgt $\chi^2 = 9,49$. Aufgrund der Testentscheidung für $\chi^2_{\text{ber}} > \chi^2$ kann die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % abgelehnt werden. Es kann somit mit einer 95 % Konfidenz behauptet werden, dass die Veränderung des SBI-Wertes stochastisch von der Veränderung des API-Wertes abhängig ist. Somit kann auf Grundlage dieses statistischen Test nachgewiesen werden, dass eine Verbesserung der Mundhygiene zu einer Reduzierung der Blutungsneigung der Gingiva führt respektive eine Erhöhung der Blutungsneigung auf eine Verschlechterung der Mundhygiene zurückzuführen ist.

Die durchgeführten Maßnahmen, wie die professionelle Zahnreinigung, die Aufklärung und die Motivation der Patienten, führen zu einer statistisch signifikanten Verbesserung der Mundhygiene, welche gleichzeitig eine Verbesserung des Zustandes der Gingiva bewirkt.

5 Diskussion

Aus den regelmäßigen Erhebungen der Mundhygienestatus mit anschließender professioneller Zahnreinigung in den klinischen Studentenkursen der Zahnerhaltungskunde wurde in vorliegender Arbeit retrospektiv der Nutzen von Mundhygieneinstruktionen sowie der Einfluss von Alter, Geschlecht, Zahnanzahl und Zeitspanne auf die API- und SBI-Werte untersucht.

5.1 Die Versuchsgruppe

In die Studie waren 1158 Patienten inkludiert. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 41,1 Jahre. Dies entspricht in etwa dem Bundesdurchschnitt [35]. Es nahmen etwas mehr Männer als Frauen an der Studie teil.

5.2 Ausgangsstatus und Veränderung des API-Wertes

Zu Beginn der Studie lag der mittlere API-Wert bei 54,1 %. Fast ein Drittel der Probanden wiesen eine optimale bis gute Mundhygiene auf. Dies entspricht einem API-Wert von bis zu 39 % auf. Lediglich 26,8 % hatten eine unzureichende Mundhygiene mit einem Wert von 70 bis 100 %. Im Vergleich zu Studien an Bundeswehrsoldaten [4,17] ist dies jedoch ein geringer Wert, da dort bis zu 90,4 % der Teilnehmer einen API-Wert von über 70 % aufwiesen. Hierbei ist zu bedenken, dass bei diesen Studien das mittlere Alter bei etwa 30 Jahren lag.

Der durchschnittliche API-Wert von männlichen Probanden war signifikant unterschiedlich zu jenem der weiblichen Studienteilnehmerinnen. Bei den weiblichen lag er bei 50,2 %, bei den männlichen Teilnehmern bei 57,6 %. Daraus lässt sich folgern, dass Männer eine schlechtere Mundhygiene betreiben als Frauen. Dieser Unterschied war nahezu in allen Altersklassen zu finden.

Mit steigendem Alter der Patienten ging auch ein höherer API-Wert einher. Auch andere Autoren [15, 28] bewiesen, dass Ältere eine schlechtere Mundhygiene haben und dieser weniger nachkommen. Dies resultiert möglicherweise aus fehlenden prophylaktischen Bemühungen in jüngeren

Generationen sowie der eingeschränkten manuellen Geschicklichkeit. Heutzutage wird bereits in jungen Jahren auf die Bedeutung von Prävention ausdrücklich hingewiesen, Älteren fehlt dieses Wissen leider meist [44]. Der Zugang zu oralen Prophylaxe-Programmen ist älteren Menschen oftmals aufgrund der privaten Vergütung erschwert [28]. Viele ältere Patienten verfügen nicht über die finanziellen Möglichkeiten, sich regelmäßige professionelle Zahnreinigungen zu leisten.

Bei der Zahnanzahl ließ sich beobachten, dass, je weniger Zähne vorhanden waren, desto schlechter die Mundhygiene war. Dieser Einfluss war wiederum bei den männlichen Probanden ausgeprägter als bei weiblichen.

Nach den Mundhygieneinstruktionen und der professionellen Zahnreinigung verbesserten 68,0 % der Studienteilnehmer ihren API-Wert, bei 10,6 % war er unverändert und bei 21,1 % verschlechterte er sich. Im Durchschnitt ist dies eine Verbesserung um 10,4 %. Nur noch 13,6 % wiesen einen API-Wert von größer als 70 %, was einer unzureichenden Mundhygiene entspricht, auf. Bei Bundeswehrsoldaten fand sich hier immer noch ein Wert von 31 %. Die Verbesserung durch Mundhygieneinstruktionen zeigt sich somit in beiden Studien. Die Studie an Bundeswehrsoldaten ist jedoch fraglich gesellschaftlich repräsentativ, da hauptsächlich männliche Teilnehmer in die Studie eingebunden waren, die einer speziellen Berufsgruppe angehörten.

