

Aus der Abteilung für Parodontologie
der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. Gabriel Krastl

Parodontale Parameter
in Abhängigkeit vom gingivalen Biotyp -
eine klinische Studie

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von
Timo Richter
aus Starnberg

Würzburg, März 2018

Referent: Prof. Dr. med. dent. Stefan Fickl

Koreferentin/Koreferent: Prof. Dr. rer. nat Uwe Gbureck

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 09.05.2019

Der Promovend ist Zahnarzt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemein	1
1.2	Anatomie des Parodonts	2
1.2.1	Die Gingiva	3
1.2.2	Der Alveolarknochen	4
1.2.3	Das Desmodont	5
1.2.4	Das Wurzelzement	6
1.3	Therapie parodontopathogener Zustände	6
1.4	Der gingivale Biotyp	7
2	Ziele der Studie	9
2.1	Primäre Zielsetzung	9
2.2	Sekundäre Zielsetzung	9
3	Material und Methoden	10
3.1	Probandenauswahl	10
3.2	Messmethoden	12
3.3	Materialien	16
3.4	Die individuelle Messlehre	17
3.4.1	Ausgangssituation der Messlehre	17
3.4.2	Die individualisierte Messlehre	19
3.5	Statistische Analyse	22
4	Ergebnisse	23
4.1	Merkmale des Kollektivs	23
4.2	Messergebnisse	24
4.3	Ergebnisse der statistischen Analyse	27
4.3.1	Primäres Untersuchungsziel: Validierung des Sondentests	27
4.3.1.1	Vergleich des Gesamtkollektivs	27
4.3.1.2	Vergleich der Extremgruppen	28

4.3.2	Sekundäre Untersuchungsziele	28
4.3.2.1	Abhängigkeit parodontaler Parameter vom gingiva- len Biotyp	28
4.3.2.1.1	Vergleich des Gesamtkollektivs	28
4.3.2.1.2	Vergleich der Extremgruppen	29
4.3.2.2	Abhängigkeit parodontaler Parameter von der Kro- nenform	30
4.3.2.2.1	Vergleich des Gesamtkollektivs	30
4.3.2.2.2	Vergleich der Extremgruppen	37
5	Diskussion	39
5.1	Biotypbestimmung mit der Parodontalsonde	40
5.2	Abhängigkeit parodontaler Parameter vom gingivalen Biotyp	42
5.3	Abhängigkeit parodontaler Parameter von der Kronenform	44
6	Zusammenfassung	46

1 Einleitung

1.1 Allgemein

Durch die permanente Entwicklung dentaler Werkstoffe und Techniken sind die Möglichkeiten zur Erhaltung der Zahnhartsubstanz in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Mit Hilfe moderner Füllungsmaterialien und neuer Wurzelfüllmethoden können die natürlichen Zähne immer länger im Mund verbleiben und ihre Funktion ausüben. Diese Entwicklungen führen dazu, dass dem Zahnhalteapparat (Parodont) und der Therapie parodontopathogener Vorgänge eine wachsende Bedeutung für einen langen Erhalt der Zähne zukommt. Ein gesundes Parodont ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein belastbares Gebiss, da es einige fundamentale Aufgaben für die Funktion des Kauapparates übernimmt. Es leitet zum Beispiel alle auf die Zähne wirkenden Kräfte, insbesondere die Kaukräfte, auf den Kiefer weiter und muss daher allen, durch die Kaumuskulatur hervorgerufenen Einflüssen stand halten. Des Weiteren sind die Zähne über das Parodont in ihrer Alveole in dem Kieferknochen aufgehängt. Daher geht ein geschädigter Zahnhalteapparat häufig mit einer erhöhten Lockerung der Zähne einher, was ohne adäquate Therapiemaßnahmen zu einem Verlust der Dentition führt. Eine weitere wichtige Funktion ist die Aufrechterhaltung der Körperintegrität, welche die Bildung einer Barriere zwischen dem Mundmilieu und dem Körper beinhaltet. Dabei nehmen die Zähne eine Sonderstellung im menschlichen Körper ein, da sie die ubiquitäre Schleimhautbedeckung des Organismus durchbrechen, wodurch eine permanente Eintrittspforte für Bakterien besteht.

Um die Bedeutung des Zahnhalteapparates zu veranschaulichen, soll im Folgenden vorerst die Anatomie des Parodonts erläutert werden.

1.2 Anatomie des Parodonts

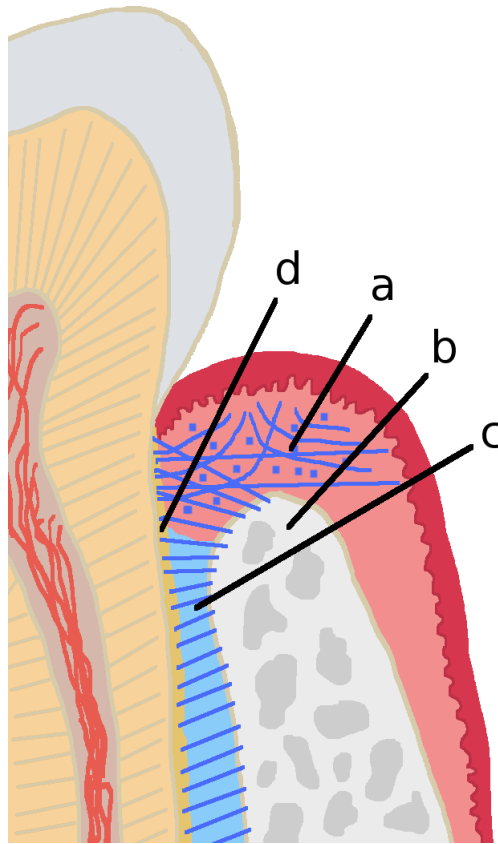


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Parodonts, bestehend aus: a) Gingiva, b) Alveolarknochen, c) Desmodont, d) Wurzelzement (Quelle: eigene Zeichnung)

Das Parodont wird von den folgenden vier Strukturen gebildet (siehe Abb. 1), auf welche im Anschluß hinsichtlich ihrer Anatomie und Funktion eingegangen werden soll:

- Der Gingiva,
- dem Alveolarknochen,
- dem Desmodont,
- und dem Wurzelzement.

1.2.1 Die Gingiva

Die Gingiva ist ein Teil der mastikatorischen Mukosa und bildet, neben der speziellen Mukosa und der auskleidenden Mukosa, die Oberfläche der Mundhöhle. Ebenfalls zu der mastikatorischen Mukosa zählt die Gaumenschleimhaut des Oberkiefers, welche ohne klinisch sichtbare Abgrenzung direkt in die Gingiva übergeht. Zu der auskleidenden Mukosa gehören die Schleimhäute des weichen Gaumens, der Lippen, der Wangen, des Vorhofes (Vestibulums) und des Zungenbodens. Im Unterkiefer und im Vestibulum des Oberkiefers existiert eine klinisch erkennbare Abgrenzung zwischen der auskleidenden Mukosa und der Gingiva. Diese mukogingivale Grenzlinie bildet die apikale Begrenzung der Gingiva und folgt dem girlandenförmigen Verlauf des marginalen Gingiva-saumes, weshalb sie auch Linea girlandiformis genannt wird. Die Ausprägung dieses wellenförmigen Verlaufes nimmt von anterior nach posterior ab [1]. Dieser sichtbare Unterschied der beiden Gewebe kommt durch die verschiedene Verhornung (Keratinisierung) zustande. Die Gingiva ist im Gegensatz zu der rötlichen Mukosa keratinisiert und weist deshalb im gesunden Zustand eine hellere, rosa Farbe auf. Die Gingiva selbst kann in drei Strukturen untergliedert werden:

- die marginale freie Gingiva
- die befestigte Gingiva
- und die interdentale Gingiva

Die marginale freie Gingiva bildet den am weitesten okklusal gelegenen beweglichen Randsaum des Zahnfleisches [2]. Sie verjüngt sich nach koronal und besitzt eine durchschnittliche Breite von 0,8–2,5 mm. Das Epithel der marginalen Gingiva wird unterteilt in das orale Gingivaepithel, welches der Mundhöhle zugewandt ist, das dem Zahn zugewandte orale Sulkusepithel und das Saumepithel, welches den Boden des gingivalen Sulkus auskleidet. Das orale Gingivaepithel und das orale Sulkusepithel bestehen aus einem mehrschichtigem verhornten Plattenepithel, welches eine hohe Widerstandsfähigkeit ausweist und für Bakterien und Fremdkörper nicht durchlässig ist. Das Saumepithel bildet eine von außen nicht sichtbare Manschette, die ab Höhe der Schmelz-Zement-Grenze ca. 2 mm nach koronal den Zahn zirkulär umschließt. Es haftet nur relativ schwach an der Zahnhartsubstanz, ist aber trotzdem wichtiger Bestandteil zum

Erhalt der Integrität des Körpers, da es den Eintritt von Bakterien und Fremdstoffen in den Organismus verhindern soll [3]. Das Saumepithel ist allerdings keine unüberwindbare Barriere für Mikroorganismen, sondern es stellt eine Kommunikationszone mit der Umwelt dar. Auf Grund des semipermeablen Charakters des Gewebes, können Bakterien oder pathogene Stoffe vom Immunsystem des Körpers schneller erkannt und effektive Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Ausserdem können Abwehrstoffe über das Sulkusfluid ausgeschieden werden und somit Bakterien im gingivalen Sulkus bekämpfen [4].

Bukkal geht die marginale freie Gingiva apikal in die befestigte Gingiva über, welche über Bindegewebefasern fest mit dem Alveolarknochen und dem Wurzelzement verwachsen ist. Daraus resultiert eine hohe mechanische Belastbarkeit des Gewebes gegenüber Fremdkörpereinwirkungen, wie sie beispielsweise beim Kauen harter Speisen entstehen. Die gesunde befestigte Gingiva weist im Gegensatz zu der freien Gingiva häufig eine so genannte Stippelung auf, die optisch an die Oberfläche einer Orangenschale erinnert. Diese Stippelung kommt durch das Einstrahlen der bereits genannten Bindegewebefasern zu Stande, welche eine zapfenartige Verbindung zwischen dem Epithel und dem darunter befindlichem Bindegewebe bildet [2].

Die interdental Gingiva füllt den Approximalraum zwischen zwei benachbarten Zähnen aus. Sie kann als ein Fortsatz der marginalen freien Gingiva angesehen werden und bildet sowohl vestibulär als auch oral eine Zahnfleischpapille, welche den Interdentalraum verschließen. Die beiden Papillen sind durch den Col, eine sattelförmige Einziehung, bestehend aus nicht-keratinisierter Gingiva, welche sich in vestibulo-oraler Richtung erstreckt, miteinander verbunden. Die Form der Interdentalpapille richtet sich hauptsächlich nach der Zahnform und der Stellung der Zähne im Zahnbogen [5]. Alle suprakrestal gelegenen Gewebe, also die freie Gingiva, die befestigte Gingiva sowie das epitheliale und das bindegewebige Attachment, bilden den dentogingivalen Komplex [6].

1.2.2 Der Alveolarknochen

Der Alveolarknochen ist der zahntragende Teil des Kieferknochens. Er läuft nach koronal dünn aus und bildet zwischen den Zähnen interdental Septen. Der Knochen besteht aus einer dichten Aussen- und Innenkortikalis und einer strukturell aufgelocker-

ten Spongiosa dazwischen. Die Innenkortikalis bildet das Zahnfach, in welchem der Zahn über Fasern, die in den Knochen einstrahlen, aufgehängt ist. Sie wird wegen ihrer durchlöcherten Struktur auch Lamina Cribiformis genannt. Durch diese knöchernen Perforationen ziehen Blutgefäße und Nerven, welche das Desmodont versorgen, in den Desmodontalspalt [7]. In koronaler Ausdehnung endet der Alveolarknochen im gesunden Gebiss stets 1 – 2mm apikal der Schmelz-Zement-Grenze des Zahnes [8]. Wird dieser Abstand zum Beispiel in Folge eines Präparationstraumas mit einem übermäßig nach apikal verlagerten Kronenrand verringert, besteht im Bereich des verminderten Attachments das Risiko einer chronischen Entzündungsreaktion. Dadurch wird der Alveolarfortsatz auf lange Sicht so weit abgebaut, dass wieder 1 – 2mm Abstand zu dem epithelialen Attachment besteht. [9]. Die genetisch bedingte Ausprägung dieser Dimension wird als “biologische Breite” bezeichnet.[10]

1.2.3 Das Desmodont

Das Desmodont stellt die eigentliche Verbindung zwischen Zahn und Knochen her. Es füllt den Spalt zwischen dem Zahn und der Alveoleninnenkortikalis des Zahnfaches aus und besitzt eine durchschnittliche Dicke von 0,2mm [11]. Das Desmodont besteht hauptsächlich aus Kollagenfaserbündeln, welche fest mit dem Zahnzement und dem Alveolarknochen verwachsen sind. Der Anteil des Alveolarknochens in welchem die Kollagenfasern inserieren, wird als “Bündelknochen” bezeichnet. Dieser ist durch seinen Entstehungsprozess dem Zahn zugehörig und wird deshalb in Folge eines Zahnverlustes stets resorbiert. Die meisten der Fasern verlaufen apikal von der Zahnwurzel in Richtung koronal zum Knochen. Durch diese spezielle Ausrichtung werden die Druckkräfte, welche beim Kauen entstehen, als Zugkraft auf den Kieferknochen weitergeleitet. Dies ist insbesondere wichtig, da ein Druck eine unphysiologische Belastung für den Knochen darstellt, in dessen Folge das Hartgewebe langsam resorbiert wird. Daneben existieren viele andere Verlaufsrichtungen für die Kollagenfasern, welche eine übermäßige Rotation oder Extrusion des Zahnes verhindern sollen [12]. Durch einen gewellten Verlauf der Fasern ist eine geringe initiale Beweglichkeit des Zahnes in seiner Alveole gegeben. Erst wenn die Fasern eines Zahnes durch eine einwirkende Kraft völlig gestreckt sind, wird die komplette Kraft auf den Alveolarknochen übertragen [13]. Das Desmodont enthält neben den Fasern zahlreiche Blutgefäße zur Versorgung des Gewebes und sensible

Nervenfasern. Der verbleibende Raum zwischen diesen Strukturen ist mit Flüssigkeit gefüllt [14].

