

**Verfahren zur Verbesserung der
Lagestabilität von Unterkiefer-
Totalprothesen bei
ungünstigen anatomischen Voraussetzungen
- Eine prospektive klinische Studie -**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Künkel, Anna Katharina

aus Gießen

Gießen 2014

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

der Uniklinikum Gießen und Marburg GmbH

Standort Gießen

Leiter: Prof. Dr. Bernd Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. Lauer

unterstützender Betreuer: PD Dr. Peter Rehmann

Tag der Disputation: 20.07.2015

In Liebe und Dankbarkeit meiner Familie gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	ZIEL DER ARBEIT.....	3
3	LITERATURÜBERSICHT.....	4
3.1	Totalprothetischer Behandlungsbedarf	4
3.2	Halt einer Totalprothese.....	6
3.2.1	Das Prothesenlager.....	8
3.2.2	Anatomische Veränderungen bei Zahnlosigkeit und ihr Einfluss auf den Prothesenhalt	9
3.3	Neutrale Zone, muskuläres Gleichgewicht	12
3.3.1	Verschiedene Verfahren zur Ermittlung der neutralen Zone	15
3.4	Ausgewählte Parameter zur Beurteilung der Funktion von Totalprothesen ...	19
3.4.1	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität.....	19
3.4.2	Patientenzufriedenheit	24
3.4.3	Kaufunktion.....	25
3.4.4	Beeinflussung der Sprachlautbildung	29
4	MATERIAL UND METHODE	32
4.1	Studiendesign	32
4.1.1	Einschlusskriterien	32
4.1.2	Ausschlusskriterien	33
4.1.3	Auswahl der Probanden	33
4.1.4	Aufklärung	33
4.1.5	Einverständniserklärung.....	34

4.1.6	Datenschutz	34
4.1.7	Zustimmung der Ethik-Kommission.....	35
4.2	Behandlungsablauf.....	35
4.2.1	Beurteilung der vorhandenen Totalprothesen	35
4.2.2	Verfahren zur Neuanfertigung von Unterkiefer-Totalprothesen.....	38
4.3	Datenerhebung	43
4.3.1	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-Fragebogen)	43
4.3.2	Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts	43
4.3.3	Kauffunktionstest	44
4.3.4	Sprachaufzeichnung	45
4.4	Statistische Analyse	47
5	ERGEBNISSE	50
5.1	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-Fragebogen)	50
5.2	Auswertung der subjektiven Bewertung des Prothesenhalts	54
5.3	Analyse des Kauffunktionstests	56
5.4	Auswertung der Sprachaufzeichnungen	57
5.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	60
6	DISKUSSION	62
6.1	Diskussion der Methode	62
6.1.1	Studiendesign	62
6.1.2	Verfahren zur Herstellung der Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht.....	68
6.2	Diskussion der Ergebnisse	69
6.2.1	Beeinflussung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität	69

6.2.2	Subjektiv empfundene Veränderungen hinsichtlich der Prothesenfunktion	73
6.2.3	Beeinflussung der Kauffunktion.....	75
6.2.4	Beeinflussung der Sprachlautbildung	77
6.3	Schlussfolgerung	80
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	82
8	SUMMARY	84
9	LITERATURVERZEICHNIS	86
10	ANHANG	103
10.1	Abbildungsverzeichnis.....	103
10.2	Tabellenverzeichnis	104
10.3	Abkürzungsverzeichnis.....	105
10.4	Originaldokumente	106
10.4.1	Einwilligungs- und Aufklärungsbogen	106
10.4.2	OHIP-G14-Fragebogen	110
10.4.3	Bogen zur Bewertung der Sprachaufzeichnungen	111
10.5	Originaltabellen der statistischen Berechnungen.....	113
10.5.1	OHIP-G14-Fragebogen	113
10.5.2	Kauffunktionstest	114
10.5.3	Sprachaufzeichnungen	114
11	ERKLÄRUNG	117
12	DANKSAGUNG	118

1 Einleitung

Eine Totalprothese dient der Rehabilitation des zahnlosen Patienten. Dabei trägt der Zahnersatz unter anderem durch die Wiederherstellung der Gebissfunktion, Ästhetik und Phonetik einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität der meist älteren Patienten bei ^{33, 75}.

Nach dem Verlust aller Zähne ist mit einer Rückbildung der Kieferkämme zu rechnen, die auf der reduzierten funktionellen Belastung (Inaktivitätsatrophie) ⁴⁴ und alterungsbedingten Atrophieprozessen beruht ¹⁷⁵. Diese Abbauprozesse schreiten im Unterkiefer wesentlich schneller voran als im Oberkiefer ^{163, 168}. Da das Prothesenlager maßgeblich zur Stabilisierung von Totalprothesen beiträgt, stellen stark atrophierte Alveolarfortsätze in vielen Fällen eine Herausforderung für eine erfolgreiche Versorgung eines Patienten mit Totalprothesen dar ^{16, 44}.

Im Oberkiefer ist die Wirkung der Kräfte zur Fixierung einer Totalprothese am Gaumen im Vergleich zum Unterkiefer aus anatomischen und funktionellen Gründen wesentlich effektiver ⁷⁶. Durch einen optimal an die funktionellen Bewegungen der perioralen Muskulatur und der Weichgewebe angepassten Ventilrand und eine hohe Kongruenz der Prothesenbasis, ist es im Oberkiefer auch bei einem ungünstigen Knochenangebot in vielen Fällen noch möglich, einen akzeptablen Prothesenhalt zu erzielen ¹⁸⁹. Im Unterkiefer hingegen führt eine weit fortgeschrittene Kieferkammatrophy, eine geringere Auflagefläche, die enorme Beweglichkeit der Zunge und der angrenzenden Muskelstrukturen ⁵¹ dazu, dass es hier besonders schwierig ist, eine Totalprothese optimal zu stabilisieren ^{62, 174}. Den auf sie einwirkenden Schubkräften kann oftmals auf Grund der ungünstigen anatomischen Verhältnisse kaum ein Widerstand entgegengesetzt werden ¹⁸⁹.

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Implantologie führen dazu, dass ein Großteil der zahnlosen Patienten mittels chirurgisch-implantologisch verankerten Zahnersatzes erfolgreich versorgt werden kann. So stellt eine Versorgung mit zwei interforaminären Implantaten und einer darauf verankerten Deckprothese für im Unterkiefer zahnlose Patienten eine ideale Versorgungsmöglichkeit dar ³⁵. Finanzielle Einschränkungen und psychologische Aspekte ¹³¹ oder aber allgemeinmedizinische, zahnmedizinische und lokale Faktoren erfordern allerdings gerade bei älteren Patienten eine strenge Indikati-

onsstellung hinsichtlich einer Implantation^{29, 173}. Diese Faktoren führen dazu, dass für diese Patientengruppe die rein konservative Versorgung mittels Totalprothese das Therapiemittel der Wahl ist. Somit stellt die Totalprothetik noch immer ein aktuelles Thema dar.

Eine konservative Versorgung mittels einer Totalprothese im atrophierten Unterkiefer erfordert eine vorwiegend muskuläre Stabilisierung, da eine adäquate Retention über den in vielen Fällen stark reduzierten Kieferkamm nicht erfolgen kann^{183, 185}. Demzufolge kommt der Stellung der ersetzten Zähne eine große Bedeutung zu. In der konventionellen Totalprothetik erfolgt die Zahnaufstellung im Frontzahnbereich nach ästhetischen Gesichtspunkten. Im Seitenzahnbereich sind statische und funktionelle Aspekte entscheidend^{97, 144}. Die Zähne werden zentral über der Kieferkammmittte aufgestellt, damit die Prothese durch die okklusalen Kräfte zentral auf dem Alveolarfortsatz stabilisiert wird. Für eine muskuläre Stabilisierung der Unterkiefer-Totalprothese ist es allerdings entscheidend, dass man die Zähne exakt in dem Bereich positioniert, in dem sich die Kräfte der Wangen- und Zungenmuskulatur aufheben^{135, 160}. Eine zu weit vestibulär gelegene Position der Zähne würde dazu führen, dass der Wangendruck die Prothese nach innen verschiebt. Eine zu weit lingual gelegene Position würde hingegen dazu führen, dass der Zungendruck überwiegt und die Prothese nach außen geschoben wird¹⁸³.

Für eine erfolgversprechende totalprothetische Versorgung eines Patienten mit atrophiertem Alveolarfortsatz ist es demnach insbesondere im Unterkiefer erforderlich, eine Therapiemethode anzuwenden, die es ermöglicht, den Bereich zu ermitteln, in dem das oben beschriebene muskuläre Gleichgewicht herrscht. Dieser Bereich wird in der Literatur auch als „neutrale Zone“ bezeichnet¹³⁵. Der Grundgedanke der muskulären Stabilisierung einer Totalprothese existiert bereits seit vielen Jahren in der Literatur^{11, 13, 40, 41, 135, 141, 160}, allerdings ist dieses Thema unter anderem durch den Fortschritt im Bereich der dentalen Implantologie weitgehend aus dem Fokus gerückt.

In dieser Arbeit soll nun das von *Wöstmann et al.*^{126, 134, 183} vorgestellte, modifizierte Verfahren zur Ermittlung der neutralen Zone verwendet werden, um Patienten im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie mit Unterkiefer-Totalprothesen zu versorgen. Ziel ist es, den resultierenden Prothesenhalt mit auf konventionellem Wege hergestellten Unterkiefer-Totalprothesen anhand unterschiedlicher Parameter zu vergleichen.

2 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit war zu untersuchen, ob die Verwendung eines modifizierten Verfahrens zur Herstellung von Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht eine zufriedenstellende Versorgungsmöglichkeit für Patienten mit atrophiertem Alveolarfortsatz darstellt. Insbesondere bezog sich die Fragestellung auf jene Patienten, die mit ihrer auf konventionellem Wege angefertigten Unterkiefer-Totalprothese nicht zufrieden waren und bei denen eine chirurgisch-implantologische Versorgung des Unterkiefers aus unterschiedlichen Gründen nicht in Frage kam.

Als Hauptzielkriterium wurde der Einfluss der Versorgung mit einer Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität der Probanden untersucht. Zudem erfolgte die subjektive Bewertung des Prothesenhalts im Allgemeinen sowie beim Sprechen und Kauen durch die Probanden. Darüber hinaus wurden Unterschiede hinsichtlich der Kaufunktion und der Sprachlautbildung als Nebenzielkriterien evaluiert.

Es wurde folgende Hypothese geprüft:

„Die Anwendung des modifizierten Herstellungsverfahrens führt im Vergleich zu Totalprothesen, die auf herkömmliche Weise angefertigt wurden, zu einer Verbesserung

- a) der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität,
- b) der Patientenzufriedenheit (Verbesserung des Prothesenhalts),
- c) der Kaufunktion und
- d) der Sprachlautbildung.“

3 Literaturübersicht

3.1 Totalprothetischer Behandlungsbedarf

Zahnverlust ist in den meisten Fällen eine Folge von Karies, Parodontalerkrankungen oder Traumata.

Die Ergebnisse der Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) zeigen, dass es unter anderem auf Grund der verbesserten Prophylaxemaßnahmen zu einem Kariesrückgang in allen Altersgruppen gekommen ist ⁷⁷:

- Kinder (12-Jährige): Rückgang der Karieserfahrung um 58,8 %;
- Erwachsene (35- bis 44-Jährige): Verringerung des Kariesindex (DMFT) von 16,1 im Jahr 1997 auf 14,1 im Jahr 2005;
- Senioren (65- bis 74-Jährige): Verringerung des DMFT-Wertes von 23,6 im Jahr 1997 auf 22,1 im Jahr 2005.

Das Vorkommen von Parodontalerkrankungen hat im Gegensatz zum Kariesindex jedoch deutlich zugenommen:

- Erwachsene: Anstieg um 26,9 Prozentpunkte im Vergleich zur Untersuchung von 1997;
- Senioren: Anstieg um 23,7 Prozentpunkte.

Diese Ergebnisse werden durch eine 2007 von *Glockmann et al.*⁴⁶ durchgeführte Feldstudie bekräftigt. Demnach erfolgen Extraktionen in der Altersgruppe der unter 40-jährigen Patienten häufiger auf Grund von Karies, wobei Parodontopathien in der Gruppe der über 40-Jährigen einen häufig anzutreffenden Extraktionsgrund darstellen. Eine Kombination aus Karies und Parodontopathien tritt gehäuft ab einem Alter von 80 Jahren auf. Damit stellen Parodontalerkrankungen bei älteren Patienten den Hauptgrund für Zahnverlust dar.

Im Vergleich zu 1997 haben sich Zahnverluste im Allgemeinen reduziert. So fehlen Erwachsenen nach den Ergebnissen der DMS IV im Durchschnitt weniger Zähne (DMS III: 4,2; DMS IV: 2,7). Auch in der Altersgruppe der Senioren hat sich die Anzahl fehlender Zähne von 17,6 auf 14,2 reduziert. Totale Zahnlosigkeit wurde bei Erwachsenen nur zu 1 % festgestellt, wohingegen in der Gruppe der Senioren 22,6 % betroffen sind

(vgl. DMS III: 24,8 %). Den Voraussagen für die deutsche Bevölkerung bis zum Jahr 2020 zufolge wird die Anzahl der zahnlosen Patienten in Zukunft nicht sonderlich abnehmen. Allerdings verschieben sich die Zahnverluste und auch der Zustand der vollständigen Zahnlosigkeit durch einen längeren Zahnerhalt lediglich in ein höheres Alter¹³⁹.

Anhand der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des statistischen Bundesamtes von 2009 ist zu erkennen, dass im Jahre 2060 jeder Dritte mindestens ein Alter von 65 Jahren erreicht haben wird¹⁵⁷. Die ansteigende Lebenserwartung und der hohe prozentuale Anteil der Personen ab 65 führt dazu, dass der totalprothetischen Behandlungsbedarf als gleichbleibend hoch eingeschätzt wird^{24, 44, 145}.

Der Zahnerhalt bis ins hohe Alter führt allerdings dazu, dass vorwiegend ältere zahnlose Patienten vorstellig werden und die prothetische Rehabilitation dieser Patienten mit neuen Voraussetzungen und Schwierigkeiten verbunden sein kann. Die Patienten leiden häufig unter Einschränkungen und Erkrankungen, die das höhere Alter mit sich bringt. Dazu gehören beispielsweise mit dem Alter zunehmende Adaptationsschwierigkeiten, eine häufig erhebliche Atrophie des Alveolarfortsatzes, gegebenenfalls schlechte gesundheitliche Allgemeinzustände (Auftreten von Mehrfacherkrankungen und Multimedikationen) und das allgemeine Nachlassen der motorischen Fähigkeiten^{106, 107, 110, 156, 184}.

Eine chirurgische Versorgung mittels implantatgetragendem Zahnersatz stellt für diese Patienten häufig eine sinnvolle Behandlungsmöglichkeit dar^{32, 39}. Allerdings ist eine implantologische Versorgung nicht für alle Patientenfälle geeignet⁴⁵. So liegen in einigen Fällen allgemeinmedizinische oder lokale Faktoren vor, die die Indikation einer Implantation in Frage stellen. In diesem Zusammenhang sind unter anderem ein instabiler Diabetes mellitus, Knochensystemerkrankungen, Zustand nach Radiatio, parodontale Insuffizienz, neuralgiforme Schmerzen, psychogene Erkrankungen und die Einnahme diverser Medikamente zu erwähnen¹⁷³. Zum Beispiel stellt eine langanhaltende Bisphosphonattherapie ein Risiko zur Entstehung einer Kiefer-Osteonekrose in Folge eines chirurgischen Eingriffs am Kieferknochen dar¹²¹. Eine Therapie mit Implantaten erfordert in diesen Fällen eine strenge Indikationsstellung und konservative Maßnahmen sollten chirurgischen vorgezogen werden^{29, 49, 121}. Insbesondere sollte das Risiko einer Kiefer-Osteonekrose gegen den Nutzen einer Implantation abgewägt werden⁵⁰. Zusätzlich zu allgemeinmedizinischen Kontraindikationen haben in vielen Fällen der finanziel-

le Aspekt einer Implantatversorgung und die Angst vor einem chirurgischen Eingriff und der möglicherweise damit verbundenen Komplikationen Einfluss auf die Entscheidung der Patienten^{24, 131}.

Somit stellt eine schleimhautgetragene Totalprothese für eine Vielzahl von Patienten nach wie vor ein adäquates Behandlungsmittel zur Wiederherstellung und zum Erhalt der oralen Funktionen und Strukturen dar^{23, 24}. Daraus ergibt sich, dass die Forschung auf dem Gebiet der Totalprothetik noch immer von Bedeutung ist.

3.2 Halt einer Totalprothese

Eine Totalprothese dient dem Ersatz aller Zähne und auch jener Kieferanteile, die in Folge des Zahnverlustes durch Resorptionsvorgänge verloren gegangen sind. Im Gegensatz zu Teilprothesen, zu deren Befestigung Nachbarzähne mittels Klammern oder Doppelkronensystemen miteinbezogen werden können, ist die Totalprothese ausschließlich auf der Schleimhaut gelagert. Der Halt einer Totalprothese hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab, die von einigen Autoren analysiert wurden und im Folgenden dargestellt werden sollen.

Laut *Jacobson* und *Krol*⁶² hängt die erfolgreiche Versorgung eines Patienten mit einer Totalprothese vom Zusammenwirken der Faktoren Halt, Stabilität und Abstützung des Zahnersatzes ab. Beeinflusst werden diese Parameter durch biologische, physikalische und mechanische Faktoren. Adhäsion, Kohäsion, Grenzflächenspannung, Schwerkraft, Kongruenz der Oberflächen, Gestaltung des Prothesenrandes, Luftdruck, Kapillarkräfte, nutzbare anatomische Unterschnitte, Zustand des Alveolarkammes, Okklusion und neuromuskuläre Kontrolle werden in der Literatur häufig als beeinflussende Faktoren erwähnt^{14, 30, 52, 60, 62, 63, 115, 144}. Die Bedeutung jedes einzelnen Faktors für den Halt einer Totalprothese ist allerdings umstritten^{62, 112}.

Für *Tyson*¹⁶⁶ ist die Oberflächenspannung innerhalb des dünnen Speichelfilms für eine Druckdifferenz zwischen dem Raum unterhalb der Prothesenbasis und der Mundhöhle verantwortlich. Es erfolgt eine Anlagerung der beweglichen Mukosa im Bereich des Übergangs von beweglicher und fixierter Schleimhaut, die gemeinsam mit einem dichten palatinalen Randabschluss dazu führt, dass weder Flüssigkeit noch Luft unter die Prothesenbasis eindringen. Laut Autor kommt der Prothesenhalt hauptsächlich dadurch

zu Stande. Allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Oberflächen kongruent sind.

Bláhová und *Neuman* ¹⁴ beschreiben den Kapillareffekt zwischen Mukosa, Speichelfilm und Prothesenbasis und die Viskosität des Speichels als bedeutendste Faktoren für den Halt von Totalprothesen. Durch den im Vergleich zum Oberkiefer stärkeren Speichelfluss, kann im Unterkiefer der Prothesenhalt in Folge des Kapillareffektes nur kurzfristig zu Stande kommen, da der dünne Flüssigkeitsfilm unter der Prothese nicht über einen längeren Zeitraum konstant bleibt.

Niedermeier ¹¹⁵ gliedert die für den Prothesenhalt verantwortlichen Mechanismen in muskuläre und physikalische Wechselwirkungen. Eine muskuläre Stabilisierung kommt durch die an den Prothesenkörper angrenzende Muskulatur zu Stande. An der physikalischen Grundhaftung hingegen sind die Prothesenbasis, der Speichel und das Prothesenlager beteiligt. Durch das Anpressen der Totalprothese an das Prothesenlager entsteht unter der Voraussetzung, dass ein „druckwirksamer Raum“ besteht, ein Unterdruck und somit ein Druckgefälle zwischen Mundhöhle und Spaltraum, welches für den Halt der Prothese verantwortlich ist. Laut *Niedermeier* ¹¹⁵ erklärt sich der geringere physikalische Halt einer Unterkiefer-Totalprothese durch den nur im Oberkiefer vorhandenen „druckwirksamen Raum“. Er macht vor allem Kapillarkräfte für den Prothesenhalt im Unterkiefer verantwortlich. Ferner steigt die physikalische Grundhaftung mit zunehmender Basisgröße und Viskosität des Speichels.

Die enorme Bedeutung der akzessorischen Kaumuskulatur auf den Halt einer Totalprothese wurde auch von *Hofmann* ⁵⁹ anhand von Patientenfällen verdeutlicht, die sehr schlecht sitzende Totalprothesen mit Hilfe ihrer Muskulatur während des Essens und Sprechens stabilisieren konnten. *Hofmann* erklärt diese Kompensation durch die Entwicklung eines auf die Form der Prothesen abgestimmten „Reflexmusters“ ⁵⁹.

Laut *Darvell* und *Clark* ³⁰ wird der Prothesenhalt durch die Interaktion mehrerer Faktoren beeinflusst. So spielt der Speichelfluss zwischen der Prothesenbasis und der Schleimhaut, dessen Filmdicke, seine Oberflächenspannung und die Viskosität eine wichtige Rolle.

Die Ergebnisse von *Márton et al.* ⁹⁵ und *Niedermeier et al.* ¹¹⁷ unterstützen die Aussagen der bereits erwähnten Autoren zum Einfluss der Speichelviskosität auf den Prothesenhalt. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass visköser Speichel einen positiven Einfluss auf den Prothesenhalt hat. Der Prothesenhalt wird außerdem positiv durch eine gute Pass-

form der Prothesenbasis und einen dicht abschließenden Prothesenrand beeinflusst. In dem letzten Punkt sind sich alle genannten Autoren einig.

3.2.1 Das Prothesenlager

Das Prothesenlager ist der Bereich des Ober- und Unterkiefers, auf dem die Totalprothese aufliegt. Es besteht aus dem Kieferknochen, dem Alveolarfortsatz und der dem Knochen aufliegenden Mukosa¹¹⁶. Das knöcherne Fundament des Oberkiefers wird gebildet aus dem Alveolarfortsatz, den Gaumenfortsätzen und Anteilen des Gaumenbeins und stellt eine größere Auflagefläche als das des Unterkiefers dar. Im Unterkiefer bilden der Unterkieferkörper und der Alveolarfortsatz das knöcherne Prothesenlager.^{140, 144}

Beide Kiefer sind von Schleimhaut bedeckt. Diese dient der Dämpfung und Weiterleitung der auf die Prothese auftreffenden Kräfte¹¹⁶. Die Schleimhaut im Oberkiefer weist Zonen unterschiedlicher Resilienz auf⁷⁶. So befindet sich im Bereich der Alveolarfortsätze und der Sutura mediana derbe und wenig resiliente Mukosa. Lateral der Sutura befindet sich im anterioren Bereich Fettgewebe und im posterioren Bereich Drüsengewebe unterhalb der Mukosa, was für die stärkere Resilienz in diesen Bereichen verantwortlich ist¹⁴⁴. Weiter dorsal beginnt der weiche Gaumen. Dieser Bereich wird aus einer Bindegewebsplatte mit darin einstrahlender Muskulatur gebildet und lässt sich bei Bewegung des Gaumensegels darstellen⁷⁶. Die Schleimhaut ist in diesem Bereich resilienter und lässt sich mittels Kompression durch eine dorsale Randerhöhung an der Oberkiefer-Totalprothese zur Verbesserung des Prothesenhalts nutzen^{97, 115}. Die Mukosa des Unterkiefers ist je nach Grad der Alveolarfortsatzresorption mehr oder weniger fest mit der knöchernen Unterlage verbunden. In vielen Fällen ist sie durch Einlagerung von Bindegewebe verschiebbar oder sie folgt den Bewegungen der angrenzenden Muskulatur¹⁴⁴. Vestibulär geht die Mukosa der Alveolarfortsätze in die Mundschleimhaut über, die aufgrund der angrenzenden Muskulatur beweglich ist¹⁴⁴. Für einen optimalen Prothesenhalt ist es folglich wichtig, dass die Prothesenränder so geformt werden, dass die Funktion der Muskulatur nicht durch sie beeinträchtigt wird und auch in Funktion der Kontakt zur Schleimhaut beibehalten wird^{63, 97}.

3.2.2 Anatomische Veränderungen bei Zahnlosigkeit und ihr Einfluss auf den Prothesenhalt

In diesem Abschnitt sollen insbesondere die anatomischen Veränderungen der Alveolarfortsätze in Folge des vollständigen Zahnverlustes und ihre Auswirkungen auf den Prothesenhalt thematisiert werden. Im Oberkiefer ist es im Gegensatz zum Unterkiefer, auch bei ungünstigeren anatomischen Ausgangssituationen häufig noch möglich, eine Totalprothese adäquat zu stabilisieren¹⁸⁹. Eine Ursache dafür liegt in der größeren Basisoberfläche des Oberkiefers und darüber hinaus in der Möglichkeit im Oberkiefer bei korrekter Funktionsabformung einen dichten Ventilrand zu erzielen^{51, 115}. Im Unterkiefer wirken sich die anatomischen Veränderungen, die in Folge des Zahnverlustes auftreten, äußerst ungünstig auf die Stabilität einer Totalprothese aus. Aus diesem Grund und dem Thema dieser Arbeit entsprechend, wird diese Problematik im Folgenden einen besonderen Schwerpunkt darstellen.

In der Literatur wird der Alveolarfortsatz in Folge des Zahnverlustes als „Alveolar-kamm“ bezeichnet^{1, 167, 189}. Im knöchernen Prothesenlager, das auf Grund des Zahnverlustes nicht mehr physiologisch belastet wird, finden Umbauprozesse statt, die mit dem Abbau von Knochenstrukturen einhergehen. Im ersten Jahr nach der Extraktion kommt es zu den stärksten Resorptionsvorgängen¹⁶². Diese finden in beiden Kiefern auf vertikaler und horizontaler Ebene statt, wobei die Richtungen der Resorptionsverläufe unterschiedlich sind^{3, 25}.

Atwood bezeichnet die Alveolarfortsatzresorption als Krankheit, die möglicherweise multifaktorieller Ursache ist^{7, 8}. Generell unterscheidet man die physiologische von der pathologischen Resorption¹²⁸. Unter anderem führen Alterungsprozesse, die mit einer Abnahme der Osteogenese und einer verringerten Osteoblastenaktivität einhergehen, zu einer entsprechenden Rückbildung des Alveolar-knochens. Im Gegensatz dazu führt beispielsweise die Belastung zahnloser Kieferabschnitte durch schleimhautgetragene Totalprothesen zu einer unphysiologischen Druckbelastung des Knochens^{64, 128}. Dies beschleunigt die Resorptionsvorgänge zusätzlich. Die Folge ist eine zunehmend verminderte Höhe des knöchernen Prothesenlagers, wobei der vertikale Knochenabbau im Unterkiefer in der Regel deutlich stärker ist als im Oberkiefer¹²⁸. *Tallgren*¹⁶³ fand anhand einer 25-jährigen Longitudinalstudie heraus, dass der vertikale Knochenverlust im anterioren Unterkiefer etwa vier Mal so stark ist wie der Höhenverlust im Oberkiefer. Nach *Kerschbaum*⁷⁸ beträgt die Atrophie der Kieferkämme bei Totalprothesenträgern nach 6-7 Jahren Tragezeit im Durchschnitt 0,6 mm im Oberkiefer und 2,4 mm im Unterkiefer.

Das Ausmaß der Resorptionsvorgänge unter funktioneller Belastung durch Totalprothesen ist allerdings je nach Individuum unterschiedlich stark ausgeprägt^{7, 12}.

*Sutton et al.*¹⁶¹ untersuchten den Einfluss der Kieferatrophie auf die umliegenden Weichgewebe anhand von 179 Personen in unterschiedlichen Resorptionsstadien. Durch den Verlust der Zähne und den daraus folgenden Knochenabbau kommt es durch die fehlende Abstützung zum Einfallen der perioralen Muskulatur und zur Verschmälerung des Lippenbildes. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass das Ausmaß der Weichgewebsveränderung im Zusammenhang mit dem Grad der Resorption steht. So kommt es bei stärkerer Atrophie durch den Höhenverlust zur Verkleinerung des Untergesichts einhergehend mit einer Altersprogenie.

Die Resorption des Alveolarknochens wird als kontinuierlich fortschreitender Prozess beschrieben, der bis unter das Niveau der Umschlagfalte, der Ansätze der perioralen Muskulatur und der Crista mylohyoidea und den ehemals periapikalen Bereich fortschreiten kann^{7, 83} (Abb. 1). Folglich verschmälert sich die befestigte Gingiva im Bereich des Alveolarkamms erheblich und es kommt zu einer relativen Verkleinerung der Umschlagfalte (Abb. 2, Abb. 3). Die resorptiven Prozesse können sogar so weit fortschreiten, dass der N. alveolaris inferior, der im Corpus mandibulae verläuft, nur noch von einer dünnen Knochenschicht bedeckt wird (Abb. 1) oder direkt unter der Schleimhaut verläuft, was zu Schmerzen bis hin zur Prothesenunverträglichkeit führen kann^{128, 189}. Zudem ist es möglich, dass die Schleimhaut des Mundbodens den Alveolarkamm überlagert. *Zitzmann* beschreibt dies als „Mundbodenprolaps“¹⁹⁰. Liegen solche anatomischen Begebenheiten vor, kann Kräften, die durch die umgebende Muskulatur und Weichgewebe auf eine Totalprothese einwirken, kaum ein Widerstand entgegengesetzt werden^{41, 59, 189}. Die von vestibulär und lingual einwirkenden Strukturen haben in vielen Fällen stattdessen eher eine dislozierende Wirkung und bergen die Gefahr der Instabilität für die untere Totalprothese.



Abb. 1: OPG eines Patienten mit fortgeschrittener Alveolarfortsatzresorption im Ober- und Unterkiefer



Abb. 2: Klinische Ansicht eines stark atrophierten Unterkiefers

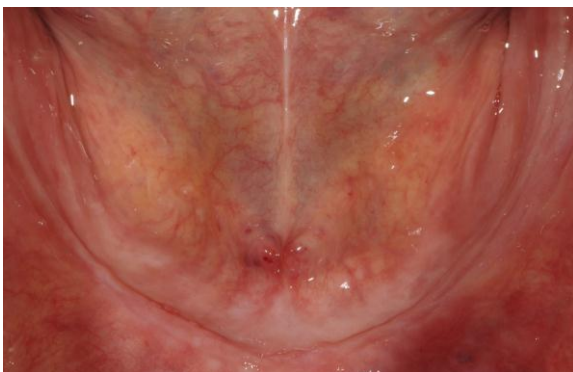


Abb. 3: Deutliche klinische Darstellung der verschmälerten befestigten Gingiva im Bereich des Alveolarkamms

3.3 Neutrale Zone, muskuläres Gleichgewicht

Sämtliche mundmotorische Funktionen, wie zum Beispiel der Schluckakt, das Sprechen, das Kauen und das Lachen basieren auf einer komplexen Wechselwirkung von Lippen-, Wangen-, Zungen- und Mundbodenmuskulatur¹¹. Folglich ist eine untere Totalprothese dem Funktionsspiel dieser Muskulatur permanent ausgesetzt. In der Literatur^{11, 13, 40, 41, 45, 57, 59, 90, 93, 134, 135, 141, 160, 183} wurde mehrfach beschrieben, dass der Einfluss dieser Muskelkräfte zur Dislozierung einer Totalprothese führen kann, aber bei einer entsprechenden Prothesengestaltung die Möglichkeit besteht, diese Kräfte zur Stabilisierung einer solchen auszunutzen. Das Grundprinzip der muskulären Stabilisierung einer Totalprothese ist somit nicht neu, sondern geht bereits einige Jahre zurück.

So erläuterte *Fish*⁴⁰ bereits 1931 den Einfluss der perioralen Muskulatur und der Weichgewebe auf den Halt von Totalprothesen und prägte die Bedeutung einer dritten Prothesenoberfläche neben der Basis und der Okklusalfäche. Seiner Meinung nach stellten die Formgebung dieser „polierten Oberfläche“ („polished surface“) und eine korrekte vestibulo-orale Position der künstlichen Zähne wichtige Faktoren für einen suffizienten Prothesenhalt dar. Diese Oberflächen sollten derart an die umgebenden Weichgewebe angepasst werden, sodass sowohl in Ruhe als auch in Muskelfunktion eine Fixierung in Richtung des Alveolarfortsatzes ermöglicht werde^{40, 41}. Auf diesem Weg wäre es laut Autor möglich, für jeden beliebigen Patienten einen maximalen Prothesenhalt zu erzielen.