In der vorliegenden Studie war die Verbesserung bei den männlichen Probanden um 1,8 % stärker ausgeprägt als bei den weiblichen. Trotz dieser geringen Ausprägung ist der Unterschied statistisch signifikant.

Das Alter hatte auf die Veränderung des API-Wertes keinen Einfluss. Bereits Stark [60] bewies, dass eine erfolgreiche Mund- und Prothesenhygiene nach halbjährlicher Motivation und Instruktion nicht altersabhängig ist.

Auch die Zahnanzahl hatte in vorliegender Studie keinen Einfluss auf die Veränderung des API-Wertes.

Die Zeitspanne zwischen der ersten und der zweiten Behandlungssitzung betrug im Mittel 60,1 Tage. Festzustellen war, dass, je mehr Tage zwischen den Sitzungen lagen, desto kleiner die Verbesserung des API-Wertes war.

Vermutlich lässt bei größerem Zeitabstand die Motivation zur Verwendung der gezeigten Hilfsmittel für eine bessere Mundhygiene nach.

5.3 Ausgangsstatus und Veränderung des SBI-Wertes

Der mittlere SBI-Wert lag zu Beginn der Studie bei 18,8 %. Dies entspricht nach Lange [26] einer schwächeren Gingivitis. 39,1 % der Patienten hatten jedoch einen Wert von unter 10 %, was als klinische Normalität bezeichnet werden kann und 22,0 % der Untersuchten hatte eine schwächere Gingivitis. 38,9 % wiesen eine mittelschwere oder sogar starke Entzündung der Gingiva auf. Bei Herz [17] waren dies sogar 76,3 %. Bei Studien mit Studienteilnehmern von im Durchschnitt 20 Jahren lagen diese Werte sogar bei 98 % [7] bzw. 98,5 % [25]. Auch beim SBI lässt sich ein Einfluss des Geschlechts erkennen. Wiederum hatten die Männer einen höheren Wert von 19,9 % gegenüber 17,7 % bei den weiblichen Probanden.

Das Alter scheint ebenso eine Rolle zu spielen, jedoch war kein deutlicher Trend erkennbar. So stieg der mittlere SBI-Wert bis zu der Altersklasse der 40 bis 50-jährigen an, sank dann wieder ab und hatte in der Altersklasse der 70 bis 80-jährigen seinen Höhepunkt mit einem Wert von 25 %.

Ebenso wie beim API war auch der mittlere SBI-Wert höher, je weniger Zähne ein Patient hatte. Wiederum war dies bei den männlichen Probanden ausgeprägter als bei den weiblichen.

Nach den Mundhygieneinstruktionen und der professionellen Zahnreinigung verbesserten 50,7 % der Studienteilnehmer ihren SBI-Wert, bei 32,1 % war er unverändert und bei 17,2 % verschlechterte er sich. Im Durchschnitt war dies eine Verbesserung um 5,3 %. Die deutlichste Verbesserung zeigte sich bei der Anzahl der Probanden mit einem SBI-Wert von unter 10 %. Die Patientengruppe mit einer mittelschweren Gingivitis konnte um 11,8 % auf 27,1 % verkleinert werden. Bei der Studie von Herz sank der Wert der Soldaten mit einer mittelmäßig bis stark entzündeten Gingiva um 17 %. Die im Vergleich geringere Verbesserung lässt sich mit den schon zu Anfang geringeren Werten des SBI begründen. Es ist einfacher, sich von sehr hohen Werten zu verbessern, als bereits gute Werte noch weiter zu optimieren.

Hinsichtlich der Veränderung des SBI-Wertes stellten sich die Einflussfaktoren etwas anders als beim API-Wert dar. Im Gegensatz zu der Veränderung des API-Wertes hatte das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen war er nur unwesentlich besser als bei den männlichen Teilnehmern.

Weder das Alter noch der Zeitabstand zwischen den Erhebungen beeinflussten die veränderten Werte. Lediglich die Zahnanzahl spielte eine Rolle. So zeigte sich bei abnehmender Zahnanzahl eine größere Verbesserung als bei vollbezahnten Patienten.

5.4 Abhängigkeit der beiden Werte voneinander

Die Ergebnisse zeigen, dass API und SBI voneinander abhängig sind. Das heißt, bei einem Patienten mit hohem API-Wert ist auch häufiger ein hoher SBI-Wert zu finden. Stellt der Behandler also bei einem Patienten einen hohen API-Wert fest, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Patient auch einen hohen SBI-Wert aufweist.