1.2.4 Das Wurzelzement

Das Wurzelzement überzieht die komplette Zahnwurzel und bildet somit, neben dem Zahnschmelz, die Oberfläche eines Zahnes. Das Zement wird unterteilt in das azelluläre, zellfreie Zement und das zelluläre, zellhaltige Zement, welche sich rein klinisch nicht unterscheiden lassen. In der Entwicklungsphase eines Zahnes wird bis zu dem Durchbruch in die Mundhöhle ausschließlich azelluläres Zement gebildet. Erst nach dem Zahndurchbruch beginnt die Bildung von zellulärem Zement, welches hauptsächlich ab der Wurzelmitte in Richtung apikal angelagert wird. Kurz unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze lässt sich demnach ausschließlich zellfreies Zement finden. Die Zementsynthese wird von spezialisierten Zellen, den Zementozyten übernommen. Von dem strukturellen Aufbau her ähnelt das Wurzelzement sehr der Zusammensetzung des Skelettknochens. Die Volumenprozentanteile der einzelnen Bestandteile sind für das Zement wie folgt: 33 Vol.% mineralische Bestandteile, 31 Vol.% organische Matrix und 36 Vol.% Wasser [12]. Auch funktionell stellt das Zahnzement äquivalent zu dem Skelettknochen ein lebendes Gewebe dar, welches auf äußere Reize reagiert. So wird bei einer chronischen Belastung des Zahnes, zum Beispiel bei einer kieferorthopädischen Behandlung, das druckbelastete Zement resorbiert und neues Zement im Bereich der Zugbelastung gebildet. Wichtiger Bestandteil des Zahnzementes sind auch die kollagenen Fasern, welche bis in die Wurzelhaut verlaufen und zur Befestigung des Zahnes in der Alveole dienen [15].

1.3 Therapie parodontopathogener Zustände

Auf Grund der verschiedenen Wechselwirkungen der einzelnen anatomischen Strukturen des Parodonts, kann bereits der Ausfall von einem der Bestandteile die Funktion und den Erhalt des Zahnes gefährden. Deshalb wurden in den letzten Jahren viele reparative oder auch regenerative Methoden zur Behandlung parodontopathogener Prozesse entwickelt. Diese Therapiekonzepte sind insbesondere für die Schneidezahnregion im Oberkiefer bedeutend, da in diesem Bereich neben dem Funktionserhalt der Zähne auch die Ästhetik für den Patienten eine entscheidende Rolle spielt. Aus diesem Grund ist es für

den behandelnden Zahnarzt oft schwierig abzuwägen, welche Behandlungsmethoden in dieser Region für den Patienten auf lange Sicht sowohl funktionell, als auch ästhetisch befriedigend sind. Gerade in den moderneren Bereichen der Zahnmedizin, wie der Implantologie oder der Parodontalchirurgie, lässt sich die Reaktion des Weichgewebes auf die Behandlung nur schwer vorhersagen. Um das Risiko, sowie den Langzeiterfolg einer Therapie besser einschätzen zu können, ist es daher für den behandelnden Zahnarzt hilfreich, einige Messparameter an dem die Zähne umgebenden Weichgewebe zu erheben. Werte, wie zum Beispiel das "Bleeding on Probing" oder der "Papillen-Blutungs-Index", geben Auskunft über den Gesundheitszustand des Parodonts beziehungsweise der Gingiva des Patienten. Anhand dieser Daten kann der behandelnde Zahnarzt bereits eine grobe Prognose für die Auswahl und den Erfolg des Behandlungskonzeptes geben. Unabhängig von der individuellen Mundhygiene und dem Entzündungsstatus des Patienten nimmt aber auch die genetisch bedingte Gewebebeschaffenheit erheblichen Einfluss auf das Ergebnis einer zahnmedizinischen Therapie.

1.4 Der gingivale Biotyp

Aus diesem Grund ist vor dem Erstellen eines finalen Behandlungskonzeptes ein weiterer Parameter von großer prognostischer Bedeutung: die Dicke der bukkalen befestigten Gingiva, oder auch der gingivale Biotyp. Die Bestimmung des gingivalen Biotyps wurde bereits häufiger in wissenschaftlichen Studien untersucht, und es wurden ebenfalls Zusammenhänge zwischen der Gewebequalität und klinischen Parametern aufgezeigt[16][17].

Für den praktizierenden Zahnarzt ist es häufig sehr wichtig vor dem Therapiebeginn zu bestimmen, ob es sich bei der Gingiva des Patienten um einen dünnen oder einen dicken Biotyp handelt. Grundsätzlich kann verallgemeinert werden, dass ein dünnerer Phänotyp eher zu Rezessionen neigt und weniger belastbar ist, als ein dicker Biotyp [18]. Demzufolge ist es bei einer dünnen Zahnfleischmorphologie entsprechend schwieriger, ein auf längere Sicht ästhetisches und funktionelles Ergebnis zu erzielen [19]. Ein weiteres Problem in Verbindung mit einem dünnen Biotyp stellt die Farbveränderung des Gewebes bei der Verwendung von Titanimplantaten und Titanabutments dar. Dies ist auf eine erhöhte Transluzenz des Gewebes zurückzuführen und wirkt sich häufig negativ auf das ästhetische Ergebnis einer Behandlung aus [20][21][22]. Problematisch

erscheint ebenfalls die Tatsache, dass ein dünner gingivaler Biotyp auch mit einer dünnen bukkalen Knochenlamelle vergesellschaftet ist [23]. Demzufolge neigt ein Patient mit dünnem Biotyp eher zu Dehiszenzen oder Rezessionen des bukkalen Alveolarknochens. Da es sich bei parodontalchirurgischen Operationen häufig um elektive Eingriffe handelt, die auf eine verbesserte Ästhetik des Patienten abzielen, ist es für den behandelnden Zahnarzt sehr wichtig alle diagnostischen Faktoren auszuschöpfen, welche eine Langzeitprognose für das Therapieergebnis ermöglichen.

Im Jahre 2003 wurde der gingivale Biotyp ebenfalls von Kan et al. untersucht, der die Unterscheidung zwischen dünnem und dickem Biotyp über einen einfachen klinischen Test mit einer Parodontalsonde einführte[24]. Dabei wird ein Parodontometer, entsprechend dem Vorgehen bei der Messung der Taschentiefe zentral, bukkal in den gingivalen Sulkus eingeführt. Nun muss der Behandler lediglich die Transluzenz der Sonde durch das Gewebe hindurch bewerten. Sind die Umrisse beziehungsweise die Skala des Parodontometers klar durch die bukkale Gingiva erkennbar, so wird der Biotyp an diesem Zahn als dünn eingestuft. Ist die Sonde allerdings nicht sichtbar, so handelt es sich um einen dicken Biotyp des Gewebes. Dieses Vorgehen stellt im klinischen Alltag eine sehr schnelle und kostengünstige Methode zur Einteilung des Weichgewebetypus dar.

2 Ziele der Studie

2.1 Primäre Zielsetzung

Das primäre Ziel der vorliegenden Studie ist es, ein weiteres nicht invasives Verfahren zur Bestimmung des gingivalen Biotypes zu untersuchen. Dabei sollen vor allem die realen Dimensionen des Weichgewebes ermittelt und mit dem von Kan et al. entworfenen Sondentest verglichen werden. Die Studienteilnehmer wurden dafür nach der bukkalen Gingivadicke der zentralen Schneidezähne im Oberkiefer aufgeteilt. Auf diese Weise soll verifiziert werden, ob die Einteilung des Biotyps tatsächlich von der bukkalen Gewebsdicke abhängt und ob die Transluzens der Gingiva nicht von anderen Faktoren, wie der Gewebebeschaffenheit oder der Durchblutung beeinflusst wird.

2.2 Sekundäre Zielsetzung

Als sekundäre Ziele der vorliegenden Studie sollen einige parodontale Parameter erhoben und auf signifikante Unterschiede zwischen den ermittelten Biotypen untersucht werden. Des Weiteren sollen bestehende Zusammenhänge zwischen diesen klinischen parodontalen Parametern und der Kronenform der Schneidezähne im Oberkiefer erörtert werden. Dadurch wird ein eventuell vorhandener Rückschluss der Form der Zahnkrone auf den gingivalen Biotyp, beziehungsweise auf weitere klinische Messwerte aufgezeigt.

3 Material und Methoden

3.1 Probandenauswahl

Für die Studie wurden freiwillige Probanden herangezogen, deren Alter zum Zeitpunkt der Messung zwischen 18 und 35 Jahren lag. In Vorbereitung auf die Studie wurde mit dem Statistikprogramm SPSS SamplePower Rel. 3.0.1. (SPSS GmbH, München, Deutschland) eine Power-Analyse durchgeführt, um die jeweilige Stärke der Testgruppen für ein statistisch signifikantes Ergebnis zu errechnen. Die Ausgangsdaten für die Analyse basieren auf Literaturangaben von Kan et al. (2010), wobei ein Unterschied zwischen dickem ($1,2\text{mm} \pm 0,2$) und dünnem ($0,8\text{mm} \pm 0,2$) Biotyp von $0,4\text{mm}$ angenommen wurde [24]. Anhand dieser Daten ergab sich eine Power von 90%, für eine Gruppenstärke von 6 Personen. Um ein statistisch aussagekräftigeres Ergebnis zu erzielen und da die Datenlage für eine direkte Messung der bukkalen Gewebedicke um Zähne relativ schlecht ist, legte man für die zwei Gruppen jeweils die dreifache Anzahl an Teilnehmern fest.

Das Probandengut besteht letztendlich aus 36 Personen, von denen 19 weiblich und 17 männlich sind. Es wurden ausschließlich Probanden in die Studie aufgenommen, welche eine sehr gute Mundhygiene aufwiesen und keine Anzeichen einer Gingivitis oder Biofilmbildung auf den Zähnen hatten. Der Nikotinkonsum der Teilnehmer durfte eine Anzahl von 10 Zigaretten pro Tag nicht überschreiten.

Ausschlusskriterien waren jegliche Hinweise auf Entzündungen des Weichgewebes, wie z.B. eine Gingivitis oder Parodontitis, sowie das Vorhandensein gingivaler Rezessionen. Ebenfalls von der Studie ausgeschlossen waren schwangeren Personen, sowie Probanden die Medikamente einnahmen, welche den Zustand des Weichgewebes beeinflussen (z.B. Kalziumkanalblocker, bestimmte Immunsuppressiva). Alle Personen aus dem Probandengut mussten normal entwickelte und regulär durchgebrochene Schneidezähne im Oberkiefer haben. Die Oberkieferfrontzähne der Testpersonen durften keine Füllungen oder sonstige restaurative Maßnahmen aufweisen. Die Abrasion der Schneidekante wurde auf maximal $0,5\text{ mm}$ limitiert. Hierzu wurde ein vorhandenes interdentes Dreieck an der Inzisalkante als Äquivalenz festgelegt. Personen, die Infektionskrankheiten wie HIV oder Hepatitis B bzw. C angaben, wurden von der Studie ausgeschlossen. Alle Probanden waren angewiesen, eine Woche vor Beginn der Messungen, drei mal täglich

mit 0,2% Chlorhexidindigluconat zu spülen und erhielten, falls notwendig, Mundhygieneanweisungen.

Das Ethikvotum zur Durchführung der Untersuchungen wurde am 06.11.2012 bei der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg eingereicht (Zeichen: 236/12) und vor Studienbeginn durch diese genehmigt.

Alle Teilnehmer der Studie wurden im Voraus über mögliche Probleme, sowie über den wissenschaftlichen Nutzen aufgeklärt und mussten ihre Einwilligung zu den Messungen geben. Alle durchgeführten Untersuchungen sind im Einklang mit der Deklaration von Helsinki erfolgt. Die Ausschlusskriterien für die Probanden sind im Folgenden noch einmal tabellarisch aufgeführt:

- keine Vollendung des 18. Lebensjahres
- Vorliegen einer parodontalen Erkrankung (Sondierungstiefen größer als 3mm)
- gingivale Rezessionen an den Schneidezähnen im Oberkiefer
- vorliegende Schwangerschaft bei weiblichen Teilnehmerinnen
- Infektionskrankheiten (HIV, Hepatitis, usw.)
- konservierende oder restaurative Versorgungen an den Schneidezähnen im Oberkiefer
- Konsum von mehr als zehn Zigaretten pro Tag
- ausgeprägte Abrasion der Schneidekanten ($> 0,5\text{mm}$) oder Engstand in der Oberkieferfront (Transversale Überlagerung der Zahnkronen $> 0,5\text{mm}$, saggitale Abweichung vom idealen Zahnbogen $> 1,5\text{mm}$)
- indifferente Biotypbestimmung an den zentralen Inzisiven im Oberkiefer
- Einnahme von Medikamenten welche die Qualität der Weichgewebe beeinflussen können (z.B. Cyclosporin A, Hydantoin, usw.)

3.2 Messmethoden

Zur Messung der Breite der keratinisierten Gingiva wurde das die Zähne umgebende Weichgewebe der Testpersonen zunächst mit Lugolscher Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung) angefärbt, und anschließend die Breite der befestigten Gingiva jeweils zentral an den vier Schneidezähnen im Oberkiefer gemessen. Die Messung erfolgte mittels einer millimeterskalierten Parodontalsonde und die Messgenauigkeit wurde auf 0,5mm festgelegt.