Auch *Strack*¹⁶⁰ erläuterte 1946, dass eine Totalprothese derart an die Muskelfunktion angepasst werden kann, dass stabilisierende Kräfte auf sie einwirken können. Ferner bezeichnete er Muskulatur, Alveolarfortsatz und Totalprothese als ein „in Bewegung befindliches System“ und führte daher den Begriff „dynamisches Gleichgewicht“ ein. Dieses gelte es zu beachten, damit die Lagestabilität einer Prothese nicht durch die erhebliche Einwirkung der Kaumuskulatur mitsamt der umliegenden mimischen Muskulatur („akzessorische Kaumuskulatur“) gefährdet werde.

Auch *Hofmann*⁵⁹ beschrieb, dass es gerade in Fällen mit ungünstiger Form des Prothesenlagers im Unterkiefer nicht nur darauf ankomme, dass eine Totalprothese eine hohe Basiskongruenz aufweise und dass der Funktionsrand die Muskelfunktion nicht beeinträchtige. Vielmehr sei es wichtig, dass der Prothesenkörper als Ganzer eine Form aufweise, die eine Stabilisierung durch die angrenzende Muskulatur ermögliche.

Die Existenz eines muskulären Gleichgewichtes und eine antagonistisch wirkende Muskelfunktion werden auch im natürlichen Gebiss deutlich. So bestimmen die Muskelkräfte von Zunge, Lippen und Wange die Form des natürlichen Zahnbogens ¹¹. *Marxkors* und *Machtens* ⁹⁴ erklärten dies anhand eines Patientenfalls, bei dem es in Folge einer beidseitigen Facialisparesie zu einer Gebissdeformation in Form einer starken Protrusion und Auffächerung der Schneidezähne gekommen sei. Die Autoren beschrieben, dass das Überwiegen des Zungendrucks im Vergleich zur gelähmten mimischen Muskulatur das ursprünglich vorhandene Gleichgewicht gestört und dadurch zu einer Fehlentwicklung geführt habe. Als weiteres Beispiel dient der Kauvorgang: Der Speisebolus wird dabei von der Zunge nach außen zwischen die Zahnreihen befördert, während die angespannte, bukkale Muskulatur (insbesondere der *M. buccinator*) mit einem nach innen gerichteten Druck dazu führt, dass der Speisebolus seine Position beibehält. Auch beim Schluckvorgang wirken diese beiden Muskelgruppen antagonistisch ⁹⁰.

Wird dieses muskuläre Gleichgewicht bei der Gestaltung einer Totalprothese nicht berücksichtigt, ist besonders bei ungünstigen anatomischen Voraussetzungen im Unterkiefer mit einem geringen Prothesenhalt zu rechnen. Verglichen mit einem starren Körper, würde physikalisch gesehen nur bei gleichmäßiger Krafteinwirkung von innen und außen ein statisches Gleichgewicht herrschen ⁹⁷. Werden die Zähne also zu weit lingual aufgestellt, führt der Zungendruck zum Verschieben der Totalprothese nach bukkal. Eine Aufstellung zu weit bukkal dagegen, führt zum Überwiegen des Wangendrucks und somit zur Verschiebung nach lingual (Abb. 4, Abb. 5, Abb. 6):

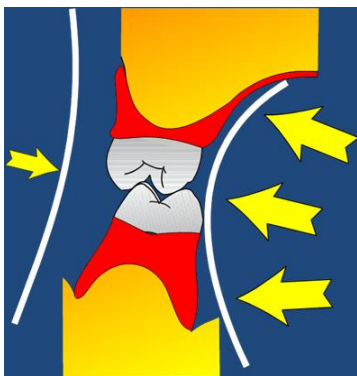


Abb. 4: Position der künstlichen Zähne zu weit lingual

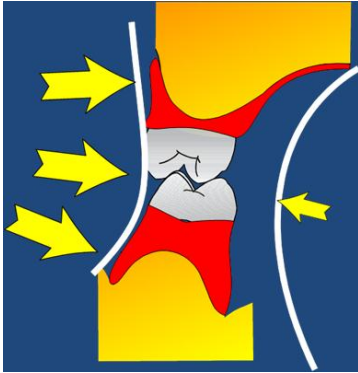


Abb. 5: Position der künstlichen Zähne zu weit bukkal

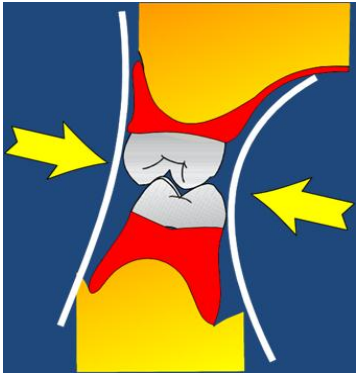


Abb. 6: Zahnaufstellung im muskulären Gleichgewicht
(Abb. 4-6 nach Wöstmann ¹⁸⁵)

Durch eine der natürlichen Bezahnung entsprechenden Zahnaufstellung im Gleichgewicht der Muskelkräfte, kann die Muskulatur, die ursprünglich die Form des Zahnboogens bestimmt hat, zur Stabilisierung einer Totalprothese beitragen ¹⁶. Werden die künstlichen Zähne also genau innerhalb eines Bereichs aufgestellt, in dem sich der nach innen gerichtete Lippendruck und der nach außen gerichtete Zungendruck genau ausbalancieren, ist es möglich eine lagestabile Totalprothese herzustellen.

Um diesen äquilibrierten Bereich zu beschreiben, führte *Schiesser* ¹³⁵ den Begriff „Neutral Zone“ (neutrale Zone) 1964 in die Literatur ein. Nach der „Academy of Prosthodontics“ gilt dieser heute als anerkannter Fachbegriff in der zahnärztlich-prothetischen Praxis: „Neutral Zone: the potential space between the lips and cheeks on one side and the tongue on the other; that area or position where the forces between the tongue and cheeks or lips are equal“ ¹.

Auch *Pound* ¹²³ weicht von einer strikten Zahnaufstellung zentral auf dem Kieferkamm ab. Die künstlichen Zähne sollten in der Position der natürlichen Zähne stehen, um eine Einengung des Zungenraumes zu vermeiden, die neben einer resultierenden Instabilität der Totalprothesen eine Provokation phonetischer und mastikatorischer Probleme zur

Folge haben könnte. Eine strikte Positionierung der Prothesenzähne über den Kieferkamm führe zudem zu einer Beeinträchtigung des Aussehens der Patienten („denture look“).

Dass bei der Herstellung von Totalprothesen die Gestaltung der vestibulären und lingualen Oberflächen zu wenig Beachtung finde, kritisierten auch *Lott* und *Levin*⁹⁰. Beispielsweise könne ein zu weiter Zahnbogen dazu führen, dass eine Prothese abgelöst werde, falls diese die Bewegungsfreiheit der Muskulatur einschränke.

Die Missachtung der neutralen Zone bei der Zahnaufstellung und eine fehlerhafte Formgebung oder Winkelung der polierten Prothesenoberflächen wird in der Literatur als häufigster Grund für Probleme mit einer Unterkiefer-Totalprothese angegeben^{11, 93, 102, 187}. So wird deutlich, dass selbst bei bestmöglicher Gestaltung, hinsichtlich eines akkuraten Funktionsrandes und einer kongruenten Prothesenbasis, eine instabile Totalprothese resultieren kann. Daraus ergibt sich die Empfehlung, dass bei Problemen mit dem totalen Zahnersatz, besonders im atrophierten Unterkiefer, eine Überprüfung von Prothesenbasis, Prothesenrand und -ausdehnung sowie die Position der künstlichen Zähne in Bezug auf das muskuläre Gleichgewicht erfolgen sollte^{93, 102}.

Dieser Bereich, in dem ein Gleichgewicht zwischen Zungen- und Wangendruck herrscht, wurde in der Literatur vielfältig benannt: „Neutral Zone“^{11, 21, 34, 45, 79, 93, 102, 126, 135}, „zone of least interference“¹⁸⁷, „zone of minimal conflict“¹⁰¹, „denture space“⁵⁷, „muskuläres Gleichgewicht“¹⁸³.

3.3.1 Verschiedene Verfahren zur Ermittlung der neutralen Zone

Verschiedene Autoren haben zur Weiterentwicklung des Prinzips der muskulären Stabilisierung in der Totalprothetik beigetragen. Es wurden verschiedene Techniken entwickelt, um die neutrale Zone zu ermitteln: „Neutral-Zone-Technique“^{11, 79, 93, 103, 126}, „Flange Technique“⁹⁰, „Muscle-formed mandibular dentures“¹⁷⁴, „denture form impression technique“¹⁰¹.

Der Schwerpunkt dieser Verfahren liegt darin, den Bereich zu ermitteln, in dem sich die Kräfte von Zunge und Wange im Gleichgewicht befinden. Diese Information muss dann, wie bei der konventionellen Prothesenherstellung auch, an das zahntechnische Labor übermittelt werden können, damit dort entsprechend der Ausdehnung des ausgeformten Bereichs eine Zahnaufstellung erfolgen kann. In der Literatur wurden verschie-

dene Verfahren zur Ermittlung des muskulären Gleichgewichtes vorgestellt. Die Mehrheit dieser Verfahren haben gemeinsam, dass im Anschluss an eine Kieferrelationsbestimmung mittels Wachswällen eine Montage von Situationsmodellen in einen Artikulator erfolgt. In diesem werden individuelle Abformlöffel zur Ermittlung der neutralen Zone hergestellt. Die zuvor festgelegte korrekte vertikale Relation wird mittels auf dem individuellen Löffel fixierten Metallstiften¹⁴¹, „Kunststoffkielen“⁹⁰, gefensterten okklusalen Aufbisswällen^{79, 126, 134, 183} oder aber Kunststoffpfosten⁴⁵ sichergestellt. Darüber hinaus verwendeten einige Autoren Drahtschlaufen zur zusätzlichen Fixierung des Abformmaterials auf dem individuellen Löffel^{93, 101, 103}. Überdies existieren alternative Methoden, die die Bestimmung der vertikalen und horizontalen Kieferrelation erst im Anschluss an die Abformung der neutralen Zone oder aber währenddessen durchgeführt haben^{21, 34, 103, 135}.

Während der Abformung ist es notwendig, dass die Patienten physiologische Muskelbewegungen in Form von Bewegungen der Zunge, Schlucken, Grinsen, Lachen, Sprechen, Lippen lecken oder breit Ziehen und Verschieben der Kiefer ausführen^{34, 45, 90, 93, 103, 141, 174}. Dadurch wird das verwendete Material durch die Muskeleinwirkung von Lippen, Wangen, Zunge und Mundboden in einen Bereich geformt, in dem sich alle einwirkenden Kräfte im Gleichgewicht befinden.

Zur Ermittlung dieses Gleichgewichtes, eignen sich Materialien, die sich so frei wie möglich im Äquilibrium der Muskelkräfte einstellen können, ohne dass eine Ablösung vom Abformlöffel erfolgt. Damit ausreichend Zeit zur Abformung gewährleistet ist, wird in der Literatur die Verwendung langsam erhärtender Materialien empfohlen, die sich bei Mundtemperatur gut durch die Weichgewebe formen lassen^{45, 93, 141}. Es werden verschiedene Materialien, beispielsweise Wachs^{90, 174}, Wachs-Harz-Gemische¹⁴¹, Siloxane^{57, 101}, „Impression/Modeling Compound“^{2, 11, 21, 34, 103, 135} oder Unterfütterungsmaterialien^{45, 79, 93, 126, 134, 183} verwendet. Einige Autoren führten zur optimalen Anpassung der polierten Prothesenoberflächen an die perioralen Weichgewebe zusätzlich zur Abformung der neutralen Zone noch eine Abformung der vestibulären und lingualen Prothesenoberflächen mit Zink-Oxid-Eugenol-Abformpaste^{11, 34, 135, 174}, Siloxan²¹ oder Wachs⁹⁰ durch.

Im zahntechnischen Labor erfolgt schließlich die Herstellung von vestibulären und oralen Vorwällen, die die Ausdehnung der Abformung der neutralen Zone sichern, damit

nach Entfernung des Abformmaterials, die Zahnaufstellung und Formgebung der polierten Oberflächen korrekt erfolgen kann.

Die Ermittlung der neutralen Zone kann zur Herstellung von Ober- und Unterkiefer-Totalprothesen verwendet werden^{11, 34, 79, 90, 103, 135, 141}. Da die Herstellung von Totalprothesen im Unterkiefer, wie bereits erwähnt, im Vergleich zum Oberkiefer im Allgemeinen problematischer ist und klinische Erfahrungen gezeigt haben, dass sich diese Technik besonders für Patienten mit atrophiertem Unterkiefer eignet, wird die Abformung der neutralen Zone vorwiegend zur Herstellung von Totalprothesen im Unterkiefer verwendet^{45, 93, 101, 126, 134, 174, 183}.

*Schwindling*¹⁴¹ stellte 1963 ein Verfahren vor, um den gesamten Prothesenraum für Ober- und Unterkiefer „tonusfunktionell“ abzuformen und für das zahntechnische Labor zu übermitteln. Mit einer Abformmasse auf Wachs-Harz-Basis erfolgte eine funktionelle Abformung des „Interalveolarraums“ mit Basisplatten, die durch Metallstifte in der vorab ermittelten Kieferrelation miteinander fixiert wurden. Im Anschluss wurde diese Abformung nach Herstellung einer Hohlform in Wachs ausgegossen und diente so als Vorlage für die korrekte Zahnaufstellung. Es handelte sich dabei um ein aus einer Arbeit von *Beyeler*¹³ weiterentwickeltes Verfahren.

*Schiesser*¹³⁵ verwendete zum Auffinden der neutralen Zone rote Modelliermasse („red modelling compound“; Kerr). Mittels Schluckbewegungen formte der Patient die Masse entsprechend des muskulären Gleichgewichts. Im Anschluss daran wurde der Wall an die korrekte vertikale Höhe angepasst. Die Verfahrensweise erfolgte ebenfalls im Oberkiefer. *Schiesser* formte im Anschluss die Prothesenbasis mit Zink-Oxid-Eugenol-Masse ab, bevor Schlüssel der Oberflächen angefertigt wurden. Diese dienten als Index für die neutrale Zone, innerhalb diesem dann die künstlichen Zähne positioniert wurden. Während der Wachsanprobe wurden außerdem die polierten Oberflächen abgeformt.

Lott und *Levin*⁹⁰ verwendeten zur Abformung der neutralen Zone modifizierte Biss-schablonen. In diese wurden, nach Bestimmung der vertikalen und horizontalen Lagebeziehung der Kiefer zueinander, „Kiele“ aus Metall zum Erhalt der vertikalen Höhe eingearbeitet. Bei der von ihnen beschriebenen „Flange-Technique“ wurde ein weiches Wachs durch die Bewegungen der Muskulatur so geformt, dass ausreichend Bewegungsfreiheit für die Muskulatur entstand. Laut Autoren werde dadurch die wirksame Fläche der Prothesenbasis vergrößert und ein dichter Funktionsrand erzielt, was maßgeblich zur Verbesserung der Retention beitrage.

*Khamis et al.*⁷⁹ untersuchten den Einfluss der Vertikaldimension und die Beschaffenheit der Kieferkämme auf die Ausdehnung der neutralen Zone. Dazu wurden bei elf Patienten mit stark atrophiertem Kiefer und bei elf Patienten mit normalen Kieferverhältnissen jeweils drei Abformungen der neutralen Zone durchgeführt: in adäquater vertikaler Kieferrelation und jeweils einmal in 3 mm höherer und einmal in 3 mm niedrigerer Vertikaldimension. Diese Studie hatte zum Ergebnis, dass die Beschaffenheit der Alveolarfortsätze keinen Einfluss auf die Ausdehnung der neutralen Zone zu haben scheint. Allerdings scheint die Breite der neutralen Zone mit steigender Vertikaldimension zuzunehmen und bei niedrigerer Vertikaldimension abzunehmen.

Ein Vergleich hinsichtlich Funktion und Komfort von Totalprothesen, die entsprechend des myodynamischen Gleichgewichts oder nach konventionellen Richtlinien hergestellt wurden, war das Ziel einer Studie von *Barrenäs* und *Ödman*⁹. Sie stellten für 30 Patienten jeweils zwei Totalprothesenpaare auf unterschiedlichem Herstellungsweg her, wovon jeweils ein Paar für vier bis sechs Wochen getragen wurde und im Anschluss mit dem zweiten Paar genauso verfahren wurde. Danach standen den Patienten beide Paare zur Verfügung, bevor nach drei bis sechs Monaten eine Befragung hinsichtlich der Prothesenfunktion und -präferenz erfolgte. Diese Studie führte zu dem Ergebnis, dass 23 Patienten die myodynamisch geformten Totalprothesen bevorzugten. Von den restlichen Patienten hingegen bevorzugten zwei die auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen, für zwei Patienten ergab sich keine Präferenz und drei weitere Patienten kombinierten die Prothesenpaare.

In einer ähnlichen Studie von *Fahmy* und *Kharat*³⁴ anhand von 10 Patienten, erfolgte die Herstellung eines Prothesenpaares nach konventionellen Richtlinien und ein Paar wurde über die Ermittlung der neutralen Zone angefertigt. Ein in dieser Studie durchgeführter Kauffunktionstest hatte objektiv ein besseres Kauvermögen mit den auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen zum Ergebnis. Die subjektive Beurteilung beider Prothesenpaare ergab allerdings, dass die Patienten die Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht hinsichtlich des allgemeinen Wohlbefindens und der Phonation bevorzugten. Hinsichtlich der Kauffunktion gaben die Patienten keine Präferenz an.

Wöstmann et al.^{126, 134, 183} stellten fest, dass sich eine Langzeitabformung zur korrekten Darstellung von zahnlosen Kiefern gerade bei ungünstigen anatomischen Voraussetzungen besonders eignet. Daher haben sie zur Ermittlung der neutralen Zone ein Verfahren entwickelt, das die Abformung der neutralen Zone und darüber hinaus eine

Langzeitabformung des zahnlosen Unterkiefers ermöglicht. Dementsprechend wird zur Darstellung des muskulären Gleichgewichtes eine individuelle Löffelbasis mit einer gefensterten Basis und gefensterten okklusalen Aufbissen verwendet. Dieser Löffel wird auf Unter- und Oberseite mit einem provisorischen Unterfütterungsmaterial beschickt und dann für zwei Tage vom Patienten getragen. Durch dieses Verfahren ist es möglich die Vorteile beider Abformverfahren miteinander zu kombinieren. *Wöstmann*¹⁸³ stellte dieses Verfahren erstmals 1991 vor. Er versorgte 22 Patienten mit Prothesen im muskulären Gleichgewicht, nachdem die Versorgung dieser mit auf herkömmlichem Wege angefertigten Prothesen nicht zufriedenstellend war. Für 18 Patienten verbesserte sich der Prothesenhalt, drei Patienten verspürten keine Veränderung und ein Patient gab eine Verschlechterung des Prothesenhalts an. Beim Sprechen erfolgte eine Verbesserung bei 21 Patienten, wobei die Situation für einen Patienten unverändert blieb. Hinsichtlich des Kauvermögens verbesserte sich die Situation für acht Patienten, bei 13 Patienten erfolgte keine Veränderung und ein Patient gab an, schlechter kauen zu können.

In einer weiteren Studie von *Rehmann et al.*¹²⁶ wurden mit demselben Verfahren fünf Patienten versorgt. Vier dieser Patienten gaben Verbesserung der Prothesenfunktion im Allgemeinen, beim Essen und beim Sprechen an, wohingegen die Situation für einen Patienten unverändert blieb. Da es sich in dieser Studie um ein sehr kleines Patientenkollektiv handelte, war es das Ziel dieser Arbeit, dieses Verfahren in Form einer prospektiven Studie an einem größeren Patientenpool zu untersuchen und die Ergebnisse hinsichtlich der Prothesenfunktion zu bewerten.

3.4 Ausgewählte Parameter zur Beurteilung der Funktion von Totalprothesen

3.4.1 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität

Mit dem Anstieg der Lebenserwartung nimmt gleichzeitig das Interesse an einer Steigerung der Lebensqualität innerhalb der Gesellschaft und im Bereich der Medizin zu⁶⁹. Die World Health Organization (WHO) definiert Lebensqualität folgendermaßen: "(...) an individual's perception of their position in life in the context of the culture and value systems in which they live and in relation to their goals, expectations, standards and concerns."¹⁷⁸. Ferner bezeichnet die WHO Lebensqualität als ein „umfassendes Konzept“, dass auf komplexe Weise durch psychische, physische und soziale Faktoren eines

Individuums beeinflusst wird ¹⁷⁸ und verdeutlicht damit den erheblichen Einfluss durch den subjektiven Gesundheitszustand und das allgemeine Wohlbefinden eines Individuums.

Dieser subjektiv wahrgenommene Gesundheitszustand als Teil des Gesamtkonzeptes „Lebensqualität“, bezeichnet man auch als „gesundheitsbezogene Lebensqualität (GLQ)“ ^{130, 129}. Diese stellt eine Ergänzung zu objektiv messbaren gesundheitsbezogenen Parametern dar und ist in diesem Zusammenhang als Evaluationskriterium in medizinischen Bereichen anerkannt ⁶⁸.

Beeinträchtigungen des stomatognathen Systems können sich negativ auf das soziale, funktionelle und psychologische Gesundheitsempfinden eines Patienten auswirken ^{88, 149}. Infolgedessen kann zum Beispiel eine insuffiziente prothetische Versorgung eines Patienten eine erhebliche Verschlechterung seiner Lebensqualität bewirken.

Auf Grund der engen Verbindung von Mundgesundheit und allgemeiner Gesundheit ⁶⁹ nimmt die „mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ)“ als ein Teilbereich der GLQ eine zentrale Stellung ein. Diese beschreibt die subjektive Wahrnehmung der Mundgesundheit durch das Individuum und umfasst Funktionseinschränkungen des Kauystems, orofaziale Schmerzen, dentofaziale Ästhetik und den psychosozialen Einfluss der Mundgesundheit als grundlegende Teilbereiche ⁶⁷.

Das Ineinandergreifen von Lebensqualität, gesundheitsbezogener Lebensqualität und mundgesundheitsbezogener Lebensqualität wird durch folgendes Schaubild (Abb. 7) in Anlehnung an *John und Micheelis* ⁶⁹ verdeutlicht:

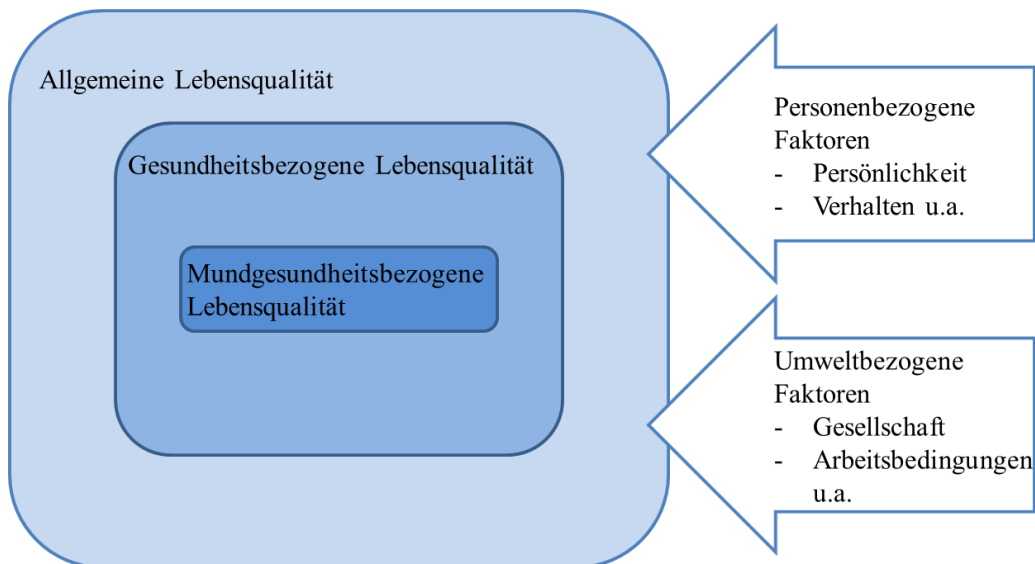


Abb. 7: Grafische Darstellung der Wechselbeziehung zwischen allgemeiner, gesundheitsbezogener und mundgesundheitsbezogener Lebensqualität. In Anlehnung an John und Micheelis⁶⁹.

Neben der klinischen Befundung und Beurteilung der Mundgesundheit durch den Zahnarzt, stellt das Urteil des Patienten somit eine sinnvolle Ergänzung zur Einschätzung eines Therapieverlaufs oder –erfolgs aus der Sicht des Patienten dar, da beide Urteile nicht immer übereinstimmen^{31, 58, 68, 69}.

Da man die subjektive Wahrnehmung des oralen Gesundheitszustandes nicht direkt messen kann, wurden eine Reihe verschiedener Instrumente entwickelt, mit deren Hilfe die funktionellen und psychosozialen Auswirkungen oraler Erkrankungen erfassbar sind^{68, 147}.

Der zu diesem Zweck in dieser Studie verwendete OHIP-Fragebogen soll im folgenden Abschnitt näher beschrieben werden.

Oral Health Impact Profile (OHIP)

Das Oral Health Impact Profile (OHIP) ist ein Fragebogen, der der Ermittlung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität dient.

Seine Entwicklung und Evaluation geht auf *Slade* und *Spencer*¹⁵⁰ zurück, die 1994 in Australien Interviews mit 64 zahnärztlichen Patienten durchführten. Dabei hatten sie das Ziel, Aussagen über Probleme und Einschränkungen zu gewinnen, die im Zusammenhang mit Erkrankungen des stomatognathen Systems stehen. Letztendlich wurden

46 relevante Aussagen verwendet und drei weitere aus einem bestehenden Katalog hinzugefügt ¹⁵⁰. Die Umformulierung dieser insgesamt 49 Aussagen in Fragen komplettierte die Entwicklung des OHIP-Fragebogens ¹⁴⁸. Inhaltlich können diese Fragen folgenden sieben Subskalen zugeordnet werden ⁶⁸:

- Funktionelle Einschränkungen
- Schmerzen
- Psychisches Unwohlsein / Unbehagen
- Physische Beeinträchtigung
- Psychische Beeinträchtigung
- Soziale Beeinträchtigung
- Benachteiligung / Behinderung

Diese sieben Ebenen einer möglichen Beeinträchtigung durch orale Erkrankungen basieren auf einem bereits 1988 von *Locker* ⁸⁸ entwickelten Konzeptes in Bezug auf die Mundgesundheit (Abb. 8). Beruhend auf der „International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps“ ¹⁷⁷ der WHO von 1980 sollte es der ausführlichen Darstellung des multidimensionalen Umfangs und der umfassenden Auswirkungen oraler Erkrankungen dienen.

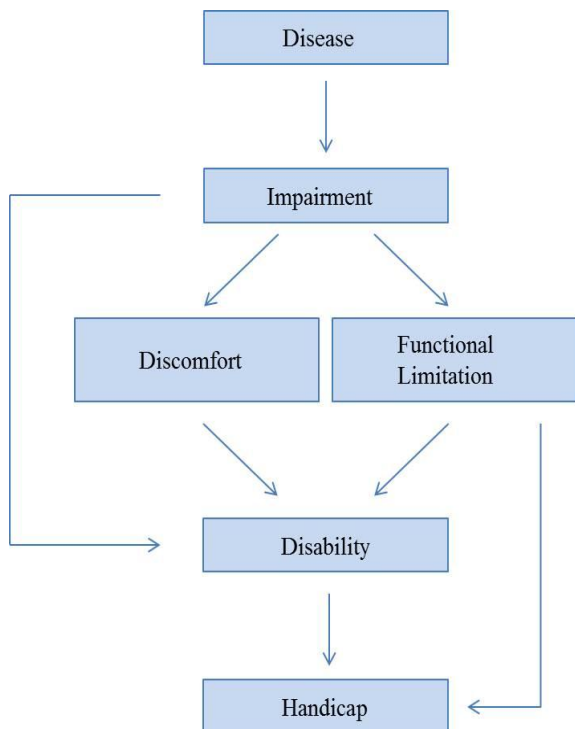


Abb. 8: Modell zur Mundgesundheit von Locker. Modifiziert nach *Slade und Spencer* ¹⁵⁰.

Das OHIP wurde ursprünglich für epidemiologische Studien entwickelt, findet aber zunehmend Verwendung in klinischen Studien, um die klinische Befunderhebung durch Informationen zur vom Patienten empfundenen Mundgesundheit und deren Einfluss auf seine Lebensqualität zu ergänzen^{43, 68, 75, 142}.

Der Fragebogen wird vom Patienten anhand eines mehrstufigen Bewertungssystems in Bezug auf einen bestimmten Zeitraum beantwortet. Die Beantwortung erfolgt je nach Schweregrad der subjektiv empfundenen Beeinträchtigung der Lebensqualität unter Verwendung folgender Skalierung: „nie“ = 0, „kaum“ = 1, „ab und zu“ = 2, „oft“ = 3, „sehr oft“ = 4^{68, 150, 148}. Dabei werden zur Auswertung entweder alle Einzelwerte der sieben Subskalen zu einem Gesamtwert summiert oder aber es erfolgt die Addition der Anzahl an Fragen, bei denen ein festgelegter Schwellenwert erreicht wurde (beispielsweise die Summe aller Fragen, bei denen „sehr oft“ angegeben wurde)¹⁴⁸. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse als Summe der einzelnen Subskalen aufzuteilen, um eine differenziertere Aussage über das Ausmaß der Beeinträchtigung auf entsprechender Ebene zu erhalten^{58, 150}. Hohe Summenwerte spiegeln dementsprechend eine starke Beeinträchtigung der MLQ wider^{4, 58}. In der englischen Originalversion existieren darüber hinaus Gewichtungsfaktoren, durch die die Fragen ihrer relativen Bedeutung entsprechend mehr oder weniger stark Einfluss auf die Gesamtsumme nehmen^{71, 148}.

Die zur Beantwortung des OHIP-Fragebogens benötigte Bearbeitungszeit ist aufgrund der hohen Anzahl an Fragen relativ umfangreich. Mit dem Ziel diese Bearbeitungszeit zu reduzieren und um die Anwendung des Fragebogens zu vereinfachen, entwickelte *Slade*¹⁴⁶ 1997 eine Kurzversion des OHIP, das OHIP-14. Dieser Fragebogen umfasst nur 14 Fragen aus dem Originalkatalog, dennoch werden Fragen aus jeder der sieben Kategorien verwendet. Slade kam zu dem Ergebnis, dass das OHIP-14 eine verlässliche und aussagekräftige Alternative zur Originalversion des OHIP darstellt¹⁴⁶. Dementsprechend ist die Kurzversion besonders zur Anwendung in der täglichen Praxis geeignet, um die MLQ der Patienten ohne großen Zeitaufwand zu kontrollieren.

Das OHIP ist international weit verbreitet und wurde in verschiedene Sprachen übersetzt^{58, 85, 108, 182, 188}. Es existiert auch eine deutsche Version, das OHIP-G, die, wie die Originalversion, 49 Elemente umfasst, welche um 4 weitere Fragen ergänzt wurden^{73, 69}. Darüber hinaus entwickelten *John et al.*⁷² Kurzformen für die deutsche Version des OHIP-G: das OHIP-G5, OHIP-G21 und OHIP-G14, das auf der englischen, 14 Fragen

umfassenden Kurzform von *Slade*¹⁴⁶ basiert. Die oben erwähnten Gewichtungsfaktoren existieren auch in der deutschen Version, allerdings bevorzugen die Autoren eine Auswertung durch einfache Summierung der den Antworten entsprechenden Zahlenwerten⁷³. Dementsprechend wurde bei der Auswertung des in dieser Studie verwendeten OHIP-G14-Fragebogens verfahren, sodass sich ein möglicher Gesamtwert von 0 bis 56 ergibt.

Zur Interpretation der OHIP-G-Gesamtwerte und zum Vergleich der Ergebnisse mit Werten aus der Gesamtbevölkerung wurden Normwerte für die Langversion des OHIP-G⁶⁹ und die drei verschiedenen Kurzformen⁷¹ entwickelt.

Insgesamt gilt das OHIP als gut validiert und stellt ein methodisch anspruchsvolles Instrument zur Evaluation der MLQ dar^{58, 68, 124}.