Auch die Veränderung der beiden Indizes ist offensichtlich voneinander abhängig. So führte eine Verbesserung der Mundhygiene zu einer Reduzierung der Blutungsneigung. Dennoch haben sich nicht bei allen Patienten beide Werte gleichmäßig verändert. Eine Kombination aus einem verbesserten API-Wert und verschlechtertem SBI-Wert spiegelte die Patienten wieder, die kurz vor der Sitzung ihre Zähne gründlich gereinigt haben, also manuell und wissensmäßig in der Lage sind, ihre Zähne effizient zu reinigen, aber in der Zwischenzeit die Mundhygiene, z. B. aufgrund von Zeitmangel, stark vernachlässigt haben. Der umgekehrte Fall ist auch denkbar. Ein Patient mit verbessertem SBI-Wert jedoch reduziertem API-Wert hat möglicherweise kurz vor der Behandlung Nahrung zu sich genommen und sich dann nicht oder nur unzureichend die Zähne geputzt. Sein guter SBI-Wert zeigt jedoch, dass er in der Zwischenzeit eine gute Mundhygiene betrieben hat. Beide Gruppen konnten herausgefiltert werden und sind in etwa gleich groß.

5.5 Diskussion der Methode

Eine Stärke dieser Studie ist die Kalibrierung der Studierenden vor Untersuchungsbeginn. In einem gegenseitigen Training wurde das Sondieren der Sulci mit dem passenden Sondendruck geübt, sowie das Anfärben der Plaque und das dazugehörige Ablesen und Übertragen der Werte. Jeder Studierende führte dies an einem Kommilitonen zuvor durch und ließ es auch an sich selbst durchführen. Auch die professionelle Zahnreinigung mit entsprechender Aufklärung und Motivation wurde geübt und von Assistenzärzten kontrolliert und ggf. verbessert.

Eine weitere Stärke der Studie ist die hohe Patientenzahl ($n = 1158$), die von 17 bis 82 Jahre alle Altersklassen abdeckt. Ähnliche Studien [37, 4] haben meist eine wesentlich geringere Teilnehmerzahl und auch die Altersklasse ist oft sehr eingeschränkt.

Des Weiteren ist es positiv zu bewerten, dass die Patienten nicht wussten, dass sie Teil einer Studie waren. Somit konnten die Ergebnisse nicht dahingehend verfälscht werden, dass die Patienten, nur durch das bloße Wissen um eine Studie, erhöhte Motivation zur Mundhygiene aufwiesen. Zudem war vor der zweiten Behandlungssitzung den wenigsten Patienten klar, dass an diesem Tag eine erneute Mundhygienekontrolle stattfand.

Ein Schwachpunkt dieser Studie ist hingegen in der großen Anzahl der Untersucher zu suchen. Um diesen Einfluss zu minimieren, fand vorher eine Kalibrierung statt, die für die Durchführung einer solchen Studie von besonderer Wichtigkeit ist [4]. Zudem wurden Indizes herangezogen, die aufgrund ihrer dichotomen Eigenschaft als sehr stabil gegenüber subjektiver Wahrnehmung gelten. Die Einschätzung der Messpunkte bleibt dennoch in gewissem Maße subjektiv, da die Untersucher allesamt Studierende waren und insofern eine langjährige Berufserfahrung fehlte. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Studierenden für den API den ganzen Zahn bzw. Gingivarand bewertet haben anstatt lediglich der Approximalflächen. Dies hätte aber die Veränderungen des API-/SBI-Wertes nicht maßgeblich beeinflusst, da das Vorgehen wahrscheinlich auch bei der zweiten Erhebung identisch war. Ebenfalls ist es denkbar, dass das Ablesen statt vestibulär oral (oder

umgekehrt) stattgefunden hat oder Übertragungsfehler beim Notieren durch die Stuhlassistenz auftraten.

Blutungspunkte der Gingiva, die ggf. ursprünglich aus einer Verletzung stammten, können von unerfahrenen Untersuchern nicht eindeutig von rein plaquebedingten Reizungen unterschieden werden. Beim SBI ist außerdem ein standardisierter Sondendruck von besonderer Wichtigkeit [24], da hierdurch iatrogene Verletzungen vermieden werden können.

Bei den ausgewählten Indizes fällt der Vergleich mit anderen Studien in der Literatur relativ schwer, da sie nur selten erhoben werden. Allerdings finden sie z. B. im Rahmen der truppenzahnärztlichen Versorgung der Bundeswehr Verwendung, um den Mundhygienezustand eines Soldaten festzustellen.

Ein Nachteil der verwendeten Indizes ist es, dass keine Unterscheidung zwischen massiver/flächenbedeckender und minimaler Plaque, respektive profunden und leichten Blutungspunkten möglich ist. Daher können Patienten, die wenig Plaque haben (z. B. nur in den Zahnzwischenräumen) und folglich eine gute Mundhygiene betreiben, jedoch ohne Zahnseide, nicht von denen unterschieden werden, die wenig bis gar keine Mundhygiene betreiben. Beide können theoretisch einen API-Wert von 100 % aufweisen. Außerdem lassen sich aufgrund der dichotomen Entscheidung Entwicklungstendenzen in Form von leichten Verbesserungen bzw. Verschlechterungen nicht quantifizieren. Gleiches gilt für den SBI.