Das Vorgehen zur Bestimmung des gingivalen Biotyps war, die Parodontalsonde, wie bei einer herkömmlichen Taschenmessung, bis auf den Boden des gingivalen Sulkus einzuführen. Nun wurde die Transluzenz der Sonde durch die Gingiva hindurch bewertet. Waren die Umrisse der Sonde durch die Gingiva hindurch klar zu erkennen, wurde der Biotyp an diesem Zahn als 'dünn' eingestuft. War die Sonde durch die Gingiva hindurch nicht sichtbar, so handelte es sich um einen 'dicken' Biotyp. Zur Veranschaulichung dienen die Abbildungen 2 und 3.



Abbildung 2: Beispiel für einen dünnen Biotyp; Quelle: eigenes Foto



Abbildung 3: Beispiel für einen dicken Biotyp; Quelle: eigenes Foto

Die Zugehörigkeit einer Testperson zu einer Gruppe mit dickem oder dünnem Biotyp wurde anschließend an den mittleren oberen Schneidezähnen festgelegt. Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass der Biotyp an beiden Zähnen eindeutig der gleichen Gruppe, also entweder 'dünn' oder 'dick', zugeordnet werden konnte. Probanden, die unterschiedliche Biotypen an den mittleren Inzisiven des Oberkiefers aufwiesen, wurden von der Studie ausgeschlossen.

Die Bestimmung der Tiefe des gingivalen Sulkus erfolgte mittels einer druckkalibrierten Parodontalsonde, welche einen konstanten und reproduzierbaren Messdruck von $0,2N$ ermöglicht. Die Messung wurde jeweils zentral an den Schneidezähnen des Oberkiefers durchgeführt, wobei die Messgenauigkeit auf $0,5mm$ festgelegt wurde.

Die Bestimmung der tatsächlichen Gingivadicke erfolgte mit einer individualisierten Messlehre, deren Aufbau im nächsten Kapitel beschrieben ist. Bei der Messung wurde eine schmale Messspitze, äquivalent zu einer herkömmlichen Taschentiefenmessung, bis auf den Boden des Sulkus geführt. Eine zweite Messspitze wurde anschließend auf Höhe des Sulkusbodens mit einem konstanten Messdruck senkrecht, von labial auf die

Oberfläche der Gingiva gesetzt. Über die digitale Messeinheit ließ sich die Dicke der Gingiva auf $0,01\text{mm}$ genau ablesen. Die Durchführung dieser Messung erfolgte ebenfalls zentral, bukkal an jedem der Inzisiven im Oberkiefer. Um mögliche Messfehler zu verkleinern, wurden die Messungen jeweils vom rechten bis zum linken äusseren Schneidezahn, drei Mal hintereinander ausgeführt und anschließend ein Mittelwert für jeden einzelnen Zahn gebildet.

Die Erfassung der Kronenform und die Höhe der Interdentalpapillen erfolgte an Gipsmodellen der Testpersonen. Für die Messung wurde eine digitale Schiebelehre benutzt, welche eine Messgenauigkeit von $0,1\text{mm}$ ermöglicht. Zur Bestimmung der Ausdehnung der Interdentalpapillen wurde jeweils an den angrenzenden Zähnen eine Linie zwischen den beiden tiefsten Punkten des marginalen Randsaumes der Gingiva gezogen. Mithilfe dieser Linie erfolgte anschließend im rechten Winkel die Messung der Höhe der Papille bis zur Papillenspitze.

Zur Bestimmung der Kronenform entschieden wir uns jede der Inzisivenkronen in drei gleich große horizontale Teile zu gliedern. Die Kronenbreite wurde anschließend vestibulär, jeweils an dem Übergang des inzisalen zum mittleren Kronendrittel und an dem Übergang vom mittleren zum zervikalen Drittel mit der Schiebelehre gemessen. Die Definition der Kronenlänge erfolgte durch Messen der größte Strecke auf der Vestibulärfläche, welche in einem rechten Winkel auf die Schneidekante trifft. Zur Veranschaulichung der erhobenen Parameter dient die Abb. 4.

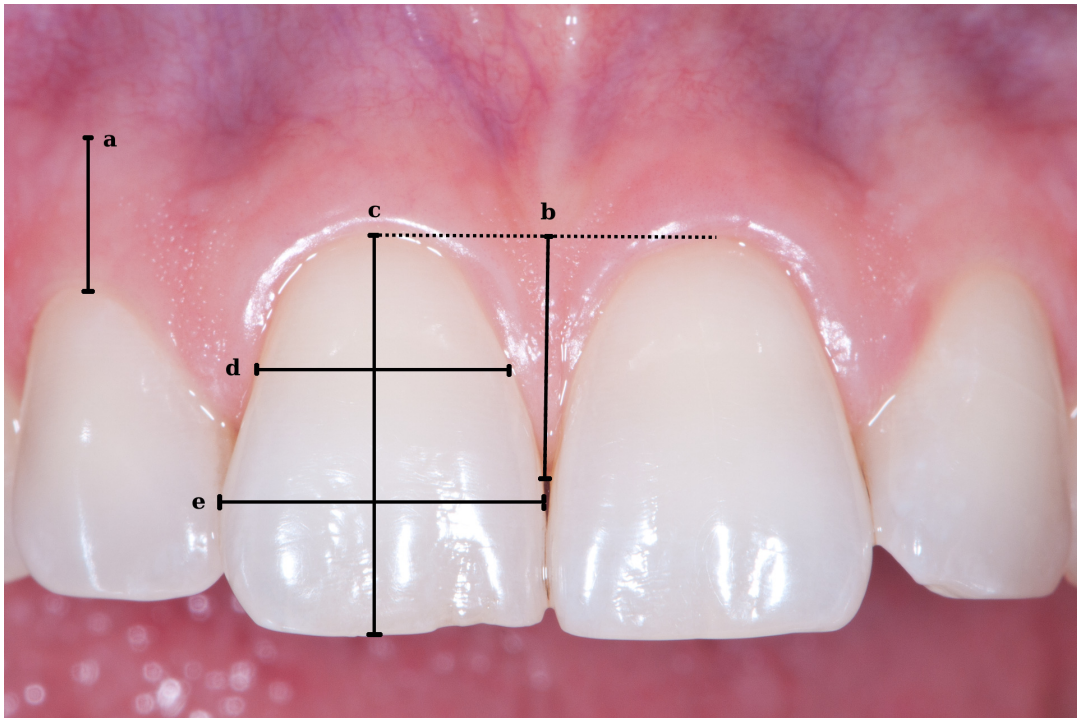


Abbildung 4: Erhobene Messwerte in der OK-Front: a) Breite der befestigten Gingiva, b) Papillenhöhe, c) Kronenlänge, d) zervikale Kronenbreite, e) inzisale Kronenbreite; Quelle: eigenes Foto

Zu Beginn der Studie wurde ein Behandler mit den Messmethoden vertraut gemacht. Um möglichst konstante Ergebnisse zu erzielen, wurden sämtliche Messungen von der selben, auf die konfektionierte Messlehre trainierten Person durchgeführt.

3.3 Materialien

Zur Bestimmung der Breite der befestigten Gingiva und für die Bewertung der Transluzenz des bukkalen Weichgewebes, wurde eine Parodontalsonde mit Millimeterskalierung (CPU 15 UNC, Hu Friedy®, Chicago, IL, USA) verwendet. Die so erreichte Messgenauigkeit liegt bei $0,5\text{mm}$.

Die Ermittlung der Taschensondierungstiefen wurde mit einer druckkalibrierten Parodontalsonde (EZ Probe, Natural Law, Seoul, Korea) durchgeführt. Die Sonde ermöglicht dem Behandler ein visuelles Feedback über die aufgewendete Kraft bei der Messung, wodurch ein konstanter und reproduzierbarer Druck in Höhe von $0,2\text{N}$ auf das Gewebe ausgeübt wird.

Für die Modellherstellung des Oberkiefers der Probanden wurde bei jeder Testperson eine Abformung des Oberkiefers mit einer additionsvernetzenden Silikonabformmasse (Aquasil Ultra, Dentsply, York, Pennsylvania) vorgenommen. Nach einer Überprüfung auf Luftblasen, wurden die Abformungen zur Vermessung anschließend mit einem Klasse 4 Gips (Tewerock, Kettenbach, Eschenburg, Deutschland) ausgegossen, wodurch ein exaktes Modell der Situation im Mund erstellt werden konnte. Die Parameter für die Papillenhöhe, die Kronenlänge und die Dimensionen der Zahnkronen ließen sich anschließend an den Modellen mittels einer digitalen Schiebelehre (Mitutoyo, Kawasaki, Japan) ermitteln.

3.4 Die individuelle Messlehre

3.4.1 Ausgangssituation der Messlehre

Zur Bestimmung der tatsächlichen Dicke der Gingiva wurde eine individuelle Messlehre angefertigt. Das Ziel dabei war, ein nicht invasives und einfaches Verfahren zu entwickeln, welches eine ausreichend hohe Messgenauigkeit aufweist. Natürlich sollte der Messfehler so gering wie möglich ausfallen. Die Idee war, ein Messgerät zu entwerfen, bei dem eine Messspitze in Zahnrichtung bis auf den Grund des gingivalen Sulkus geführt wird und eine zweite Messspitze, von bukkal, senkrecht auf die Gingiva trifft. Durch den Abstand der beiden Spitzen zueinander sollte auf diese Weise die Dicke der Gingiva, auf Höhe des Sulkusbodens ermittelt werden. Wichtig bei dieser Anordnung war es, die äussere Messspitze unter einem konstanten und möglichst geringen Druck auf das Weichgewebe zu führen. Dadurch sollte erstens ein vergleichbares Messergebnis erzielt werden, und zweitens eine Verfälschung der reellen Weichgewebenausdehnung, durch eine ungewollte Kompression der Gingiva, vermieden werden. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden eine Feder mit geringer Federkraft in dem Instrument einzusetzen, deren Kraftänderung, in dem von uns angenommenen Messbereich von maximal *2mm*, als konstant anzusehen ist. Auf diese Weise sollte ein leicht zu reproduzierender Messvorgang ermöglicht werden.



Abbildung 5: Ausgangssituation der Messlehre; Quelle: eigenes Foto

Die Ausgangssituation war eine digitale Messlehre (Siehe Abb. 5), welche ursprünglich für die Bestimmung von Schichtstärken bei prothetischen Kronen gedacht war.

3.4.2 Die individualisierte Messlehre

Zu Beginn wurden die Messspitzen des Instrumentes geändert, um den oben genannten Anforderungen bei dem Messvorgang gerecht zu werden.

Die Messspitze, welche in den Sulkus eingeführt wird, sollte möglichst dünn gestaltet werden um eine Verdrängung und damit Verformung des Weichgewebes beim Messen zu vermeiden. Gleichzeitig durfte die Spitze allerdings nicht zu grazil ausfallen, da dies zu einem elastischen Verformen des Metalls und zu verfälschten Messergebnissen geführt hätte. Die in dieser Studie verwendete Messspitze besitzt eine Abmessung von $2,5 \times 0,3 \text{ mm}$ und wurde aus rostfreiem Stahl gefertigt (Abb. 6).



Abbildung 6: Herstellung der Messspitzen auf einer Drehmaschine; Quelle: eigenes Foto

Die bewegliche Messspitze, ebenfalls aus rostfreiem Stahl, besitzt einen Durchmesser von 4 mm . Sie verjüngt sich an der Spitze auf einen Durchmesser von 2 mm , woraus eine Auflagefläche auf dem Weichgewebe von $3,14 \text{ mm}^2$ folgt (Siehe Abb. 7).



Abbildung 7: Detailaufnahme der modifizierten Messspitzen; Quelle: eigenes Foto

In der ursprünglichen Konfiguration der Messlehre war der Messdruck von der ausgeübten Kraft des Bedieners abhängig. Wie bereits erwähnt, sollte jedoch ein konstanter Anpressdruck bei der Messung realisiert werden, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Daher wurde eine Spiralfeder eingesetzt, welche die Spitzen des Gerätes mit einer definierten Kraft aufeinander drückt. Die für die Messungen verwendete Feder besitzt

eine Federkonstante von $40 \frac{N}{m}$. Mit Hilfe des Hookschen Gesetzes

$$F = D \cdot \Delta l \quad (1)$$

F Kraft in N

D Federkonstante in $\frac{N}{m}$

Δl Längenänderung in m

lässt sich nun die maximale Kraft ausrechnen, welche von der beweglichen Messspitze auf das Weichgewebe ausgeübt wird.

In Nullposition, d.h. beide Messspitzen berühren sich, besitzt die Feder bereits eine Vorspannung von $2mm$. Aus Formel (1) folgt daher eine grundlegende Kraft von $0,08N$. Die größte gemessene Dicke der Gingiva in dieser Studie beträgt $0,92mm$. Daraus folgt eine zusätzliche Kraft bei der Messung von $0,037N$. Die daraus resultierende maximale, auf das Weichgewebe wirkende, Kraft beläuft sich demnach auf $0,117N$. Der maximale ausgeübte Druck beträgt bei einer Anlagefläche der Messspitze von $3,14mm^2$ demnach $0,037 \frac{N}{mm^2}$.

Für obige Berechnungen wurde die Reibung innerhalb der Messlehre ausser Acht gelassen. Obwohl die Gleiteigenschaften der beweglichen Messspitze, objektiv betrachtet, sehr gut sind, fällt der reale Messdruck folglich geringer als berechnet aus. Bei jedem Messvorgang wurde stets darauf geachtet, dass die bewegliche Messspitze möglichst in der Horizontalen geführt wird. Dadurch sollte der Einfluss der Schwerkraft auf den beweglichen Teil und damit auf die gemessenen Werte verringert werden.

3.5 Statistische Analyse

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm SPSS 19.0 (SPSS GmbH, München, Deutschland) verarbeitet und ausgewertet. Um signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den einzelnen Gruppen herauszufinden, fand vorerst eine Untersuchung auf Varianzgleichheit der Messwerte mit dem Levene-Test statt. Anschließend wurde mit Hilfe eines zweiseitigen T-Test die Abweichung der Mittelwertgleichheit der einzelnen Gruppen festgestellt. Um mögliche Korrelationen zwischen der Kronenform und der Papillenhöhe, beziehungsweise der Ginigvadicke zu erarbeiten, wurden die Variablen mit einer Korrelationsanalyse nach Pearson untersucht. Dadurch lässt sich feststellen, ob eine positive oder negative signifikante Abhängigkeit der Messwerte voneinander existiert. Als Signifikanzniveau wurde ein p-Wert von kleiner als 0,05 festgelegt.