3.4.2 Patientenzufriedenheit

Wie bereits unter 3.4.1 erläutert, gewinnt die subjektive Wahrnehmung der oralen Gesundheit durch den Patienten mehr und mehr an Bedeutung in der Zahnmedizin. Dabei ist es besonders im Bereich der totalprothetischen Therapie im Sinne einer Qualitätsverbesserung von Bedeutung, Probleme bezüglich der Kaufunktion zu reduzieren und die Zufriedenheit der Patienten zu steigern⁵. Die Ermittlung der Patientenzufriedenheit, die signifikant mit der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität im Zusammenhang steht¹⁵⁹, stellt daher neben der Verwendung des OHIP-Fragebogens eine weitere Option zur Beurteilung der Prothesenfunktion dar.

*Fenlon et al.*³⁸ untersuchten die Übereinstimmung zwischen der zahnärztlichen Bewertung totaler Prothesen hinsichtlich ihrer Qualität und der Patientenbeurteilung bezüglich des Sitzes der Totalprothesen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Patienten in der Lage waren Prothesen unterschiedlicher Qualität zu differenzieren, dass aber die Beurteilung durch die Patienten nicht in allen Fällen mit der klinischen Beurteilung übereinstimmt. Diesbezüglich schlussfolgerten *Wolff et al.*¹⁸¹, dass die Qualität einer Totalprothese nicht in direktem Zusammenhang zur Patientenzufriedenheit steht. In einer Studie von *Čelebic et al.*²⁶ hingegen korrelierte die Beurteilung der Totalprothesen durch den Zahnarzt mit der Zufriedenheit der Patienten. So wird deutlich, dass eine qualitativ und technisch einwandfreie Totalprothese die Zufriedenheit der Patienten beeinflussen kann, sie garantiert diese allerdings nicht. Da demzufolge nicht in jedem

Fall davon ausgegangen werden kann, dass ein für den Zahnarzt perfektes Behandlungsergebnis mit der entsprechenden Zufriedenheit seitens des Patienten einhergeht, stellt die Zufriedenheit der Patienten als Maßstab zur Erfolgsbewertung eine nicht zu vernachlässigende Größe dar.

Weitere Studien zielten darauf, herauszufinden, welche Faktoren die Zufriedenheit von Patienten maßgeblich beeinflussen.

Häufig geben Patienten weniger Probleme mit der Oberkiefer-Totalprothese als mit der Unterkiefer-Totalprothese an^{5, 26, 31, 181}. Diesbezüglich sehen einige Autoren einen Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes und dem Tragekomfort einer Unterkiefer-Totalprothese^{36, 181}. Ferner kamen *Fenlon* und *Sherriff*³⁶ zu dem Ergebnis, dass eine korrekte Kieferrelation und die Stabilität der Unterkiefer-Totalprothese einen entscheidenden Einfluss auf die Patientenzufriedenheit haben. Dass die Funktion der unteren Totalprothese die Zufriedenheit von Patienten beeinflusst, erläuterten auch *Langer et al.*⁸⁴.

Für *Wolff et al.*¹⁸¹ stellt der Speichelfluss in diesem Zusammenhang durch seine Wirkung auf den Prothesenhalt und –komfort, die Kaufunktion und die Sprachlautbildung einen wichtigen Faktor dar¹⁸¹. Allerdings sind anatomische, klinische und technische Parameter nicht die einzigen Determinanten für eine erfolgreiche prothetische Versorgung^{24, 159}. Ebenso spielen psychisch bedingte Faktoren, wie zum Beispiel die Anpassungsfähigkeit der Patienten³⁶, ihre Einstellung¹⁷² gegenüber Totalprothesen und auch die Beziehung zwischen Zahnarzt und Patient²³ eine wichtige Rolle für die Zufriedenheit eines Patienten mit seinen Prothesen.

3.4.3 Kaufunktion

Ein wichtiges Ziel der totalprothetischen Rehabilitation ist die Verbesserung und Wiederherstellung der Kaufunktion. Diese lässt sich anhand der Kaeffizienz eines Individuums beurteilen. Die Kaeffizienz kann als „Fähigkeit, Nahrung innerhalb einer definierten Anzahl von Kauzyklen zu Partikeln unterschiedlicher Größe zu zerkleinern“^{91, 111} beschrieben werden. In einer Studie von *Fontijn-Tekamp et al.*⁴² wurde die Kaeffizienz durch die Anzahl von Kauzyklen definiert, die benötigt wurden, um ein Testnahrungsmittel auf eine bestimmte Größe zu zerkleinern. Die Kauleistung hingegen wurde in dieser Studie durch die Größe der resultierenden Partikel nach einer gewissen Anzahl

an Kauzyklen beschrieben. Für *Gunne*⁵³ wiederum wird die Kaeffizienz durch die Fähigkeit der Oberflächenvergrößerung eines Testnahrungsmittels als Folge des Kauvorgangs charakterisiert.

Verglichen mit natürlich bezahnten Individuen, ist es für Totalprothesenträger häufig schwieriger Nahrungsmittel zu zerkleinern, wobei dies in vielen Fällen auf die Instabilität der Prothesen und eine verringerte Kaukraft zurückzuführen ist^{31, 47, 56, 151, 169}. Die verringerte Kaukraft von Totalprothesenträgern lässt sich auch durch den im Alter sinkenden Querschnitt der Kaumuskulatur erklären¹¹³. *Fontijn-Tekamp et al.*⁴² untersuchten die mit unterschiedlichen prothetischen Versorgungen erzielbare Kaeffizienz. Dabei wiesen Totalprothesenträger bei atrophiertem Kiefer im Vergleich zu natürlich bezahnten oder mit implantatgetragendem Zahnersatz versorgten Patienten die geringste Kaeffizienz auf.

*Müller und Nitschke*¹¹¹ gehen davon aus, dass die maximal erzielbare Kaukraftentwicklung bei Totalprothesenträgern durch die Schmerzempfindlichkeit des Prothesenlagers limitiert werde, was auf die reine Schleimhautlagerung zurückzuführen sei. In diesem Zusammenhang gehen sie davon aus, dass die Kaeffizienz auch durch passgenauen totalen Zahnersatz nicht vollständig wiederherstellbar ist. Dieser Meinung ist auch *Gunne*⁵⁴, allerdings geht er davon aus, dass die Patienten die geringere Kaeffizienz durch eine höhere Anzahl an Kauzyklen teilweise kompensieren.

Die Kaufunktion von Individuen kann subjektiv und objektiv beurteilt werden. In diesem Zusammenhang existieren Studien, die eine subjektive Beurteilung des Kauvermögens der Patienten durch die Evaluation von Fragebögen oder Interviews beinhalteten^{17, 61, 66, 119, 165}. Zur objektiven Beurteilung der Kaeffizienz dienen Kauffunktionstests, bei denen beispielsweise der Grad der Zerkleinerung von Testnahrungsmitteln beurteilt wird. Allerdings korreliert die subjektive Einschätzung der Kaufähigkeit durch die Patienten mittels Fragebogen oder Interviews häufig nicht oder nur kaum mit den Ergebnissen objektiver Tests^{22, 55, 152}. Die Selbsteinschätzung der Patienten ist in den meisten Fällen weitaus höher als das Ergebnis eines Kauffunktionstests. Dies gilt vor allem für Patienten mit Totalprothesen und reduziertem Restgebiss²².

Kauffunktionstest

Zur Untersuchung der Kauffunktion bzw. zur Bewertung der Kaeffizienz wurden unterschiedliche Testmethoden entwickelt.

Einige dieser Kauffunktionstests beinhalteten die Auswertung von Partikelgrößen als Ergebnis der Zerkleinerung von Testmaterialien unter standardisierten Bedingungen, wobei eine gewisse Anzahl an Kauzyklen oder aber eine gewisse Zeit zur Zerkleinerung vorgegeben wurden. Als Testmaterial dienten natürliche Nahrungsmittel, wie zum Beispiel Mandeln^{54, 109}, Kaffeebohnen¹³⁸, Weingummi⁶¹, Karotten^{91, 114}, modifizierte natürliche Materialien wie gehärtete Gelatine⁵³ oder aber künstliche Materialien, wie zum Beispiel Silikon (Optosil®, Bayer AG, Leverkusen, Deutschland; Version 1980)^{153, 151, 171}, Paraffin^{6, 132} oder Kaugummi^{86, 99, 125, 136}. Ein Vorteil natürlicher Testnahrungsmittel stellt der alltägliche Kontakt und die Vertrautheit der Patienten mit ihnen dar¹⁶⁹. Ihre Verwendung im Vergleich zu künstlichen Testmaterialien birgt allerdings die Gefahr, dass ihre physikalischen Eigenschaften variieren können und dass die einheitliche Herstellung von Proben möglicherweise schwieriger ist^{136, 153}.

Für *Slagter et al.*¹⁵¹ stellte „Optocal“ ein geeignetes Material zur Beurteilung der Kaueffizienz auf Silikonbasis dar. Es eigne sich auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften besonders zur Beurteilung der Kaueffizienz von Totalprothesenträgern. Es handelt sich dabei um eine Mischung aus Optosil® (Bayer AG, Leverkusen, Deutschland; Version 1980) mit Zahnpasta, Vaseline, Dentalgips und Alginatpulver. Dieses wurde mit der geeigneten Katalysatorpaste gemischt und schließlich im vollständig abgebundenen Zustand in Würfel geschnitten als Testnahrungsmittel verwendet.

Die Evaluierung der Kaueffizienz erfolgte je nach Testmethode nach unterschiedlichen Verfahren, die im folgenden Abschnitt erläutert werden sollen.

Die „Siebmethode“ stellt eine häufig verwendete Methode zur objektiven Einschätzung der Kaueffizienz dar^{55, 91, 153}. Dabei werden Testnahrungsmittel unter standardisierten Bedingungen zerkaut und die dabei entstehenden Partikel im Anschluss daran mittels aufeinander folgenden Siebssystemen in absteigender Maschengröße den unterschiedlichen Partikelgrößen entsprechend aufgeteilt. Nach der Trocknung werden diese Siebe gewogen und dadurch schließlich die Verteilung der Partikelgrößen ermittelt. Diese Methode gilt als Goldstandard zur Bewertung der Kaueffizienz¹¹¹. Auch *Lucas und Luke*⁹¹ führten Untersuchungen zur Kaufunktion anhand der Siebtechnik durch. Sie benutzten dafür standardisierte Karottenscheiben und untersuchten die nach einer bestimmten Anzahl an Kauzyklen entstehenden Partikelgrößen. Karotten stellten ihrer Meinung nach ein geeignetes Testnahrungsmittel dar, da die einzelnen Partikel nicht verklumpen.

*Van der Bilt et al.*¹⁷¹ stellten 1993 eine Studie vor, in der die Partikelzerkleinerung eines Silikonmaterials anhand der Siebmethode und eines optischen Scanverfahrens verglichen wurde. Es stellte sich heraus, dass beide Verfahren hinsichtlich des Grades der Partikelzerkleinerung identische Werte ergaben, allerdings ergab die anhand des Scans ermittelte mediane Partikelgröße Werte, die im Vergleich um den Faktor 1,3 höher waren als die der Siebmethode. In einer darauf folgenden Studie von *Mowlana et al.*¹⁰⁹ verglichen diese erneut beide Methoden unter Verwendung von Mandeln als Testmaterial, die durch vollbezahnte Probanden zerkaut wurden. Die Ergebnisse beider Verfahren erwiesen sich als vergleichbar und die Autoren betonten die schnellere und einfacher durchführbare Anwendung des optischen Scanverfahrens.

*Gunne*⁵³ entwickelte eine photometrische Methode, bei der die Farbstoffkonzentration innerhalb einer Lösung gemessen wurde, nachdem zerkauter Gelatinepartikel in diese eingebracht wurden. Die Farbstoffkonzentration der Lösung korrelierte dabei mit der Oberfläche der in ihr befindlichen zerkauten Gelatinepartikel.

Eine weitere Möglichkeit zur Bewertung der Kaufunktion ist die Fähigkeit eines Individuums zur Durchmischung eines Testmaterials. Dazu wurden sogenannte „Mixing Ability Tests“¹³³ entwickelt zu deren Durchführung zweifarbige Testnahrungsmittel verwendet wurden. Der Durchmischungsgrad dieser Materialien wurde im Anschluss an eine unterschiedliche Anzahl an Kauzyklen mittels Kamera oder Scanner computergestützt analysiert oder aber mittels visueller Betrachtung bewertet. Die Methode ist besonders zur Bewertung der Kaueffizienz von Patienten mit reduziertem Kauvermögen geeignet^{155, 170}. *Sato et al.*¹³² verwendeten zweifarbige Paraffinwürfel als Testnahrungsmittel und zeichneten die Ergebnisse mit einer CCD-Kamera auf. Diese wurde an ein Fotoanalyseprogramm gekoppelt, womit schließlich die Auswertung durchgeführt wurde. Der Farbdurchmischung zur Bewertung der Kaufunktion wurde anschließend in Form des „Mixing Ability Index“ berechnet. Ein Vergleich dieses Verfahrens mit der Siebmethode in einer weiteren Studie von *Sato et al.*¹³³ führte zu übereinstimmenden Ergebnissen, was die Aussagen der Autoren zur Validität und Zuverlässigkeit ihres Verfahrens bekräftigte.

In anderen Studien hingegen wurde die Kaufunktion anhand der Farbveränderung von zweifarbigen Kaugummi als Testmaterial beurteilt^{86, 99, 125, 136}. Im Vergleich zu *Liedberg et al.*⁸⁶, die eine visuelle Beurteilung des Kaugummi-Bolus durchführten, verwendeten *Matsui et al.*⁹⁹ und *Prinz*¹²⁵ computergestützte optische Verfahren zur Evaluation

der Kaugummi-Boli. Eine in den beiden letzteren Studien durchgeführte Abflachung der Testboli zur Vermeidung von Schatten- und Artefaktbildungen durch die optischen Verfahren, ermöglichte eine bessere Beurteilbarkeit und exaktere Testergebnisse als eine Bewertung des unveränderten Bolus¹²⁵. Zu diesem Schluss kamen auch *Schimmel et al.*¹³⁶, die sowohl eine visuelle als auch eine computergestützte Analyse der Kaugummi-Boli durchführten.

*Nguyen*¹¹⁴ entwickelte einen Kaufunktionstest, dessen Auswertung auf visueller Beurteilung anhand einer 6-stufigen Bewertungsskala beruht. Er hatte das Ziel, einen möglichst einfach durchführbaren Kaufunktionstest zur Beurteilung der Kaueffizienz bei geriatrischen Patienten zu entwickeln. In einer Voruntersuchung, in der unterschiedliche Nahrungsmittel zur Untersuchung der Kaufunktion getestet wurden, erwies sich die Verwendung von Karottenscheiben als geeignet. Eine standardisierte Karottenscheibe (1cm dick x 2cm Durchmesser) wurde für 45 Sekunden durch den Probanden so gut wie möglich zerkaut und das Ergebnis fotografisch dokumentiert. Eine Evaluation erfolgte anhand einer 6-stufigen Bewertungsskala visuell. Auch in Studien von *Melchheier-Weskott*¹⁰⁵, *Brinkert*¹⁸, *Beißner*¹⁰ und *Schmidt*¹³⁷ fand diese Art des Kaufunktionstests Verwendung. *Wöstmann et al.*¹⁸⁶ untersuchten den Einfluss der Optimierung des Zahnersatzes auf den Ernährungszustand und die Lebensqualität von 47 Probanden. Dabei wurde anhand des oben beschriebenen Kauffunktionstests festgestellt, dass die Kaueffizienz nach einer Optimierung des Zahnersatzes signifikant zunimmt, allerdings wurde kein Zusammenhang zu den anderen Testparametern deutlich. Die beschriebene Methode wird durch die visuelle Beurteilung subjektiv beeinflusst, allerdings handelt es sich um eine schnelle und einfach durchführbare Testmethode, durch die es möglich ist, ohne aufwändige Verfahren im Labor, Rückschlüsse auf die Kaueffizienz von Patienten zu ziehen.

3.4.4 Beeinflussung der Sprachlautbildung

Zur Rehabilitation eines zahnlosen Patienten mit einer Totalprothese werden die fehlenden Zähne und zudem die Anteile der Kiefer ersetzt, die durch Resorptionsvorgänge verloren gegangen sind. Dies führt dazu, dass für die Artikulation bedeutende Bereiche in Kunststoff nachgebildet werden. Als „akzessorische Lautbildner“¹⁸⁰ sind in diesem Zusammenhang unter anderem die Zähne, die Zunge, die Lippen und der Gaumen von

besonderer Bedeutung. Dies verdeutlicht, dass die Sprachlautbildung eines Patienten erheblich durch die Insertion einer Totalprothese beeinflusst werden kann.

*Pound*¹²² beschrieb schon 1951, dass sich eine inkorrekte Zahnaufstellung negativ auf die Artikulation auswirken kann. Insbesondere im Unterkiefer sei eine Einengung des Zungenraumes zu vermeiden. Er kam zu dem Schluss, dass eine natürliche Aussprache nur durch eine den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Prothesengestaltung ermöglicht werde und weicht dazu von einer Zahnaufstellung im Zentrum des Kieferkamms ab.

Ferner scheint ein verbesserter Prothesenhalt maßgeblich zu einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit zu führen^{28, 158}.

*Mehring*¹⁰⁴ erläutert, dass die Sprachlautbildung auf erlernten Funktionsmustern beruht, die auf Grund ihrer festen Verankerung im neuromuskulären System auch einige Zeit nach einer abrupten Veränderung (z.B. Zahnverlust) bestehen bleiben. Falls eine prothetische Versorgung nicht an das bestehende neuromuskuläre Funktionsmuster angepasst werde, so könne diese als Hindernis empfunden werden. Folglich müssten bestehende Funktionsmuster zur Anpassung an die neue Situation umgestellt werden. Diese Adaptationsvorgänge können gerade für ältere Patienten allerdings mit großen Schwierigkeiten verbunden sein⁹⁶. Somit ist auch aus phonetischer Sicht zu beachten, dass Totalprothesen an die funktionellen oralen Bewegungsmuster eines Patienten angepasst werden und dadurch folglich nicht als Fremdkörper empfunden werden^{104, 120}. Aus diesem Grund verleiht *Mehring*¹⁰⁴ der Beachtung einer Zahnaufstellung entsprechend der ursprünglichen Zahnposition sogar mehr Gewicht als der Passform der Prothesenbasis in Bezug auf die Herstellung von Totalprothesen.

Auch *Tanaka*¹⁶⁴ betont die Bedeutung der Zahnposition für eine korrekte Sprachlautbildung und stellte in seiner Studie fest, dass sich die Sprachverständlichkeit im Laufe der Tragezeit neu angefertigter Totalprothesen verbesserte und erklärte dies anhand von Adaptationsprozessen des Sprachmechanismus im Laufe der Zeit. Eine Studie von *Knipfer et al.*⁸⁰, in der Sprachaufzeichnungen eine Woche vor und sechs Monate nach der Rehabilitation mit neuen Oberkiefer-Totalprothesen durchgeführt wurden, zeigte ebenfalls eine signifikante Verbesserung der Sprachverständlichkeit.

Im Gegensatz dazu stellten *Weber et al.*¹⁷⁶ in ihrer Studie zum Einfluss des Verlustes der Seitenzähne auf die Sprachlautbildung fest, dass sich nur geringfügige Unterschiede in der Sprachlautbildung durch unterschiedliche Bezahnungsvarianten direkt nach Ein-

fügen der Testprothesen zeigten. Zur Nachahmung unterschiedlicher Bezahnungsvarianten wurden Versuchsprothesen für zahnlose Probanden angefertigt, deren Aufstellung von voller Bezahnung bis hin zum kompletten Verlust der Seitenzähne reichte. Durch unterschiedliche Kombinationen dieser Versuchsprothesen wurde es möglich, verschiedene Bezahnungsvarianten zu imitieren. Zur objektiven und subjektiven Bewertung der Unterschiede in der Sprachlautbildung erfolgte eine computergestützte Analyse und auditive Bewertung eines zuvor von den Probanden vorgelesenen und digital aufgezeichneten Lesetextes („Nordwind und Sonne“; Äsop ca. 620 - 560 v. Chr.). Die nur geringfügigen Veränderungen in der Sprachlautbildung, direkt nach dem Eingliedern der Versuchsprothesen, erklärten sie durch die Kompensationsfähigkeit der Artikulation innerhalb des in dieser Studie gewählten relativ kurzen Beobachtungszeitraums.

4 Material und Methode

4.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine prospektive klinische Studie mit intraindividuellem Vergleich von Unterkiefer-Totalprothesen, die auf unterschiedliche Weise hergestellt wurden. Insgesamt wurden 22 Patienten, die mit Totalprothesen versorgt waren, in die Studie miteinbezogen.

Die aktuellen Totalprothesen der Probanden wurden durch die die Studie durchführende Zahnärztin (Frau Künkel) und einen weiteren Zahnarzt (Herr Dr. Rehmann; leitender Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Gießen und Marburg; Standort Gießen) auf ihre regelrechte Ausführung hin überprüft. Falls diese für verbesserungsbedürftig befunden wurden, erfolgte zunächst eine Korrektur.

Anschließend wurden die Patienten nach dem im Folgenden beschriebenen Verfahren mit neuen Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht versorgt. Die Bewertung der MLQ erfolgte anhand des OHIP-G14-Fragebogens vor und nach Eingliederung der Totalprothesen. Der Prothesenhalt im Allgemeinen, sowie beim Sprechen und Kauen wurde anhand eines Fragebogens durch die Patienten bewertet. Zusätzlich wurden objektive Veränderungen hinsichtlich der Kaufunktion und der Sprachlautbildung mit Hilfe eines Kauffunktionstests und der auditiven Auswertung einer Sprachaufzeichnung evaluiert. Das Auftreten rezidivierender Druckstellen wurde dokumentiert.

Die Patientenrekrutierung und die Behandlung erfolgten in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Gießen und Marburg (Standort Gießen) in einem Zeitraum vom Februar 2013 bis April 2014.

4.1.1 Einschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Patienten, die

- mindestens 18 Jahre alt waren,
- im Unterkiefer zahnlos waren,
- einen atrophierten Unterkiefer aufwiesen,
- aus den unterschiedlichsten Gründen nicht mit Implantaten versorgt wurden,

- mit einer konventionell hergestellten Unterkiefer-Totalprothese nicht zufriedenstellend versorgt werden konnten.

4.1.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen von der Studie wurden Patienten, die

- an malignen Tumoren litten,
- sich zum Zeitpunkt der Studie oder vorher einer Strahlentherapie unterzogen hatten,
- nicht bereit oder unfähig waren, ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie zu geben.

4.1.3 Auswahl der Probanden

Bei den Probanden handelte es sich, bis auf eine Patientin, die von ihrem Hauszahnarzt überwiesen wurde, um Patienten aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Gießen und Marburg (Standort Gießen).

Es erklärten sich 22 Patienten bereit, im Rahmen der klinischen Studie mit neuen Unterkiefer-Totalprothesen versorgt zu werden. Die Patienten waren im Alter von 51 bis 88 Jahren (Durchschnittsalter 71 Jahre), davon zwölf Patienten männlich und zehn weiblich. Bei drei Patienten erfolgte zunächst die Neuanfertigung von Totalprothesen für Ober- und Unterkiefer auf konventionelle Weise, da der vorhandene Zahnersatz den Ansprüchen beider Prüfwärzte nicht genügte. Ebenso erfolgte bei vier weiteren Patienten zunächst eine Unterfütterung der aktuellen Totalprothesen, dabei handelte es sich jeweils zweimal um Oberkiefer-Totalprothesen und zweimal um Unterkiefer-Totalprothesen. Ein Proband brach die Studie aus gesundheitlichen Gründen bereits vorzeitig ab, sodass sich die Anzahl der Probanden, die komplett an der Studie teilnahmen, auf 21 reduzierte.

4.1.4 Aufklärung

Patienten, die die Einschlusskriterien für die klinische Studie erfüllten, wurden mündlich über das klinische Vorhaben informiert und bei Interesse für einen Gesprächstermin einbestellt. In einem ausführlichen Gespräch wurden die Probanden durch die die Studie

durchführende Zahnärztin vor Studienbeginn aufgeklärt. Dabei wurden insbesondere das Ziel der klinischen Studie und der Behandlungsablauf allgemein verständlich und detailliert anhand von Fotos dargestellt und erklärt.

Das Aufklärungsgespräch enthielt außerdem folgende Informationen:

- Leitung der klinischen Studie
- Ziel, Dauer und praktischer Studienablauf
- Vorteile für den Patienten
- zu erwartende Risiken und Belastungen
- Schutz der persönlichen Daten
- Versicherungsschutz im Falle einer Gesundheitsschädigung
- Widerrufsmöglichkeit der Einwilligungserklärung ohne persönliche Nachteile für den einzelnen Probanden

Im Anschluss an das Aufklärungsgespräch hatten die Patienten ausreichend Gelegenheit Fragen zu stellen und es wurde Zeit gewährt, um die Teilnahme an der Studie zu überdenken.

4.1.5 Einverständniserklärung

Ihr Einverständnis zur Teilnahme an der klinischen Studie erteilten die Patienten durch ihre eigenhändige Unterschrift auf einem dafür vorgesehenen Aufklärungs- und Einwilligungsbogen (siehe Anhang). Eine Kopie wurde allen Patienten für ihre persönlichen Unterlagen ausgehändigt.

4.1.6 Datenschutz

Die Durchführung der klinischen Studie erfolgte nach den Bestimmungen des hessischen Datenschutzgesetzes. Diesem unterliegen insbesondere die Erhebung aller Daten, ihre Verarbeitung und Speicherung, sowie die Weitergabe. Da alle an der Studie beteiligten Mitarbeiter der Verschwiegenheit verpflichtet sind, ist die Sicherheit der Patientendaten außerdem gewährleistet. Vor einer Veröffentlichung der Ergebnisse wurden personenbezogene Daten unkenntlich gemacht und anonymisiert.

4.1.7 Zustimmung der Ethik-Kommission

Die Ethik-Kommission am Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen stimmte dem Untersuchungsvorhaben am 14.07.2011 (AZ 162/11) zu.

4.2 Behandlungsablauf

Abb. 9 gibt zunächst einen Überblick über den Verlauf der Studie:

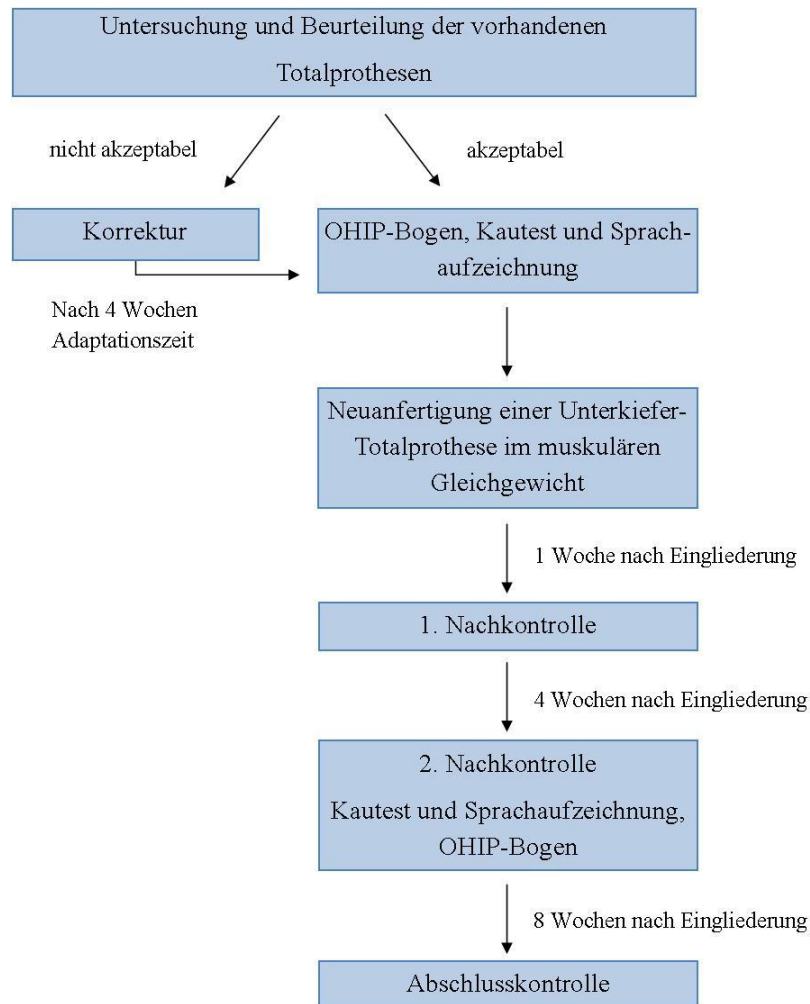


Abb. 9: Studienverlauf

4.2.1 Beurteilung der vorhandenen Totalprothesen

Wie bereits erwähnt, wurden die Probanden zunächst durch die die Studie durchführende Zahnärztin untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf die Überprüfung der Qualität und die korrekte Ausführung der aktuellen Totalprothesen gelegt. Diese Beurteilung erfolgte in Anlehnung an die Richtlinien der multizentrischen Befunddo-

kumentation, die in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums in Gießen und Marburg (Standort Gießen) verwendet werden. Die Untersuchungskriterien sind auf der folgenden Seite aufgeführt (Tab. 1).

Die Gesamtbeurteilung des Zahnersatzes wurde im Anschluss an die Untersuchung durch einen weiteren Zahnarzt (Herr Dr. Rehmann; leitender Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Gießen und Marburg; Standort Gießen) überprüft. Falls der vorhandene Zahnersatz Behandlungsbedarf aufzeigte, mussten die Prothesen zunächst optimiert werden, damit bei allen Probanden zu Beginn der Studie eine auf konventionelle Weise bestmöglich erzielbare Versorgung zu Grunde lag.

Tab. 1: Beurteilungskriterien für Totalprothesen

<p>Ausdehnung: Visuelle Bewertung der allgemeinen Prothesenausdehnung</p>	<p><u>Oberkiefer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tubera und A-Linie umfasst <input type="checkbox"/> Tubera und A-Linie erreicht <input type="checkbox"/> Tubera re/li bzw. A-Linie nicht erreicht <input type="checkbox"/> Stark überextendiert <input type="checkbox"/> Stark unterextendiert <p><u>Unterkiefer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tuberkulae und Cristae umfasst <input type="checkbox"/> Tuberkulae und Cristae teilweise umfasst <input type="checkbox"/> Cristae erreicht <input type="checkbox"/> Tuberkulae nicht umfasst <input type="checkbox"/> Cristae nicht erreicht <input type="checkbox"/> Stark überextendiert <input type="checkbox"/> Stark unterextendiert
<p>Funktionsrand: Visuelle Bewertung der Ausdehnung des Funktionsrandes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Perfekt <input type="checkbox"/> Geringfügige Interferenzen <input type="checkbox"/> Überextendiert <input type="checkbox"/> Unterextendiert
<p>Kongruenz: Beurteilung der Basiskongruenz mittels Sealabformung mit C-Silikon (Xantopren comfort)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Exakte Übereinstimmung <input type="checkbox"/> Geringfügige Inkongruenzen <input type="checkbox"/> Inkongruenzen <input type="checkbox"/> Unterfütterungsbedürftig
<p>Zahnbogen: Visuelle Beurteilung der Ausdehnung des Zahnbogens</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ideal <input type="checkbox"/> Vertretbar <input type="checkbox"/> Zu weit <input type="checkbox"/> Zu eng <input type="checkbox"/> Erheblich zu weit <input type="checkbox"/> Erheblich zu eng
<p>Pflegefähigkeit : Visuelle Beurteilung der Ausführung der Prothesen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hervorragend <input type="checkbox"/> Gut <input type="checkbox"/> Geringe Mängel <input type="checkbox"/> Nicht pflegefähig
<p>Technischer Zustand: Visuelle Beurteilung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hervorragend <input type="checkbox"/> Akzeptabel <input type="checkbox"/> Verfärbungen der Basis oder der Zähne <input type="checkbox"/> Defekte/Abplatzungen der Basis oder der Zähne
<p>Ästhetik: Visuelle Beurteilung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hervorragend <input type="checkbox"/> Gut <input type="checkbox"/> Beeinträchtigt <input type="checkbox"/> Schlecht
<p>Okklusion: Visuelle Beurteilung der statischen Okklusion in akzeptabler Kondylenposition</p> <p>Visuelle Beurteilung der dynamischen Okklusion</p> <p>Visuelle Beurteilung der Kauebene</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Gesicherte Interkuspitation <input type="checkbox"/> Störungsfrei <input type="checkbox"/> Geringe Interferenzen <input type="checkbox"/> Starke Suprakontakte bzw. Infraokklusion <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Diagonal und sagittal äquilibriert <input type="checkbox"/> Diagonal oder sagittal äquilibriert <input type="checkbox"/> Nicht äquilibriert <input type="checkbox"/> Gestört <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Korrekt <input type="checkbox"/> Akzeptabel <input type="checkbox"/> Nicht akzeptabel
<p>Abschlussbeurteilung: notwendige Therapie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Keine Therapie notwendig <input type="checkbox"/> Unterfütterung notwendig <input type="checkbox"/> Sprungreparatur/Bruchreparatur <input type="checkbox"/> Nachregistrieren zur Okklusionskorrektur <input type="checkbox"/> Neuaufstellung von Zähnen <input type="checkbox"/> Vollständige Neuanfertigung erforderlich

4.2.2 Verfahren zur Neuanfertigung von Unterkiefer-Totalprothesen

Zu Beginn waren Situationsmodelle des unbezahnten Unterkiefers und der prothetischen Versorgung des Oberkiefers erforderlich, die auf Grundlage von Alginatabformungen (CAVEX CA37, Cavex, Norden, Deutschland) aus Hartgips hergestellt wurden. Diese wurden mit Hilfe einer handgeführten Kieferrelationsbestimmung mittels individuellen Löffels mit Wachswall einander zugeordnet und in korrekter Vertikaldimension in einen Artikulator eingebaut. Im Anschluss wurde eine individuelle Löffelbasis aus lichthärtendem Kunststoff (lichthärtende Löffelplatten rosa, Saure Dental, Lengerich, Deutschland) auf dem Unterkiefermodell angefertigt (Abb. 10, Abb. 11). Diese dient der Fixierung der vertikalen Kieferrelation und besitzt dazu im Seitenzahnbereich Aufbisswälle aus Kunststoff, die auf vier Kunststoffstempeln fixiert werden. Der Bereich zwischen den Stempeln und in der Front bleibt frei von Kunststoff und ermöglicht später eine uneingeschränkte Abformung der Weichgewebe.