Bei gravimetrischen Verfahren oder graduellen Indizes lässt sich dies besser unterscheiden. Allerdings sind diese Indizes wesentlich anfälliger für subjektive Einschätzungen und erfordern im Vorfeld einen höheren Zeitaufwand für die Kalibrierung der Untersucher.

Der Zustand der Gingiva wurde zum Zeitpunkt der ersten Sitzung als Ist-Zustand hingenommen. Es wurde also nicht weiter differenziert, ob systemische Erkrankungen, funktionelle oder hormonelle Störungen, Medikamente oder exogene/endogene Faktoren diesen Zustand beeinflusst haben. So könnten z. B. Raucher aufgrund von Durchblutungsstörungen der Gingiva einen kleineren SBI-Wert aufweisen als Nichtraucher bei gleichem Entzündungsgrad. Die verwendeten Indizes, API und SBI, können den Patienten durch ihre

Prozentangaben leicht verständlich gemacht und die vorhandene Plaquemenge durch das Anfärben gut veranschaulicht werden.

5.6 Klinische Relevanz der Ergebnisse

Die Studie beweist, dass durch professionelle Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen der Plaquebefall signifikant verbessert wird. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Entzündung der Gingiva signifikant reduziert werden konnte. Daraus lässt sich folgern, dass Prophylaxe nach wie vor ein wichtiger Grundstein in der Zahngesundheit ist. Ärzte und Patienten sollten verstärkt für dieses Thema sensibilisiert werden und es sollte in jedem Behandlungskonzept eine hohe Priorität besitzen. Zudem müsste überdacht werden, ob nicht auch für Erwachsene Prophylaxe mit in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen aufgenommen werden könnte oder zumindest eine Bezuschussung stattfinden könnte, z. B. bei Wahrnehmung regelmäßiger Kontrolluntersuchungen. Zumindest sollte dies für ältere Patienten mit manuellen oder kognitiven Einschränkungen gefordert werden [42]. Durch die Aufnahme in den Leistungskatalog für Kinder und Jugendliche sowie durch ehrenamtliches Engagement vieler Zahnärzte in Kindergärten/-tagesstätten konnten in den letzten Jahrzehnten Mund- und Zahnerkrankungen deutlich reduziert werden [34]. Dieses Ziel sollte auch bei Erwachsenen jeden Alters verfolgt werden.

Ein regelmäßiger, möglichst individueller Recall ist fraglos wichtig, um das Wissen des Patienten aufzufrischen und individuelle Hilfestellungen bei Problemstellen geben zu können. Ketterl und Stark [19, 60] empfehlen z. B. ein vierteljährliches Recall, nach Schäfer [57] kombiniert mit professioneller Zahnreinigung und Besprechung der bisherigen Erfolge mit dem Patienten. Denn bewiesenermaßen werden nach sechs bis acht Wochen zusätzliche Hygienehilfsmittel nur noch sporadisch oder gar nicht mehr angewendet [60]. Werden die Patienten jedoch regelmäßig instruiert und motiviert, verschieben sich die Antriebsgründe nach etwa zwölf Monaten, von der Erkrankungsvorbeugung hin zum ästhetischen Leitgedanken [41]. Denn auch die nicht verbesserten API- und SBI-Werte in der vorliegenden Studie ließen folgern,

dass eine einmalige Sitzung mit Mundhygieneinstruktionen nicht bei allen Patienten ausreichend ist, um den Mundhygienestatus langfristig zu verbessern.

In weiterführenden Studien sollte untersucht werden, ob zur Verbesserung der Mundhygiene immer auch eine professionelle Zahnreinigung wichtig ist, nur die regelmäßige Zahnsteinentfernung ausreicht [29] oder ob es tatsächlich ausreicht, wenn die Patienten nur regelmäßig entsprechend ihrer Fähigkeiten motiviert und instruiert werden [40], ggf. unter Zuhilfenahme der Indizes. Denn allein das Bewusstwerden der Mundhygiene kann möglicherweise als Grundlage der zahnärztlichen Prophylaxe dienen [17].

5.7 Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie wurde der Nutzen von professioneller Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen auf die Mundhygiene bei Patienten der klinischen Studentenkurse in der Zahnerhaltungskunde der Universitätszahnklinik Münster untersucht. Außerdem wurden der Einfluss von Geschlecht, Alter und Zahnanzahl der Patienten auf die Ausgangswerte sowie der Zeitspanne zwischen den Erhebungen und die Veränderungen analysiert.

Während der Behandlungssitzungen wurden zuerst der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index (SBI) und dann der Approximalraum-Plaque-Index (API) erhoben. Diese beiden Indizes wurden aufgrund der Vielzahl an Untersuchern verwendet, da diese im Vergleich zu anderen Indizes stabil in Bezug auf die Objektivität sind.

Anschließend fand die Instruktion und Motivation der Patienten und danach die professionelle Zahnreinigung statt.