4 Ergebnisse

4.1 Merkmale des Kollektivs

Die Untersuchungen an den Teilnehmern der Studie fanden von Juli bis Oktober 2012 statt, wobei an insgesamt 39 Probanden die erforderlichen Messparameter erhoben wurden. Drei Teilnehmer konnten wegen einem uneinheitlichen Messergebnis des gingivalen Biotyps an den zentralen Schneidezähnen nicht in der Auswertung berücksichtigt werden. Die restlichen Teilnehmer wiesen ein gesundes Parodont auf und erfüllten die erforderlichen Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie. Somit bestand das Probandengut letztendlich aus 36 Personen, von denen 19 weiblich und 17 männlich sind. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer betrug zum Zeitpunkt der Datenerhebung $24,9 \pm 3,6$ Jahre. Drei Probanden gaben an, weniger als zehn Zigaretten pro Tag zu rauchen. Der Rest des Kollektivs bestand aus Nichtrauchern. Für die Auswertung der Daten wurden die Teilnehmer an Hand des ermittelten Gingivatypus in zwei Gruppen, mit einer Gruppenstärke von jeweils 18 Personen geteilt. Die Gruppe mit einem dicken Biotyp besteht aus acht weiblichen und zehn männlichen Probanden. Das durchschnittliche Alter zum Messzeitpunkt betrug $25,9 \pm 3,6$ Jahre. Die Gruppe mit einem dünnen Gingivatyp besteht aus sieben männlichen und elf weiblichen Teilnehmern mit einem durchschnittlichen Alter von $23,9 \pm 2,7$ Jahren. Die Altersverteilung des gesamten Kollektivs ist in Tab. 1 aufgezeigt.

	Dick	Dünn	Gesamt
Männlich	26,2	23,3	25,0
Weiblich	25,5	24,3	24,8

Tabelle 1: Altersverteilung des gesamten Kollektivs (in Jahren)

Um weitere Korrelationen in Abhängigkeit von der tatsächlich gemessenen Weichgewebsdimension zu ermitteln, wurden aus den zwei Gruppen jeweils die sechs dicksten beziehungsweise dünnsten Messwerte zusammengefasst. Auf diese Weise ergab sich eine Extremgruppe mit sehr dicker Gingiva welche aus fünf männlichen und einer weiblichen Person besteht. Das durchschnittliche Alter betrug $25,0 \pm 8,9$ Jahre. Die Extremgruppe mit einer sehr dünnen Weichgewebsdimensionierung besteht aus vier weiblichen und zwei männlichen Personen mit einem mittleren Alter von $24,7 \pm 11,1$ Jahren.

4.2 Messergebnisse

Im Folgenden werden die Messergebnisse des gesamten Kollektivs aufgezeigt. Im Anschluss daran erfolgt die Datenanalyse der statistischen Auswertung des Vergleichs der gingivalen Biotype, sowie des Vergleichs der Kronenformen. In der Abb.8 sind die Ergebnisse der Taschensondierungstiefen an den oberen Inzisiven aufgezeigt.

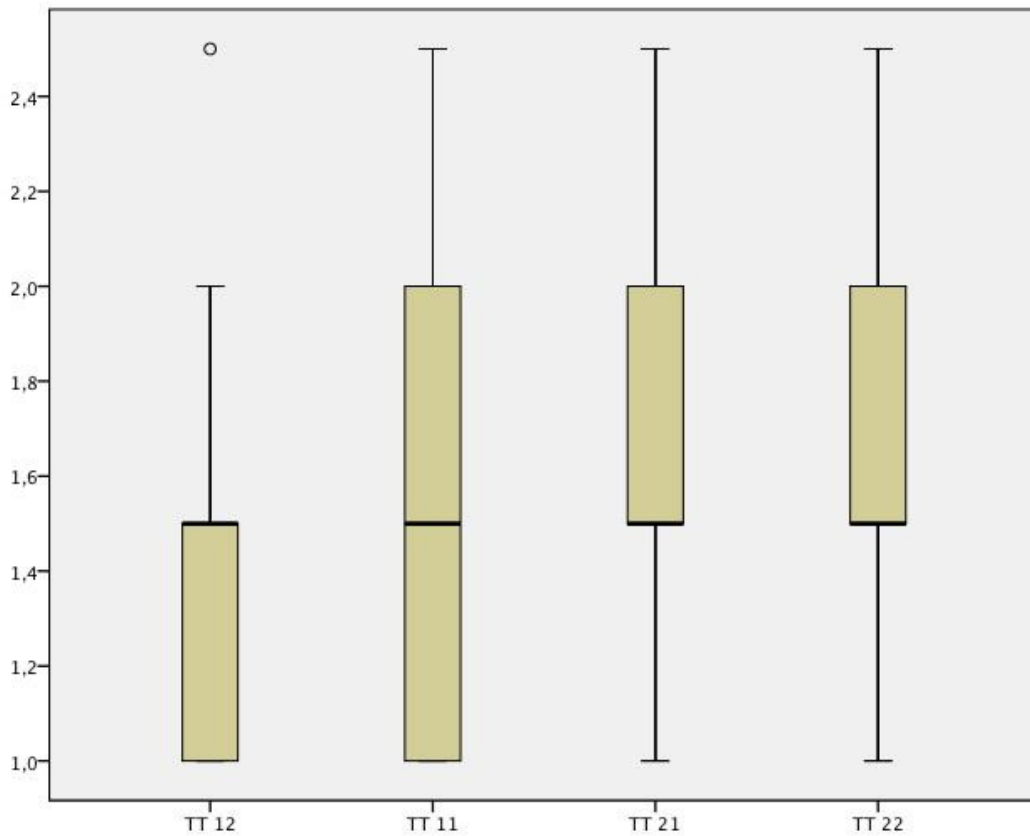


Abbildung 8: Ergebnis der Taschensondierungstiefe in mm

Die Messergebnisse der Gingivadicke, welche mit Hilfe der individualisierten Messlehre erhoben wurden sind in dem Boxplot der Abb. 9 dargestellt.

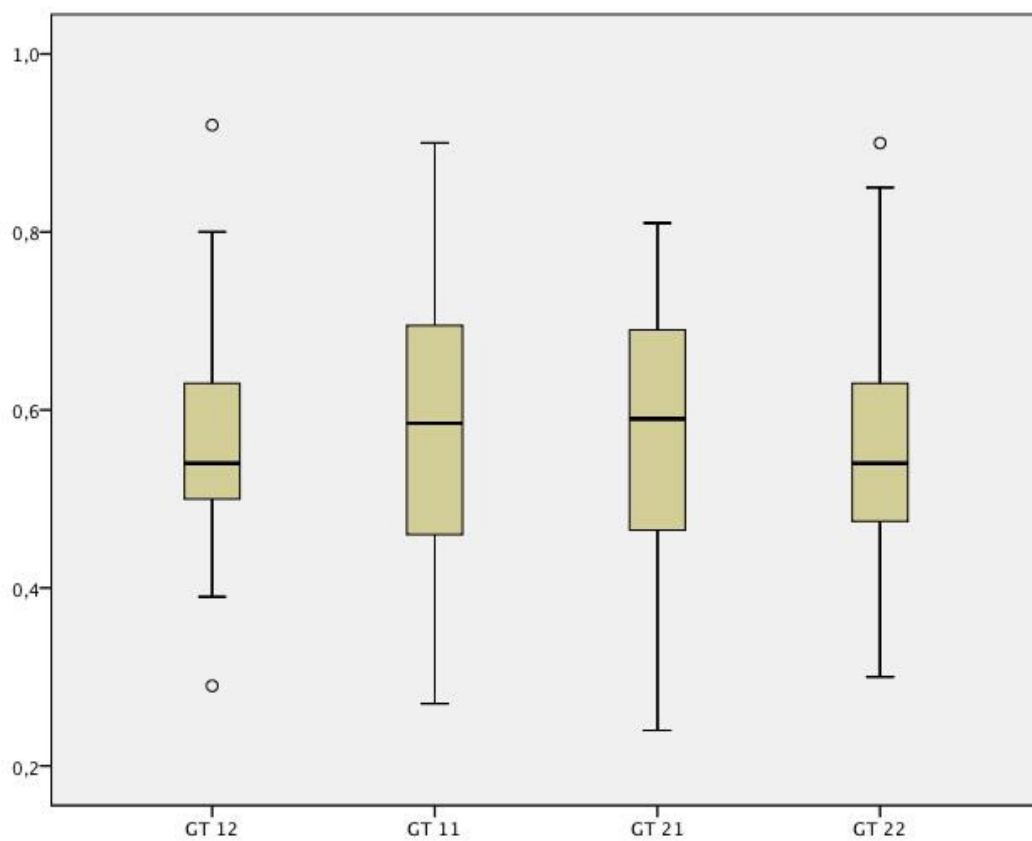


Abbildung 9: Ergebnis der gemessenen Gingivadicke in mm

Die Breite der befestigten Gingiva und die gemessenen Papillenhöhen sind in den Abbildungen 10 und 11 aufgezeigt.

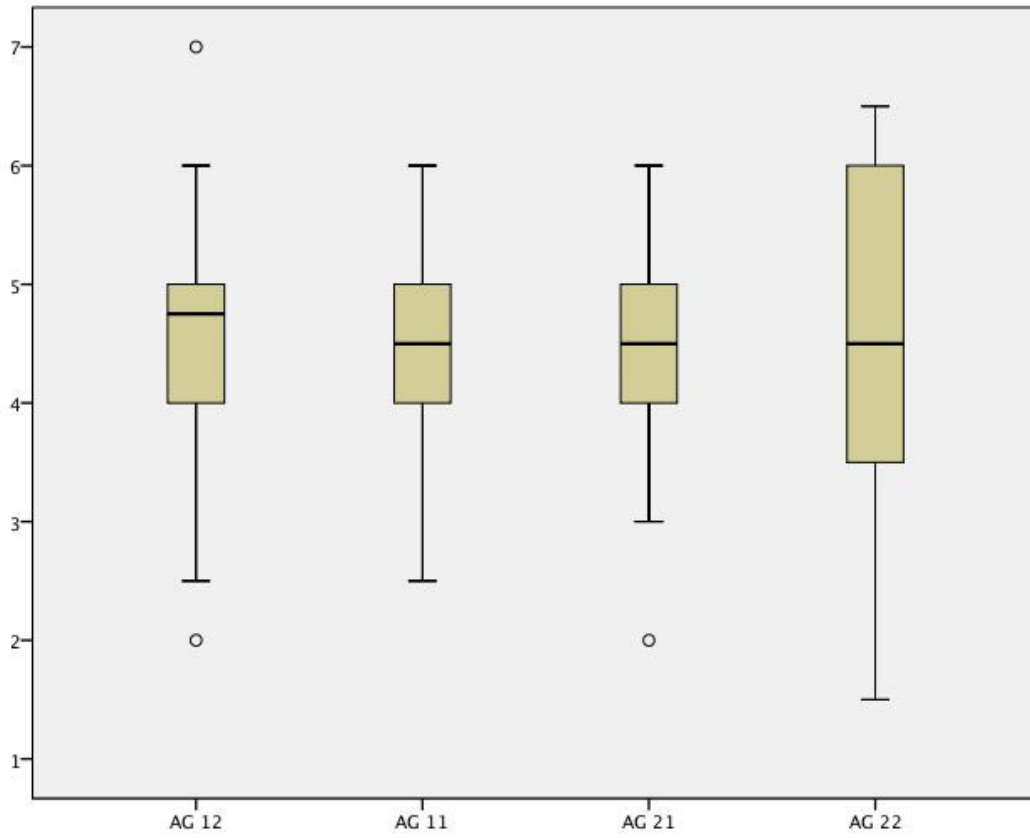


Abbildung 10: Breite der befestigten Gingiva in mm

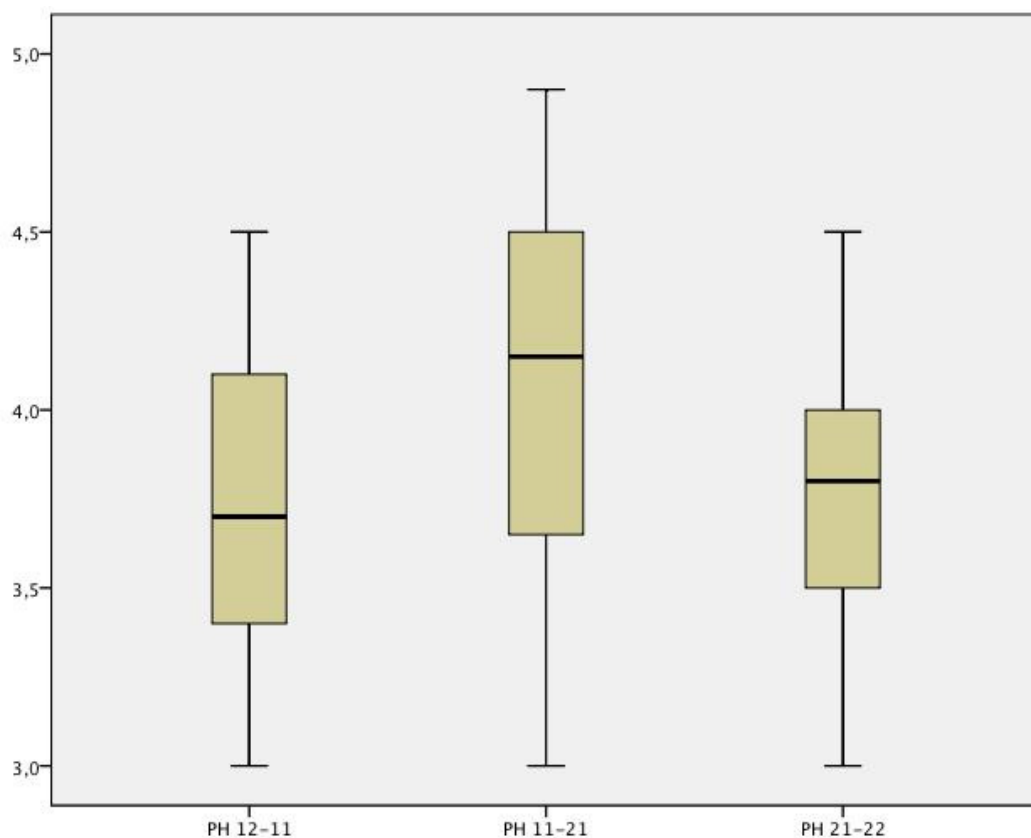


Abbildung 11: Gemessene mesiale Papillenhöhe in mm

4.3 Ergebnisse der statistischen Analyse

Im Folgenden werden die Auswertungen der statistischen Analyse, aufgeschlüsselt nach primärem und sekundären Untersuchungszielen aufgezeigt. Dabei werden jeweils die Ergebnisse des Gesamtkollektivs, als auch die Werte für die gebildeten Extremgruppen aufgezeigt.