Dieses Abformgerüst wurde am folgenden Behandlungstermin am Patienten anprobiert und soweit eingekürzt, dass es vollständig muskelfrei war. Als Abformmaterial wurde Cushion Grip® (Firma Merck & Co., Inc., USA) auf die Ober- und Unterseite des Löffels aufgetragen (Abb. 12). Es handelt sich dabei um ein thermoplastisches, eigentlich provisorisches Unterfütterungsmaterial, welches zuvor im Wasserbad auf 70°C erwärmt und somit erweicht wurde. Der Patient erhielt nach dem Einfügen des Löffels in den Mund genaue Tragehinweise und eine Pflegeanleitung. Die Basis wurde nun vom Patienten für zwei Tage so viel wie möglich getragen, so dass sich die Abformmasse entsprechend dem Gleichgewicht der beteiligten Muskulatur und der Weichgewebe einstellen konnte. Sie wurde allerdings aus hygienischen Gründen (Impaktierung von Speiseresten) zum Essen herausgenommen.

Im Anschluss an die zweitägige Tragezeit erschien der Patient erneut zu einer Sealabformung zur Oberflächenglättung mit einem C-Silikon (Xantopren® Comfort Light/Medium, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Deutschland) (Abb. 13, Abb. 14).

Anschließend wurde die Abformung durch das zahntechnische Labor eingebettet und es erfolgte eine Überführung in Kunststoff (Paladon® 65, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Deutschland). Der so entstandene Prothesenrohling, auf dem noch keine Zähne aufgestellt wurden, wurde schließlich eingliedert und vom Patienten für zwei Wochen getragen (Abb. 15, Abb. 16). War der Patient zufrieden, wurde der Rohling durch das Labor Stück für Stück zur zukünftigen Prothese umgearbeitet und die Zähne entsprechend

der vestibulo-oralen Ausdehnung des Prothesenrohrlings zunächst in Wachs aufgestellt. Um die vestibulo-orale Ausdehnung des Rohrlings bei den Umarbeitungsvorgängen beizubehalten, wurden vestibuläre und linguale Vorwälle als Index aus Silikon (Sheraduent-Soft, SHERA Werkstoff-Technologie GmbH & Co KG, Lemförde, Deutschland) angefertigt (Abb. 17, Abb. 18).

Nach einer zufrieden stellenden Wachsprobe am Patienten, wurde die Unterkiefer-Totalprothese durch das Labor fertig gestellt und in der nächsten Behandlungssitzung eingegliedert (Abb. 19, Abb. 20). Zur Okklusionskontrolle erfolgte eine Remontage der Totalprothesen im Artikulator.



Abb. 10: Individueller Abformlöffel aus Kunststoff in Modellansicht



Abb. 11: Individueller Abformlöffel im Mund des Patienten



Abb. 12: Abformlöffel mit appliziertem Cushion Grip® im Mund des Patienten



Abb. 13: Abformlöffel nach einer Tragezeit von zwei Tagen



Abb. 14: Sealabformung zur Oberflächenglättung

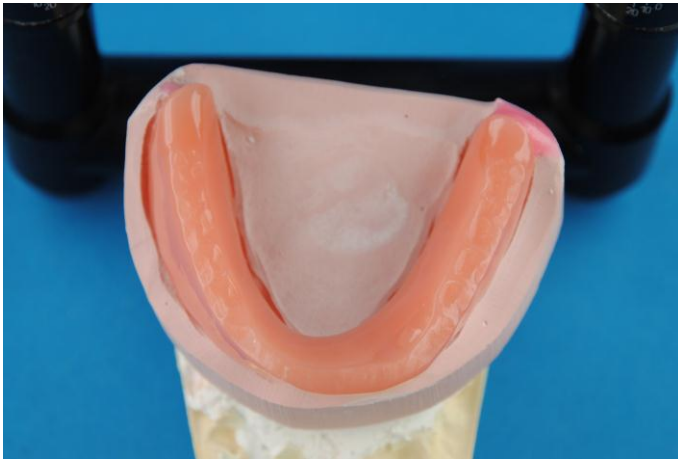


Abb. 15: Prothesenrohling in Modellansicht



Abb. 16: Prothesenrohling im Mund des Patienten



Abb. 17: Zahnaufstellung in korrekter vestibulo-oraler Position



Abb. 18: Fertige Zahnaufstellung im muskulären Gleichgewicht

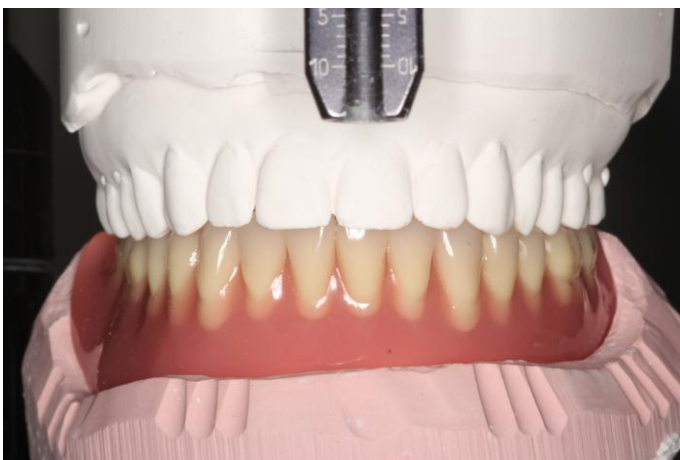


Abb. 19: Fertiggestellte Totalprothese in Modellansicht



Abb. 20: Fertige Totalprothese im Mund des Patienten

4.3 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte wie in Abb. 9 bereits dargestellt. Wurden die vorhandenen Totalprothesen als akzeptabel bewertet, konnten die Beantwortung des OHIP-G14-Fragebogens, der Kaufunktionstest und die Sprachaufzeichnungen direkt durchgeführt werden. Erfolgte zunächst eine Korrektur des Zahnersatzes, erfolgte die Datenerhebung nach einer Adaptationszeit von vier Wochen nach der Eingliederung. Für alle Patienten wurden die Daten erneut am Ende der Studie, vier Wochen nach Eingliederung der neu angefertigten Unterkiefer-Totalprothese, erhoben. Falls zu diesem Zeitpunkt allerdings noch Druckstellen vorhanden waren, wurden entsprechende Korrekturen durchgeführt und die Daten ein weiteres Mal acht Wochen nach der Eingliederung der Prothesen erhoben, um eine ausreichende Adaptation zu gewährleisten. Zur Gesamtauswertung wurden nur die Daten zu den Auswertungszeitpunkten verwendet, an denen die Patienten beschwerde- und druckstellenfrei waren.

4.3.1 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-Fragebogen)

Die 14 Fragen umfassende deutsche Version des Oral Health Impact Profile – Fragebogens (OHIP-G14)^{70, 72} wurde durch die Patienten ausgefüllt, um eine Aussage über die subjektive Wahrnehmung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität zu erhalten. Insbesondere wurde untersucht, ob Veränderungen in Folge der Versorgung mit den Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht aufgetreten sind.

Zur Auswertung des OHIP-Fragebogens wurden die den einzelnen Antwortmöglichkeiten entsprechenden Zahlenwerte zu einem Gesamtwert aufsummiert.

4.3.2 Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts

Nach einer Adaptationszeit von vier Wochen wurde der Halt der neuen Unterkiefer-Totalprothese im Allgemeinen und beim Sprechen und Kauen im Vergleich zur vorherigen Unterkiefer-Totalprothese durch die Patienten bewertet. Abb. 21 zeigt den dazu verwendeten Fragebogen:

Patient:
Geburtsdatum:

Beurteilung des Prothesenhalts

Allgemein:

- deutlich verbessert
- verbessert
- unverändert
- verschlechtert

Beim Sprechen:

- deutlich verbessert
- verbessert
- unverändert
- verschlechtert

Beim Kauen:

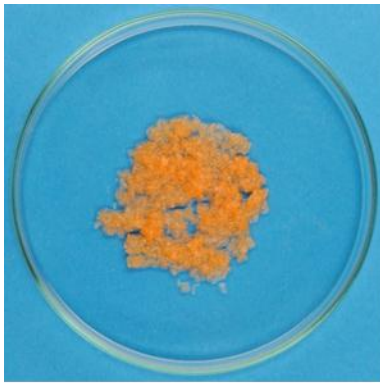
- deutlich verbessert
- verbessert
- unverändert
- verschlechtert

Abb. 21: Fragebogen zur Beurteilung des Prothesenhalts

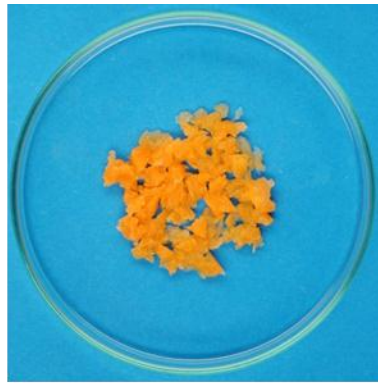
4.3.3 Kaufunktionstest

Zu Beginn und zum Abschluss der Studie wurde ein Kaufunktionstest in Anlehnung an *Nguyen*¹¹⁴ durchgeführt. Dieser sollte dazu dienen, eventuell auftretende Unterschiede bezüglich der Kaufähigkeit zwischen beiden Prothesen aufzuzeigen.

Zur Durchführung des Tests erhielt der Patient von der die Studie durchführenden Zahnärztin ein standardisiertes rohes Karottenstück, welches 2 cm breit und 1 cm dick war. Der Patient wurde dazu aufgefordert, dieses Karottenstück zwischen die Seitenzähne zu legen und innerhalb einer Kauzeit von 45 s so gut wie möglich zu zerkleinern ohne dabei etwas herunter zu schlucken. Der Speisebolus wurde schließlich in einer Petrischale aufgefangen und Speichelreste mit einem Zellstofftupfer aufgesaugt. Im Anschluss erfolgte eine visuelle Bewertung und Einstufung je nach Zerkleinerungsgrad entsprechend einer Bewertungsskala von 1 – 6, die in Abb. 22 dargestellt ist. Das Ergebnis wurde zusätzlich fotografisch dokumentiert.



Grad 1 (hervorragend)



Grad 2 (gut)



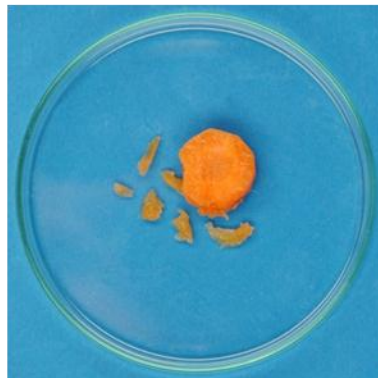
Grad 3 (mittel)



Grad 4 (mäßig)



Grad 5 (schlecht)



Grad 6 (unmöglich)

Abb. 22: Bewertungsskala des Kaufunktionstests anhand der unterschiedlichen Zerkleinerungsgrade

4.3.4 Sprachaufzeichnung

Die Sprachaufzeichnungen erfolgten im zahnärztlichen Behandlungszimmer bei geschlossenen Fenstern und Türen, um störende Geräusche zu vermeiden. Die Patienten wurden gebeten, den in Schriftart Arial 16pt vorgelegten Text der Fabel „Nordwind und Sonne“ (Äsop ca. 620 - 560 v. Chr.) vorzulesen (Abb. 23). Dieser wird in der phoneti-

schen Lehre und Forschung häufig verwendet, da alle deutschen Sprachlaute in einem sinnvollen Zusammenhang darin vorkommen und er als „phonetisch ausbalanciert“ angesehen werden kann^{92, 100, 158, 176}.

Der Lesevorgang erfolgte bei aufrechter und entspannt sitzender Haltung in natürlicher und alltäglicher Sprache und Betonung. Nach einem Übungsdurchgang wurde der Lesevorgang aufgezeichnet. Dazu diente ein tragbares digitales Tonaufzeichnungsgerät „H4n Handy-Recorder“ der Firma ZOOM Cooperation. Es ermöglichte hochqualitative Stereoaufnahmen mit Hilfe der integrierten Stereo-Kondensatormikrofone in einer XY-Anordnung. Die Bedienung des Gerätes und die Grundeinstellungen erfolgten gemäß der Bedienungsanleitung. Um möglichst standardisierte Aufnahmen zu erhalten, wurde das Tonaufzeichnungsgerät mit Hilfe eines Stativs in einem Abstand von 30 cm auf Höhe des Patientenmundes seitlich vom Behandlungsstuhl aufgestellt.

Die Bearbeitung der Sprachaufzeichnungen und die auditive Auswertung erfolgten in Anlehnung an *Weber*¹⁷⁶ und unter persönlicher Beratung und Betreuung durch Herrn Dr. Weber (Abteilung für Orofaziale Prothetik und Funktionslehre, Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Philipps Universität Marburg) mit einem dafür geeigneten Computerprogramm „Wave Pad Audio-Editor Version 5.71“ der Firma NCH Software.

Die einzelnen Sprachaufzeichnungen vor und nach prothetischer Neuversorgung wurden randomisiert auf einem Tonträger zusammengefügt und dazu vorab auf eine Länge von ca. 20 s zugeschnitten, um die Gesamtdauer der darauf folgenden auditiven Auswertung möglichst gering zu halten. Zusätzlich zu den Sprachaufzeichnungen der an der Studie teilnehmenden Probanden, wurde jeweils eine Sprachaufzeichnung von einem männlichen und einem weiblichen vollbezahnten Probanden eingefügt, um die Kalibrierung der Zuhörer zu testen. Darüber hinaus wurden die beiden ersten Hörproben (je eine Aufzeichnung eines Probanden mit konventioneller und eines Probanden mit myodynamischer Unterkiefer-Totalprothese) erneut im letzten Drittel der Gesamtaufzeichnung eingefügt, um Veränderungen in der Beurteilung der Zuhörer erkennen zu können.

Die Auswertung der Sprachaufzeichnungen erfolgte durch 81 Zahnmedizinstudenten des medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps Universität Marburg zu unterschiedlichen Zeitpunkten der zahnmedizinischen Ausbildung (8. Semester, 9. Semester und Staatsexamen). Die auditive Auswertung erfolgte anhand von vorgefertigten Formblättern (siehe Anhang 10.4.3). Die Zuhörer erhielten eine

Einweisung über den Ablauf der Studie mit der Bemerkung, nur die Aussprache der Probanden durch Schulnoten zu bewerten. Dabei bedeutete 1 = „Die Sprachqualität ist perfekt, eine Totalprothese ist nicht zu erkennen“ und 6 = „Die Sprachqualität ist ungenügend, die Totalprothese ist nicht akzeptabel“. Alle Informationen waren zusätzlich schriftlich dem Formblatt zu entnehmen. Anschließend wurden die Probanden dazu aufgefordert zu erläutern, welche Faktoren hinsichtlich der Sprachlautbildung ihre Benotung beeinflusst haben.

„Einst stritten sich Nordwind und Sonne, wer von ihnen beiden wohl der Stärkere wäre, als ein Wanderer, der in einen warmen Mantel gehüllt war, des Weges daher kam. Sie wurden einig, dass derjenige für den Stärkeren gelten sollte, der den Wanderer zwingen würde, seinen Mantel auszuziehen. Der Nordwind blies mit aller Macht, aber je mehr er blies, desto fester hüllte sich der Wanderer in seinen Mantel ein. Endlich gab der Nordwind den Kampf auf. Nun erwärmte die Sonne die Luft mit ihren freundlichen Strahlen, und schon nach wenigen Augenblicken zog der Wanderer seinen Mantel aus. Da musste der Nordwind zugeben, dass die Sonne von ihnen beiden der Stärkere war.“

Abb. 23: Lesetext "Nordwind und Sonne" (Äsop ca. 620 - 560 v. Chr.)

4.4 Statistische Analyse

Zur statistischen Auswertung wurden nur Daten berücksichtigt, zu denen eine Anfangs- und Abschlussbefunduntersuchung vorlag. Die Daten lagen als Messwiederholung vor.

Die statistische Berechnung wurde unter Beratung von Herrn Dr. Johannes Herrmann mit SPSS 22.0.0.1 durchgeführt. Eine statistische Berechnung erfolgte für die Auswertung der Unterschiede im Hinblick auf den OHIP-Fragebogen, den Kauffunktionstest und die Bewertung der Sprachaufzeichnungen. Das Signifikanzniveau wurde dabei auf $p < 0,05$ festgelegt. Im Falle der OHIP-Fragebögen und des Kauffunktionstests wurde zweiseitig getestet, um die Ergebnisse auch im Falle einer nicht erwarteten Richtung (z.B. eine Verschlechterung) interpretieren zu können.

Zur Überprüfung, ob die Ergebnisse des OHIP-Fragebogens und des Kauffunktionstests zu beiden Messzeitpunkten (konventionelle Unterkiefer-Totalprothese vs. Unterkiefer-

Totalprothese im muskulären Gleichgewicht) einen signifikanten Unterschied aufweisen, wurde zunächst geprüft, ob die Voraussetzungen für einen T-Test für gepaarte Stichproben oder für einen Wilcoxon-Test gegeben waren. Dafür erfolgte die Überprüfung der Messwerte hinsichtlich ihrer Normalverteilung anhand des Kolmogorov-Smirnov-Tests und des Shapiro-Wilk-Tests. Zusätzlich eignete sich eine graphische Darstellung mittels einfachem und trendbereinigtem Q-Q-Diagramms zur Darstellung der Abweichung zwischen empirischen und theoretischen Werten¹⁹. Da die Differenzvariablen der Werte des OHIP-Fragebogens und des Kauffunktionstests von einer idealen Normalverteilung abweichen und schief verteilt sind, kamen weder der T-Test noch der Wilcoxon-Test zur Berechnung in Frage. Aus diesem Grund wurde der Vorzeichen-test verwendet, um signifikante Veränderungen der Parameter mundgesundheitsbezogene Lebensqualität und Kauffunktion zu beiden Messzeitpunkten zu überprüfen¹⁵.

Die Daten der Bewertung der Sprachaufzeichnungen wurden bei der Auswertung als quasi-intervallskaliert akzeptiert, obwohl diese in Form von Schulnoten erfolgte. Die damit verbundenen Unschärfen können im Vergleich zu den Vorteilen, die damit verbunden sind (Auswertung und Interpretation von Mittelwerten, Anwendung parametrischer Verfahren), als vernachlässigbar angesehen werden⁸².

Da die Bewertung der Sprachaufzeichnungen durch drei unterschiedliche Ratergruppen erfolgte, wurde innerhalb dieser Gruppen der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (Intra-Class-Correlation, ICC; zweifach zufällig, absolute Übereinstimmung, durchschnittliche Maße) berechnet, um vor Analyse der Daten sicherzustellen, dass die Bewertungen konsistent erfolgten. Die Mittelwerte der Bewertungen wurden schließlich in einer zweifaktoriellen Analyse auf Unterschiede zwischen den Prothesenformen (konventionell vs. myodynamisch) und auf Abweichungen zwischen den drei Ratergruppen untersucht. Um die Abhängigkeiten in den Daten, die durch die Mehrfachmessung der einzelnen Probanden entstanden sein könnten, angemessen zu berücksichtigen, wurde die Analyse mit einem Varianzkomponentenmodell (random slopes) mit der SPSS-Prozedur MIXED durchgeführt. In diesem Zusammenhang werden die geschätzten Randmittel berichtet, die die geschätzten Mittelwerte adjustiert um die anderen Prädiktoren im Modell ausdrücken. Die Mittelwerte aus diesem Modell werden geschätzt und haben aus diesem Grund keine Standardabweichungen. Als Streuungsmaße werden daher Konfidenzintervalle berichtet.

Im Hinblick auf die Ergebnisse der subjektiven Bewertung des Prothesenhalts erfolgte eine rein deskriptiv-statistische Auswertung. Eine prozentuale Auswertung der Antworthäufigkeiten in Tabellenform genügte zur übersichtlichen Darstellung der subjektiven Angaben der Probanden.

Zur besseren Vorstellung und Veranschaulichung der Ergebnisse, wurden diese zusätzlich in Form von Tabellen, Linien-, Säulen- oder Boxplotdiagrammen dargestellt. Letztere ermöglichen eine grafische Darstellung der Lage und Verteilung von Messwerten einer Variablen (Abb. 24). Sie bieten daher insbesondere die Möglichkeit die Werte mehrerer Variablen bzw. unterschiedlicher Fallgruppen miteinander zu vergleichen. Die mittleren 50 % der Werte werden in Form eines Kastens dargestellt. Die untere Grenze des Kastens repräsentiert dabei das 25 % - Perzentil der Werte, wohingegen die obere Grenze des Kastens durch das 75 % - Perzentil der Werte gebildet wird. Die horizontale Linie innerhalb des Kastens stellt den Medianwert bzw. das 50 % - Perzentil dar. Der größte und kleinste Wert der Variablen, der noch keinen Ausreißer oder Extremwert darstellt, wird durch die horizontale Linie ober- und unterhalb des Kastens dargestellt. Werte, die um mehr als das eineinhalbfache der Kastenlänge ober- oder unterhalb der Box liegen, werden als Ausreißer bezeichnet und mit einem Kreis markiert. Liegen Werte hingegen um mehr als das Dreifache über oder unter der Box, bezeichnet man diese als Extremwerte; markiert mit einem Sternchen.¹⁹

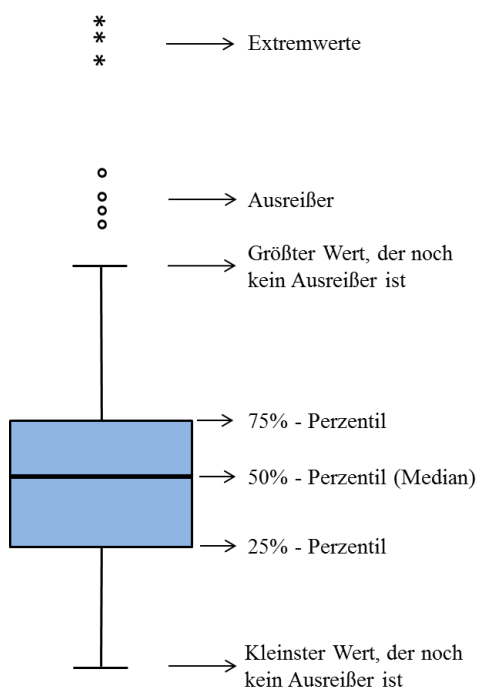


Abb. 24: Boxplotdiagramm. In Anlehnung an Brosius¹⁹.

5 Ergebnisse

5.1 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-Fragebogen)

Die MLQ der einzelnen Probanden wurde zu zwei verschiedenen Zeitpunkten mit entsprechender Totalprothese (ursprüngliche konventionelle Unterkiefer-Totalprothese vs. neue Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht) untersucht. Tab. 2 gibt einen Überblick über die deskriptiv-statistische Auswertung des OHIP-G14-Fragebogens mit den verschiedenen Unterkiefer-Totalprothesenformen.

In Abb. 25 sind die OHIP-Gesamtsummenwerte zusätzlich in Form von Boxplotdiagrammen gegenübergestellt. Der Medianwert liegt bei der Versorgung mit konventionellen Unterkiefer-Totalprothesen bei 6, wohingegen der Median bei der Versorgung mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht einen Wert von 0 annimmt. Der berechnete OHIP-Gesamtsummenwert verbesserte sich bei 20 Probanden nach Versorgung mit einer Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht, wohingegen sich der Wert bei einem Probanden verschlechterte (Abb. 26). Der Vorzeichentest fällt höchst signifikant aus ($p < 0,001$).

Die grafische Darstellung durch Abb. 27, die die OHIP-Mittelwerte entsprechend den einzelnen Fragen aufgliedert darstellt, ermöglicht überdies eine visuelle Veranschaulichung der OHIP-Werte beider Versorgungen im direkten Vergleich. Demnach hat die Versorgung mit Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht in Bezug auf alle Fragen des OHIP-Bogens zu einer Verringerung der Werte geführt.

Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der OHIP-Werte anhand der einzelnen Subskalen, um differenzieren zu können, auf welchem Teilbereich der MLQ (Abb. 8) signifikante Veränderungen stattgefunden haben. Demzufolge ist auf allen sieben Ebenen deskriptiv eine Verbesserung festzustellen. Statistisch signifikante Verbesserungen wurden anhand des Vorzeichentests für fünf Subskalen festgestellt ($p < 0,05$) (Tab. 3).

Tab. 2: Deskriptive Statistik der OHIP-Auswertung (konventionelle Unterkiefer-Totalprothese vs. Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht)

	n	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Perzentile		
						25.	50. (Median)	75.
OHIP-Gesamtsumme konventionelle Unterkiefer-Totalprothese	21	9,90	10,12	0	33	2,00	6,00	12,50
OHIP-Gesamtsumme Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht	21	1,57	2,25	0	7	0,00	0,00	3,00

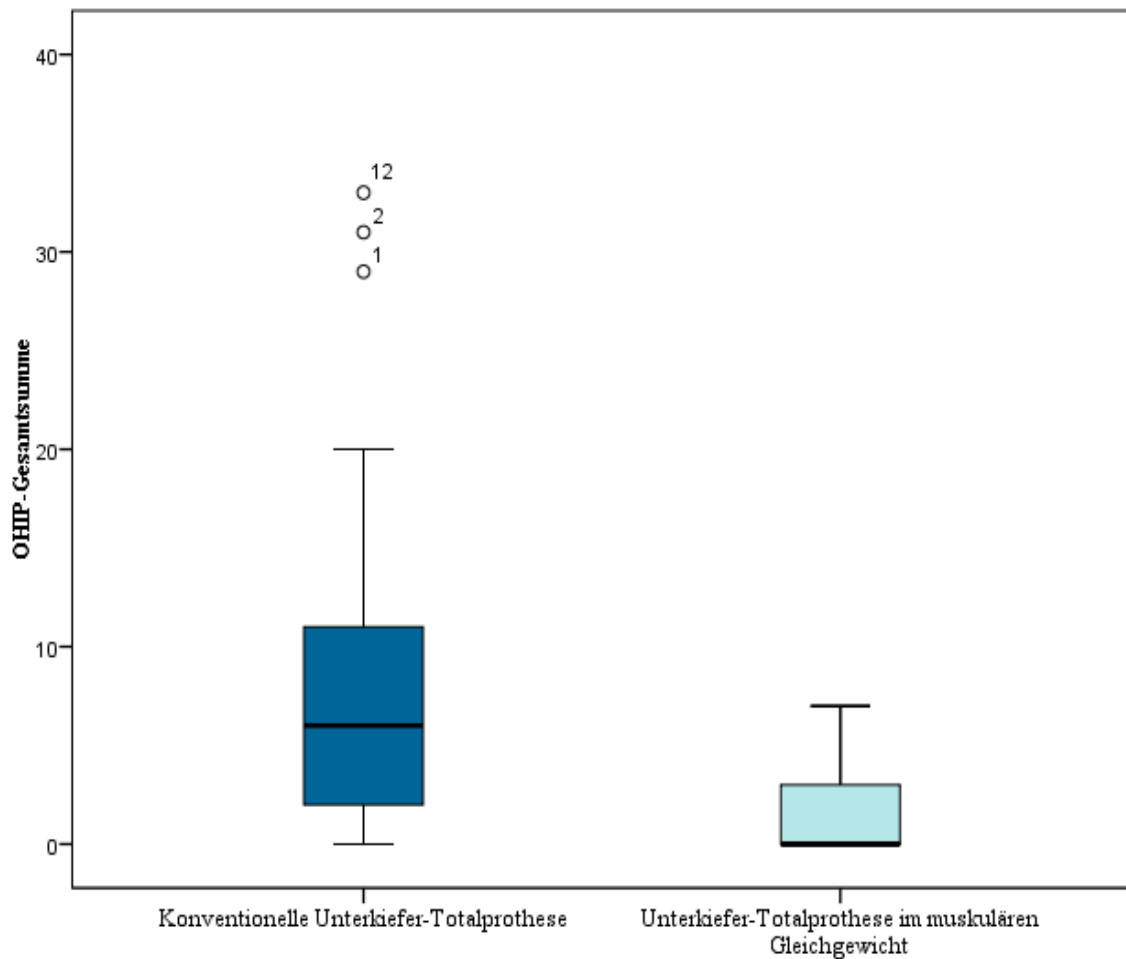


Abb. 25: Boxplotdarstellung der OHIP-Gesamtsummen aller Patienten mit beiden Versorgungen mit Ausreißern (°)

Ergebnisse

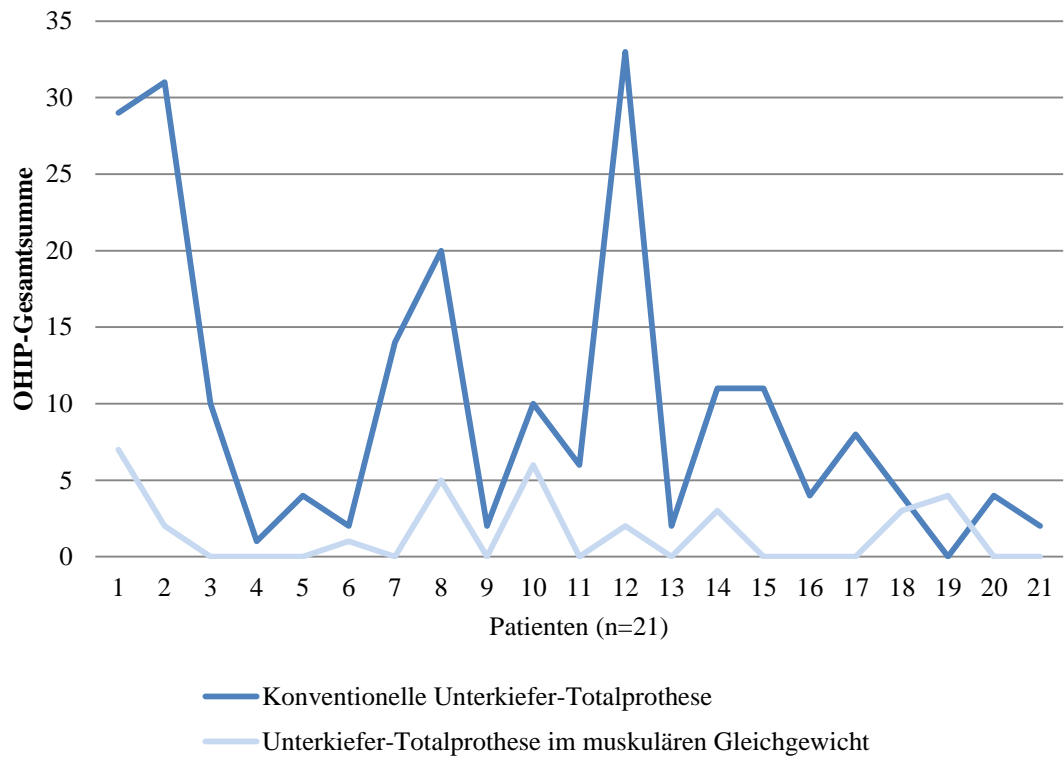


Abb. 26: OHIP-Gesamtsummen der einzelnen Patienten mit beiden Versorgungen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten

Ergebnisse

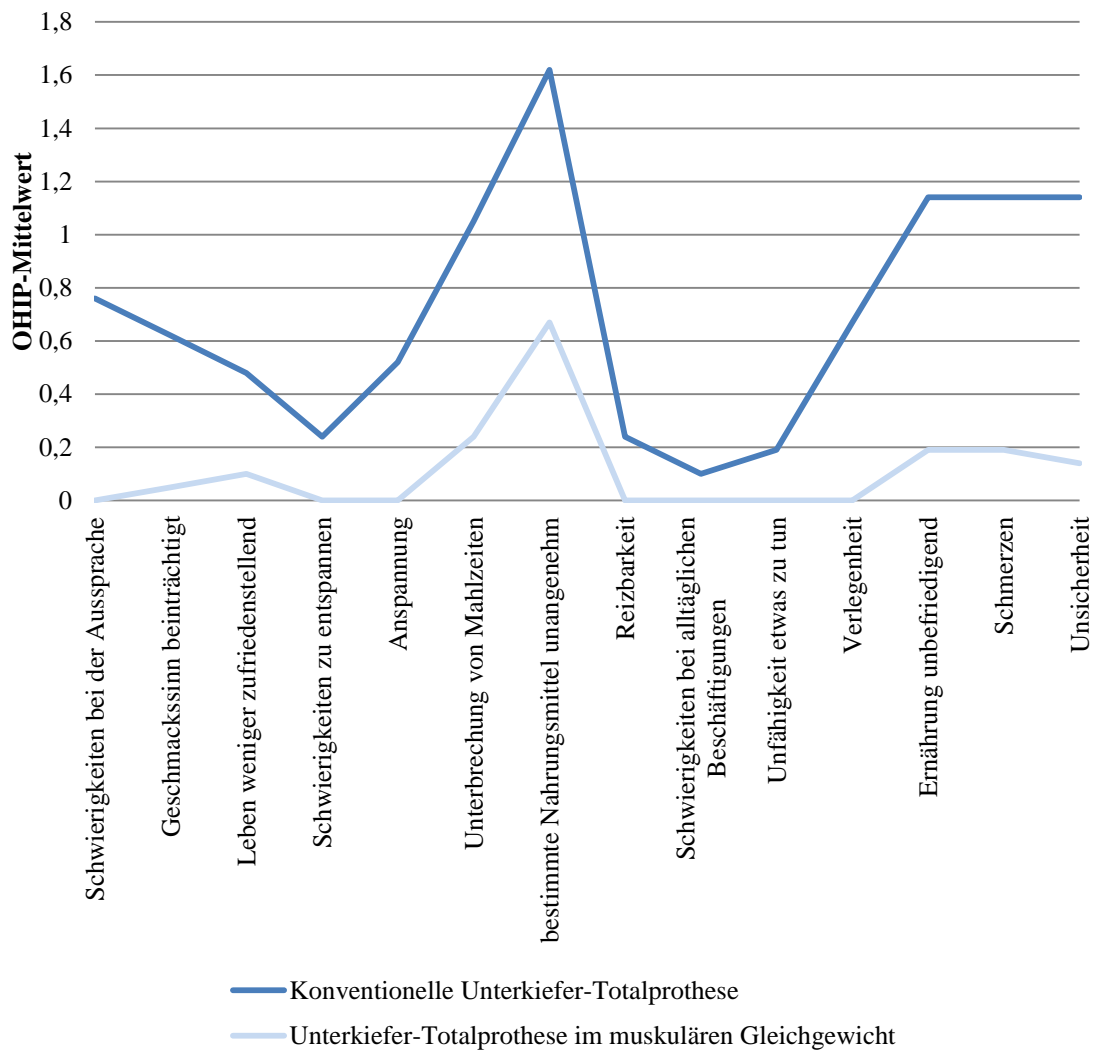


Abb. 27: OHIP-Mittelwerte für die einzelnen Fragen im Vergleich beider Versorgungen

Tab. 3: Analyse der OHIP-Werte für die einzelnen Subskalen

Subskala	konventionell (n=21) Mittelwert (SD)	myodynamisch (n=21) Mittelwert (SD)	p-Wert
Funktionelle Einschränkung	0,69 (0,70)	0,02 (0,11)	0,000
Schmerzen	1,38 (1,06)	0,43 (0,62)	0,003
Psychisches Unwohlsein/Unbehagen	0,83 (1,08)	0,07 (0,24)	0,006
Physische Beeinträchtigung	1,10 (1,23)	0,21 (0,49)	0,002
Psychische Beeinträchtigung	0,45 (0,84)	0,00 (0,00)	0,031
Soziale Beeinträchtigung	0,17 (0,33)	0,00 (0,00)	0,063
Benachteiligung/Behinderung	0,33 (0,84)	0,05 (0,22)	0,125

5.2 Auswertung der subjektiven Bewertung des Prothesenhalts

Veränderungen des Prothesenhalts im Allgemeinen, beim Sprechen und beim Kauen, wurde im Anschluss an die Neuversorgung anhand eines Fragebogens durch die Probanden (n=21) beurteilt.

Für 18 Patienten (85,7%) verbesserte sich der allgemeine Prothesenhalt. Davon gaben 13 Patienten eine deutliche Verbesserung an. Für drei Probanden (14,3%) blieb der allgemeine Prothesenhalt im Vergleich zu ihrer auf konventionellem Wege hergestellten Unterkiefer-Totalprothese unverändert (Abb. 28, Tab. 4).

Beim Sprechen gaben 14 Probanden (66,7%) einen verbesserten Prothesenhalt an. Davon verbesserte sich der Prothesenhalt für sechs Patienten deutlich. Im Gegensatz dazu gaben sieben Probanden (33,3%) keine Veränderung zu ihrer auf konventionellem Wege hergestellten Unterkiefer-Totalprothese an (Abb. 28, Tab. 5).

Eine Verbesserung des Prothesenhalts beim Kauen wurde durch 18 Probanden (85,7%) angegeben. Diesbezüglich empfanden acht Patienten den Prothesenhalt beim Kauen deutlich verbessert. Drei Patienten bewerteten den Prothesenhalt beim Kauen für unverändert im Vergleich zu ihrer auf konventionellem Wege hergestellten Unterkiefer-Totalprothese (Abb. 28, Tab. 6).

Bei keinem der 21 Probanden hat sich der allgemeine Prothesenhalt oder der Prothesenhalt beim Sprechen oder beim Kauen verschlechtert (Abb. 28, Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6).

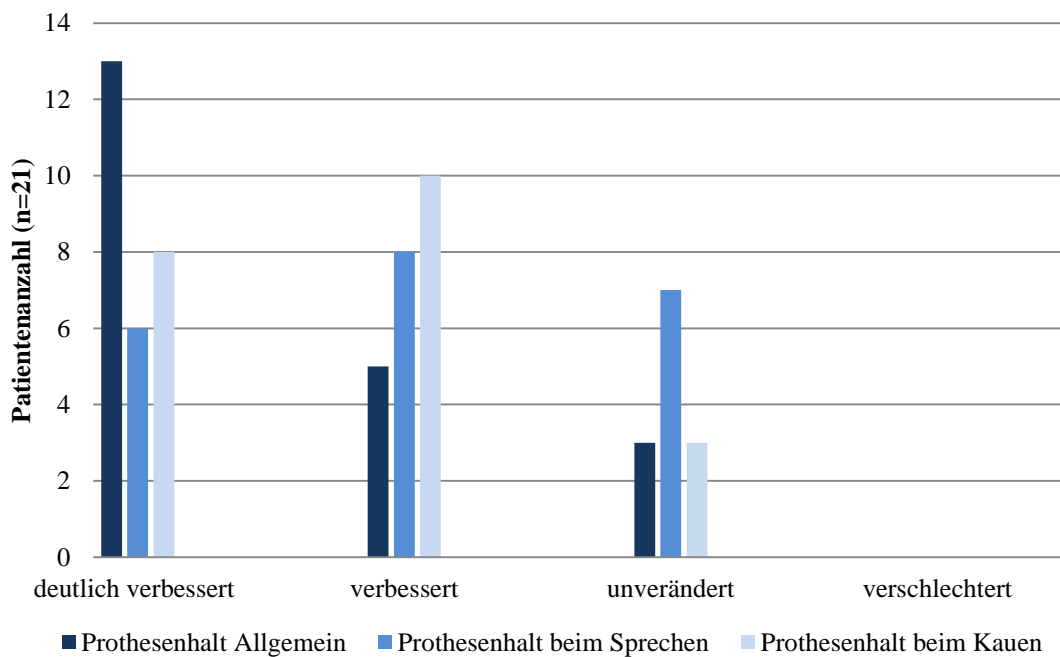


Abb. 28: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts nach der Versorgung mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht

Tab. 4: Subjektive Beurteilung des allgemeinen Prothesenhalts

Subjektive Einschätzung des Prothesenhalts	Häufigkeit (n=21)	Prozent
1 (deutliche Verbesserung)	13	61,9 %
2 (leichte Verbesserung)	5	23,8 %
3 (keine Änderung)	3	14,3 %
4 (Verschlechterung)	0	0 %

Tab. 5: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts beim Sprechen

Subjektive Einschätzung des Prothesenhalts	Häufigkeit (n=21)	Prozent
1 (deutliche Verbesserung)	6	28,6 %
2 (leichte Verbesserung)	8	38,1 %
3 (keine Änderung)	7	33,3 %
4 (Verschlechterung)	0	0 %

Tab. 6: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts beim Kauen

Subjektive Einschätzung des Prothesenhalts	Häufigkeit (n=21)	Prozent
1 (deutliche Verbesserung)	8	38,1 %
2 (leichte Verbesserung)	10	47,6 %
3 (keine Änderung)	3	14,3 %
4 (Verschlechterung)	0	0 %

5.3 Analyse des Kauffunktionstests

Die Ergebnisse des Kauffunktionstests liegen als ordinalskalierte Variablen vor. Diese können Werte von 1 = „hervorragend“ bis 6 = „unmöglich“ annehmen. Tab. 7 ermöglicht einen Überblick über die deskriptive Statistik des Kauffunktionstests.

Der Medianwert liegt bei der Versorgung mit konventionellen Unterkiefer-Totalprothesen bei 3. Bei der Versorgung mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht nimmt der Median einen Wert von 2 an (Tab. 7).

Von den insgesamt 21 Probanden konnte bei acht Personen eine Verbesserung der Kauffunktion festgestellt werden. Bei zwei Probanden verschlechterten sich die Ergebnisse des Kauffunktionstests und für elf Probanden war keine Veränderung der Kauffunktion erkennbar (Abb. 29). Diese leichte Verbesserung erwies sich im Vorzeichentest als nicht signifikant ($p = 0,109$).

Tab. 7: Deskriptive Statistik des Kauffunktionstests

	n	Perzentile		
		25.	50. (Median)	75.
Kauffunktionstest konventionelle Unterkiefer-Totalprothese	21	2,00	3,00	6,00
Kauffunktionstest Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht	21	2,00	2,00	5,50

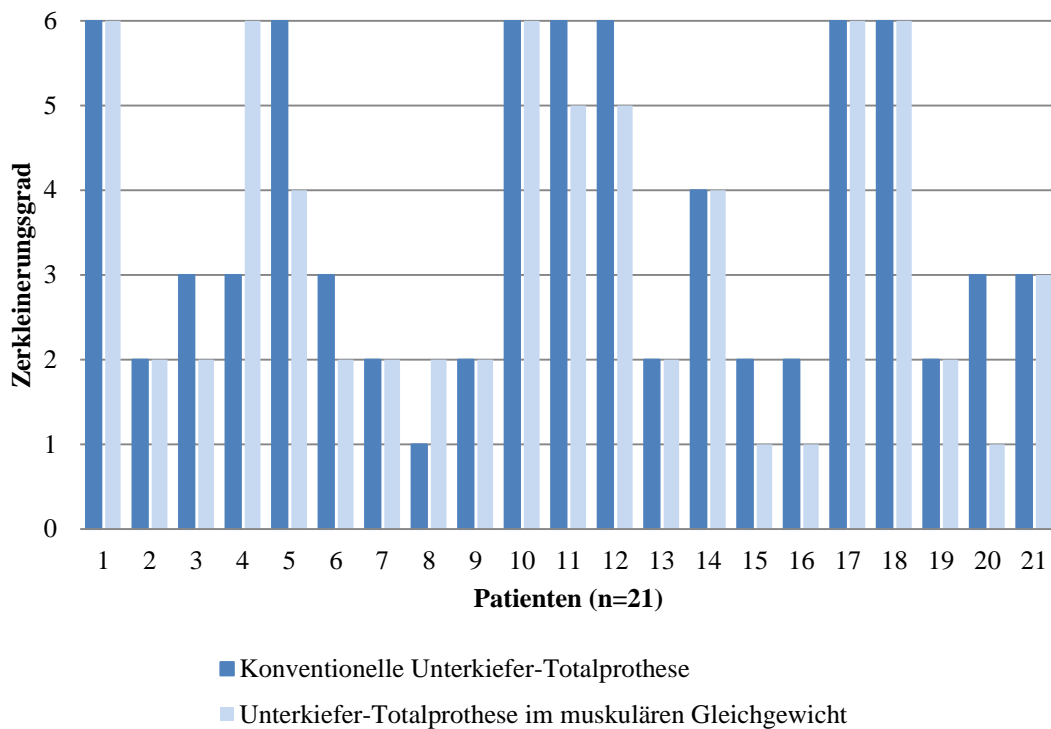


Abb. 29: Ergebnisse des Kaufmanfunktionstests der einzelnen Patienten mit beiden Versorgungen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten

5.4 Auswertung der Sprachaufzeichnungen

Die Sprachlautbildung aller Probanden (n=21) wurde anhand von Sprachaufzeichnungen durch Zuhörer in unterschiedlichen Ausbildungsstufen der zahnärztlichen Ausbildung (8.Semester (n=18), 9. Semester (n=28), Staatsexamenssemester (n=35)) evaluiert. Die Ergebnisse der Evaluation können Werte von 1 = „Die Sprachqualität ist perfekt, eine Totalprothese ist nicht zu erkennen“ bis 6 = „Die Sprachqualität ist ungenügend, die Totalprothese ist nicht akzeptabel“ annehmen. Diese konnten, wie bereits unter 4.4 erläutert, als quasi-intervallskaliert angesehen werden. An der Evaluation nahmen 81 zuhörende Bewerter teil, wobei zwischen 50 weiblichen und 31 männlichen Zuhörern unterschieden werden kann. Die Intraklassenkorrelationskoeffizienten liegen bei 0,908 (KI 0,861-0,944; 8. Semester), 0,899 (KI 0,850-0,938; 9. Semester) und 0,928 (KI 0,893-0,956; Staatsexamen). Die durchschnittlichen Bewertungen durch die einzelnen Semester können daher als reliabel angesehen werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der mit der Prozedur MIXED durchgeführten Varianzanalyse dargestellt. Aus diesem Modell werden die geschätzten Randmittel berich-

tet, die die geschätzten Mittelwerte, adjustiert um die anderen Prädiktoren im Modell, ausdrücken und sich deshalb leicht von den deskriptiven Werten unterscheiden können. Tab. 8 ermöglicht einen Überblick über die Bewertung der Sprachlautbildung mit den beiden unterschiedlichen Unterkiefer-Totalprothesenformen. Die mit den konventionellen Unterkiefer-Totalprothesen durchgeführten Sprachaufzeichnungen wurden etwas schlechter bewertet ($M = 2,94$; $KI\ 2,69-3,19$) als die Sprachaufzeichnungen, die mit den Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht durchgeführt wurden ($M = 2,89$; $KI\ 2,64-3,14$). Allerdings wird dieser kleine Unterschied im F-Test als nicht signifikant ausgewiesen ($p = 0,111$). Tab. 9 stellt die mit dem Varianzkomponentenmodell berechneten Mittelwerte aller Bewertungen, aufgeteilt in die entsprechenden Ratergruppen, dar. Die Bewertung durch das 8. und 9. Semester nimmt relativ konforme Werte an. Durch das Examenssemester hingegen erfolgte eine bessere Bewertung beider Prothesenformen in Bezug auf die resultierende Sprachqualität, die sich in der statistischen Berechnung als signifikant herausstellte ($p < 0,001$).

Die Beständigkeit der Benotung der Sprachaufzeichnung durch alle Zuhörer in der Gesamtauswertung, die anhand der doppelt eingespielten Hörproben getestet wurde, zeigte eine geringfügig strengere Bewertung der Hörprobe im ersten Durchgang. Demnach wurden die zweifach eingespielten Sprachaufzeichnungen mit der konventionellen Unterkiefer-Totalprothese mit 2,48 bzw. mit 2,29 im zweiten Durchgang benotet und die Sprachaufzeichnungen mit der Unterkiefer-Totalprothese im myodynamischen Gleichgewicht entsprechend mit 2,28 bzw. 2,16.

Um die Kalibrierung der Zuhörer zu testen, wurden zwei Sprachaufzeichnungen von vollbezahnten Patienten randomisiert in die Gesamtaufzeichnung miteingefügt. Die Sprachlautbildung des männlichen Probanden wurde in der Gesamtauswertung durch alle 81 zuhörenden Bewerter mit der Durchschnittsnote 1,09 bewertet, wohingegen die weibliche Probandin im Durchschnitt mit 2,33 benotet wurde.

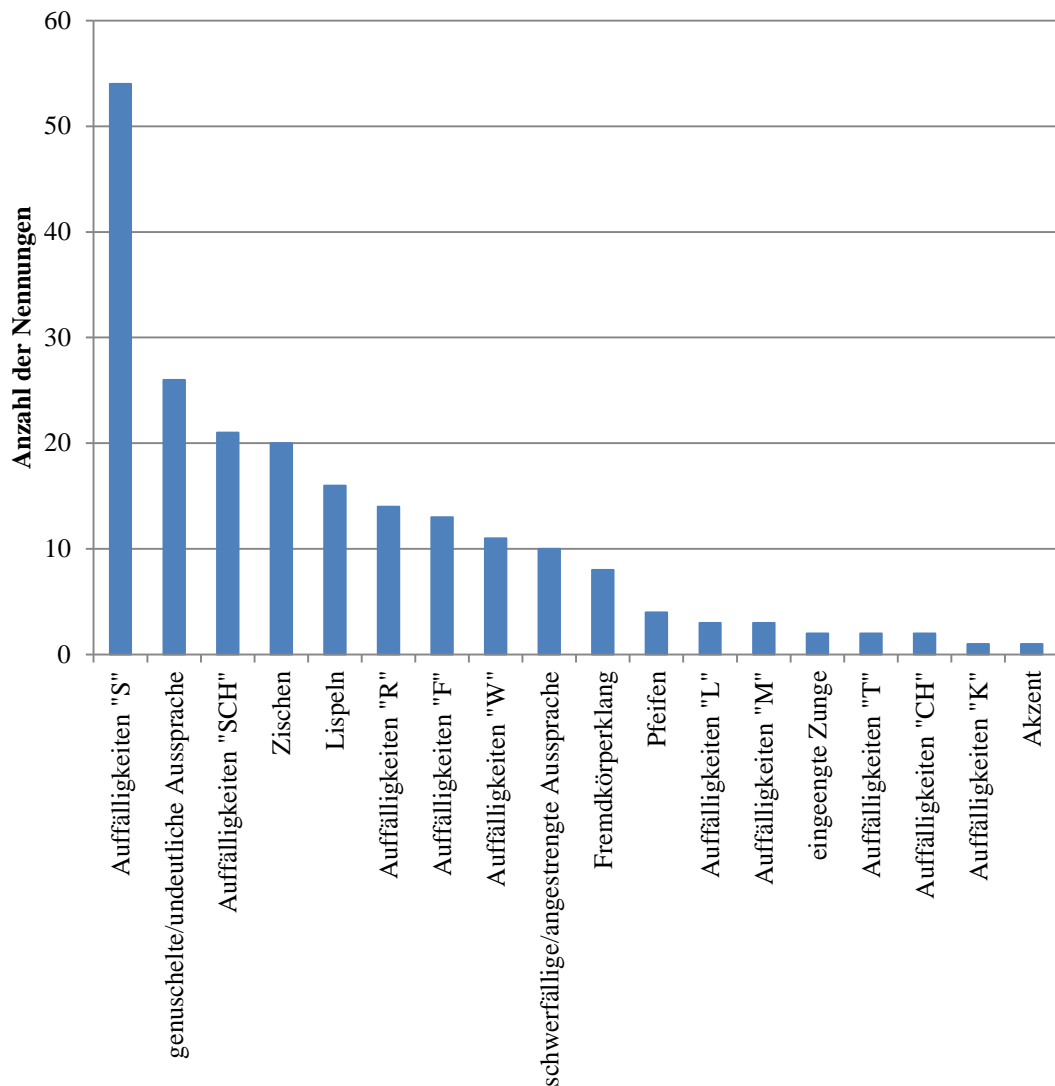
Abb. 30 stellt die Bewertungskriterien dar, die von den Zuhörern als ausschlaggebende Faktoren für die Benotung der Sprachlautbildung angegeben wurden.

Tab. 8: Mittelwerte der Bewertungen der Sprachlautbildung mit beiden Unterkiefer-Totalprothesenformen berechnet mit dem Varianzkomponentenmodell

Prothesenform	Mittelwert	Standardfehler	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
Konventionelle Unterkiefer-Totalprothese	2,94	0,12	2,69	3,19
Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht	2,89	0,12	2,64	3,14

Tab. 9: Mittelwerte der Bewertungen durch die unterschiedlichen Ratergruppen berechnet mit dem Varianzkomponentenmodell

Ratergruppe	Mittelwert	Standardfehler	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
8. Semester	3,01	0,12	2,75	3,26
9. Semester	3,08	0,12	2,83	3,34
Staatsexamen	2,66	0,12	2,40	2,91



Einflussfaktoren für die Bewertung der Sprachlautbildung aller Probanden (n=81)

Abb. 30: Durch die Zuhörer angegebene Bewertungskriterien in Bezug auf die Sprachlautbildung

5.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Bezug auf die Auswertung der einzelnen Parameter zur Beurteilung der Funktion der unterschiedlichen Totalprothesenformen kann man folgende Ergebnisse zusammenfassend darstellen:

MLQ

Die Auswertung der OHIP-Gesamtsummen, die den Grad der Beeinträchtigung der MLQ widerspiegeln, ergab eine signifikante Verbesserung für Unterkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht ($p < 0,001$). Auch bei der Auswertung

tung der einzelnen Subskalen des OHIP-G14-Fragebogens zeigten sich in fünf der sieben Subskalen signifikante Verbesserungen ($p < 0,05$).

Subjektive Bewertung des Prothesenhalts

Für keinen der 21 Probanden zeigte sich eine Verschlechterung des Prothesenhalts. Im Allgemeinen und beim Kauen geben 18 Probanden (85,7%) eine Verbesserung an. Davon wurden der allgemeine Prothesenhalt von 13 Probanden (61,9%) und der Prothesenhalt beim Kauen von 8 Probanden (38,1%) sogar als deutlich verbessert beurteilt. Hinsichtlich des Prothesenhalts beim Sprechen verbesserte sich der Prothesenhalt für 14 Probanden (66,7%), davon für 6 Probanden (28,6%) sogar deutlich.

Kaufunktion

Die Beurteilung der Kaufunktion ergab keine signifikanten Unterschiede im Vergleich beider Prothesenformen ($p = 0,109$).

Sprachlautbildung

In der auditiven Bewertung der Sprachaufzeichnungen wurden keine signifikanten Veränderungen in der Sprachlautbildung mit beiden unterschiedlichen Prothesenformen deutlich ($p = 0,111$). Der unterschiedliche Grad der zahnmedizinischen Ausbildung, der durch die Zuhörergruppen unterschiedlicher Semester repräsentiert wird, zeigt einen signifikanten Einfluss in Bezug auf die durchschnittliche Benotung der Sprachaufzeichnungen in der Gruppe „Staatsexamen“ ($p < 0,001$).

6 Diskussion

6.1 Diskussion der Methode

6.1.1 Studiendesign

Die vorliegende prospektive Studie umfasste 22 Probanden, davon waren zwölf Teilnehmer männlich und zehn weiblich. Das Alter der Probanden lag zwischen 51 und 88 Jahren (Mittelwert 71 Jahre). Nach dem vorzeitigen Ausscheiden eines Patienten, wurden 21 Probanden, die mit auf konventionellem Wege hergestellten und von beiden Prüfzahnärzten für korrekt befundenen Totalprothesen therapiert waren, mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht versorgt.

Probandenanzahl

Die vorliegende Fallzahl (n=22) wurde gewählt, um Daten zu erheben, die zur Planung einer randomisiert, kontrollierten Folgestudie dienen sollen. Im Design dieser Studie liegt keine Kontrollgruppe vor. Man könnte diesbezüglich diskutieren, ob die Ergebnisse auf Grund eines erwünschten Antwortverhaltens eine verzerrte Situation darstellen. In diesem Zusammenhang kann man beispielsweise nicht ausschließen, dass die Patienten durch die reine Neuversorgung dazu bewegt werden, die Prothesenfunktion und die MLQ besser zu bewerten als mit ihren ursprünglichen Totalprothesen. Eine Kontrollgruppe, die im zweiten Teil der Studie nicht mit Prothesen im muskulären Gleichgewicht, sondern mit neuen konventionell hergestellten Unterkiefer-Totalprothesen versorgt wird, könnte diesen Kritikpunkt entkräften. Da allerdings aus finanziellen Gründen keine Versorgung von weiteren 22 Probanden mit Unterkiefer-Totalprothesen möglich war, genügt der Studienaufbau dem Ziel eine Aussage über die Tendenz der Veränderung der Prothesenfunktion von Prothesen im muskulären Gleichgewicht zu erhalten, um weiterführende Studien in einem größeren finanziellen Rahmen zu planen.

Adaptationszeit

Zur Gewöhnung der Patienten an veränderte orale Situationen, wie zum Beispiel eine notwendige Optimierung der ursprünglichen Totalprothesen, eine totalprothetische Neuversorgung zu Beginn der Studie, oder die Versorgung mit den neuen myodynamischen

schen Totalprothesen, wurde in dieser Studie eine Adaptationszeit von vier Wochen vorausgesetzt, um bei allen Patienten eine standardisierte Ausgangslage vor der Datenerhebung einzuhalten. Lagen allerdings nach vier Wochen noch Druckstellen vor, wurden zwischen den Korrekturen der Prothesenbasis bis zur Datenerhebung weitere vier Wochen zur Adaptation vorausgesetzt, da die Druckstellenfreiheit zur abschließenden Bewertung einer Totalprothese eine sinnvolle Voraussetzung darstellt. *John et al.*⁷⁵ gingen ebenfalls davon aus, dass sich erste Effekte einer prothetischen Therapie nach vier Wochen zeigen. Allerdings erfolgte die Datenerhebung in ihrer Studie noch zu einem weiteren Zeitpunkt, sechs bis zwölf Monate nach der Eingliederung, da die Autoren die Adaptationsprozesse zu diesem Zeitpunkt als abgeschlossen erachteten. Auch *Barrenäs* und *Ödman*⁹, die die Funktion von konventionellen und myodynamisch hergestellten Totalprothesen verglichen, setzten eine Tragedauer von drei bis vier Wochen voraus, bevor sie die Prothesen durch die Probanden bewerten ließen. In weiteren Studien wurde ebenfalls ein Zeitraum von 30 Tagen bzw. einem Monat zur Adaptation an neue Totalprothesen angegeben^{120, 158}. Dementsprechend wurde in dieser Studie bei allen Veränderungen in Bezug auf die vorhandenen konventionellen Totalprothesen sowie auf die neu angefertigten Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht verfahren (Kapitel 4.2, Abb. 9).

Zur Bewertung der Prothesen wurden folgende Parameter herangezogen: MLQ, Prothesenhalt, Kaufunktion und Sprachlautbildung.

MLQ und Prothesenhalt als Parameter zur subjektiven Bewertung von Totalprothesen

Studien haben gezeigt, dass das Arzt- und Patientenurteil hinsichtlich eines Therapieerfolgs nicht in jedem Fall übereinstimmen, bzw. dass der klinische Erfolg einer Behandlung, beispielsweise die Qualität einer Totalprothese, die Zufriedenheit eines Patienten nicht garantiert^{37, 38, 58, 181}. Da aber gerade das Wohlbefinden und die Zufriedenheit der Patienten das Ziel einer prothetischen Versorgung darstellt, wurde in der vorliegenden Studie das subjektive Empfinden der Patienten zur Auswertung des Therapieerfolgs bevorzugt.

Zur Bewertung des Behandlungsergebnisses und zur Beurteilung beider Prothesenarten (konventionell vs. myodynamisch) durch die Patienten, wurde daher die Beantwortung des OHIP-G14-Fragebogens durchgeführt. Dies erfolgte zu jeweils unterschiedlichen

Zeitpunkten (zu Studienbeginn und nach Eingliederung der Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht), um Rückschlüsse über die MLQ der Patienten jeweils mit beiden Prothesenarten zu ziehen und dadurch mögliche Verbesserungen oder Verschlechterungen hervorheben zu können. Der OHIP-Fragebogen stellt neben einer Vielzahl von anderen Möglichkeiten zur Erfassung der vom Patienten empfundenen Mundgesundheit¹⁴⁷ das international am weitesten verbreitete Instrument dar⁶⁸. Der vorliegenden Studie entsprechend, ermöglicht der OHIP-Fragebogen beispielsweise eine Bewertung der MLQ mit unterschiedlichen prothetischen Versorgungen oder eine Bewertung vor und nach einer Behandlung und wird in diesem Zusammenhang häufig zur Ergänzung klinischer Parameter bei der Erfolgsbewertung nach einer Therapie oder zur Beurteilung des Therapieverlaufs eingesetzt⁵⁸. Zu diesem Zweck wird der Fragebogen regelmäßig in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Gießen und Marburg (Standort Gießen) angewendet. Darüber hinaus findet der OHIP-Fragebogen vielfach Verwendung in klinischen Studien, gilt als wissenschaftlich gut validiert⁵⁸ und wird von *John* und *Micheelis* als „das ausgereifteste Instrument“⁶⁸ zur Ermittlung der MLQ bezeichnet. Die Originalversion des OHIP-Fragebogens beinhaltet 49 Fragen. Die damit verbundene lange Bearbeitungszeit hat dazu geführt, dass in der vorliegenden Studie die von *John et al.*⁷² entwickelte und validierte, 14 Fragen umfassende Kurzform der deutschen Version des OHIP-Fragebogens mit einer Bearbeitungszeit von weniger als zwei bis drei Minuten, verwendet wurde. Die englischsprachige, 14 Fragen umfassende Kurzform, die die Grundlage der deutschen Version ist, stellt laut *Slade*¹⁴⁶ eine geeignete Alternative zur Originalversion dar.

Es existieren unterschiedliche Möglichkeiten zur Auswertung von OHIP-Fragebögen. Dazu gehört die Addition der Anzahl an Fragen, bei denen ein vorab definierter Schwellenwert erreicht wurde, beispielsweise die Summe aller Fragen, bei denen „sehr oft“ angegeben wurde¹⁴⁸. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Summierung aller Einzelwerte der sieben Subskalen zu einem Gesamtsummenwert. Ein Nachteil dieser Vorgehensweise besteht allerdings darin, dass es auf diesem Wege nicht möglich ist, den Einfluss auf die MLQ genauer zu charakterisieren^{58, 150}. Beispielsweise können zwei Patienten gleiche OHIP-Gesamtsummenwerte aufweisen, obwohl einer dieser Patienten in einer Subskala erhebliche Beeinträchtigungen erfährt und der andere Patient in mehreren Subskalen moderate Einschränkungen angibt. Ein weiteres Beispiel stellen Studien dar, in denen die Veränderung der OHIP-Werte auf Subskalenbene interessiert. Daher besteht die Möglichkeit die Ergebnisse als Summe der einzelnen Subskalen auf-

zuteilen, um eine differenziertere Aussage über das Ausmaß der Beeinträchtigung zu erhalten^{58, 150}. Die Vorgehensweise bei der Auswertung von OHIP-Fragebögen erfolgt demnach je nach Studiendesign und gewünschter Fragestellung unterschiedlich. Allerdings ist zu verzeichnen, dass die Interpretation von OHIP-Gesamtsummenwerten in der Literatur weit verbreitet ist^{73, 69, 75, 71, 74, 89, 127}. Dementsprechend erfolgte die Auswertung der OHIP-14-Fragebögen der einzelnen Probanden in der vorgestellten Studie anhand der Differenz der Gesamtsummenwerte vor und nach der Therapie. Um darüber hinaus die Veränderung der MLQ differenzierter beurteilen zu können, erfolgte auch eine Auswertung der OHIP-Werte anhand der Berechnung der einzelnen Subskalenwerte. Zusätzlich wurde eine subjektive Beurteilung einer Veränderung hinsichtlich des Prothesenhalts im Allgemeinen, beim Sprechen und beim Kauen durch den Patienten anhand eines weiteren Fragebogens durchgeführt (Kapitel 4.3.2, Abb. 21).