Es wurden 1158 Probanden, darunter etwas mehr männliche als weibliche, in die Untersuchung inkludiert. Das Alter lag zwischen 17 und 82 Jahren, das durchschnittliche Alter betrug 41,1 Jahre. Der durchschnittliche API-Wert lag bei 54,1 %. Es ließ sich zeigen, dass

- der Mundhygienestatus sich mit steigendem Alter verschlechterte,
- der Mundhygienestatus bei Frauen besser war als bei Männern,

- ein schlechter Mundhygienestatus bei den männlichen Probanden mit einer geringeren Zahnanzahl einherging.

Der durchschnittliche SBI-Wert lag bei 18,8 %. Es ließ sich zeigen, dass

- die Mehrheit der Patienten (60,9 %) eine Gingivitis aufwies,
- bei den weiblichen Studienteilnehmern die Gingivitis weniger ausgeprägt war,
- ein erhöhter SBI-Wert mit einer geringeren Anzahl an Zähnen einherging.

Im Verlauf der Studie verbesserte sich das Mundhygieniveau der Patienten insbesondere im Hinblick auf den API signifikant ($p < 0,05$) und zwar im Mittel um 10,4 %. Bezüglich der Einflussfaktoren ließ sich festhalten, dass

- das Geschlecht die Veränderung signifikant beeinflusste ($p < 0,05$), bei den Männern war sie größer als bei den Frauen,
- das Alter keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung hatte ($p > 0,05$),
- die Zahnanzahl keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung hatte ($p > 0,05$),
- je länger die Zeitspanne zwischen den Erhebungen war, desto kleiner die Verbesserung ausfiel.

Bezüglich des SBI verbesserten die Probanden ihren Wert signifikant ($p < 0,05$) im Durchschnitt um 5,3 %. Hier zeigten die Einflussfaktoren, dass

- das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss hatte ($p > 0,05$),
- das Alter keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung hatte ($p > 0,05$),

- mit abnehmender Zahnanzahl eine signifikant ausgeprägtere Verbesserung zu erzielen war ($p < 0,05$),
- die Zeitspanne keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung hatte ($p > 0,05$).

Die Studie beweist, dass die Werte des API- und des SBI-Index durch professionelle Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen signifikant verbessert werden ($p < 0,05$). Da es nahezu keine vergleichbaren Studien mit diesen Altersklassen gibt, sind weitere Studien erforderlich, um langfristig zu erreichen, dass auch für Erwachsene Prophylaxemaßnahmen in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen aufgenommen werden.

6 Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war es, den Nutzen von professioneller Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen auf den Mundhygienestatus von Patienten zu analysieren.

Zu diesem Zweck wurden von Studierenden der Zahnheilkunde der Approximalraum-Plaque-Index und der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index vor professioneller Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen erhoben, sowie erneut nach einem Abstand von durchschnittlich 60 Tagen. Es wurde außerdem der Einfluss von Geschlecht, Alter, Zahnanzahl und der Zeitspanne zwischen den Erhebungen ausgewertet.

Es konnte gezeigt werden, dass durch professionelle Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen der Plaquebefall und der Zustand der Gingiva signifikant verbessert werden konnten. Zudem zeigte sich, dass die genannten Merkmale zum Teil Rückschlüsse auf den Ausgangszustand respektive auf die Veränderung der Indizes zulassen. Dieses Ergebnis ist aufgrund der großen Studiengruppe mit 1158 Patienten als repräsentativ anzusehen.

7 Literaturverzeichnis

1. American Academy of Periodontology: Parodontalerkrankungen und Gesundheit. Übersetzt und bearbeitet von Annette Bergfeld, Phillip Verlag, 2000
2. Armitage, G. C.: Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. Ann Periodontol 4: 1-6, 1999
3. Arnim, S. S.: The Use of Disclosing Agents for Measuring Tooth Cleanliness. J Periodontol 34: 227-245, 1963
4. Becker, K.: Effekt einer einmaligen Gruppenprophylaxesitzung auf die Mundhygiene bei Soldaten der Bundeswehr, Med. Diss. Göttingen, 2009
5. Bortz, J.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 6. Auflage, Springer, Berlin, 2005
6. Bosch, K.: Elementare Einführung in die angewandte Statistik, Vieweg Verlag, 7. Auflage, Braunschweig/Wiesbaden, 2000
7. Bozenhardt, R., Wetzel, W. E.: Gebisserkrankung und ihre Beeinflussbarkeit durch gezielte Mundhygieneprogramme bei Wehrpflichtigen. Dtsch Zahnärztl Z 41: 505-510, 1986
8. Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (Hrsg.): Parodontitis 2010 Das Risikokompodium. Quintessenz Verlag, Berlin, 2010
9. Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (Hrsg.): Risikokompodium Parodontitis. Quintessenz Verlag, Berlin, 2003
10. Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (Hrsg.): Klassifikation der Parodontalerkrankungen. Quintessenz Verlag, Berlin, 2002
11. Dörfer, C.: Parodont und Allgemeingesundheit. Zahnärztl Mitt 92, Nr. 9, 38-43, 2002