4.3.1 Primäres Untersuchungsziel: Validierung des Sondentests

4.3.1.1 Vergleich des Gesamtkollektivs

Die statistische Auswertung des gesamten Kollektivs ergab ein dickeres bukkales Weichgewebe für die Gruppe 'dick' mit $0,62 \pm 0,18\text{mm}$ als für die Gruppe 'dünn' mit $0,53 \pm 0,17\text{mm}$ ($p = 0,027$). Die Ergebnisse der Gingivadicke sind in Tab.2 dargestellt.

	GD	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	0,62	0,18	0,31	0,92	0,027
dünn (n=18)	0,53	0,17	0,24	0,80	

Tabelle 2: Gemessene bukkale Gingivadicke in mm (GD: Gingivadicke, SA: Standartabweichung)

Bei der Betrachtung der einzelnen Zähne besteht lediglich für den Zahn 12 ein signifikanter Unterschied in der Gingivadicke zwischen den zwei Gruppen. Wie auch in der Gesamtdarstellung weist der dicke Biotyp eine stärkere bukkale Weichgewebsdimension auf ($0,62 \pm 0,12\text{mm}$) als der dünne Biotyp ($0,51 \pm 0,15\text{mm}$) ($p = 0,009$).

4.3.1.2 Vergleich der Extremgruppen

Bei der Auswertung der Daten für die sehr dünnen, beziehungsweise sehr dicken Gingivawerte ergibt sich ein signifikant dickeres bukkales Weichgewebe für die Gruppe 'sehr dick' als für die Gruppe 'sehr dünn'. Die mittlere Gingivadicke der Gruppe 'sehr dick' beträgt $0,73\text{mm} \pm 0,26$, die der Gruppe 'sehr dünn' $0,41\text{mm} \pm 0,16$ ($p < 0,001$). (Siehe Tab. 6)

4.3.2 Sekundäre Untersuchungsziele

4.3.2.1 Abhängigkeit parodontaler Parameter vom gingivalen Biotyp

Im Folgenden werden die Messergebnisse der erhobenen parodontalen Parameter der Taschensondierungstiefen, Breite der befestigten Gingiva und der Papillenhöhe dargestellt.

4.3.2.1.1 Vergleich des Gesamtkollektivs

Für die Taschentiefe, sowie für die Breite der befestigten Gingiva konnten für das gesamte Kollektiv keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p > 0,05$). Die Ergebnisse sind in den Tab. 3, 4 dargestellt.

	TT	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	1,6	0,5	1,0	2,5	0,612
dünn (n=18)	1,5	0,5	1,0	2,5	

Tabelle 3: Gemessene Taschentiefe in mm (TT: Taschentiefe, SA: Standartabweichung)

	BG	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	4,6	1,3	2,5	7,0	0,390
dünn (n=18)	4,4	1,4	1,5	6,5	

Tabelle 4: Gemessene Breite der befestigten Gingiva in mm (BG: Breite der befestigten Gingiva, SA: Standardabweichung)

Zur Differenzierung der drei gemessenen Papillen wurde für die Auswertung der Daten einem Zahn jeweils die mesiale Papille zugeordnet. Bei der Betrachtung der Messwerte ergibt sich für die Gruppe ‘dick’ eine signifikant größere Papillenhöhe ($4,0\text{mm} \pm 0,7$) als für die Gruppe ‘dünn’ ($3,8\text{mm} \pm 0,7$) ($p = 0,033$).

Die Messergebnisse für die Papillenhöhen des Gesamtkollektivs sind in Tab. 5 aufgeführt.

	PH	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	4,0	0,7	3,1	4,7	0,033
dünn (n=18)	3,8	0,7	3,0	4,9	

Tabelle 5: Gemessene Höhe der mesialen Papille in mm (PH: Papillenhöhe, SA: Standardabweichung)

In der Einzelzahnanalyse konnte für keinen der erhobenen Parameter ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen erarbeitet werden.

4.3.2.1.2 Vergleich der Extremgruppen

Im Gegensatz zu dem gesamten Kollektiv lässt sich zwischen den ‘Extremgruppen’ ein signifikanter Unterschied bei den Taschentiefen und der Breite der befestigten Gingiva feststellen. Die Gruppe mit dickem Weichgewebe besitzt mit $1,7\text{mm} \pm 0,8$ einen tieferen sondierbaren Sulkus, als die Gruppe mit dünner Gingiva ($1,3\text{mm} \pm 0,5$) ($p = 0,005$). Die Messwerte für die Breite der befestigten bukkalen Gingiva sind mit $4,6\text{mm} \pm 1,8$ für die Gruppe ‘sehr dick’ größer, als für die Gruppe ‘sehr dünn’ mit $3,9\text{mm} \pm 1,8$ ($p = 0,023$). Die Auswertung der gemessenen Papillenhöhen ergab weder für die Einzel-, noch für die Gesamtdarstellung einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Alle Messergebnisse der Extremgruppen sind in Tab. 6 zusammengefasst.

		Messwert	SA	Min	Max	P-Wert
GD	sehr dick (n=6)	0,73	0,26	0,52	0,92	< 0,001
	sehr dünn (n=6)	0,41	0,16	0,24	0,52	
TT	sehr dick (n=6)	1,7	0,8	1,0	2,5	0,005
	sehr dünn (n=6)	1,3	0,5	1,0	2,0	
BG	sehr dick (n=6)	4,6	1,8	2,5	6,0	0,023
	sehr dünn (n=6)	3,9	1,8	1,5	6,0	
KL	sehr dick (n=6)	9,9	2,2	8,3	12,2	0,043
	sehr dünn (n=6)	9,3	2,1	7,2	11,2	
iKB	sehr dick (n=6)	8,2	2,0	6,4	10,1	0,081
	sehr dünn (n=6)	7,6	1,8	5,4	9,2	
zKB	sehr dick (n=6)	7,4	2,0	5,4	9,7	0,342
	sehr dünn (n=6)	7,1	1,8	5,0	8,5	
PH	sehr dick (n=6)	4,1	1,0	3,4	4,6	0,184
	sehr dünn (n=6)	4,0	1,0	3,2	4,8	

Tabelle 6: Messergebnisse der Extremgruppen (SA: Standardabweichung, GD: Gingivadicke, TT: Tachensondierungstiefe, BG: Breite der befestigten Gingiva, KL: Kronenlänge, iKB: inzisale Kronenbreite, zKB: zervikale Kronenbreite, PH: Papillenhöhe; alle Messwerte in mm)

4.3.2.2 Abhängigkeit parodontaler Parameter von der Kronenform

Für die Auswertung der Kronenformen wurden aus den gemessenen Kronenbreiten und der Kronenlänge Quotienten gebildet. Auf diese Weise konnten mit der inzisalen und der zervikalen Kronenbreite, im Verhältnis zu der Kronenlänge, zwei Werte für ein Längen-Breiten-Verhältnis erstellt werden (iKB/KL & zKB/KL). Zudem gibt der Quotient, welcher aus beiden Kronenbreiten gebildet wird (iKB/zKB), Auskunft über die Form, beziehungsweise Konizität der Krone.

Anschließend wurde überprüft, ob die Werte des gesamten Kollektivs signifikante Unterschiede zwischen den Probanden mit dickem Biotyp und den Probanden mit dünnem Biotyp aufweisen. Äquivalent fand auch eine Analyse der beiden 'Extremgruppen' statt. Des Weiteren wurde erörtert, ob unabhängig von dem ermittelten Biotyp, eine Korrelation zwischen der Kronenform und der, mit der individuellen Messlehre gemessenen Gingivadicke, beziehungsweise der Papillenhöhe besteht.

4.3.2.2.1 Vergleich des Gesamtkollektivs

Bei der Untersuchung des Gesamtkollektivs konnte für den dicken Biotyp eine durch-

schnittlich größere Kronenlänge von $9,8 \pm 1,7\text{mm}$ ermittelt werden. Die mittlere Kronenlänge der Gruppe, welche einen dünnen Biotyp aufweist, beträgt $9,2 \pm 1,2\text{mm}$ ($p = 0,001$)(Siehe Tab.7).

	KL	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	9,8	1,1	6,9	12,5	0,001
dünn (n=18)	9,2	1,2	6,5	11,5	

Tabelle 7: Gemessene Kronenlänge in mm (KL: Kronenlänge, SA: Standartabweichung)

Für die gemessenen inzisalen und zervikalen Kronenbreiten wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt (Siehe Tab. 8 und 9).

	iKB	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	7,9	1,5	5,9	10,1	0,229
dünn (n=18)	7,7	1,4	5,4	9,5	

Tabelle 8: Gemessene inzisale Kronenbreite in mm (iKB: inzisale Kronenbreite, SA: Standartabweichung)

	zKB	SA	Min	Max	P-Wert
dick (n=18)	7,3	1,5	5,4	9,7	0,359
dünn (n=18)	7,1	1,5	4,8	9,1	

Tabelle 9: Gemessene zervikale Kronenbreite in mm (zKB: zervikale Kronenbreite, SA: Standartabweichung)

Der Vergleich der beiden Gruppen des Gesamtkollektivs, zeigte bezüglich der gebildeten Quotienten aus Kronenbreiten und der Kronenlänge lediglich einen Unterschied für das Verhältnis der inzisalen Kronenbreite zur Kronenlänge (iKB/KL). Der Wert für die Gruppe 'dick' liegt bei $0,81 \pm 0,13$ während der Wert der Gruppe 'dünn' $0,84 \pm 0,12$ beträgt ($p = 0,026$). Das bedeutet, dass alle Probanden, bei denen ein dicker Biotyp ermittelt wurde, im Durchschnitt eine längere und dünnere Schneidezahnkrone aufweisen, als die Probanden der Gruppe 'dünn'. Der Vergleich für den Quotienten zKB/KL liegt mit $p = 0,059$ nur ganz knapp über dem Signifikanzniveau.

In der Einzelzahnanalyse lassen sich für die Zähne 11, 21 und 22 für den dicken Biotyp

eine größere Kronenlänge feststellen als für den dünnen Biotyp ($p < 0,05$). Bei der Untersuchung der inzisalen Kronenbreiten kann an dem Zahn 11, für den dicken Biotyp, ein signifikant größerer Wert ($8,98\text{mm} \pm 2,11$), als für den dünnen Biotyp ($8,57\text{mm} \pm 1,97$), ermittelt werden ($p = 0,048$).

Die Untersuchung der Korrelationen zu der Papillenhöhe und der Gingivadicke zeigte für die gesamte Studienpopulation eine direkte Proportionalität zwischen dem Quotienten iKB/zKB und der Papillenhöhe auf. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beträgt $0,196$ ($p = 0,042$). Das bedeutet, dass ein steigender Wert für iKB/zKB , also eine konische Zahnkrone, auch eine höhere mesiale Papille aufweist. Eine ähnliche Beobachtung lässt sich an Hand des Quotienten zKB/KL machen, welcher eine indirekte Proportionalität zu der Papillenhöhe mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,239$ besitzt ($p = 0,013$). Eine hohe Papille korreliert demnach mit einer eher langen und schmalen Zahnkrone. Der P-Wert für den Bezug von dem Quotienten iKB/KL zu der Höhe der mesialen Papille liegt mit $0,088$ knapp über dem Signifikanzniveau.

Die Einzelzahnanalyse zeigt für die Relation von iKB/zKB zu der mesialen Papillenhöhe eine signifikante Abhängigkeit an den Zähnen 11 und 21. Zur grafischen Veranschaulichung des Zusammenhangs dienen die Abb. 12 und 13.