Kaufunktion und Sprachlautbildung als Parameter zur objektiven Bewertung von Totalprothesen

Neben den subjektiv durch die Patienten bewerteten Parametern MLQ und Prothesenhalt, wurden die Parameter Kaufunktion und Sprachlautbildung bewertet.

Der dazu in dieser Studie durchgeführte *Kaufunktionstest* mit Karottenscheiben als Testnahrungsmittel hat sich bereits in mehreren Studien bewährt^{10, 18, 105, 114, 137, 186}. Allerdings ist zu bedenken, dass selbst technisch einwandfreie Totalprothesen in Bezug auf die Kaeffizienz nur als schlechter Ersatz für die natürliche Bezahnung beschrieben werden^{22, 54, 56}. Daher könnte man mutmaßen, dass eine Karottenscheibe ein zu festes Material zur Bewertung der Kaeffizienz bei Totalprothesen darstellt¹⁶⁹. *Slagter et al.*¹⁵¹ beispielsweise verwendeten in ihrer Studie „Optocal“ als Testnahrungsmittel. Dieses stellt den Autoren zufolge, insbesondere auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften, ein geeignetes Material zur Bestimmung der Kaeffizienz bei Totalprothesenträgern oder bei Patienten mit kompromittierter oraler Funktion dar. Künstliche Testnahrungsmittel ermöglichen zwar auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften eine einfachere Standardisierung¹⁵⁴, beispielsweise bei der Probenherstellung, allerdings werden natürliche Testfoods sehr gut von den Probanden akzeptiert, da sie in der Regel durch deren alltäglichen Konsum mit den Nahrungsmitteln vertraut sind^{114, 169}.

In der bereits unter 3.3.1 beschriebenen Studie von *Wöstmann*¹⁸³ wurde die Kaufunktion nach der Anfertigung von muskulär stabilisierten Totalprothesen durch die Proban-

den subjektiv evaluiert. Die Probanden gaben nur geringfügige Verbesserungen im Hinblick auf die Kaufunktion im Unterkiefer im Vergleich zu ihren ursprünglichen auf konventionellem Weg hergestellten Unterkiefer-Totalprothesen an. Verschiedene Autoren haben festgestellt, dass die Zunge, beispielsweise beim Schlucken, pro cm² intermittierend mit einer durchschnittlichen Kraft von etwa 6 - 8 N auf die Zahnreihen einwirkt⁹⁷. Die auf die Zahnreihen einwirkende Kraft der Lippen und Wangen, beispielsweise beim Spitzen des Mundes, wird pro cm² mit 3 - 4 N nur halb so hoch eingeschätzt⁹⁷. Im Gegensatz dazu entstehen beim Kauen durch die Kaumuskelatur im Bereich der ersten Molaren Kräfte in Höhe von 150 - 250 N (beim Knirschen und Pressen bis zu 500 - 750 N)¹⁷⁹. Bei Totalprothesenträgern hingegen ist von einer um 50% reduzierten Kaukraft auszugehen¹⁷⁹. Im Hinblick auf die zu erwartenden Kräfteinflüsse beim Kauen, denen nur vergleichsweise geringe Kräfte von Zungen- und Wangenmuskulatur entgegengesetzt werden, wurde in der vorgestellten Studie nur ein mäßiger Einfluss auf die Kaufunktion, gemessen anhand des Kauffunktionstets, erwartet. Aus diesem Grund und weil diese Verfahrensweise allgemein gut von den Probanden akzeptiert wird, wurde der Kauffunktionstest unter Verwendung von Karottenscheiben als Testfood in der vorgestellten Studie bevorzugt. Zudem ist dieser Test bei Totalprothesenträgern einfach anzuwenden.

Die visuelle Bewertung der Zerkleinerung und die Einstufung dieser in Zerkleinerungsgrade gehen bei der Auswertung des Kauffunktionstests mit einer subjektiven Komponente seitens des Behandlers einher. Auch hier könnte eine Kontrollgruppe und eine Verblindung bei der Auswertung diese mögliche subjektive Beeinflussung vermeiden, allerdings wurde aus bereits erwähnten Gründen im Rahmen dieser Studie auf eine Kontrollgruppe verzichtet. Es existieren alternative Methoden zur Bestimmung der Kauffunktion, zu deren Auswertung objektive Messverfahren verwendet werden: die „Siebmethode“^{55, 91, 153}, photometrische Methoden⁵³ und computergestützte Partikelanalysen^{109, 125, 132, 136, 171}. Durch Verwendung eines dieser Verfahren wäre eine objektive Messung der Kauffähigkeit möglich gewesen. Da allerdings, wie bereits erwähnt, keine erhebliche Beeinflussung der Kauffunktion erwartet wurde, ermöglichte das verwendete Verfahren, im Gegensatz zu anderen Kauffunktionstests, zeitsparend und ohne größeren technischen und laboratorischen Aufwand, Aussagen über eine Veränderung der Kauffähigkeit der Probanden bereits am Behandlungsstuhl zu gewinnen.

In Studien wurde beobachtet, dass Totalprothesenträger die geringere Kaeffizienz durch eine höhere Anzahl an Kauzyklen kompensieren^{54, 153}. In diesem Zusammenhang

ist zu diskutieren, inwiefern sich die Ergebnisse des in dieser Studie verwendeten Kaufunktionstests ändern würden, wenn anstelle der 45 Sekunden Kauzeit für Totalprothesenträger mehr Zeit zur Zerkleinerung vorausgesetzt würde oder die Zerkleinerung nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeit, sondern die Kauzyklen bis zum Punkt des Herunterschluckens gemessen würden. Diese Beobachtungen könnten allerdings Inhalt weiterführender Studien sein.

Die *Sprachlautbildung* kann erheblich durch die Form und Ausführung einer Totalprothese beeinflusst werden. In diesem Zusammenhang wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass bei der Prothesenherstellung insbesondere auf eine sorgfältige Aufstellung der künstlichen Zähne zu achten ist. So stellen beispielsweise die Einengung des Zungenraumes durch einen zu engen Zahnbogen oder eine insgesamt unphysiologische Zahnaufstellung Faktoren für eine negative Beeinflussung der Sprachlautbildung dar^{104, 120, 122, 164}. Im Gegensatz dazu ermöglicht ein guter Prothesenhalt eine verbesserte Sprachlautbildung^{28, 158}. Da die künstlichen Zähne der myodynamisch hergestellten Totalprothesen entsprechend des funktionellen Bewegungsmusters der Patienten geformt werden, kann man davon ausgehen, dass im Unterkiefer sowohl die Einengung des Zungenraumes vermieden als auch eine physiologische Zahnaufstellung resultieren wird. Da darüber hinaus durch die muskuläre Stabilisierung der Prothesen ein verbesserter Prothesenhalt zu erwarten ist, sind Veränderungen in der Sprachlautbildung im Vergleich zu den Totalprothesen mit konventioneller Zahnaufstellung denkbar. Auf Grund dieser Faktoren wurde in der vorliegenden Studie eine Beurteilung von Veränderungen in der Sprachlautbildung mit den jeweils unterschiedlichen Prothesenformen in Anlehnung an *Weber et al.*¹⁷⁶ durchgeführt. Dieser untersuchte den Einfluss verschiedener Bezahnungsvarianten anhand von hinsichtlich der Zahnaufstellung vollständig voneinander abweichenden Testprothesen. Im Vergleich dazu beziehen sich die Untersuchungen in der vorliegenden Studie nicht rein auf die unterschiedliche Zahnaufstellung, sondern vielmehr um einen Vergleich von zwei voll aufgestellten Unterkiefer-Totalprothesen unterschiedlicher Herstellungswege bei unveränderter Situation im Oberkiefer. Die Untersuchung der Sprachlautbildung im Zusammenhang mit prothetischen Versorgungen wurde bereits in mehreren Studien anhand von auditiven Auswertungen zuvor aufgezeichneter Sprachaufzeichnungen durchgeführt^{27, 48, 158, 164}. So gilt der in dieser Studie zur Sprachaufzeichnung verwendete Lesetext „Nordwind und Sonne“ (Äsop ca. 620 - 560 v. Chr.) als Standardtext in der Lehre der Phonetik und findet

häufig Verwendung in Studien zur Überprüfung und Bewertung der Lautbildung^{92, 100, 158, 176}.

6.1.2 Verfahren zur Herstellung der Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht

Die Herstellung der Unterkiefer-Totalprothesen erfolgte entsprechend der bereits 1991 durch *Wöstmann*¹⁸³ publizierte Verfahrensweise. In der vorliegenden Studie wurde diese Technik gewählt, da eine Abformung des Prothesenlagers und der neutralen Zone über einen längeren Zeitraum hinweg ermöglicht wird und sie sich daher besonders für die Herstellung von Totalprothesen im Unterkiefer eignet. Gerade für Patientenfälle, die einen atrophierten Kiefer aufweisen, hat sich dieses Verfahren als vorteilhaft erwiesen^{126, 183}.

In anderen Studien^{21, 34, 45, 90, 93, 101, 103, 107, 135, 141, 174} erfolgte die Abformung der neutralen Zone, im Gegensatz zu dem Verfahren nach *Wöstmann*, direkt am Behandlungsstuhl mit relativ schnell aushärtenden Materialien, wie z.B. Wachs oder Silikon. Der Vorteil dieser Verfahrensweise liegt darin, dass die gesamte Behandlungsdauer im Vergleich zu dem in dieser Studie verwendeten Verfahren um einen Termin reduziert werden könnte, da im Anschluss an die Abformung direkt am nächsten Termin bereits eine Anprobe der aufgestellten Zähne in Wachs erfolgen könnte. Des Weiteren kann der Behandler den Patienten beobachten und so die Korrektheit der funktionellen Bewegungen sicherstellen. Im Gegensatz dazu wird der Patient bei dem in dieser Studie verwendeten Verfahren zunächst für zwei Tage zur Ausformung des muskulären Gleichgewichtes aus der Klinik bzw. der Praxis entlassen und muss danach erneut zur Sealabformung erscheinen. Dieser Ablauf ist zeitaufwändiger, allerdings ist durch die Langzeitabformung ausreichend Zeit zur Registrierung aller funktionellen Bewegungen gegeben, was durch funktionelle Abformungen über einen kurzen Zeitraum hinweg nicht immer der Fall ist¹²⁶. Gerade durch diese Vorgehensweise sind die Probanden während der Abformung unbeobachtet und werden vermutlich daher die funktionellen Bewegungen absolut ungezwungen und natürlich ausführen, was sich dementsprechend günstig auf die spätere Prothesenpassform auswirkt. Es hat sich außerdem gezeigt, dass es gerade für ältere Patienten aus verschiedenen Gründen häufig schwierig ist, natürliche funktionelle Muskelbewegungen direkt innerhalb einer vorgegebenen Zeit auf Abruf am Behandlungsstuhl auszuführen. Damit eine Totalprothese an das Gleichgewicht der Muskelkräfte

angepasst werden kann, ist mitunter aus oben genannten Gründen entscheidend, dass die Abformung auch entsprechend den natürlichen und alltäglichen Muskelbewegungen erstellt wird. Vorausgesetzt dass der Patient den individuellen Abformlöffel so oft wie möglich trägt, ist es in den zwei Tagen möglich, dass sich das Abformmaterial nach und nach entsprechend der muskulären Balance des Patienten einstellt. Durch das vorgestellte Verfahren wird somit eine Anpassung der zukünftigen Totalprothese an alle oralen muskulären Funktionen der Patienten ermöglicht, sodass diese nicht mehr als Fremdkörper wahrgenommen wird und orale Muskelbewegungen nicht mehr dazu führen, dass die Prothese abgehoben wird.

Einige Autoren führten die Ausformung der neutralen Zone getrennt von der Abformung der „polierten Prothesenoberflächen“ durch ^{11, 21, 34, 90, 135, 174}. Bei dem in dieser Studie verwendeten Verfahren ist die Vorgehensweise ähnlich. Die Abformung der vestibulären und lingualen Prothesenoberflächen erfolgt in Form einer Sealabformung, die außerdem zur Oberflächenglättung dient, im Anschluss an die zweitägige Ausformung des muskulären Gleichgewichts.

Im Vergleich zur konventionellen Totalprothesenherstellung ist dieses modifizierte Herstellungsverfahren mit deutlich mehr Aufwand verbunden. Dies wird an Hand der bereits erwähnten, vergleichsweise häufigeren und komplexeren Behandlungssitzungen und den damit verbundenen höheren Behandlungskosten deutlich, die allerdings im Vergleich zur bereits in der Einleitung dieser Arbeit angeführten chirurgisch-implantologischen Therapiealternative im niedrigen Kostenbereich liegen. Darüber hinaus hängen die Behandlungsergebnisse des modifizierten Herstellungsverfahrens deutlich von der Sorgfältigkeit der Laborarbeiten und der Mitarbeit der Patienten ab. Aus diesem Grund ist sowohl eine gewissenhafte Absprache zwischen Zahnarzt und Zahn-techniker als auch eine gründliche Aufklärung der Patienten essentiell für den Erfolg der Therapie.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Beeinflussung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität

Die Ergebnisse der in der vorgestellten Studie durchgeführten Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass sich die MLQ von Patienten in Bezug auf die unterschiedlichen Unterkiefer-Totalprothesenformen (konventionell vs. myodynamisch) signifikant von-

einander unterscheidet ($p < 0,001$). Demnach weisen die Patienten nach der Eingliederung von Unterkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht niedrigere OHIP-G14-Gesamtsummenwerte auf als mit ihren auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen, was dafür spricht, dass diese subjektiv eine geringfügigere Beeinträchtigung der MLQ empfinden^{4,58} (Abb. 26).

*John et al.*⁷⁵ untersuchten die MLQ von 107 Patienten, die mit festsitzendem Zahnersatz, herausnehmbaren Teilersatz und mit Totalprothesen versorgt wurden, vor und nach der Therapie anhand des OHIP-G49-Fragebogens. Sie stellten fest, dass sich die MLQ bereits einen Monat nach der Behandlung in allen Gruppen erheblich verbesserte.

In einer Studie von *Forgie et al.*⁴³ wurden 58 zahnlose Probanden, die behandlungsbedürftig waren, mit neuen Totalprothesen versorgt. Die Forschungsgruppe untersuchte den Einfluss der totalprothetischen Neuanfertigung auf die MLQ der Patienten anhand des OHIP-14-Fragebogens vor und nach der Therapie. Zudem erfolgte eine subjektive Bewertung durch die Probanden. Diese zeigte eine signifikante Verbesserung der allgemeinen Zufriedenheit insbesondere in Bezug auf die Unterkiefer-Totalprothese. Nur für vier der 14 OHIP-Fragen zeigten sich signifikante Veränderungen. Die Autoren sehen den Grund dafür in der Tatsache, dass in ihrer Studie bereits vor der Neuversorgung schon sehr geringe OHIP-Werte vorlagen, was dafür spricht, dass die MLQ trotz Neuversorgungswunsch seitens der Probanden nicht erheblich beeinflusst wurde. Aus diesem Grund könne auch eine Neuversorgung nur einen geringen Effekt in Bezug auf die Lebensqualität darstellen.

In einer Studie von *Scott et al.*¹⁴² wurden 65 Patienten, deren Totalprothesen erneuerungsbedürftig waren, mit neuen Totalprothesen versorgt. Für 33 Probanden erfolgte eine Neuanfertigung durch Duplizierung ihrer ursprünglichen Totalprothesen, wohingegen 32 Probanden mit neuen, auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen versorgt wurden. Vor und nach der Behandlung wurde der OHIP-14-Fragebogen durch die Patienten ausgefüllt. Auch in dieser Studie verbesserte sich die subjektive Patientenzufriedenheit in Bezug auf die neuen Prothesen im Unterkiefer signifikant. Die OHIP-Werte zeigten hingegen auch in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der alten Totalprothesen mit den neu angefertigten Totalprothesen, für beide Verfahrensweisen gleichermaßen, obwohl im Vergleich zu der dieser Arbeit zu Grunde liegenden Studie objektiver Behandlungsbedarf bestand bzw. die ursprünglichen Totalprothesen erneuerungsbedürftig waren. Allerdings gaben die Autoren auch in dieser

Studie an, dass die OHIP-Werte auch schon vor der Therapie bei einigen Probanden niedrig waren.

In der vorgestellten Arbeit erfolgte die Auswertung der OHIP-G14-Subskalenwerte zusätzlich zur Auswertung der OHIP-Gesamtsummenwerte. Diese Auswertung zeigte deskriptiv Verbesserungen in allen sieben Subskalen, die statistisch gesehen für fünf Subskalen als signifikant ausgewiesen wurden (Vorzeichentest: $p < 0,05$). Vor dem Hintergrund der Beobachtungen von *Forgie et al.*⁴³ und *Scott et al.*¹⁴² ist allerdings auch bei der Interpretation dieser Ergebnisse zu beachten, dass „keine signifikante Verbesserung“ nicht bedeutet, dass die Totalprothese im myodynamischen Gleichgewicht in dieser Subskala weniger zufrieden stellend ist als in Subskalen mit signifikanter Verbesserung. Sowohl in der Subskala „soziale Beeinträchtigung“ als auch im Bereich „Benachteiligung/Behinderung“ und auch bei der knapp signifikant ausgewiesenen „psychischen Beeinträchtigung“ ist festzustellen, dass die meisten Patienten bereits mit der alten Prothese sehr gute Werte hatten, so dass eine Verbesserung mit der neuen Prothese für diese kaum möglich war (Tab. 3).

*Brinkert*¹⁸ untersuchte die Beeinflussung der MLQ durch prothetische Wiederherstellungsmaßnahmen oder aber Neuanfertigungen unter Verwendung des OHIP-G14-Fragebogens. Die Auswertung der einzelnen Fragen ergab auch in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die OHIP-G14-Punktwerte, obwohl ebenfalls denkbar gewesen wäre, dass sich die MLQ nach einer Neuversorgung oder Instandsetzung der prothetischen Versorgung signifikant steigert. Der Autor sah den Grund dafür in dem hohen Alter der an der Studie teilnehmenden Probanden und damit einem möglicherweise damit verbundenen Nachlassen der Bedeutung zahnmedizinischer Probleme auf Grund von vorliegenden Allgemeinerkrankungen.

Die in den aufgeführten Studien erhobenen Ergebnisse spiegeln wider, dass eine reine Neuversorgung oder die Wiederherstellung von Zahnersatz aus unterschiedlichen Gründen nicht in jedem Fall mit einer signifikanten Verbesserung der MLQ einhergeht. Diese Beobachtung entkräftet die in der Methodenkritik erwähnten Argumente für eine mögliche psychische Beeinflussung der Probanden durch eine reine Neuanfertigung und damit verbundene niedrigere OHIP-Werte. In Bezug auf die Interpretation des OHIP-Fragebogens wird dennoch deutlich, dass die unterschiedliche „Ausgangslage“ der Probanden die Ergebnisse der OHIP-Werte im Allgemeinen klar beeinflussen. Bei der Therapie ohnehin zufriedener Patienten liegen demnach geringere Veränderungen in Bezug

auf die MLQ vor als bei Patienten, deren MLQ bereits zu Beginn der Therapie erheblich beeinträchtigt ist.

Bei der Auswertung von Instrumenten, die den vom Patienten empfundenen Einfluss auf die Lebensqualität beinhalten, wird der Effekt einer Therapie in vielen Fällen, wie auch in der vorgestellten Studie, über die Veränderung der Werte vor und nach einer Therapie ausgedrückt. Dabei erfolgt die Interpretation in der Regel mit Hilfe der statistischen Signifikanz der Differenz der Ausgangswerte und der Werte nach Therapieabschluss. In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, dass auch geringfügige Unterschiede, die möglicherweise vom Patienten nicht wahrgenommen werden, statistisch signifikant sein können. Zur Bewertung einer Therapie ist es daher zusätzlich von Bedeutung, ob der Therapieeffekt vom Patienten wahrgenommen wird und dadurch zur klinischen Bedeutsamkeit beiträgt^{74, 98, 127}. Zur Interpretation von Therapieeffekten wurde aus diesem Grund das Konzept der „minimal important difference“ (MID) entwickelt, die die kleinste relevante Veränderung darstellt, die vom Patienten wahrgenommen wird^{20, 65, 127}. Die MID muss für jedes Instrument zur Lebensqualitätsforschung spezifisch bestimmt werden. Dementsprechend erfolgte auch die Bestimmung der MID für den OHIP-G49-Fragebogen⁷⁴, den OHIP-G14-Fragebogen¹²⁷ und die englischsprachige Kurzversion (OHIP-14)⁸⁹. *Reißmann et al.*¹²⁷ beispielsweise berechneten die MID anhand 224 prothetischer Patienten, deren MLQ vor und nach der Therapie anhand des OHIP-G14-Fragebogens bestimmt wurde. Zudem erfolgte eine Bewertung der Therapie durch die Patienten anhand einer fünfstufigen Skala, die Antwortmöglichkeiten von „sehr verschlechtert“ bis „sehr verbessert“ beinhaltete. Der Median der Differenz der OHIP Summenwerte der Patienten, die ihre MLQ als „ein wenig verbessert“ einschätzten, wurde berechnet und als Wert für die MID für den OHIP-G14-Fragebogen bestimmt. Dieser beträgt nach *Reißmann et al.*¹²⁷ zwei Punkte für den auch in der vorgestellten Studie verwendeten OHIP-G14-Fragebogen. Im Falle von Patienten, deren OHIP-Differenzwerte der für den verwendeten Fragebogen ermittelten MID entsprechen oder aber höhere Werte aufweisen, kann man demnach von einem Therapieerfolg ausgehen, bzw. den Therapieeffekt als für den Patienten wahrnehmbar interpretieren^{20, 98}. Die Interpretation und Einschätzung der Stärke der in der vorgestellten Studie ermittelten Therapieeffekte wird somit durch die Berücksichtigung der für den OHIP-G14-Fragebogen ermittelten MID möglich. In der vorliegenden Studie liegt der Median der Differenz der Gesamtsummenwerte des OHIP-G14-Fragebogens bei sechs OHIP-Punkten. Es ist demnach davon auszugehen, dass das vorgestellte Verfahren zur Her-

stellung von Unterkiefer-Totalprothesen nicht nur mit einer statistisch-signifikanten sondern auch einer für den Patienten klinisch-relevanten Verbesserung der MLQ einhergeht.

6.2.2 Subjektiv empfundene Veränderungen hinsichtlich der Prothesenfunktion

Bei der subjektiven Beurteilung wurde zwischen dem allgemeinen Prothesenhalt und dem Prothesenhalt beim Sprechen und Kauen differenziert. Generell ist festzustellen, dass kein Proband in einem der drei Faktoren (Allgemein, Sprechen und Kauen) eine Verschlechterung des Prothesenhalts angegeben hat. Demgegenüber verbesserten sich der allgemeine Prothesenhalt sowie der Prothesenhalt beim Kauen für 85,7% der Probanden, wohingegen beim Sprechen für 66,7% der Probanden eine Verbesserung empfunden wurde. In Bezug auf die rein subjektive Beurteilung durch die Probanden kann man daher ableiten, dass die Versorgung mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht maßgeblich zur Verbesserung der Prothesenfunktion beiträgt.

In einer bereits erwähnten Studie von *Wöstmann*¹⁸³ erfolgte ebenfalls eine subjektive Beurteilung hinsichtlich des Prothesenhalts im Anschluss an die Herstellung von Unterkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht, nachdem eine konventionelle totalprothetische Versorgung zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen führte. Von 22 Probanden gaben in dieser Studie 18 Probanden (81,8%) eine Verbesserung des allgemeinen Prothesenhalts an. Für 21 Probanden (95,5%) verbesserte sich der Prothesenhalt beim Sprechen und 8 Probanden (36,4%) beurteilten den Prothesenhalt beim Kauen als verbessert. *Wöstmann* erklärte die nur geringfügige Verbesserung der Kaufunktion anhand der Zahnaufstellung, die bei den myodynamischen Totalprothesen weiter vestibulär erfolgte und dass daher ein im Vergleich zur konventionellen Aufstellung weniger effektiver Kaumechanismus resultierte. Im Gegensatz zu den Beobachtungen von *Wöstmann*, wurde der resultierende Prothesenhalt in der vorliegenden Studie beim Kauen von 18 der 21 Probanden (85,7%) als verbessert angegeben. Auch in dieser Studie wurde beobachtet, dass die Zähne in Folge der myodynamischen Abformung in vielen Fällen weiter vestibulär aufgestellt wurden, jedoch wurde eine möglicherweise dadurch hervorgerufene Beeinträchtigung des Kaumechanismus von der Mehrheit der Probanden subjektiv nicht wahrgenommen.

*Komagamine et al.*⁸¹ untersuchten nach der totalprothetischen Neuversorgung von 93 Patienten welcher Zusammenhang zwischen den einzelnen Faktoren einer subjektiven Beurteilung der Totalprothesen durch die Patienten und deren MLQ bestehen. Die Autoren stellten fest, dass unter anderem ein verbesserter Prothesenhalt im Unterkiefer zu einer Verbesserung der MLQ führt. Auch in der vorgestellten Studie haben, wie bereits erwähnt, 85,7% der Patienten den allgemeinen Prothesenhalt als verbessert angegeben und die OHIP-G14-Gesamtsummenwerte, die die MLQ der Patienten widerspiegeln, verbesserten sich signifikant. Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der mit einer myodynamisch aufgestellten Totalprothese verbesserte Prothesenhalt zu einer Verbesserung der MLQ beiträgt.

Diese Beobachtung wird durch die Aussagen von *Langer et al.*⁸⁴ bekräftigt, da auch sie in ihrer Studie zu dem Schluss kamen, dass die Zufriedenheit von Totalprothesenträgern mit der Funktion der unteren Totalprothese korreliert. Die Autoren gaben darüber hinaus einen deutlichen Zusammenhang zwischen der allgemeinen Patientenzufriedenheit und der vom Patienten subjektiv empfundenen Kaufunktion an. Auch bezüglich der Kauffunktion sind in der vorgestellten Studie klare Zusammenhänge zu sehen: Es konnte zwar objektiv keine signifikante Verbesserung der Kauffunktion anhand des Kauffunktionstests festgestellt werden, allerdings führte die Versorgung mit Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht zu einer subjektiv empfundenen Verbesserung des Prothesenhalts beim Kauen seitens der Patienten. Diesbezüglich stellten *Fahmy und Kharat*³⁴ in der bereits unter 3.3.1 erläuterten Studie fest, dass die objektiv beurteilte Kauffunktion signifikant bessere Ergebnisse mit den konventionell hergestellten Totalprothesen ergab. Allerdings zeigte sich seitens der subjektiven Beurteilung der Prothesen durch die Probanden eine klare Präferenz für die Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht. Demnach scheint der subjektiv empfundene Prothesenkomfort und das Wohlbefinden der Patienten in Bezug auf die Kauffunktion die objektiv gemessene Kauffunktion bei der Prothesenbewertung zu überwiegen. Ferner gaben die Probanden in derselben Studie an, dass sich der mit den myodynamisch aufgestellten Totalprothesen erreichte Prothesenhalt und auch die Aussprache, im Vergleich zu den konventionellen Vergleichsprothesen, verbessert haben. Darüber hinaus scheint die Passform der Prothesen im muskulären Gleichgewicht optimal an die Weichgewebe angepasst zu sein und genug Raum für die Zunge zu ermöglichen, was laut den Autoren die Gründe der Patienten für die präferierte Auswahl dieser Prothesenform zu sein scheinen³⁴. Äquivalent dazu gaben auch in der vorliegenden Untersuchung einige der Patienten an, dass die

Passform der Unterkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht ideal an die Form der Weichgewebe angepasst sei. Daher würde die Prothese im Vergleich zur konventionellen Form nicht mehr als Fremdkörper und somit auch nicht als störend empfunden werden. In diesem Zusammenhang schilderte auch *Schwindling*¹⁴¹ in seiner bereits unter 3.3.1 erwähnten Studie, dass die resultierende Patientenzufriedenheit sehr hoch sei, da mit Hilfe der durchgeführten „tonusfunktionellen“ Abformung des Prothesenraums zur Herstellung einer Totalprothese die Adaptationszeit durch das Fehlen eines „Fremdkörpergefühls“ durch die fertige Totalprothese deutlich reduziert werde.

6.2.3 Beeinflussung der Kaufunktion

Die Ergebnisse des durchgeführten Kauffunktionstests zeigen nur einen geringfügigen Unterschied zwischen beiden Unterkiefer-Totalprothesenformen (Tab. 7, Abb. 29). Insgesamt zeigte sich eine leichte, allerdings nicht signifikante Verbesserung der Kauffunktion nach der Versorgung mit Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht ($p = 0,109$).

Im Gegensatz dazu erhielten *Fahmy* und *Kharat*³⁴, die ebenfalls konventionelle und myodynamisch hergestellte Totalprothesen hinsichtlich der erzielbaren Kauffunktion anhand eines Kauffunktionstests mit Erdnüssen als Testfood verglichen, signifikant bessere Werte für die Kauffunktion mit den auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen ($p = 0,0001$). Die Autoren sahen den Grund für die objektiv bessere Kauffunktion in der konventionellen Zahnaufstellung zentral über dem Kieferkamm und einem damit verbundenen effektiveren Kaumechanismus³⁴. Allerdings wurde in der subjektiven Bewertung beider Prothesenarten durch die Patienten in dieser Studie eine eindeutige Präferenz für die Totalprothesen, die entsprechend der neutralen Zone hergestellt wurden, deutlich.

In den vorliegenden Ergebnissen für beide Unterkiefer-Totalprothesenformen wird eine breite interindividuelle Streuung in Bezug auf den Kauffunktionstest deutlich. Dabei war es für sieben Probanden, die mit auf konventionellem Wege hergestellten Totalprothesen versorgt wurden, nicht möglich, die Karottenscheibe zu zerteilen. Gleichermaßen verlief der Kauffunktionstest für fünf Probanden mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht. Diese Beobachtungen stimmen mit den Aussagen diverser Autoren bezüglich der verringerten Kaueffizienz von Totalprothesenträgern überein^{42, 47, 151}. So stellten *Fontijn-Tekamp et al.*⁴² in einer Studie fest, dass zahnlose Patienten, die mit Totalprothesen versorgt sind, im Vergleich zu implantologisch versorgten Pati-

enten oder natürlich bezahnten Probanden, die geringste Kaueffizienz aufweisen. In der Literatur wird diese reduzierte Kauleistung zum einen durch die Verringerung des Querschnitts der Kaumuskulatur im höheren Alter erklärt ¹¹³, zum anderen scheint die Entwicklung einer maximalen Kaukraft durch die reine Schleimhautlagerung und die damit verbundene erhöhte Schmerzempfindlichkeit des Prothesenlagers limitiert zu sein ¹¹¹. Beispielsweise zeigten verschiedene Studien eine Korrelation zwischen der klinischen Beschaffenheit des Prothesenlagers und der resultierenden Kaueffizienz ^{87, 152}. In diesem Zusammenhang beobachtete *Beißner* ¹⁰ bei der Durchführung des auch in dieser Studie angewendeten Kaufunktionstests in ihrer Untersuchung, dass Patienten mit Unterkiefer-Totalprothesen bei fortgeschrittener Resorption des Alveolarfortsatzes vorwiegend schlechte Ergebnisse erzielten. Durch diese Ergebnisse wird die These unterstützt, dass technisch einwandfreie Totalprothesen in Bezug auf die Kaueffizienz dennoch nur einen schlechten Ersatz für die natürliche Bezahnung darstellen ^{22, 54, 56}.