12. Einwaag, J.: Prophylaxe. In: Einwaag, J., Pieper, K. (Hrsg.): Kinderzahnheilkunde. Urban & Fischer, München, 77-119, 2002
13. Flemmig, T. F.: Parodontologie - Ein Kompendium. Thieme Verlag, Stuttgart, 1993
14. Gauß, C. F.: Theoria Motus Corporum Coelestium in Sectionibus Conicis Solem Ambientum. 1809
15. Götze, W.: Über den Mundhygieniezustand bei alten Menschen. Dtsch Zahnärztl Z 29: 679-682, 1974
16. Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.: Einführung in die Zahnerhaltung. 3. Auflage, Urban und Fischer Verlag, München, 2003
17. Herz, A.: Bewertung verschiedener Prophylaxe-Modelle im Rahmen der truppenzahn-ärztlichen Versorgung der Bundeswehr. Med. Diss. Göttingen, 1999
18. IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Köln 2006.
19. Ketterl, W.: Zahnerhaltung im höheren Lebensalter? Dtsch Zahnärztl Z 48: 603-606, 1993
20. Keyes, P. H.: Recent advances in dental caries research. Bacteriology. Bacteriological findings and biological implications. Int Dent J 12: 443-458, 1962
21. Klimek, J., Hellwig, E.: Kariesätiologie und -diagnose. Kapitel 1, In: Heidemann, D. (Hrsg.): Kariologie und Füllungstherapie (Praxis der Zahnheilkunde, Band 2). 4. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München, 1-45, 1999
22. König, K. G.: Karies und Kariesprophylaxe. Wilhelm Goldmann Verlag, München, 2. Aufl., 1971

23. König, K. G.: Karies und Parodontopathien. Thieme, Stuttgart / New York, 1987
24. Lang, N. P., Nyman, S., Senn, C., Joss, A.: Bleeding on probing as it relates to probing pressure and gingival health. *J Clin Periodontol* 18: 257-261, 1991
25. Lange, D. E., Schwöppe, G.: Epidemiologische Untersuchungen an Rekruten der Bundeswehr (Mund – und Gebissbefunde). *Dtsch Zahnärztl Z* 36: 432-434, 1981
26. Lange, D. E.: Klinische Bewertungsverfahren zur Objektivierung der Mundhygiene. *Dtsch Zahnärztl Z* 32: 44-47, 1977
27. Lange, D. E.: Parodontologie in der täglichen Praxis. 3. Auflage, Quintessenz Verlag, Tokio, 1986
28. Leake, J. L.: The history of dental programs for older adults. *J Can Dent Asssoc* 66: 316-319, 2000
29. Lie, T., Mellingen, J. T.: Periodontal awareness, health and treatment need in dental school patients, II. Periodontal conditions. *Acta Odontol Scand* 46: 297-307, 1988
30. Löe, H. E., Theilade, E., Jensen, S. R.: Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 36: 177-187, 1965
31. Mandel, I. D.: Caries through the ages: a worm's eye view. *J Dent Res* 62: 926-9, 1983
32. Marshall-Day, C. D., Stephens, R. G., Quigley, L. F.: Disease: prevalence and incidence. *J Periodontol* 26: 185-203, 1955
33. Meyle, J.: Indizes, Kapitel 3, In: Heidemann, D. (Hrsg.): Parodontologie (Praxis der Zahnheilkunde, Band 4). 4. Auflage. Urban & Fischer, München, 71-89, 2005

34. Micheelis, W., Reich, E.: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1999
35. Michel, H.: Der demographische Wandel in Deutschland und seine Folgen, Institut für Angewandte Demographie, Beitrag zur KWB-Mitgliederversammlung, Berlin, 2009
36. Miller, W. D.: Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Die örtlichen und allgemeinen Erkrankungen, welche durch dieselben hervorgerufen werden. Leipzig, Thieme, 1889
37. Moldenhauer, F.: Zum Einfluss zahnärztlicher Intervention auf den Mundhygienestatus älterer Patienten in Allgemeinkrankenhäusern. Med. Diss. Jena, 2006
38. Mühlemann, H. R., Mazon, Z. S.: Gingivitis in Zürich school children. *Helv Odont Acta* 2: 3-11, 1958
39. Mühlemann, H. R., Son, S.: Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis. *Helv Odont Acta* 15: 107-113, 1971
40. Needleman, I., Suvan, J., Moles, D. R., Pimlott, J.: A systematic review of professional mechanical plaque removal for prevention of periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 32 (Suppl.6): 229-282, 2005
41. Nemeč, M.: Oral Wellness. *Zahnärztl Mitt* 93: 106-110, 2003
42. Nitschke, I., Hopfenmüller, W.: Die zahnmedizinische Versorgung älterer Menschen. In: Mayer KU, Baltés PB (Hrsg.): *Die Berliner Altersstudie*. 1. Aufl., Berlin, Akademie Verlag, 429-448, 1996
43. Nolden, R.: *Zahnerhaltungskunde*. 6. Auflage, Thieme Verlag, 24, 1994