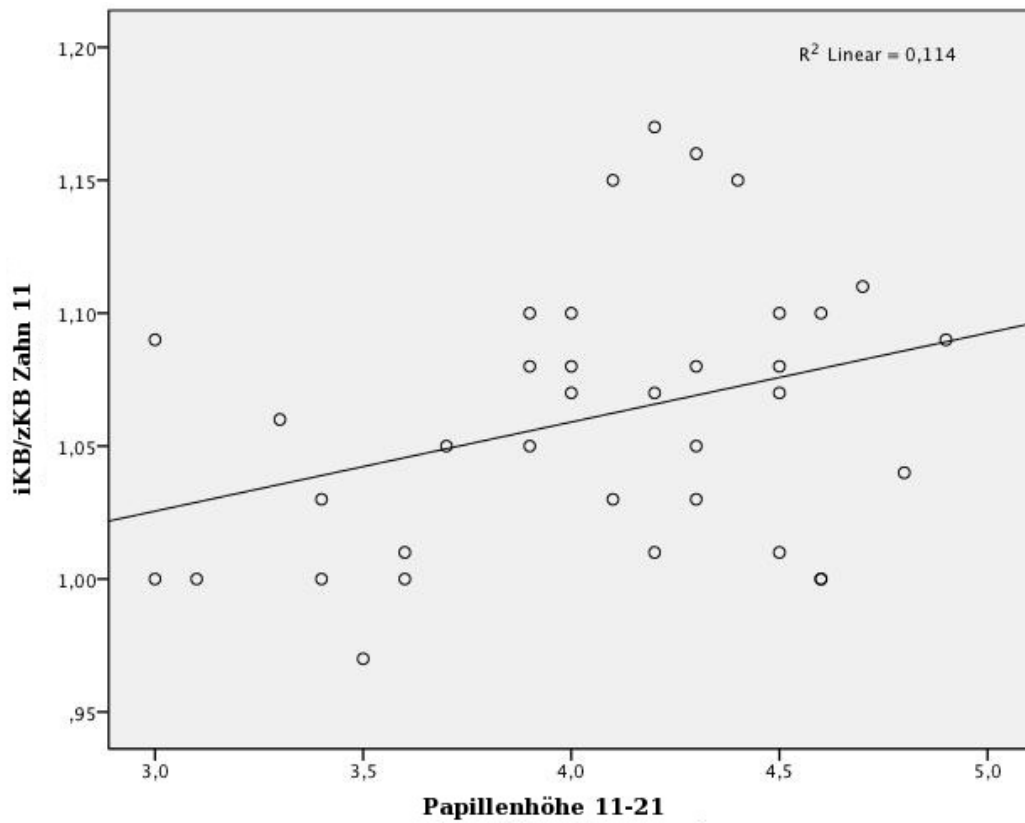


Abbildung 12: Relation von iKB/zKB zur mesialen Papillenhöhe (in mm) an Zahn 11 (R^2 : Bestimmtheitsmaß)

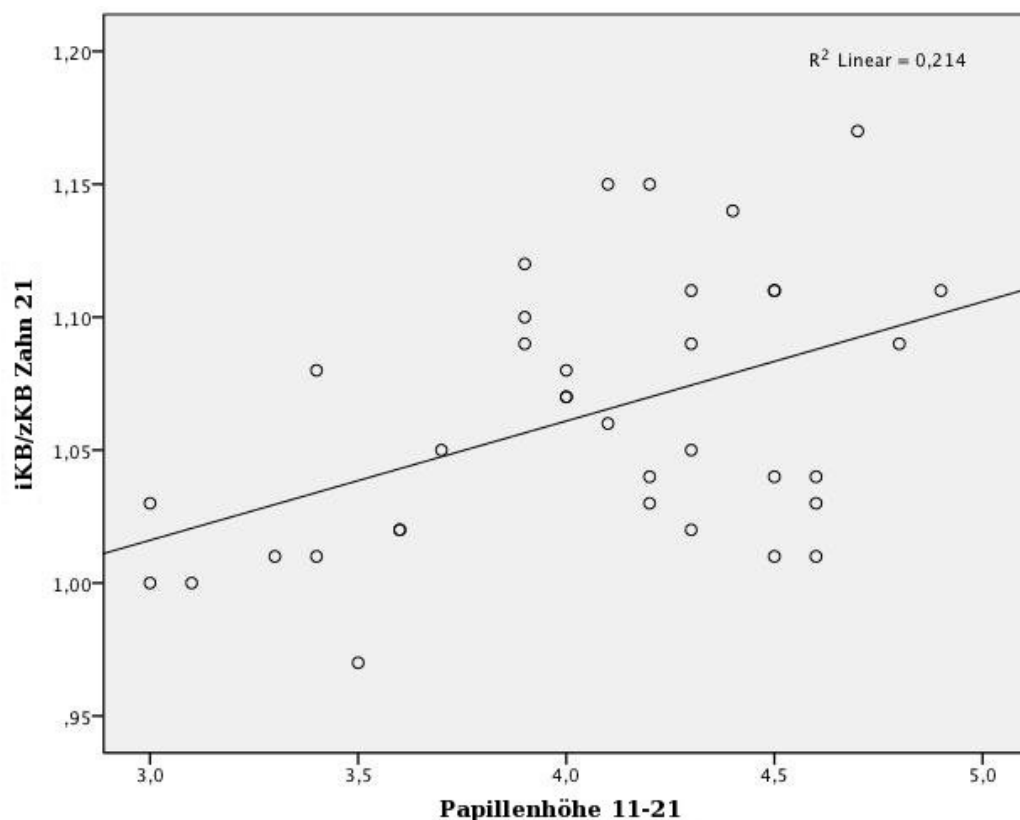


Abbildung 13: Relation von iKB/zKB zur mesialen Papillenhöhe (in mm) an Zahn 21

Der Korrelationskoeffizient an Zahn 11 beträgt 0,338, bei einem p-Wert von 0,044 und an Zahn 21 0,462 mit einem p-Wert von 0,005. Äquivalent zu der Gesamtauswertung kann an diesen Zähnen demnach eine hohe mesiale Papille mit einer konischen Zahnkrone in Relation gesetzt werden.

An dem Zahn 12 ist eine indirekte Proportionalität zwischen dem Quotienten iKB/KL und der mesialen Papillenhöhe zu beobachten. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beträgt $-0,375$ bei einem p-Wert von 0,024. Ein kleiner Wert für iKB/KL, was einem langen und schmalen Zahn entspricht, ist demzufolge mit einer hohen mesialen Papille korreliert. Siehe Abb. 14.

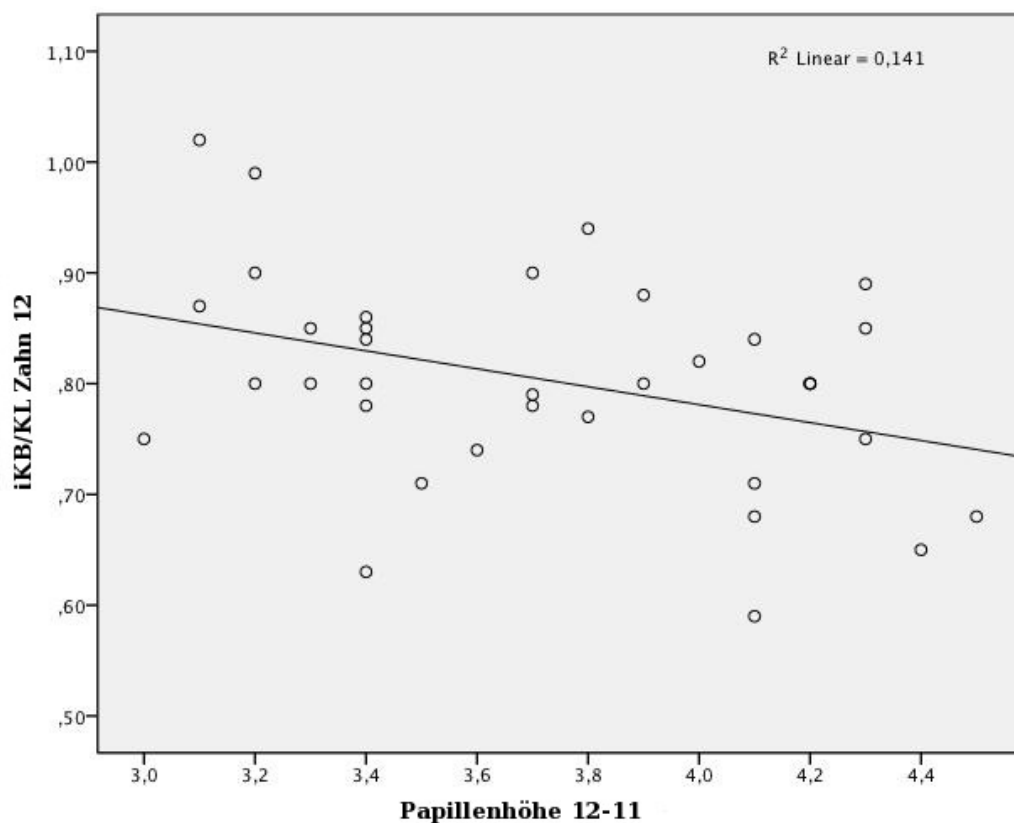


Abbildung 14: Relation von iKB/KL zur mesialen Papillenhöhe (in mm) an Zahn 12

Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich für den Vergleich der Papillenhöhe und des Quotienten zKB/KL an den Zähnen 12 und 21 (Abb. 15 und 16). An dem Zahn 12 beträgt der Korrelationskoeffizient $-0,410$ ($p = 0,013$) und an dem Zahn 21 $-0,375$ ($p = 0,024$). Die anderen Zähne liegen oberhalb des Signifikanzniveaus.

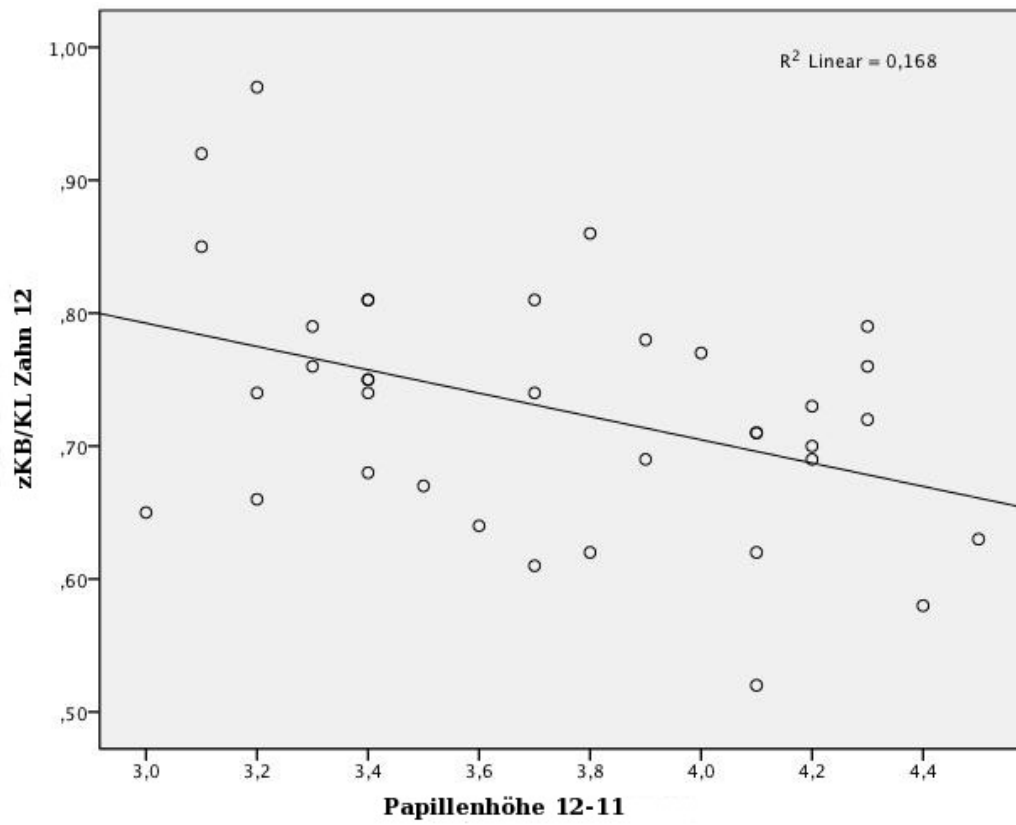


Abbildung 15: Relation von zKB/KL zur mesialen Papillenhöhe (in mm) an Zahn 12

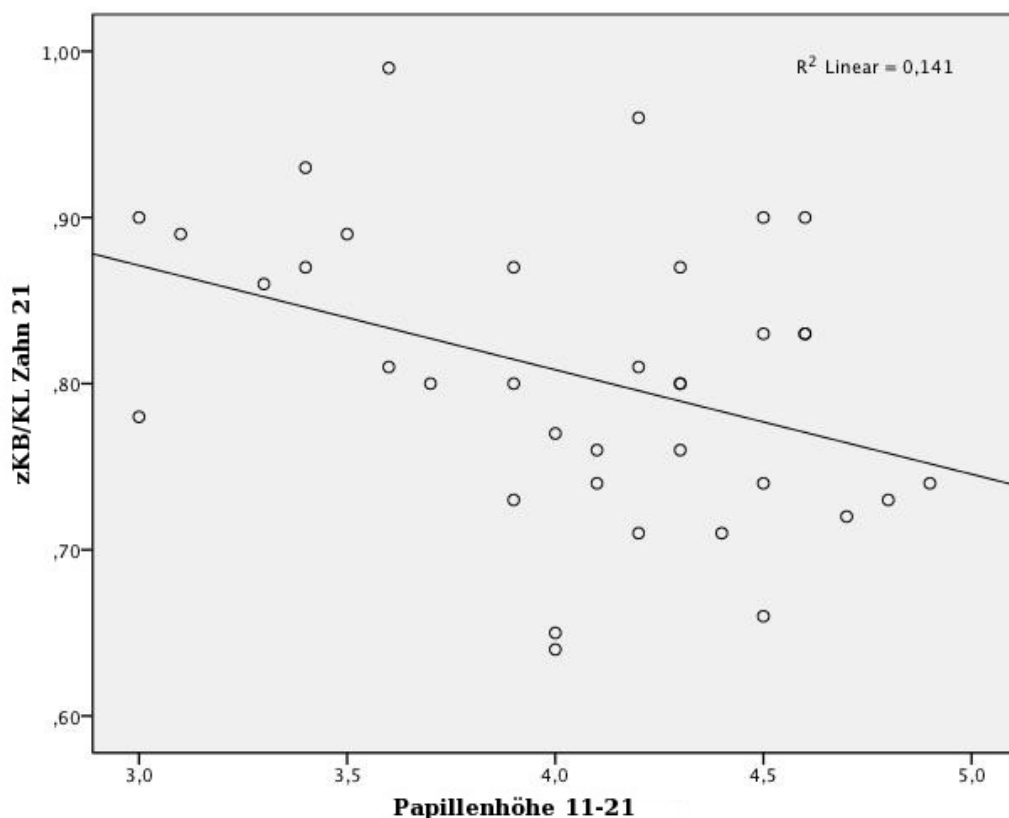


Abbildung 16: Relation von zKB/KL zur mesialen Papillenhöhe (in mm) an Zahn 21

In der Einzelzahnanalyse konnte diese Beobachtung nur durch den Zahn 22 bestätigt werden. Der durchschnittliche Wert des Quotienten iKB/KL an diesem Zahn beträgt für die Gruppe 'dick' $0,76 \pm 0,18$. Der Wert der Gruppe mit einem dünnen Gingivatypus liegt mit $0,82 \pm 0,20$ etwas darüber ($p = 0,027$). Alle weiteren Vergleiche der Einzelzähne wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auf.