Diese Beobachtungen werfen die bereits in der Methodenkritik erwähnte Frage auf, ob der in dieser Studie verwendete Kaufunktionstest für die Verwendung bei Totalprothesenträgern geeignet ist und ob es sich bei den Karottenscheiben als Testnahrungsmittel möglicherweise um ein zu festes Material handelt ¹⁶⁹. Die weiteren Ergebnisse des in der vorgestellten Studie verwendeten Kauffunktionstests relativieren allerdings die mögliche Kritik an der Durchführung des gewählten Tests. Bei allen Probanden lag ein mehr oder weniger stark atrophiertes Alveolarfortsatz vor, dennoch waren zum Teil gute und sehr gute Ergebnisse möglich. Bei allen Probanden wurde auf Beschwerde- und Druckstellenfreiheit vor Durchführung aller Datenerhebungen geachtet. So lassen sich die großen interindividuellen Unterschiede unter Umständen durch Unterschiede in der Muskelkraft der Probanden, unterschiedliche Schmerzempfindung im Bereich des Prothesenlagers oder durch eine unterschiedliche Adaptationsfähigkeit erklären ^{24, 106, 111, 110, 113, 118}. Ergänzend stellt der Speichelfluss in diesem Zusammenhang einen bedeutenden Einflussfaktor dar, da dieser in Bezug auf den Prothesenhalt und –komfort, die Sprachlautbildung und die Kaufunktion eine wichtige Rolle spielt ^{14, 30, 95, 115, 117, 166, 181, 184}. Auch *De Lucena et al.* ³¹ erklärten die schlechten Ergebnisse hinsichtlich des in ihrer Studie durchgeführten Kauffunktionstests bei Totalprothesenträgern durch einen möglicherweise reduzierten Speichelfluss der zahnlosen Probanden. Das Durchschnittsalter der an der vorliegenden Studie teilnehmenden Probanden liegt bei 71 Jahren. Da eine medikamenten-, alters- oder stoffwechselbedingte Xerostomie häufig bei älteren

Patienten anzutreffen ist, liegen diesbezüglich möglicherweise Zusammenhänge vor^{110, 118, 156}.

6.2.4 Beeinflussung der Sprachlautbildung

In der vorliegenden Studie wurde zur Evaluation von Veränderungen hinsichtlich der Sprachlautbildung eine auditive Bewertung der Qualität der Aussprache der einzelnen Probanden mit den unterschiedlichen Unterkiefer-Totalprothesenformen (konventionell vs. myodynamisch) anhand von Schulnoten (1 - 6) durchgeführt.

Die Kovarianzanalyse ergab keinen signifikanten Einfluss auf die Sprachlautbildung durch die unterschiedlichen Unterkiefer-Totalprothesenformen ($p = 1,111$). Auch die Ergebnisse von *Weber et al.*¹⁷⁶ weisen, trotz der zum Teil erheblichen veränderten Be-zahnungssituationen, beispielsweise durch den Verlust der Seitenzähne in beiden Kie-ferhälften, keinen signifikanten Einfluss unterschiedlicher Be Zahnungsvarianten auf die Sprachlautbildung auf. Es zeigten sich äquivalent zur vorliegenden Studie zwar wahr-nehmbare, aber nicht signifikante Veränderungen in der Lautbildung. *Weber* erklärte dies anhand der Kompensationsfähigkeit der Artikulation innerhalb des in dieser Studie gewählten relativ kurzen Beobachtungszeitraums direkt nach Insertion der Testprothe-sen. In der vorgestellten Studie liegt in Bezug auf die Zahnaufstellung im Hinblick auf die Anzahl der aufgestellten Zähne kein Unterschied zwischen beiden Prothesen vor. Zudem ist die Situation im Oberkiefer unverändert. Vor diesem Hintergrund wäre unter ausschließlicher Berücksichtigung des Be Zahnungszustandes durch die unterschiedli-chen Totalprothesenformen ebenfalls nur ein geringfügiger Unterschied in der Sprach-lautbildung denkbar gewesen. In der vorliegenden Untersuchung wurde allerdings eine funktionelle Veränderung hinsichtlich der Unterkiefer-Totalprothesen durch deren An- passung an die oralen Bewegungsmuster erwartet^{104, 120, 122}, sodass vor diesem Hinter- grund untersucht werden sollte, inwiefern sich dieser Faktor auf die Sprachlautbildung der Probanden auswirkt. Diesbezüglich stellten *Chierici und Lawson*²⁸ und *Stelzle et al.*¹⁵⁸ eine Korrelation zwischen Prothesenhalt und der Sprachlautbildung fest. In der vor- liegenden Studie wurden Veränderungen hinsichtlich des Prothesenhalts durch die Un- terkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht subjektiv durch die Patien- ten bewertet, um diesen Einflussfaktor zu überprüfen. In diesem Zusammenhang gaben insbesondere beim Sprechen 14 Probanden (66,7%) eine Verbesserung an, davon gaben sechs Probanden sogar eine deutliche Verbesserung an. Im Gegensatz dazu empfanden

sieben Probanden keinerlei Veränderungen in Bezug auf den Prothesenhalt beim Sprechen. Obwohl also bei einer subjektiven Verbesserung des Prothesenhalts auch von einer verbesserten Sprachverständlichkeit ausgegangen werden könnte, zeigten die Parameter subjektive Bewertung des Prothesenhalts und Bewertung der Sprachlautbildung in der vorliegenden Studie keine Korrelation. Möglicherweise spielen in diesem Fall Adaptationsprozesse eine entscheidende Rolle ⁹⁶.

In der gesamten Studie wurde eine Adaptationzeit von vier Wochen eingehalten bis Daten erhoben wurden. Dementsprechend wurde auch mit der Sprachaufzeichnung verfahren. *Mehring* ¹⁰⁴ erläuterte, dass fest verwurzelte, die Sprachlautbildung betreffende neuromuskuläre Funktionsmuster auch nach einer Veränderung oraler Situationen für einige Zeit bestehen bleiben. In diesem Zusammenhang gilt es zu diskutieren, für wie lange die auf die ursprünglichen konventionellen Unterkiefer-Totalprothesen abgestimmten Funktionsmuster bestehen bleiben und ob es in einer Zeit von vier Wochen bereits bei allen Probanden zu einer der myodynamischen Totalprothesenform entsprechenden Umstellung der neuromuskulären Funktionsmuster gekommen ist. Eine Untersuchung der Sprachlautbildung zu mehreren Zeitpunkten könnte diesbezüglich Inhalt weiterführender Studien sein. Möglicherweise könnte man entsprechend einer Studie von *Knipfer et al.* ⁸⁰ beispielsweise nach sechs Monaten deutlichere Veränderungen zwischen beiden Versorgungsarten feststellen. Allerdings ist zu beachten, dass es sich in dieser Studie um die Neuanfertigung von Oberkiefer-Totalprothesen handelte, die sechs Monate nach ihrer Insertion im Vergleich zu den alten Oberkiefer-Totalprothesen hinsichtlich der Sprachverständlichkeit untersucht wurden. Außerdem wurde in dieser Studie ein computergestütztes Analyseprogramm zur Auswertung der Sprachaufzeichnungen verwendet. Somit ist die Vergleichbarkeit dieser Untersuchungen in Bezug auf die Methodik schwierig. Allerdings ist in diesem Zusammenhang die Bedeutung von anatomischen Bereichen des Oberkiefers für die Sprachlautbildung zu erwähnen. So haben beispielsweise die Stellung und Form der palatinalen Flächen der Oberkiefer-Frontzähne und die Form des Gaumens einen deutlichen Einfluss auf die Sprachlautbildung (insbesondere bei der Bildung von /s/-Lauten) ^{120, 143, 164, 180}. Eine Beeinflussung der Sprachverständlichkeit bei Totalprothesenträgern entsteht demnach unter anderem häufig durch Veränderungen im Bereich der Artikulationszonen des Oberkiefers ¹⁸⁰. Dieser Zusammenhang ist eine mögliche Erklärung für den in dieser Studie beobachteten geringen Einfluss unterschiedlicher Unterkiefer-Totalprothesenformen auf die Sprachlautbildung.

Der unterschiedliche Grad der zahnärztlichen Ausbildung zeigte eine signifikante Veränderung der durchschnittlichen Benotung der Sprachaufzeichnungen mit zunehmender zahnmedizinischer Erfahrung ($p < 0,001$). Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass es mit der Zunahme an zahnärztlicher Erfahrung zu einer veränderten Wahrnehmung der Sprachlautbildung von Totalprothesenträgern kommt. Möglicherweise wird nicht mehr jedes Zischen oder Lispeln als Störfaktor empfunden, da es unter Umständen als verständlich hingenommen wird, dass durch eine Totalprothese keine perfekte Sprache resultiert. Es ist dadurch denkbar, dass die Probanden des Examenssemesters mit einer anderen Erwartungshaltung an die Beurteilung der Sprachaufzeichnungen herangegangen sind. Demgegenüber befassen sich Zuhörer im ersten klinischen prothetischen Kurs gegebenenfalls erstmals mit dem Zusammenhang zwischen einer veränderten Sprachlautbildung durch Totalprothesen und sind möglicherweise mehr fokussiert auf auftretende Zischlaute oder undeutliche S-Laute (Abb. 30). Allerdings ist zu beachten, dass in dieser Studie nicht die Entwicklung der Bewertungen ein und derselben Personengruppe über drei Semester beobachtet wurde, sondern die Bewertungen von drei unterschiedlichen Personengruppen in unterschiedlichen Ausbildungsstadien erfolgte.

Zudem wurde die Beständigkeit der Bewertungen der Zuhörer überprüft, in dem die ersten beiden Sprachaufzeichnungen von zwei verschiedenen Probanden mit jeweils einer der beiden Prothesenformen (konventionell vs. myodynamisch) im letzten Drittel erneut in die Gesamtaufzeichnung eingefügt wurden. In der Gesamtauswertung wurden beide doppelt eingespielten „Dummies“ im zweiten Durchlauf etwas besser bewertet, was dafür spricht, dass die Probanden zu Beginn der Auswertung kritischer beurteilt haben als gegen Ende der Bewertung. Dies könnte durch die relativ lange Dauer der Gesamtaufzeichnung von 18 Minuten und 37 Sekunden erklärt werden, die allerdings, wie unter 4.3.4 beschrieben, die einzelnen Aufnahmen schon in gekürzte Form beinhaltet, um eine Ermüdung der Zuhörer zu vermeiden.

Zusätzlich zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Bewertungen, sollte die Kalibrierung der Zuhörer in Bezug auf die Bewertung der Sprachaufzeichnungen erfolgen. Da die Bewertung der Sprachqualität für Probanden mit einer natürlichen Bezahnung ohne prothetische Versorgung im Vergleich zu der von Totalprothesenträgern mit prothetischer Versorgung deutlich bessere Ergebnisse zur Folge haben müsste, wurde jeweils eine Sprachaufzeichnung eines weiblichen und eines männlichen vollbezahnten Probanden mit in die Gesamtaufzeichnung eingefügt. Die Sprachaufzeichnung des männlichen Probanden wurde im Durchschnitt als nahezu perfekt bewertet (Durch-

schnittsnote 1,09), wohingegen die Sprachqualität des weiblichen Probanden im guten Notenbereich lag (Durchschnittsnote 2,33). Es resultiert demnach auch bei einem voll-bezahnten Probanden nicht in jeden Fall eine optimale Benotung, dennoch ist den Ergebnissen zufolge eine verbesserte Sprachqualität im Vergleich zu den Totalprothesenträgern erkennbar. Diese so genannten „Dummies“, die zur Bewertung der Beständigkeit der Auswertung und der Kalibrierung der Zuhörer verwendet wurden, sind auf Grund der geringen Anzahl von jeweils zwei Hörproben allerdings vorsichtig zu interpretieren und wurden aus diesem Grund auch nur in deskriptiv-statistischer Form erwähnt.

Zur Überprüfung welche Faktoren der Sprachlautbildung Einfluss auf die Entscheidung der Zuhörer genommen haben, wurden sie abschließend diesbezüglich befragt (Abb. 30). Anhand dieser Bewertungskriterien wird deutlich, dass nicht nur Auffälligkeiten in der „S“-Lautbildung die Benotung beeinflussen, sondern auch eine undeutliche Aussprache bzw. Nuscheln, Zischen, Lispeln oder eine „schwerfällige/angestrengte Aussprache“ Einfluss nahm. Die Zuhörer wurden zu Beginn der Auswertungen dazu aufgefordert, nicht das unterschiedliche Lesevermögen, sondern bei ihrer Bewertung nur die Aussprache der Probanden zu berücksichtigen. Anhand der angegebenen Bewertungskriterien wird allerdings deutlich, dass keine klare Grenze existiert, die eine Trennung zwischen solchen Faktoren ermöglicht, die rein durch die Insertion einer Totalprothese beeinflusst werden oder aber solchen Faktoren, die auf einem mangelhaften Lesevermögen oder Habits beruhen, die eine perfekte Aussprache verhindern. Somit ist denkbar, dass die Zuhörer auf subjektiver Ebene, beispielsweise durch die Qualität des Lesevermögens, Zischlaute oder die Art der Aussprache, in ihrer Einschätzung beeinflusst werden.

6.3 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Verwendung des modifizierten Verfahrens zur Unterkiefer-Totalprothesenherstellung zu einer bedeutsamen Verbesserung der Lagestabilität unterer Totalprothesen führt. Außerdem wurde eine signifikante Verbesserung der MLQ deutlich. Auf die Parameter Kaufunktion und Sprachlautbildung konnte kein signifikanter Einfluss festgestellt werden. Die Diskrepanz zwischen subjektiven und objektiven Parametern verdeutlicht, dass die Zufriedenheit von Patienten nicht zwingend mit den Ergebnissen objektiver Testverfahren korreliert bzw., dass

auf subjektiver Ebene Veränderungen deutlich werden können, die objektiv nicht messbar sind. Da die Zufriedenheit und Beschwerdefreiheit der Patienten mitunter das erstrebenswerte Ziel einer zahnärztlich-prothetischen Therapie darstellt, gewinnen die in dieser Studie erhobenen subjektiven Parameter als wichtige klinische Bewertungsfaktoren an Bedeutung.

Als Schlussfolgerung ist daraus abzuleiten, dass das vorgestellte modifizierte Verfahren eine Möglichkeit darstellt, das subjektiv empfundene Wohlbefinden von Patienten zu steigern, die unter anderem auf Grund von ungünstigen anatomischen Voraussetzungen mit auf konventionellem Wege hergestellten Unterkiefer-Totalprothesen nicht zufriedenstellend versorgt werden konnten.

Das vorgestellte Verfahren kann allerdings auf Grund des im Vergleich zur konventionellen Totalprothesenherstellung erheblichen technischen Mehraufwandes nicht als Standardmethode für den klinischen Alltag empfohlen werden.

Die bei der Zielsetzung dieser Arbeit aufgestellte Hypothese, die Funktion von Totalprothesen werde durch Anwendung des modifizierten Herstellungsverfahrens im Vergleich zu Prothesen, die auf herkömmliche Weise angefertigt wurden, verbessert, kann demnach in Bezug auf die Parameter MLQ und Prothesenhalt angenommen werden.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel zu überprüfen, ob die Verwendung eines modifizierten Verfahrens zur Herstellung von Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht für Patienten mit einem atrophierten Alveolarfortsatz eine zufriedenstellende Therapieoption darstellt. Die Fragestellung bezog sich speziell auf Patientenfälle, bei denen eine konventionelle Unterkiefer-Totalprothese nicht zur Zufriedenheit der Patienten führen konnte und eine prothetisch-implantologische Therapie nicht in Betracht kam.

Die prospektive klinische Studie umfasste 22 Probanden im Alter von 51 bis 88 Jahren, wovon nach dem vorzeitigen gesundheitlich bedingten Ausscheiden eines Probanden 21 Patienten in die Auswertungen miteinbezogen wurden. Nach einem Aufklärungsgespräch erfolgte die Überprüfung des vorhandenen Zahnersatzes im Rahmen einer Eingangsuntersuchung zu Beginn der Studie. Dies erfolgte durch zwei Zahnärzte auf ihre regelgerechte Ausführung, um sicherzustellen, dass sich der auf konventionellem Wege hergestellte Zahnersatz in einem idealen Ausgangszustand befand. In diesem Zuge wurden zunächst bei sieben Probanden Korrekturmaßnahmen und Neuanfertigungen der vorhandenen Totalprothesen erforderlich, bevor für alle Probanden Unterkiefer-Totalprothesen im myodynamischen Gleichgewicht angefertigt wurden.

Die verschiedenen Prothesenformen (konventionell vs. myodynamisch) wurden in einem intraindividuellen Vergleich anhand unterschiedlicher Parameter untersucht. Veränderungen der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ) der Probanden wurden anhand des OHIP-G14-Fragebogens evaluiert. Ein Kauffunktionstest, unter Verwendung von standardisierten Karottenscheiben als Testmaterial, diente der Überprüfung einer Beeinflussung der Kauffunktion. Darüber hinaus wurde ein phonetisch ausbalancierter Text vor und nach der Behandlung durch die Probanden vorgelesen und digital aufgezeichnet. Diese Aufzeichnungen wurden durch Studenten ($n = 81$) in unterschiedlichen Stadien der zahnmedizinischen Ausbildung auditiv evaluiert. Zusätzlich zu diesen Parametern wurden die Patienten abschließend über die subjektive Wahrnehmung des Prothesenhalts allgemein, beim Kauen und beim Sprechen anhand eines weiteren Fragebogens befragt.

Die MLQ der Probanden verbesserte sich nach der Versorgung mit den neu angefertigten muskulär stabilisierten Unterkiefer-Totalprothesen signifikant ($p < 0,001$). In der subjektiven Beurteilung der erreichten Veränderung hinsichtlich des Prothesenhalts nach der protheti-

schen Neuversorgung, gaben 18 Probanden (85,7%) eine Verbesserung jeweils beim Kauen und im Allgemeinen an. Für 14 Probanden (66,7%) zeigte sich eine Verbesserung des Prothesenhalts beim Sprechen. Kein Proband gab eine Verschlechterung des Prothesenhalts an. Der verwendete Kauffunktionstest zeigte keine signifikante Veränderung der Kauffunktion ($p = 0,109$) und es konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Sprachlautbildung mit beiden Prothesenformen festgestellt werden ($p = 0,111$).

Die Ergebnisse der durchgeführten Studie zeigen deutlich, dass das vorgestellte konservative Verfahren eine Möglichkeit darstellt, die Lagestabilität von Unterkiefer-Totalprothesen im Falle von ungünstigen anatomischen Verhältnissen zu verbessern und die Lebensqualität der Probanden signifikant zu steigern. Bezüglich der Parameter Sprachlautbildung und Kauffunktion konnten keine deutlichen Veränderungen zwischen den beiden Totalprothesenformen im Unterkiefer festgestellt werden. Demnach führte die muskuläre Stabilisierung zu einer Verbesserung des Prothesenkomforts, allerdings nicht zu einer Verbesserung der Kauffunktion, was auf den erwarteten Kraftverhältnissen beruhen könnte. Die interindividuelle Streuung der Ergebnisse lässt sich durch die bei jedem Probanden unterschiedliche Muskelkraft, Schmerzempfindlichkeit und Adaptationsfähigkeit erklären. Zudem führte die funktionelle Verbesserung durch die muskuläre Stabilisierung im Unterkiefer zu keiner signifikanten Veränderung hinsichtlich der Sprachlautbildung, was sich durch die unveränderten Artikulationszonen im Oberkiefer erklären lässt. Allerdings ist zu beachten, dass es möglicherweise nach vier Wochen nicht bei allen Probanden zu einer Veränderung des muskulären Funktionsmusters gekommen ist. Eine Untersuchung zu späteren Messzeitpunkten könnte einen interessanten Inhalt für weiterführende Studien darstellen.

Für die klinische Anwendung des vorgestellten Verfahrens überwiegen die Beschwerdefreiheit und die Zufriedenheit des Patienten mit dem Behandlungsergebnis die objektiven Messparameter Kauffunktion und Sprachlautbildung. Daher stellt das Erreichen des Ziels „Patientenzufriedenheit“ ein entscheidendes Kriterium zur Erfolgsbewertung dar. Die Herstellung von Unterkiefer-Totalprothesen entsprechend des vorgestellten Verfahrens ist somit, gerade im Fall von Patienten mit ungünstigen anatomischen Verhältnissen, bei denen eine prothetisch-implantologische Versorgung als Therapieoption nicht in Frage kommt, eine geeignete Behandlungsalternative, um die Lebensqualität dieser Patienten auf konservativem Wege zu verbessern.

8 Summary

The aim of the study was to evaluate if the application of a modified neutral zone technique to fabricate muscularly balanced complete lower dentures proves satisfactory for patients with atrophic lower ridges. This question was especially focused on edentulous patients who were not satisfied with their existing full lower dentures fabricated in a conventional manner and where implant therapy was not an option.

22 patients at the age of 51 to 88 were included in this prospective clinical study. For reasons of health one test person had to quit the study, therefore 21 test persons had finally been included in the study. After a personal explanation of the contents of the study, the existing complete dentures were inspected by two dentists with regard to a correct fabrication as part of a first examination. If the existing conventional dentures needed an adjustment, they were revised to establish an ideal initial condition for every test person prior to the beginning of the study. In this context seven test persons needed pre-treatments before muscularly balanced lower complete dentures had been fabricated for every patient.

The different denture types (conventional vs. muscularly balanced) were evaluated in an intra-individual approach based on different parameters before and after the treatment. Changes in oral health-related quality of life were evaluated using OHIP-G14. The influence on mastication was evaluated by using a masticatory function test with standardized pieces of raw carrots as test-food. Furthermore, a phonetically balanced text was read by the test persons before and after the treatment and was recorded digitally. These recordings were analysed auditorily by dental students ($n = 81$) at different stages of dental education to evaluate if speech sound production is influenced by the different types of lower dentures. Additionally, the perceived denture stability in general and while chewing or speaking was assessed using a questionnaire.

After the treatment, all of the patients showed a significant improvement in oral health-related quality of life based on the results of the OHIP-G14-evaluation ($p < 0.001$). 18 patients (85.7%) reported an improvement in denture stability in general and while chewing. For 14 patients (66.7%) denture retention improved while chewing. None of the test persons reported deterioration. Neither masticatory function ($p = 0,109$) nor speech sound production ($p = 0,111$) showed any significant influence by the different types of complete lower dentures.

As the results of this study show, edentulous patients gain a notable improvement in denture stability and a significant increase in their oral health-related quality of life. Even though using the modified neutral zone technique improved the comfort of the dentures, there was no significant influence on mastication, possibly due to the expected relations of forces while chewing. The results of the masticatory function test showed a broad distribution that could be based on variations in muscular strength, sensibility to pain and ability of adaptation. Although an improvement was perceived in denture stability while speaking, no significant improvement in speech sound production was observed. An explanation for this observation is that during the treatment no alteration occurred in the areas of articulation in the upper jaw. Multiple times of measurements could be interesting for further studies, due to the different capabilities to adapt.

As the patient's satisfaction with a treatment should be the ultimate aim of a clinical dental treatment, the subjective parameters become more important in the evaluation of the results of the study. In this context the applied modified neutral zone technique seems to be a suitable method to improve denture function, particularly in the atrophic lower jaw. Especially for patients who cannot be treated with dental implants, this technique is an appropriate way to clearly enhance patients' quality of life in a conservative way.

9 Literaturverzeichnis

1. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent*; 94: 10-92; 2005.
2. Alfano S. G., Leupold R. J. Using the neutral zone to obtain maxillomandibular relationship records for complete denture patients. *J Prosthet Dent*; 85: 621-623; 2001.
3. Allen P. F. The Edentulous State. In: Allen PF (Hrsg.). *Teeth for Life for Older Adults*. 1. Auflage. *Quintessence Publishing Co Ltd* 2002; Kapitel 1:1-7.
4. Allen P. F., McMillan A. S., Locker D. An assessment of sensitivity to change of the Oral Health Impact Profile in a clinical trial. *Community Dent Oral Epidemiol*; 29: 175-182; 2001.
5. Anastassiadou V., Robin Heath M. The effect of denture quality attributes on satisfaction and eating difficulties. *Gerodontology*; 23: 23-32; 2006.
6. Asakawa A., Fueki K., Ohyama T. Detection of improvement in the masticatory function from old to new removable partial dentures using mixing ability test. *J Oral Rehabil*; 32: 629-634; 2005.
7. Atwood D. A. Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. *J Prosthet Dent*; 26: 266-279; 1971.
8. Atwood D. A. Bone loss of edentulous alveolar ridges. *J Periodontol*; 50: 11-21; 1979.
9. Barrenäs L., Ödman P. Myodynamic and conventional construction of complete dentures: a comparative study of comfort and function. *J Oral Rehabil*; 16: 457-465; 1989.
10. Beißner V. Zusammenhänge zwischen prothetischer Versorgung, Kauvermögen und Ernährungszustand geriatrischer Patienten; Med Diss; Giessen; 2012.
11. Beresin V. E., Schiesser F. J. The neutral zone in complete dentures. *J Prosthet Dent*; 36: 356-367; 1976.
12. Bergman B., Carlsson G. E. Clinical long-term study of complete denture wearers. *J Prosthet Dent*; 53: 56-61; 1985.

13. Beyeler K. Die Bisskontrolle und das Funktionsmuster in der Vollprothetik. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd*; 76: 310-325; 1966.
14. Bláhová Z., Neuman M. Physical factors in retention of complete dentures. *J Prosthet Dent*; 25: 230-235; 1971.
15. Bortz J., Lienert G. A., Boehnke K. Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. 3. Auflage. Heidelberg: *Springer Medizin Verlag* 2008.
16. Boucher C. O. Complete denture prosthodontics--the state of the art. *J Prosthet Dent*; 34: 372-383; 1975.
17. Bradbury J., Thomason J. M., Jepson N. J., Walls A. W., Mulvaney C. E., Allen P. F., Moynihan P. J. Perceived chewing ability and intake of fruit and vegetables. *J Dent Res*; 87: 720-725; 2008.
18. Brinkert B. Der Einfluss von prothetischer Neuversorgung und Reparaturmaßnahmen auf Ernährungszustand und Lebensqualität geriatrischer Patienten. Med Diss; Giessen; 2008.
19. Brosius F. SPSS 19. 1. Auflage. *Verlagsgruppe Hüthig-Jehle-Rehm* 2011.
20. Brozek J. L., Guyatt G. H., Schunemann H. J. How a well-grounded minimal important difference can enhance transparency of labelling claims and improve interpretation of a patient reported outcome measure. *Health Qual Life Outcomes*; 4: 69; 2006.
21. Cagna D. R., Massad J. J., Schiesser F. J. The neutral zone revisited: from historical concepts to modern application. *J Prosthet Dent*; 101: 405-412; 2009.
22. Carlsson G. E. Masticatory efficiency: the effect of age, the loss of teeth and prosthetic rehabilitation. *Int Dent J*; 34: 93-97; 1984.
23. Carlsson G. E. Facts and fallacies: an evidence base for complete dentures. *Dent Update*; 33: 134-136, 138-140, 142; 2006.
24. Carlsson G. E., Omar R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil*; 37: 143-156; 2010.
25. Cawood J. I., Howell R. A. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*; 17: 232-236; 1988.

26. Celebic A., Knezovic-Zlataric D., Papic M., Carek V., Baucic I., Stipetic J. Factors related to patient satisfaction with complete denture therapy. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 58: M948-953; 2003.
27. Chaney S. A., Moller K. T., Goodkind R. J. Effects of immediate dentures on certain structural and perceptual parameters of speech. *J Prosthet Dent*; 40: 8-12; 1978.
28. Chierici G., Lawson L. Clinical speech considerations in prosthodontics: perspectives of the prosthodontist and speech pathologist. *J Prosthet Dent*; 29: 29-39; 1973.
29. Cochran D. L., Schou S., Heitz-Mayfield L. J., Bornstein M. M., Salvi G. E., Martin W. C. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding risk factors in implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 24 Suppl: 86-89; 2009.
30. Darvell B. W., Clark R. K. The physical mechanisms of complete denture retention. *Br Dent J*; 189: 248-252; 2000.
31. De Lucena S. C., Gomes S. G., Da Silva W. J., Del Bel Cury A. A. Patients' satisfaction and functional assessment of existing complete dentures: correlation with objective masticatory function. *J Oral Rehabil*; 38: 440-446; 2011.
32. DGZMK; Implantologie in der Zahnheilkunde, Wissenschaftliche Stellungnahme, Stand 07/2005. Link:
http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/ALT_Implantologie_in_der_Zahnheilkunde_2005.pdf?PHPSESSID=f04391b1c3fd70dd2524fab21c3280b9. (abgerufen am 24.09.2014).
33. Ellis J. S., Pelekis N. D., Thomason J. M. Conventional rehabilitation of edentulous patients: the impact on oral health-related quality of life and patient satisfaction. *J Prosthodont*; 16: 37-42; 2007.
34. Fahmy F. M., Kharat D. U. A study of the importance of the neutral zone in complete dentures. *J Prosthet Dent*; 64: 459-462; 1990.
35. Feine J. S., Carlsson G. E., Awad M. A., Chehade A., Duncan W. J., Gizani S., Head T., Heydecke G., Lund J. P., MacEntee M., Mericske-Stern R., Mojon P., Morais J. A., Naert I., Payne A. G., Penrod J., Stoker G. T., Tawse-Smith A.,

- Taylor T. D., Thomason J. M., Thomson W. M., Wismeijer D. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Gerodontology*; 19: 3-4; 2002.
36. Fenlon M. R., Sherriff M. An investigation of factors influencing patients' satisfaction with new complete dentures using structural equation modelling. *J Dent*; 36: 427-434; 2008.
37. Fenlon M. R., Sherriff M., Walter J. D. Comparison of patients' appreciation of 500 complete dentures and clinical assessment of quality. *Eur J Prosthodont Restor Dent*; 7: 11-14; 1999.
38. Fenlon M. R., Sherriff M., Walter J. D. Agreement between clinical measures of quality and patients' rating of fit of existing and new complete dentures. *J Dent*; 30: 135-139; 2002.
39. Figgenger L., Runte C. Implantatgestützter Zahnersatz In: Marxkors R (Hrsg.). Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. 5. Auflage. Köln: *Deutscher Ärzte-Verlag GmbH* 2010; Kapitel 11:257-263.
40. Fish E.W. An Analysis of the Stabilising Factors in Full Denture Construction. *Br Dent J*: 559-570; 1931.
41. Fish E.W. Using the muscles to stabilize the full lower denture. *J Am Dent Assoc*: 2163-2169; 1933.
42. Fontijn-Tekamp F. A., Slagter A. P., Van Der Bilt A., Van T. Hof M. A., Witter D. J., Kalk W., Jansen J. A. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res*; 79: 1519-1524; 2000.
43. Forgie A. H., Scott B. J., Davis D. M. A study to compare the oral health impact profile and satisfaction before and after having replacement complete dentures in England and Scotland. *Gerodontology*; 22: 137-142; 2005.
44. Fuhr K., Reiber T. Die Totalprothese. München, Wien, Baltimore: *Urban & Schwarzenberg* 1993.
45. Gahan M. J., Walmsley A. D. The neutral zone impression revisited. *Br Dent J*; 198: 269-272; 2005.

46. Glockmann E., Panzner K.-D., Huhn P., Sigusch B. W., Glockmann K. Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland Dokumentation einer bundesweiten Erhebung (2007). *IDZ-Information*; Nr. 2/11: 2007.
47. Goiato M. C., Ribeiro Pdo P., Garcia A. R., dos Santos D. M. Complete denture masticatory efficiency: a literature review. *J Calif Dent Assoc*; 36: 683-686; 2008.
48. Goyal B. K., Greenstein P. Functional contouring of the palatal vault for improving speech with complete dentures. *J Prosthet Dent*; 48: 640-646; 1982.
49. Grötz K. A., T. Kreuzsch; Zahnärztliche Betreuung von Patienten unter/nach Bisphosphonat-Medikation, Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK, Stand 2006. Link:
http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgmkdokument/Zahnaerztliche_Betreuung_von_Patienten_unternach_Bisphosphonat-Medikation.pdf. (abgerufen am 16.07.2014).
50. Grötz K. A., Al-Nawas B., Terheyden H. Implantate und Bisphosphonat-Therapie. *Implantologie*; 21: 53-59; 2013.
51. Gründler H., Stüttgen U. Grundwissen für Zahntechniker Band IV, Die Totalprothese. 2. Auflage. München: *Verlag Neuer Merkur GmbH* 2005.
52. Gühring W., Barth J. Grundwissen für Zahntechniker - Anatomie: spezielle Biologie des Kauystems. 4. Auflage. München: *Verlag Neuer Merkur GmbH* 1992.
53. Gunne H. S. Masticatory efficiency. A new method for determination of the breakdown of masticated test material. *Acta Odontol Scand*; 41: 271-276; 1983.
54. Gunne H. S. Masticatory efficiency and dental state. A comparison between two methods. *Acta Odontol Scand*; 43: 139-146; 1985.
55. Gunne H. S., Bergman B., Enbom L., Hogstrom J. Masticatory efficiency of complete denture patients. A clinical examination of potential changes at the transition from old to new denture. *Acta Odontol Scand*; 40: 289-297; 1982.
56. Haraldson T., Karlsson U., Carlsson G. E. Bite force and oral function in complete denture wearers. *J Oral Rehabil*; 6: 41-48; 1979.
57. Heath R. A study of the morphology of the denture space. *Dent Pract Dent Rec*; 21: 109-117; 1970.