44. Nowack, S., Nitschke, I.: Prophylaxe bei älteren Menschen. *Prophylaxedialog* 10: 4-7, 2005
45. Offenbacher S, Katz, V., Fertik, G., Collins, J., Boyd, D., Maynor, G., McKaig, R., Beck, J.: Periodontal infection as a possible risk factor for preterm low birth weight. *J Periodontol* 67 (10 Suppl): 1103-1113, 1996
46. O'Leary, T. J., Drake, R. B., Naylor, J. E.: The plaque control record. *J Periodontol* 43: 38, 1972
47. Oliver, R. C., Tervonen, T.: Diabetes - a risk factor for periodontitis in adults? *J Periodontol* 65 (5 Suppl): 530-538, 1994
48. Page, R. C., Kornman, K. S.: The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. *Periodontol 2000* 14: 9-11, 1997
49. Page, R. C.: Gingivitis. *J Clin Periodontol* 13: 345-355, 1986
50. Quigley, B. A., Hein, J. H.: Comparative cleaning efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent* 65: 26-29, 1962
51. Ramfjord, S. P.: Indices for prevalence and incidence of periodontal disease. *J Periodontol* 30: 51-59, 1959
52. Rickard, A. H., Gilbert, P., High, N. J., Kolenbrander, P. E., Handley, P. S.: Bacterial coaggregation: an integral process in the development of multi-species biofilms. *Trends Microbiol* 11: 94-100, 2003
53. Ritz, H. L.: Microbial population shifts in developing human dental plaques. *Archs Oral Biol* 12: 1561-1568, 1967
54. Sachs, L., Hedderich, J.: *Angewandte Statistik*. 12. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006
55. Salvi, G. E., Lawrence, H. P., Offenbacher, S., Beck, J. D.: Influence of risk factors on the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol 2000* 14: 173-201, 1997

56. Saxer, U. P., Mühlemann, H. R.: Motivation und Aufklärung. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 85: 905-919, 1975
57. Schäfer, F., Nicholson, J. A., Gerritsen, N., Wright, R. L., Gillam, D. G., Hall, C.: The effect of oral care feed-back devices on plaque removal and attitudes towards oral care. Int Dent J 53 (6 Suppl 1): 404-408, 2003
58. Silness, J., Loe, H.: Periodontal disease in pregnancy. Acta Odont Scand 22: 121-135, 1964
59. Skinner, F. H.: The prevention of pyorrhea and dental caries by oral prophylaxis. Dent Cosmos 56: 299-309, 1914
60. Stark, H.: Untersuchungen über die Mundhygiene bei Trägern von Teleskopprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 48: 570-572, 1993
61. Stoltenberg, J. L., Osborn, J. B., Pihlstrom, B. L., Herzberg, M. C., Aeppli, D. M., Wolff, L. F., Fischer, G. E.: Association between cigarette smoking, bacterial pathogens, and periodontal status. J Periodontol 64: 1225-1230, 1993
62. Turesky, S., Gilmore, M. D., Glickman, I.: Reduced plaque formation by chloromethylanalogues of vitamin C. J Periodontol 41: 41-43, 1970
63. Turesky, S., Glickman, I., Sandberg, R.: In vitro chemical inhibition of plaque formation. J Periodontol 43: 263-269, 1972
64. Voigt, M., Schneider, K. T. M., Stillger, R., Pildner von Steinburg, S., Fusch, C., Hesse, V.: Analyse des Neugeborenenkollektivs der Jahre 1995 - 1997 der Bundesrepublik Deutschland. Geburtsh Frauenheilk 65: 474-481, 2005
65. Wefers, K.-P., Moldenhauer, F., Küpper, H.: Zur Beeinflussbarkeit der Mundhygiene älterer Personen in Krankenhäusern. Dtsch Zahnärztl Z 61: 377-381, 2006