Bei der Betrachtung des gesamten Kollektivs konnte weder in der Gesamtdarstellung, noch in der Einzelzahnuntersuchung, eine Korrelation zwischen der gemessenen Gingivadicke und der Kronenform beobachtet werden ($p > 0,05$).

4.3.2.2 Vergleich der Extremgruppen

Auch bei dem Vergleich der Extremgruppen ist die gemessene Kronenlänge bei den Probanden mit sehr dicker Gingiva höher ($9,9\text{mm} \pm 2,2$), als bei den Probanden mit einer sehr dünnen Ausprägung ($9,3\text{mm} \pm 2,1$) ($p = 0,043$).

In der gesonderten Auswertung der Daten für die einzelnen Zähne, konnte zudem für den Zahn 11 ein Unterschied der Mittelwerte für die inzisale Kronenbreite beobachtet werden. Die Probanden mit sehr dickem bukkalem Weichgewebe weisen mit $9,4\text{mm} \pm 3,3$ eine breitere Krone, als die Probanden mit sehr dünner Gingiva auf ($8,5\text{mm} \pm 3,0$)($p < 0,01$).

Äquivalent zu der Gesamtpopulation wurden ebenfalls die Extremgruppen ‘sehr dick’ und ‘sehr dünn’ auf Korrelationen analysiert. Es konnten jedoch weder in der Gesamt-, noch in der Einzelzahnanalyse signifikante Wechselbeziehungen zwischen der Kronenform und der Papillenhöhe, beziehungsweise der gemessenen Gingivadicke festgestellt werden.

5 Diskussion

Das Hauptanliegen der von uns durchgeführten Studie war, die Abhängigkeit der Bestimmung des gingivalen Biotyps mittels Sondentest von der realen Gewebedicke zu überprüfen. Um eine möglichst wenig invasive und leicht zu reproduzierendes Messverfahren zu entwickeln, wurde eine modifizierte Messlehre zum Ermitteln der realen Gingivadicke hergestellt. Des weiteren sollte ermittelt werden, ob es signifikante Unterschiede zwischen den bestimmten Biotypen hinsichtlich der erhobenen parodontalen Parameter gibt. Darüber hinaus wurden Korrelationen der beiden Biotypen zu der Geometrie der vorliegenden Zahnkronen überprüft.

5.1 Biotypbestimmung mit der Parodontalsonde

Die Möglichkeit den gingivalen Biotyp eines Patienten über die Transluzenz der Parodontalsonde durch die bukkale Gingiva zu bestimmen, wurde bereits von Kan et al. (2010) mit einem direkten Messverfahren, sowie einer visuellen Beurteilung der Weichgewebe verglichen. Für die Studie wurden 48 Patienten herangezogen, welche einen nicht erhaltungswürdigen Schneide- oder Eckzahn im Oberkiefer aufwiesen. Unmittelbar vor der Extraktion wurde die Weichgewebequalität rein visuell und über die Transluzenz der Parodontalsonde bestimmt. Nach der Extraktion erfolgte die direkte Messung mittels eines individualisierten Messinstrumentes ca. 2mm apikal des Gingivasaumes. Alle dabei ermittelten Werte über 1,0mm wurden als 'dick' und alle darunter als 'dünn' eingestuft. Für den Vergleich zwischen dem Test mit der Parodontalsonde und der direkten Messung konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p = 0,146$)[25]. Äquivalent zu der von uns durchgeführten Studie, konnte demnach die Transluzenz der Parodontalsonde durch die bukkale marginale Gingiva als verlässliche Methode zur Bestimmung des Biotyps bestätigt werden.

Eine ähnliche Beobachtung machte auch Eghbali et al. (2009). In dieser Studie wurde bei 100 Patienten, anhand von Fotos, eine visuelle Beurteilung des gingivalen Biotyps von fünf Prothetikern, fünf Parodontologen und fünf Zahnmedizinstudenten vorgenommen. Anschließend fand ein Vergleich der Ergebnisse mit einem Sondentest statt. Basierend auf den Daten von De Rouck et al. (2009)[26] standen dabei drei verschiedene Biotypen zur Auswahl: ein dickes Weichgewebe mit welligem Gingivasaum, ein dickes Weichgewebe mit flachem Gingivasaum und ein dünnes Weichgewebe mit welligem Saum. Unabhängig von der Erfahrung und Ausbildung der Untersucher, wurde nur in der Hälfte der Fälle der vorliegende Biotyp mit Hilfe von klinischen Fotos richtig eingeschätzt, weshalb eine Erhebung der Weichgewebedimensionen mit Hilfe einer Parodontalsonde durchaus sinnvoll erscheint [27].

Eine Studiengruppe um Cuny-Houchmand et al. haben 2013 eine ähnliche Untersuchung durchgeführt und neben der visuellen Einschätzung des gingivalen Biotyps auch die Weichgewebsverhältnisse des Ober- und Unterkiefers evaluiert. Anhand von Fotos wurden 53 Probanden von 124 Untersuchern, welche aus Kieferorthopäden, Kieferchirurgen und Zahnmedizinstudenten bestanden, bezüglich ihres gingivalen Biotyps eingeordnet. Dafür standen ebenfalls die drei von De Rouck definierten Biotypen zur Aus-

wahl. Das Ergebnis dieser Studie zeigt auf, dass eine visuelle Einstufung des Biotyps keine verlässliche und reproduzierbare Methode darstellt, da eine richtige Zuordnung der Weichgewebequalität nur in weniger als der Hälfte der Fälle erfolgt ist. [28]

Ronay et al. (2011) haben sämtliche zur Verfügung stehenden Verfahren zur Bestimmung der gingivalen Weichgewebedimensionen erörtert. Von der Transluzenz der Parodontalsonde bis hin zu hochmodernen dreidimensionalen Methoden mittels Laserabtastung, CAD/CAM-Verfahren und CT-Scans wurden die Vor- und Nachteile der Vorgehensweisen, sowohl für Patient als auch für den Untersucher aufgezeigt. Sie kamen zu dem Entschluss, dass die digitalen bildgebenden Verfahren in naher Zukunft wegen des hohen Aufwandes und der Kosten, beziehungsweise der Strahlenbelastung des Patienten, hauptsächlich zu Forschungszwecken Verwendung finden [29].

2007 haben Müller et al. die Reproduzierbarkeit der Messung der Gingivadicke mit einem Ultraschallmessgerät untersucht. Die Untersuchungen fanden an 33 Frauen im Ober- und Unterkiefer statt, welche eine plaqueinduzierte Gingivitis aufwiesen. Die Erhebung der Gewebedicke wurde nach zwei und vier Wochen wiederholt und die Ergebnisse wurden bezüglich der Reproduzierbarkeit verglichen. Das Ergebnis der Untersuchung deutet an, dass die Zuverlässigkeit der Messung mit dem Ultraschallgerät bei zunehmender Gewebedicke nachlässt und, dass die eindeutige Positionierung des Schallkopfes auf der Oberfläche, je nach Zahn und Messpunkt für den Behandler oft schwierig ist [30].

In Folge dieser Studien kann für die Diskriminierung der Gewebequalität in 'dick' und 'dünn', der Test mit der Parodontalsonde als verlässliche und kostengünstige Methode herausgestellt werden. Der Vorteil einer digitalen Messlehre könnte in der Angabe der absoluten Gewebedicke liegen, welche eventuell eine bessere Prognose für einen Behandlungserfolg geben könnte. Insbesondere, da in der von uns durchgeführten Untersuchung einerseits Probanden, welche eine Gewebedicke von $0,31\text{mm}$ aufwiesen, als 'dick' eingestuft wurden und andererseits Probanden mit einer Gingivadicke von $0,80\text{mm}$ als 'dünn' eingestuft wurden. Auf Grund der relativ großen Ausmaße der Messlehre muss jedoch angemerkt werden, dass der Einsatzbereich sehr eingeschränkt ist. Eine Gewebemessung ist lediglich von bukkal möglich und abhängig von den anatomischen Gegebenheiten des Patienten nur im anterioren Anteil des Kiefers.

5.2 Abhängigkeit parodontaler Parameter vom gingivalen Biotyp

Ein weiterer Aspekt, welcher durch die von uns durchgeführte Studie untersucht werden soll, ist ob signifikante Zusammenhänge zwischen dem vorliegenden gingivalen Biotyp und bestimmten parodontalen Parametern bestehen. Neben der Gewebedicke, welche zur Verifizierung des Sondentests herangezogen wurde, wurden bei jedem Probanden Messdaten für die Taschensondierungstiefe, für die Breite der befestigten Gingiva und für die Papillenhöhe erhoben. Für das Gesamtkollektiv ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen für die gemessene Kronenlänge ($p = 0,001$) und die Papillenhöhe ($p = 0,033$). Ein dicker gingivaler Biotyp ist demnach mit einer längeren Krone und einer höheren Papille vergesellschaftet. Der direkte Zusammenhang zwischen der Kronenlänge und der Papillenhöhe lässt sich dabei leicht geometrisch veranschaulichen. In einem parodontal gesunden Gebiss sollte der interdentale Raum stets vollständig von der Papille verschlossen sein. Aus diesem Grund muss sich die Papille bei einer größeren Kronenlänge über einen größeren Abstand zwischen dem approximalen Kontaktpunkt und der Papillenbasis erstrecken. Verwunderlich ist allerdings, dass in der von uns durchgeführten Studie eine hohe mesiale Papille, beziehungsweise eine lange Zahnkrone, mit einem dicken Biotyp vergesellschaftet ist. Dieses Ergebnis ist gegensätzlich zu mehreren durchgeführten Untersuchungen, welche einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer hohen Papille und einem dünnen Biotyp aufzeigen. Eine Studiengruppe von Malhotra et al. führte die Einteilung der Teilnehmer in einen dicken und einen dünnen Biotyp, ebenfalls über die Transluzenz einer Parodontalsonde durch die bukkale Gingiva der mittleren Schneidezähne im Oberkiefer durch. Die Probanden, welche einen dünnen gingivalen Biotyp präsentierten, hatten eine durchschnittliche Papillenhöhe von $5,13\text{mm}$, wohingegen die Probanden mit einem dicken Biotyp einen mittleren Wert von $4,44\text{mm}$ erreichten ($p = 0,016$) [31]. Da die Erfassung der Papillenhöhe, äquivalent zu dem Vorgehen in dieser Studie, anhand von Gipsmodellen der Versuchspersonen erfolgte, ist das unterschiedliche Ergebnis wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Studien von verschiedenen Untersuchern durchgeführt wurden. Weitere Gründe für die abweichenden Ergebnisse könnten die unterschiedliche ethnische Abstammung der Untersuchungsteilnehmer, oder die verschiedenartige Beleuchtung des Patienten während der Messung sein. Eine ähnliche Beobachtung wurde von Chow et al. (2010) gemacht, wobei eine positive Korrelation

zwischen der gemessenen Papillenhöhe und der Gewebedicke, welche mit Hilfe eines Ultraschallmessgerätes ermittelt wurde, bestand[32]. Es bleibt allerdings anzumerken, dass die Probanden in der Untersuchung nicht bezüglich ihres gingivalen Biotypes unterschieden wurden.

Im Gegensatz dazu konnte in einer von de Lemos et al. durchgeführten Untersuchung kein signifikanter Unterschied der Papillenhöhe zwischen einem dicken und einem dünnen Biotyp beobachtet werden ($p > 0,05$). Die Differenzierung des Biotyps erfolgte allerdings durch eine rein visuelle Einschätzung der Situation, und die Höhe der Papille wurde als Abstand vom approximalen Kontaktpunkt bis auf den krestalen Knochen definiert [33].

Bei dem Vergleich des Gesamtkollektivs der von uns durchgeführten Untersuchung, konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Gruppen bezüglich der Breite der befestigten Gingiva evaluiert werden. Im Gegensatz dazu weist bei dem Vergleich der Extremgruppen der sehr dicke Biotyp eine breitere Zone mit befestigter Gingiva auf. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit einer von Cook et al. durchgeführten Studie, in welcher Probanden über die Transluzenz einer Parodontalsonde einem Biotypen zugeordnet wurden. Die Studienteilnehmer mit einem dicken bukkalen Weichgewebe zeigten eine um ca. 1mm signifikant breitere Zone mit befestigter Gingiva, als die Teilnehmer mit einem dünnen Biotyp ($p < 0,001$) [23].