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Zahnplaque als Biofilm nach Rickard et al. [52].....	6
Abbildung 2: Hypothese der Kolonisation des Biofilms nach Rickard et al. [52].....	6
Abbildung 3: Darstellung der vier Faktoren der Kariesätiologie nach König [22].....	8
Abbildung 4: Modifizierter Plaque-Index nach Quigley und Hein [63].....	18
Abbildung 5: Plaque-Index nach Silness und Løe [58]. Die Gradeinteilung orientiert sich an der Verteilung und Dicke der Beläge.....	19
Abbildung 6: Vordruck SBI	26
Abbildung 7: Vordruck API	28
Abbildung 8: Altersstruktur der Versuchsgruppe	31
Abbildung 9: Zusammensetzung der Versuchsgruppe.....	32
Abbildung 10: Zahnanzahl der Versuchsgruppe.....	33
Abbildung 11: Alterseinfluss auf die Zahnanzahl.....	33
Abbildung 12: Geschlecht und Zahnanzahl.....	34
Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung des API bei Ersterhebung	34
Abbildung 14: API-Verteilung nach Lange bei Ersterhebung.....	35
Abbildung 15: Einfluss des Alters auf den API	35
Abbildung 16: Einfluss des Geschlechts auf den API.....	36
Abbildung 17: Klassierung der Zahnanzahl.....	36
Abbildung 18: Einfluss der Zahnanzahl auf den API	37
Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung des SBI bei Ersterhebung	38
Abbildung 20: SBI-Verteilung nach Lange bei Ersterhebung.....	38
Abbildung 21: Einfluss des Alters auf den SBI	39
Abbildung 22: Einfluss des Geschlechts auf den SBI.....	39
Abbildung 23: Einfluss der Zahnanzahl auf den SBI	40
Abbildung 24: Darstellung aller Patienten durch die Indizes API und SBI in einer Punktwolke	41
Abbildung 25: Zeitspanne zwischen Ersterhebung und Abschlussuntersuchung.....	43
Abbildung 26: Alterseinfluss auf die Zeitspanne zwischen den Erhebungen.....	43
Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung des API im Vorher-Nachher-Vergleich	44
Abbildung 28: Prozentuale Veränderung des API-Wertes.....	45

Abbildung 29: Alterseinfluss auf die Veränderung des API-Wertes.....	48
Abbildung 30: Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit der Zeit	50
Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung des SBI im Vorher-Nachher-Vergleich	51
Abbildung 32: Prozentuale Veränderung des SBI-Wertes.....	51
Abbildung 33: Alterseinfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes.....	54
Abbildung 34: Veränderung des SBI-Wertes in Abhängigkeit der Zeit	57
Abbildung 35: Darstellung der Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit des SBI-Wertes in einer Punktwolke	58

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Kontingenztafel mit der Einteilung nach Länge.....	41
Tabelle 2: Veränderung des API-Wertes.....	45
Tabelle 3: Der geschlechtsspezifische Einfluss auf den API-Wert	46
Tabelle 4: Alterseinfluss auf die Veränderung des API-Wertes.....	48
Tabelle 5: Einfluss der Zahnanzahl auf den API-Wert.....	49
Tabelle 6: Veränderung des SBI-Wertes.....	52
Tabelle 7: Der geschlechtsspezifische Einfluss auf den SBI-Wert	53
Tabelle 8: Alterseinfluss auf die Veränderung des SBI-Wertes.....	55
Tabelle 9: Einfluss der Zahnanzahl auf den SBI-Wert.....	56
Tabelle 10: Kontingenztafel, Veränderung des API-Wertes in Abhängigkeit des SBI-Wertes	58

9 Lebenslauf

Name: Maraike Gesine Scholz-Aldenkirchs, geb. Aldenkirchs
Geburtsdatum: 15. Mai 1981
Geburtsort: Beckum

Eltern: Götz Albert Aldenkirchs
Monika Elisabeth Aldenkirchs, geb. Kemper

Geschwister: Simone Aldenkirchs
Doerthe Aldenkirchs
Anneke Aldenkirchs

Familienstand: verheiratet, seit dem 3. September 2010; 1 Sohn

Schulbildung:
1987 bis 1991 Martinschule Beckum
1991 bis 2000 Albertus-Magnus Gymnasium Beckum
Allgemeine Hochschulreife erlangt am 14. Juni

Studium:
2000 bis 2006 Studium der Zahnmedizin an der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
04.09.2001 naturwissenschaftliche Vorprüfung
02.04.2003 zahnärztliche Vorprüfung
24.06.2006 zahnärztliches Staatsexamen

Berufstätigkeit:
Seit Oktober 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Poliklinik
für Zahnerhaltung der Universitätskliniken Münster
Direktor: Univ.-Prof. Dr. K. Ott

10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. E. Schäfer für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die in allen Belangen hervorragende und unermüdliche Betreuung der Arbeit.

Mein Dank von tiefstem Herzen gilt meinem Mann Guido, der mich immer motiviert und aufgebaut hat; außerdem hat er mir den Rücken frei gehalten, damit ich mich intensiv der Arbeit widmen konnte. Die Fertigstellung der Arbeit verdanke ich ihm außerdem, da er mich bei der Erstellung der Statistik maßgeblich unterstützt hat.

Meinen Eltern möchte ich ebenso danken, weil sie mich immer wieder dezent gedrängt haben, diese Arbeit fertig zu stellen und mir immer wieder ihre Hilfe angeboten haben.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Kollegen Dr. Sven Duda und Dr. Martin Sabandal und meiner Kollegin und Freundin Dr. Inga Harks bedanken für unermüdliches Drängen, Tipps geben und Korrektur-Lesen.

Am Schluss danke ich meinem Sohn Linus, dass er so ein zufriedenes Baby ist, denn sonst hätte ich diese Arbeit nicht fertig stellen können.