5.3 Abhängigkeit parodontaler Parameter von der Kronenform

Ein bestehender Zusammenhang zwischen der Form der Zahnkrone und der Beschaffenheit der umgebenden Weichgewebe ist bereits häufiger in der Literatur diskutiert wurden. Olsson und Lindhe haben beispielsweise die Frontzähne von 113 Personen untersucht, und dabei jeweils eine Gruppe mit langen und schmalen, beziehungsweise mit kurzen und breiten Zahnkronen gebildet. Das Verhältnis von Kronenbreite zu Kronenlänge wurde, äquivalent zu dem von uns gebildeten Quotienten zKB/KL , anhand von standardisierten Patientenfotos ermittelt. Des Weiteren wurden Parameter für die Sondierungstiefe und das Attachmentniveau der untersuchten Zähne erhoben. Die Ergebnisse zeigen eine signifikant erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bukkalen Rezession an schmalen und langen Zähnen, als an kurzen und breiten Zähnen. Geht man von der Annahme aus, dass das Auftreten einer Rezession eher mit dem Vorhandensein eines dünnen gingivalen Gewebetypus vergesellschaftet ist, kann also ein dünner Biotyp mit einer langen und dünnen Krone in Verbindung gebracht werden [34]. Diese Beobachtung ist konträr zu dem in unserer Untersuchung erzielten Ergebnis, welches keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Wertes für zKB/KL zwischen den beiden Gruppen aufzeigt ($p = 0,059$). Hierbei ist allerdings anzumerken, dass das Signifikanzniveau für das Verhältnis zKB/KL nur knapp nicht erreicht ist, und dass der Unterschied der beiden Gruppen nur sehr gering ausfällt. (0,75 vs. 0,78).

Von der selben Studiengruppe wurde zwei Jahre später eine weitere Untersuchung an 108 Teilnehmern durchgeführt, in welcher, analog zu der vorhergehenden Studie, die Form der Zahnkronen in der Oberkieferfront analysiert wurde. Anschließend wurde für jeden Probanden der mittlere zKB/KL Wert ermittelt und aus den jeweils zehn höchsten, beziehungsweise niedrigsten Werten, zwei Gruppen gebildet. Auf diese Weise entstand eine Gruppe mit besonders kurzen und breiten Kronen, was einem hohen Breiten-/Längenverhältnis entspricht und eine Gruppe mit langen und schmalen Zahnkronen, welche einen niedrigen zKB/KL aufwiesen. Die tatsächliche Dicke der bukkalen Gingiva der Studienteilnehmer wurde diesmal allerdings über eine direkte transgingivale Messung auf Höhe des Sulkusbodens ermittelt. Die statistische Auswertung der Ergebnisse zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich des Breiten-/Längenverhältnisses der Zahnkronen[17]. Diese Erkenntnis ist äquivalent zu dem in unserer Studie ermittelten Ergebnis für das Verhältnis zKB/KL . Zusätzlich

wurde von Olsson et al. der Zusammenhang zwischen der Form der klinischen Zahnkrone und der Höhe der interdentalen Papille untersucht. Dabei stellten sie einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen fest, wobei die Gruppe mit einer dünnen, langen Zahnkrone eine höhere Interdentalpapille aufzeigten, als die Gruppe mit einer breiten, kurzen Krone (4,46 mm vs. 3,65 mm; $p < 0,01$). Wie bereits erörtert, lässt sich dieser Zusammenhang im parodontal gesunden Gebiss auf eine geometrische Abhängigkeit zurückführen. Genau diese geometrische Eigenschaft lässt sich auch in der von uns durchgeführten Studie veranschaulichen, da die Probanden des Gesamtkollektivs, welche einen dicken Biotyp aufweisen, eine signifikant längere Zahnkrone und dementsprechend auch eine höhere mesiale Interdentalpapille besitzen.

Dieser Zusammenhang ist bereits in weiteren Untersuchungen gezeigt worden.[17][35] Die Arbeitsgruppe um Stellini hat neben der Papillenhöhe auch weitere Zusammenhänge parodontaler Parameter in Abhängigkeit von der Form der klinischen Zahnkrone untersucht. An 50 Probanden wurde dabei auch die bukkale Gewebedicke über den zentralen Inzisiven im Oberkiefer mittels einer transgingivalen Messung auf Höhe des Sulkusbodens ermittelt. Die Bestimmung der Kronenform erfolgte anhand von standardisierten Fotos, mittels welcher die Kronenlänge und der zKB/KL-Wert digital ausgemessen wurden. Anschließend bildete man anhand einem von Gobbato et al. etablierten Verfahren drei Gruppen, welche sich durch die Kronenform (viereckig, dreieckig und viereckig-konisch) unterscheiden [36]. Stellini konnte zeigen, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen bezüglich der Dicke der bukkalen Gingiva besteht ($p = 0,012$). Bei der Betrachtung der einzelnen Gruppen konnte lediglich beim Vergleich der dreieckigen und viereckigen Kronen eine signifikant dickere bukkale Gingiva für die Gruppe mit viereckigen Kronen herausgestellt werden ($p = 0,002$)[35].

Diese Beobachtung ist gegensätzlich zu dem von uns erarbeiteten Ergebnis, da die Probanden der vorliegenden Studie, welche einen dicken Biotyp aufweisen, unter Berücksichtigung des zKB/KL-Wertes eher eine dreieckige Kronenform zeigen (0,75 vs. 0,78) und darüber hinaus das Signifikanzniveau knapp nicht erreicht ist ($p = 0,059$).

6 Zusammenfassung

Die Einschätzung des gingivalen Biotypes stellt für den praktizierenden Zahnarzt ein wichtiges Hilfsmittel zur Auswahl der Therapie pathogener Befunde und zur Prognose des Therapieerfolges dar. Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher zu untersuchen, ob die Bestimmung des gingivalen Biotypes über die Transluzenz einer Parodontalsonde durch die bukkale Gingiva, als eine einfach durchzuführende klinische Untersuchung, von der tatsächlichen Dicke des Weichgewebes abhängt. Darüber hinaus wurde erörtert, ob verschiedene parodontale Parameter eher mit einem dicken oder einem dünnen gingivalem Biotyp vergesellschaftet sind. Zuletzt wurden die Studienteilnehmer auf eine bestehende Relation zwischen dem Biotyp des Zahnfleisches und der Form der Frontzahnkronen des Oberkiefers hin untersucht.

Zu diesem Zweck wurden an 36 Probanden der gingivale Biotyp über die Transluzenz einer Parodontalsonde durch die bukkale marginale Gingiva bestimmt. Anschließend wurde die tatsächliche Dicke der Gingiva auf Höhe des gingivalen Sulkus mit einer individualisierten Messlehre ermittelt. Des Weiteren wurden gingivale Parameter (Taschentiefe, Breite der keratinisierten Mukosa, Papillenhöhe) erhoben, sowie die Form der Zahnkronen der Schneidezähne im Oberkiefer anhand von Gipsmodellen bestimmt. Die erhobenen Messwerte wurden anschließend auf Unterschiede zwischen den beiden Gruppen untersucht. Um eine Abhängigkeit von der tatsächlich gemessenen Gewebedicke zu erörtern, wurden zwei Extremgruppen aus den Probanden mit den jeweils sechs höchsten, beziehungsweise niedrigsten Messwerten gebildet.

Die statistische Auswertung stellt die Transluzenz einer Parodontalsonde durch die bukkale marginale Gingiva als verlässliches Mittel zur Einschätzung des gingivalen Biotyps heraus, wobei anzumerken ist, dass die Sichtbarkeit der Sonde durch die Gingiva nicht ausschließlich von der Gewebedicke beeinflusst wird. Darüber hinaus konnte eine größere Kronenlänge und, äquivalent dazu, eine höhere mesiale Papille für den dicken gingivalen Biotyp dargestellt werden. Bei dem Vergleich der Extremgruppen konnte ausserdem eine signifikant höhere Taschensondierungstiefe und eine breitere befestigte Gingiva für die Gruppe mit einem sehr dicken Gewebe aufgezeigt werden.

Literatur

- [1] T. Attin E. Hellwig J. Klimek. *Einführung in die Zahnerhaltung*. ISBN 9783769133714. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2010.
- [2] Loe H. Ainamo J. »Anatomical characteristics of gingiva. A clinical and microscopic study of the free and attached gingiva«. In: *Journal of Periodontology* 37 (1966), S. 5–13.
- [3] Rajula M. Malathi K. Singh A. »Attached Gingiva: A Review«. In: *International Journal of Scientific Research and Reviews* 3.2 (2013), S. 188–198.
- [4] Ericsson I. Berglundh T. Lindhe J. »The soft tissue barrier at implants and teeth«. In: *Clin Oral Implants Res* 2 (1991), S. 81–90.
- [5] Holmes C. »Morphology of the interdental papillae«. In: *J Periodontol* 36.6 (1965), S. 455–460.
- [6] Klaus H. Rateitschak Edith M. Rateitschak. *Farbatlanten der Zahnmedizin Bd. 1, Parodontologie*. Hrsg. von Herbert F. Wolf. ISBN 3136556038. Georg Thieme Verlag, 2004.
- [7] J L Saffar, J J Lasfargues und M Cherruau. »Alveolar bone and the alveolar process: the socket that is never stable«. In: *Periodontol 2000* 13 (1997), S. 76–90.
- [8] Schroeder E. *The Periodontium*. Bd. 5. ISBN 9783642712630. Springer-Verlag, 1986.
- [9] R. D. K. Wilson J. G. Maynard. »Physiologic Dimensions of the Periodontium Significant to the Restorative Dentist«. In: *Journal of Periodontology* 50.4 (Apr. 1979), S. 170–174.
- [10] Sharon K. Lanning u. a. »Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width.« In: *Journal of periodontology* 74.4 (2003), S. 468–474.
- [11] W Beertsen, C A McCulloch und J Sodek. »The periodontal ligament: a unique, multifunctional connective tissue«. In: *Periodontol 2000* 13 (1997), S. 20–40.
- [12] T. M. Hassell. »Tissues and Cells of the Periodontium«. In: *Periodontology 2000* 3 (1993), S. 9–38.

- [13] T. Karring J. Lindhe N. P. Lang. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Bd. 5. ISBN 978-1-4051-6099-5. Blackwell Munksgaard, 2008.
- [14] Egelberg J. »The blood vessels of the dento-gingival junction«. In: *J Periodontal Res* 1 (1966), S. 163–179.
- [15] K. A. Selvig D. D. Bosshardt. »Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root«. In: *Periodontology 2000* 13 (1997), S. 41–75.
- [16] A S Weisgold. »Contours of the full crown restoration«. In: *Alpha Omegan* 70.3 (1977), S. 77–89.
- [17] M Olsson, J Lindhe und C P Marinello. »On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents«. In: *J Clin Periodontol* 20.8 (1993), S. 570–7.
- [18] Debby Hwang und Hom-Lay Wang. »Flap Thickness as a Predictor of Root Coverage: A Systematic Review«. In: *Journal of Periodontology* 77.10 (Sep. 2006), S. 1625–1634.
- [19] Angie Lee, Jia-Hui Fu und Hom-Lay Wang. »Soft tissue biotype affects implant success«. In: *Implant Dent* 20.3 (Juni 2011), S. 38–47.
- [20] Ronald E Jung u. a. »In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials«. In: *Int J Periodontics Restorative Dent* 27.3 (Juni 2007), S. 251–7.
- [21] Jai-Hui Fu, Angie Lee und Hom-Lay Wang. »Influence of tissue biotype on implant esthetics«. In: *Int J Oral Maxillofac Implants* 26.3 (Mai 2011), S. 499–508.
- [22] Irena Sailer u. a. »Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions«. In: *Eur J Esthet Dent* 2.3 (2007), S. 296–310.
- [23] D. Ryan Cook u. a. »Relationship between clinical periodontal biotype and labial plate thickness: an in vivo study.« In: *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 31.4 (2011), S. 345–354.
- [24] Joseph Y K Kan u. a. »Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans«. In: *J Periodontol* 74.4 (Apr. 2003), S. 557–62.

- [25] Joseph Y K Kan u. a. »Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement«. In: *Int J Periodontics Restorative Dent* 30.3 (Juni 2010), S. 237–43.
- [26] Tim De Rouck u. a. »The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva«. In: *J Clin Periodontol* 36.5 (Mai 2009), S. 428–33.
- [27] Aryan Eghbali u. a. »The gingival biotype assessed by experienced and inexperienced clinicians«. In: *J Clin Periodontol* 36.11 (Nov. 2009), S. 958–63.
- [28] Madline Cuny-Houchmand u. a. »Gingival biotype assesement: visual inspection relevance and maxillary versus mandibular comparison«. In: *Open Dent J* 7 (2013), S. 1–6.
- [29] Valerie Ronay u. a. »Current status and perspectives of mucogingival soft tissue measurement methods«. In: *J Esthet Restor Dent* 23.3 (Juni 2011), S. 146–56.
- [30] Hans-Peter Müller, KefahM. Barrieshi-Nusair und Eija Könönen. »Repeatability of ultrasonic determination of gingival thickness«. In: *Clinical Oral Investigations* 11.4 (2007), S. 439–442.
- [31] Ranjan Malhotra u. a. »Analysis of the gingival biotype based on the measurement of the dentopapillary complex«. In: *J Indian Soc Periodontol* 18.1 (Jan. 2014), S. 43–7.
- [32] Yiu Cheung Chow u. a. »Factors associated with the appearance of gingival papillae«. In: *J Clin Periodontol* 37.8 (Aug. 2010), S. 719–27.
- [33] Alexandre Barboza de Lemos u. a. »Influence of periodontal biotype on the presence of interdental papillae«. In: *Gen Dent* 61.6 (Sep. 2013), S. 20–4.
- [34] M Olsson und J Lindhe. »Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors«. In: *J Clin Periodontol* 18.1 (1991), S. 78–82.
- [35] E Stellini u. a. »Relationships between different tooth shapes and patient's periodontal phenotype«. In: *J Periodontal Res* (2013).
- [36] Luca Gobbato u. a. »Analysis of the shapes of maxillary central incisors in a Caucasian population.« In: *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 32.1 (2012), S. 69–78.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Timo Richter
Geburtsdatum und Ort: 08.03.1989 in Starnberg
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig

Ausbildung

seit 10/2014 Anstellung als Zahnarzt in Privatassistenz bei
Hürzeler/Zuhr Praxis für Zahnheilkunde
03/2009 - 06/2014 Zahnmedizinstudium an der Julius-Maximilians-
Universität Würzburg
09/1999 - 06/2008 Erlangen der allgemeinen Hochschulreife
am Gymnasium Starnberg
09/1995 - 07/1999 Besuch der Grundschule Pöcking