58. Heydecke G. [Patient-based outcome measures: oral health-related quality of life]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*; 112: 605-611; 2002.
59. Hofmann M. [Influence of the accessory jaw musculature on the retention of complete dentures]. *Quintessenz*; 33: 509-520; 1982.
60. Hohmann A., Hielscher W. Lehrbuch der Zahntechnik Band 2: Prothetik. 6. Auflage. *Quintessenz Verlags-GmbH* 2012.
61. Ikebe K., Morii K., Matsuda K., Nokubi T. Discrepancy between satisfaction with mastication, food acceptability, and masticatory performance in older adults. *Int J Prosthodont*; 20: 161-167; 2007.
62. Jacobson T. E., Krol A. J. A contemporary review of the factors involved in complete denture retention, stability, and support. Part I: retention. *J Prosthet Dent*; 49: 5-15; 1983.
63. Jacobson T. E., Krol A. J. A contemporary review of the factors involved in complete dentures. Part II: stability. *J Prosthet Dent*; 49: 165-172; 1983.
64. Jacobson T. E., Krol A. J. A contemporary review of the factors involved in complete dentures. Part III: support. *J Prosthet Dent*; 49: 306-313; 1983.
65. Jaeschke R., Singer J., Guyatt G. H. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials*; 10: 407-415; 1989.
66. Johansson A., Unell L., Johansson A. K., Carlsson G. E. A 10-year longitudinal study of self-assessed chewing ability and dental status in 50-year-old subjects. *Int J Prosthodont*; 20: 643-645; 2007.
67. John M. T. Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ). *Zahnärztl Mitt*; 21: 68-72; 2005.
68. John M. T., Micheelis W. Lebensqualitätsforschung in der Zahnmedizin: Konzepte, Erfahrungen und Perspektiven - Ein Überblick zur Forschungslandschaft - . *IDZ-Information* 4/2000: 3-22; 2000.
69. John M. T., Micheelis W. Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität in der Bevölkerung: Grundlagen und Ergebnisse des Oral Health Impact Profile (OHIP) aus einer repräsentativen Stichprobe in Deutschland. *IDZ-Information* 1/2003: 1-28; 2003.

70. John M. T., Micheelis W.; Fragebogen zur Mundgesundheits - das Oral Health Impact Profile (OHIP-G 14), Stand 2005. Link: [http://www3.idz-koeln.de/idzpubl3.nsf/3cc6dbfad22add71c125733300412758/496e307c8b95fd60c125735b00367fea/\\$FILE/Fragebogen-OHIP-G-14.pdf](http://www3.idz-koeln.de/idzpubl3.nsf/3cc6dbfad22add71c125733300412758/496e307c8b95fd60c125735b00367fea/$FILE/Fragebogen-OHIP-G-14.pdf). (abgerufen am 24.09.2014).
71. John M. T., Micheelis W., Biffar R. [Reference values in oral health-related quality of life for the abbreviated version of the Oral Health Impact Profile]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*; 114: 784-791; 2004.
72. John M. T., Miglioretti D. L., LeResche L., Koepsell T. D., Hujoel P., Micheelis W. German short forms of the Oral Health Impact Profile. *Community Dent Oral Epidemiol*; 34: 277-288; 2006.
73. John M. T., Patrick D. L., Slade G. D. The German version of the Oral Health Impact Profile--translation and psychometric properties. *Eur J Oral Sci*; 110: 425-433; 2002.
74. John M. T., Reissmann D. R., Szentpetery A., Steele J. An approach to define clinical significance in prosthodontics. *J Prosthodont*; 18: 455-460; 2009.
75. John M. T., Slade G. D., Szentpetery A., Setz J. M. Oral health-related quality of life in patients treated with fixed, removable, and complete dentures 1 month and 6 to 12 months after treatment. *Int J Prosthodont*; 17: 503-511; 2004.
76. Jüde H. D., Kühl W., Rossbach A. Totaler Zahnersatz In: Jüde HD, Kühl W, Rossbach A (Hrsg.). Einführung in die Zahnärztliche Prothetik. 5. Auflage. Köln: *Deutscher Ärzte-Verlag GmbH* 1996; Kapitel 10:181-256.
77. Kern R., Krämer J., Micheelis W. Vierte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV) - Kurzfassung. *Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Bundeszahnärztekammer* 2006.
78. Kerschbaum Th., Hirland K., Teeuwen R., Faber F.J. Zur Überlebensrate von Totalprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*; 62: 458-464; 2007.
79. Khamis M., Razek A., Abdalla F. Two-dimensional study of the neutral zone at different occlusal vertical heights. *J Prosthet Dent*; 46: 484-489; 1981.

80. Knipfer C., Riemann M., Bocklet T., Noeth E., Schuster M., Sokol B., Eitner S., Nkenke E., Stelzle F. Speech intelligibility enhancement after maxillary denture treatment and its impact on quality of life. *Int J Prosthodont*; 27: 61-69; 2014.
81. Komagamine Y., Kanazawa M., Kaiba Y., Sato Y., Minakuchi S., Sasaki Y. Association between self-assessment of complete dentures and oral health-related quality of life. *J Oral Rehabil*; 39: 847-857; 2012.
82. Kühnel S.-M., Krebs D. Statistik für die Sozialwissenschaften - Grundlagen, Methoden, Anwendungen. 3. Auflage. Hamburg: Rowohlt Verlag 2006.
83. Lammie G. A. Aging changes and the complete lower denture. *J Prosthet Dent*; 6: 450-464; 1956.
84. Langer A., Michman J., Seifert I. Factors influencing satisfaction with complete dentures in geriatric patients. *J Prosthet Dent*; 11: 1019-1031; 1961.
85. Larsson P., List T., Lundstrom I., Marcusson A., Ohrbach R. Reliability and validity of a Swedish version of the Oral Health Impact Profile (OHIP-S). *Acta Odontol Scand*; 62: 147-152; 2004.
86. Liedberg B., Owall B. Oral bolus kneading and shaping measured with chewing gum. *Dysphagia*; 10: 101-106; 1995.
87. Lindquist L. W., Carlsson G. E., Hedegard B. Changes in bite force and chewing efficiency after denture treatment in edentulous patients with denture adaptation difficulties. *J Oral Rehabil*; 13: 21-29; 1986.
88. Locker D. Measuring oral health: a conceptual framework. *Community Dent Health*; 5: 3-18; 1988.
89. Locker D., Jokovic A., Clarke M. Assessing the responsiveness of measures of oral health-related quality of life. *Community Dent Oral Epidemiol*; 32: 10-18; 2004.
90. Lott F., Levin B. Flange technique: an anatomic and physiologic approach to increased retention, function, comfort, and appearance of dentures. *J Prosthet Dent*; 16: 394-413; 1966.
91. Lucas P. W., Luke D. A. Methods for analysing the breakdown of food in human mastication. *Arch Oral Biol*; 28: 813-819; 1983.

92. Lundqvist S., Karlsson S., Lindblad P., Rehnberg I. An electropalatographic and optoelectronic analysis of Swedish [s] production. *Acta Odontol Scand*; 53: 372-380; 1995.
93. Lynch C. D., Allen P. F. Overcoming the unstable mandibular complete denture: the neutral zone impression technique. *Dent Update*; 33: 21-22, 24-26; 2006.
94. Machtens E., Marxkors R. [Effect of facial paralysis on tooth position and jaw development as well as its prosthetic therapy]. *DDZ*; 21: 371-376; 1967.
95. Márton K., Boros I., Fejérdy P., Madléna M. Evaluation of unstimulated flow rates of whole and palatal saliva in healthy patients wearing complete dentures and in patients with Sjogren's syndrome. *J Prosthet Dent*; 91: 577-581; 2004.
96. Martone A. L., Black J. W. An approach to prosthodontics through speech science: Part V. Speech science research of prosthodontic significance. *J Prosthet Dent*; 12: 629-636; 1962.
97. Marxkors R. Rehabilitation des Zahnlosen. In: Marxkors R (Hrsg.). Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. 5. Auflage. Köln: *Deutscher Zahnärzte-Verlag GmbH* 2010; Kapitel 8:163-205.
98. Masood M., Masood Y., Saub R., Newton J. T. Need of minimal important difference for oral health-related quality of life measures. *J Public Health Dent*; 74: 13-20; 2014.
99. Matsui Y., Ohno K., Michi K., Hata H., Yamagata K., Ohtsuka S. The evaluation of masticatory function with low adhesive colour-developing chewing gum. *J Oral Rehabil*; 23: 251-256; 1996.
100. Mauelshagen C., Seifert J. Sprache und Text in Theorie und Empirie: Beiträge zur germanistischen Sprachwissenschaft ; Festschrift für Wolfgang Brandt. 1. Auflage. Stuttgart: *Franz Steiner Verlag* 2001.
101. McCord J. F., Grant A. A. Impression making. *Br Dent J*; 188: 484-492; 2000.
102. McDonald G. T., Larsen H. D. The neutral zone space: a clue to denture stability. *Gen Dent*; 32: 510-511; 1984.
103. McDonald G. T., Larsen H. D. Laboratory procedures for the neutral zone denture technique. *Quintessence Dent Technol*; 9: 287-290; 1985.

104. Mehringer E. J. The use of speech patterns as an aid in prosthodontic reconstruction. *J Prosthet Dent*; 13: 825-836; 1963.
105. Melchheier-Weskott A. Der Einfluss unzureichender prothetischer Versorgung auf den Ernährungszustand und die Lebensqualität geriatrischer Patienten; Med Diss; Giessen; 2007.
106. Mericske-Stern R. Treatment outcomes with implant-supported overdentures: clinical considerations. *J Prosthet Dent*; 79: 66-73; 1998.
107. Miller W. P., Monteith B., Heath M. R. The effect of variation of the lingual shape of mandibular complete dentures on lingual resistance to lifting forces. *Gerodontology*; 15: 113-119; 1998.
108. Montero-Martin J., Bravo-Perez M., Albaladejo-Martinez A., Hernandez-Martin L. A., Rosel-Gallardo E. M. Validation the Oral Health Impact Profile (OHIP-14sp) for adults in Spain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*; 14: E44-50; 2009.
109. Mowlana F., Heath M. R., Van der Bilt A., Van der Glas H. W. Assessment of chewing efficiency: a comparison of particle size distribution determined using optical scanning and sieving of almonds. *J Oral Rehabil*; 21: 545-551; 1994.
110. Müller F. Interventions for edentate elders--what is the evidence? *Gerodontology*; 31 Suppl 1: 44-51; 2014.
111. Müller F., Nitschke I. [Oral health, dental state and nutrition in older adults]. *Z Gerontol Geriatr*; 38: 334-341; 2005.
112. Murray M. D., Darvell B. W. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention--a review. Part 4. *Aust Dent J*; 38: 450-455; 1993.
113. Newton J. P., Yemm R., Abel R. W., Menhinick S. Changes in human jaw muscles with age and dental state. *Gerodontology*; 10: 16-22; 1993.
114. Nguyen C. T. Auswirkung der Qualität des Zahnersatzes und der Kau-effizienz auf den Ernährungszustand geriatrischer Patienten und die Entwicklung eines Kaufunktionstests. Med Diss; Giessen; 2002.
115. Niedermeier W. [Physical bases for the stability of the complete denture]. *Dtsch Zahnärztl Z*; 37: 708-717; 1982.

116. Niedermeier W. Diagnostik. In: Koeck B (Hrsg.). Praxis der Zahnheilkunde - Totalprothesen. 4. Auflage. München: *Elsevier GmbH* 2005; Kapitel 1:2-14.
117. Niedermeier W., Huber M., Fischer D., Beier K., Müller N., Schuler R., Brinninger A., Fartasch M., Diepgen T., Matthaeus C., Meyer C., Hector M. P. Significance of saliva for the denture-wearing population. *Gerodontology*; 17: 104-118; 2000.
118. Nitschke I., Marxkors R. Gerontoprothetik. In: Marxkors R (Hrsg.). Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. 5. Auflage. Köln: *Deutscher Zahnärzte-Verlag GmbH* 2010; Kapitel 9:207-232.
119. Österberg T., Carlsson G. E. Dental state, prosthodontic treatment and chewing ability - a study of five cohorts of 70-year-old subjects. *J Oral Rehabil*; 34: 553-559; 2007.
120. Petrovic A. Speech sound distortions caused by changes in complete denture morphology. *J Oral Rehabil*; 12: 69-79; 1985.
121. Piesold J. U., Al-Nawas B., Grotz K. A. [Osteonecrosis of the jaws by long term therapy with bisphosphonates]. *Mund Kiefer Gesichtschir*; 10: 287-300; 2006.
122. Pound E. Esthetic dentures and their phonetic values. *J Prosthet Dent*; 1: 98-111; 1951.
123. Pound E. Lost - Fine Arts in the Fallacy of the Ridges. *J Prosthet Dent*; 4: 6-16; 1954.
124. Prchala G. Ein Leben voll Qualität. *Zahnärztl Mitt*; 94: 26-31; 2004.
125. Prinz J. F. Quantitative evaluation of the effect of bolus size and number of chewing strokes on the intra-oral mixing of a two-colour chewing gum. *J Oral Rehabil*; 26: 243-247; 1999.
126. Rehmann P., Zenginel M., Wostmann B. Alternative procedure to improve the stability of mandibular complete dentures: a modified neutral zone technique. *Int J Prosthodont*; 25: 506-508; 2012.
127. Reißmann D. R., Krautz M., Schierz O., John M. T., Rudolph M., Szentpetery A. Was ist klinisch relevant bei Veränderungen der Mundgesundheit? Ergebnisse der deutschen Kurzversion des Oral Health Impact Profiles (OHIP-G14). *Dtsch Zahnärztl Z*; 63: 668-680; 2008.

128. Riediger D. Präprothetische Chirurgie In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). Zahn-Mund-Kieferheilkunde Zahnärztliche Chirurgie. 4. Auflage. Stuttgart; New York: *Georg Thieme Verlag KG* 2009; Kapitel 8:197-225.
129. Robert Koch-Institut. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Lebensphasenspezifische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland Bericht für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen. Berlin: RKI; 2008.
130. Robert Koch-Institut (Hrsg), Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Hrsg). Erkennen – Bewerten – Handeln: Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Berlin: RKI; 2008.
131. Roessler D. M. Complete denture success for patients and dentists. *Int Dent J*; 53: 340-345; 2003.
132. Sato H., Fueki K., Sueda S., Sato S., Shiozaki T., Kato M., Ohyama T. A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. *J Oral Rehabil*; 30: 68-73; 2003.
133. Sato S., Fueki K., Sato H., Sueda S., Shiozaki T., Kato M., Ohyama T. Validity and reliability of a newly developed method for evaluating masticatory function using discriminant analysis. *J Oral Rehabil*; 30: 146-151; 2003.
134. Schierz S., Rehmann P., Wöstmann B. Verbesserung der Lagestabilität von Totalprothesen im Unterkiefer - Ein Fallbericht. *ZWR*; 119: 356-357; 2010.
135. Schiesser F. J. The neutral zone and polished surfaces in complete dentures. *J Prosthet Dent*; 14: 854-865; 1964.
136. Schimmel M., Christou P., Herrmann F., Muller F. A two-colour chewing gum test for masticatory efficiency: development of different assessment methods. *J Oral Rehabil*; 34: 671-678; 2007.
137. Schmidt S. Zusammenhänge zwischen unzureichender prothetischer Versorgung und Mangel- beziehungsweise Fehlernährung älterer Patienten; Med Diss; Gießen; 2012.
138. Schneider G., Senger B. Coffee beans as a natural test food for the evaluation of the masticatory efficiency. *J Oral Rehabil*; 28: 342-348; 2001.

139. Schröder Ernst. Bedarfsermittlung für prothetische Leistungen in der Zahnheilkunde bis zum Jahr 2020 - Ein Bericht der I + G Gesundheitsforschung München für die Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde e.V. (DGZPW). München: I + G Gesundheitsforschung; 2001.
140. Schünke M., Schulte E., Schumacher U. Prometheus - Lernatlas der Anatomie. Kopf und Neuroanatomie. 1. Auflage. Stuttgart; New York: *Georg Thieme Verlag KG* 2006.
141. Schwindling R. Individuell funktionelle Oberflächengestaltung totaler Prothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*; 18: 183-193; 1963.
142. Scott B. J., Forgie A. H., Davis D. M. A study to compare the oral health impact profile and satisfaction before and after having replacement complete dentures constructed by either the copy or the conventional technique. *Gerodontology*; 23: 79-86; 2006.
143. Seifert E., Runte C., Lamprecht-Dinnesen A. Dentistry and speech production. Correlations between the morphology of the articulation zone and acoustics exemplified in /s/ articulation. *J Orofac Orthop*; 58: 224-231; 1997.
144. Setz J., Körber E. Totalprothetik In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Zahnärztliche Prothetik. 4. Auflage. Stuttgart; New York: *Georg Thieme Verlag KG* 2011; Kapitel 7:166-184.
145. Shay K. Denture hygiene: a review and update. *J Contemp Dent Pract*; 1: 28-41; 2000.
146. Slade G. D. Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. *Community Dent Oral Epidemiol*; 25: 284-290; 1997.
147. Slade G. D. Measuring Oral Health and Quality of Life. Chapel Hill: University of North Carolina: Dental Ecology; 1997.
148. Slade G. D. The Oral Health Impact Profile in: Slade, G.D., ed. Measuring Oral Health and Quality of Life. Chapel Hill: University of North Carolina: Dental Ecology; 1997.
149. Slade G. D. Oral health-related quality of life is important for patients, but what about populations? *Community Dent Oral Epidemiol*; 40 Suppl 2: 39-43; 2012.

150. Slade G. D., Spencer A. J. Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. *Community Dent Health*; 11: 3-11; 1994.
151. Slagter A. P., Bosman F., Van der Bilt A. Comminution of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *J Oral Rehabil*; 20: 159-176; 1993.
152. Slagter A. P., Olthoff L. W., Bosman F., Steen W. H. Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *J Prosthet Dent*; 68: 299-307; 1992.
153. Slagter A. P., Olthoff L. W., Steen W. H., Bosman F. Comminution of food by complete-denture wearers. *J Dent Res*; 71: 380-386; 1992.
154. Slagter A. P., van der Glas H. W., Bosman F., Olthoff L. W. Force-deformation properties of artificial and natural foods for testing chewing efficiency. *J Prosthet Dent*; 68: 790-799; 1992.
155. Speksnijder C. M., Abbink J. H., van der Glas H. W., Janssen N. G., van der Bilt A. Mixing ability test compared with a comminution test in persons with normal and compromised masticatory performance. *Eur J Oral Sci*; 117: 580-586; 2009.
156. Stark H. Zahnersatz für den älteren Menschen. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzler N, Ehrenfeld M (Hrsg.). Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Zahnärztliche Prothetik. 4. Auflage. Stuttgart; New York: *Georg Thieme Verlag* 2011; Kapitel 9:220-240.
157. Statistisches Bundesamt. Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden: *Statistisches Bundesamt Pressestelle* 2009.
158. Stelzle F., Ugrinovic B., Knipfer C., Bocklet T., Noth E., Schuster M., Eitner S., Seiss M., Nkenke E. Automatic, computer-based speech assessment on edentulous patients with and without complete dentures - preliminary results. *J Oral Rehabil*; 37: 209-216; 2010.
159. Stober T., Danner D., Lehmann F., Seche A. C., Rammelsberg P., Hassel A. J. Association between patient satisfaction with complete dentures and oral health-related quality of life: two-year longitudinal assessment. *Clin Oral Investig*; 16: 313-318; 2012.

160. Strack R. Über den Halt der unteren Totalprothese durch Muskelwirkungen und der Aufbau einer entsprechenden Diagnostik. *Dtsch Zahnärztl Z*; 1: 85-97; 1946.
161. Sutton D. N., Lewis B. R., Patel M., Cawood J. I. Changes in facial form relative to progressive atrophy of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*; 33: 676-682; 2004.
162. Tallgren A. Positional changes of complete dentures. A 7-year longitudinal study. *Acta Odontol Scand*; 27: 539-561; 1969.
163. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent*; 27: 120-132; 1972.
164. Tanaka H. Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. *J Prosthet Dent*; 29: 16-28; 1973.
165. Tatematsu M., Mori T., Kawaguchi T., Takeuchi K., Hattori M., Morita I., Nakagaki H., Kato K., Murakami T., Tuboi S., Hayashizaki J., Murakami H., Yamamoto M., Ito Y. Masticatory performance in 80-year-old individuals. *Gerodontology*; 21: 112-119; 2004.
166. Tyson K.W. Physical factors in retention of complete upper dentures. *J Prosthet Dent*; 18: 90-97; 1967.
167. Uebe H.-D. Grundwissen für Zahntechniker Band XI - Fremdwortkunde für Zahntechnikerklassen. 6. Auflage. München: *Verlag Neuer Merkur GmbH* 2001.
168. Utz K. H. Unterfütterungsverfahren für Totalprothesen. In: Koeck B (Hrsg.). *Praxis der Zahnheilkunde - Totalprothesen*. 4. Auflage. München: *Elsevier GmbH* 2005; Kapitel 13:340-362.
169. van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *J Oral Rehabil*; 38: 754-780; 2011.
170. van der Bilt A., Mojet J., Tekamp F. A., Abbink J. H. Comparing masticatory performance and mixing ability. *J Oral Rehabil*; 37: 79-84; 2010.
171. van der Bilt A., van der Glas H. W., Mowlana F., Heath M. R. A comparison between sieving and optical scanning for the determination of particle size distributions obtained by mastication in man. *Arch Oral Biol*; 38: 159-162; 1993.

172. van Waas M. A. The influence of psychologic factors on patient satisfaction with complete dentures. *J Prosthet Dent*; 63: 545-548; 1990.
173. Wahl G. Indikation, Kontraindikation und Differentialindikation aus chirurgischer Sicht. In: Koeck B, Wagner W (Hrsg.). *Praxis der Zahnheilkunde - Implantologie*. München; Wien; Baltimore: *Urban & Schwarzenberg* 1996:31-40.
174. Walsh J. F., Walsh T. Muscle-formed complete mandibular dentures. *J Prosthet Dent*; 35: 254-258; 1976.
175. Watzek G., Fürhauser R., Mailath-Pokorny G. Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N., Ehrenfeld M. (Hrsg.). *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Zahnärztliche Chirurgie*. 4. Auflage. Stuttgart: *Georg Thieme Verlag KG* 2009; Kapitel 9:227-273.
176. Weber D., Lotzmann U., Künzel H.J. Influence of lost lateral teeth on speech sound production. *J CranioMand Func*; 4: 315-327; 2012.
177. WHO World Health Organization. *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps*. Geneva; 1980.
178. WHOQOL Group. Study protocol for the World Health Organization project to develop a Quality of Life assessment instrument (WHOQOL). *Qual Life Res*; 2: 153-159; 1993.
179. Wieselmann-Penker K. Normale und gestörte Funktionen des orofazialen Systems. In: Reitemeier B, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Einführung in die Zahnmedizin*. 1. Auflage. Stuttgart: *Georg Thieme Verlag KG* 2006; Kapitel 3:98-123.
180. Wisser W., Hörschgen J. Der Einfluss von zahnärztlich-rekonstruktiven Behandlungen auf die Sprachlautbildung. *Dtsch Zahnärztl Z*; 59: 184-190; 2004.
181. Wolff A., Gadre A., Begleiter A., Moskona D., Cardash H. Correlation between patient satisfaction with complete dentures and denture quality, oral condition, and flow rate of submandibular/sublingual salivary glands. *Int J Prosthodont*; 16: 45-48; 2003.
182. Wong M. C., Lo E. C., McMillan A. S. Validation of a Chinese version of the Oral Health Impact Profile (OHIP). *Community Dent Oral Epidemiol*; 30: 423-430; 2002.

183. Wöstmann B. Ein Verfahren zur Verbesserung der Lagestabilität totaler unterer Prothesen insbesondere bei ungünstigen anatomischen Voraussetzungen. *Z Stomatol*; 88: 303-309; 1991.
184. Wöstmann B. Zahnersatz und Gesundheit bei Senioren. *Zahnärztl Mitt*; 93: 44-46; 2003.
185. Wöstmann B, Rehmann P. Gerostomatologie und Prothetik. *Zahnmedizin up2date*; 3: 411-428; 2009.
186. Wöstmann B., Michel K., Brinkert B., Melchheier-Weskott A., Rehmann P., Balkenhol M. Influence of denture improvement on the nutritional status and quality of life of geriatric patients. *J Dent*; 36: 816-821; 2008.
187. Wright S. M. The polished surface contour: a new approach. *Int J Prosthodont*; 4: 159-163; 1991.
188. Yamazaki M., Inukai M., Baba K., John M. T. Japanese version of the Oral Health Impact Profile (OHIP-J). *J Oral Rehabil*; 34: 159-168; 2007.
189. Zitzmann N. U. Die Folgen der Zahnlosigkeit für das Individuum. *Dtsch Zahnärztl Z*; 59: 617-625; 2004.
190. Zitzmann Nicola Ursula. Die zahnärztlich-prothetische Versorgung des zahnlosen Patienten unter besonderer Berücksichtigung implantatgetragener Rekonstruktionen; Med Habil; Aachen; 2004.

10 Anhang

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: OPG eines Patienten mit fortgeschrittener Alveolarfortsatzresorption im Ober- und Unterkiefer.....	11
Abb. 2: Klinische Ansicht eines stark atrophierten Unterkiefers	11
Abb. 3: Deutliche klinische Darstellung der verschmälerten befestigten Gingiva im Bereich des Alveolarkamms.....	11
Abb. 4: Position der künstlichen Zähne zu weit lingual.....	13
Abb. 5: Position der künstlichen Zähne zu weit bukkal	14
Abb. 6: Zahnaufstellung im muskulären Gleichgewicht	14
Abb. 7: Grafische Darstellung der Wechselbeziehung zwischen allgemeiner, gesundheitsbezogener und mundgesundheitsbezogener Lebensqualität. In Anlehnung an <i>John und Micheelis</i> ⁶⁹	21
Abb. 8: Modell zur Mundgesundheit von Locker. Modifiziert nach <i>Slade und Spencer</i> ¹⁵⁰	22
Abb. 9: Studienverlauf.....	35
Abb. 10: Individueller Abformlöffel aus Kunststoff in Modellansicht	39
Abb. 11: Individueller Abformlöffel im Mund des Patienten	39
Abb. 12: Abformlöffel mit appliziertem Cushion Grip® im Mund des Patienten.....	40
Abb. 13: Abformlöffel nach einer Tragezeit von zwei Tagen.....	40
Abb. 14: Sealabformung zur Oberflächenglättung.....	40
Abb. 15: Prothesenrohling in Modellansicht.....	41
Abb. 16: Prothesenrohling im Mund des Patienten.....	41
Abb. 17: Zahnaufstellung in korrekter vestibulo-oraler Position.....	41
Abb. 18: Fertige Zahnaufstellung im muskulären Gleichgewicht.....	42
Abb. 19: Fertiggestellte Totalprothese in Modellansicht	42

Abb. 20: Fertige Totalprothese im Mund des Patienten.....	42
Abb. 21: Fragebogen zur Beurteilung des Prothesenhalts.....	44
Abb. 22: Bewertungsskala des Kauffunktionstests anhand der unterschiedlichen Zerkleinerungsgrade.....	45
Abb. 23: Lesetext "Nordwind und Sonne" (Äsop ca. 620 - 560 v. Chr.).....	47
Abb. 24: Boxplotdiagramm. In Anlehnung an <i>Brosius</i> ¹⁹	49
Abb. 25: Boxplotdarstellung der OHIP-Gesamtsummen aller Patienten mit beiden Versorgungen mit Ausreißern (°).....	51
Abb. 26: OHIP-Gesamtsummen der einzelnen Patienten mit beiden Versorgungen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten	52
Abb. 27: OHIP-Mittelwerte für die einzelnen Fragen im Vergleich beider Versorgungen.....	53
Abb. 28: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts nach der Versorgung mit Unterkiefer-Totalprothesen im muskulären Gleichgewicht.....	55
Abb. 29: Ergebnisse des Kauffunktionstests der einzelnen Patienten mit beiden Versorgungen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten.....	57
Abb. 30: Durch die Zuhörer angegebene Bewertungskriterien in Bezug auf die Sprachlautbildung	60

10.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Beurteilungskriterien für Totalprothesen	37
Tab. 2: Deskriptive Statistik der OHIP-Auswertung (konventionelle Unterkiefer- Totalprothese vs. Unterkiefer-Totalprothese im muskulären Gleichgewicht) ..	51
Tab. 3: Analyse der OHIP-Werte für die einzelnen Subskalen.....	53
Tab. 4: Subjektive Beurteilung des allgemeinen Prothesenhalts.....	55
Tab. 5: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts beim Sprechen	55
Tab. 6: Subjektive Beurteilung des Prothesenhalts beim Kauen.....	55

Tab. 7: Deskriptive Statistik des Kaufunktionstests.....	56
Tab. 8: Mittelwerte der Bewertungen der Sprachlautbildung mit beiden Unterkiefer- Totalprothesenformen berechnet mit dem Varianzkomponentenmodell	59
Tab. 9: Mittelwerte der Bewertungen durch die unterschiedlichen Ratergruppen berechnet mit dem Varianzkomponentenmodell.....	59

10.3 Abkürzungsverzeichnis

DMS	Deutsche Mundgesundheitsstudie
DMFT	D = decayed (kariös) M = missing (fehlend) F = filled (gefüllt) T = teeth (Zähne)
GLQ	Gesundheitsbezogene Lebensqualität
M.	Musculus
MID	Minimal Important Difference
MLQ	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität
N.	Nervus
OHIP	Oral Health Impact Profile
OHIP-G	Oral Health Impact Profile - German
WHO	World Health Organization

10.4 Originaldokumente

10.4.1 Einwilligungs- und Aufklärungsbogen

(Verbesserung des Prothesenhaltes von Totalprothesen im Unterkiefer)

Aufklärungsbogen und Einwilligungserklärung

Vollständige Bezeichnung der klinischen Studie/Prüfung:

Verfahren zur Verbesserung der Lagestabilität von Unterkiefer-Totalprothesen insbesondere bei ungünstigen anatomischen Voraussetzungen - Eine Pilotstudie.

Verantwortlicher Träger und Leiter der klinischen Studie/Prüfung:

Prof. Dr. B. Wöstmann (Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik).

Patient/in (Name, Vorname):

....., geb. am Teiln.-Nr.

EudraCT-Nr. (**##nur bei Arzneimittel-Prüfungen**)

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Ihr behandelnder Arzt schlägt vor, Sie in die oben genannte klinische Studie/Prüfung einzubeziehen.

Eine solche Teilnahme ist freiwillig, Sie werden in diese Studie/Prüfung also nur dann einbezogen, wenn Sie Ihre Einwilligung erklären. Um Sie über das Vorhaben und über die etwaigen Vorteile und Risiken Ihrer Teilnahme zu informieren, wird der verantwortliche Arzt ein ausführliches Gespräch mit Ihnen führen. Vor diesem Gespräch **möchten wir Sie bitten, die nachfolgenden Ausführungen zu lesen**. Sie können sich dadurch bereits einen eingehenden Überblick verschaffen.

A. Die klinische Studie/Prüfung

1. Worum geht es?

Im Rahmen der klinischen Prüfung/Studie ist geplant, bei Ihnen mit Hilfe eines modifizierten Herstellungsverfahrens eine neue Unterkiefer-Totalprothese anzufertigen.

Dazu wird zunächst ein spezielles Abformverfahren verwendet um die spätere Unterkiefer- Prothese in ein Gleichgewicht zwischen Zungen- und Wangenmuskulatur einfügen zu können.

Auf Grundlage dieser Abformung wird ein Prothesenrohling in Form eines Kunststoffwalls hergestellt, der anschließend Stück für Stück zu Ihrer Unterkiefer-Totalprothese umfunktioniert wird.

E_Aufklaerung_und_Einwilligung_Ethik_Gleichgewicht_geänderte Version.doc / Version 18.01.2011

Von der Durchführung der klinischen Prüfung/Studie erhoffen wir uns, den Prothesenhalt Ihrer Unterkiefer-Totalprothese verbessern zu können, was wir anhand eines Sprach- sowie Kautestes überprüfen.

2. Welche Vorteile sind zu erwarten?

Nach den bislang ersten klinischen Erfahrungen mit diesem Verfahren gehen wir derzeit davon aus, dass die Lagestabilität von Totalprothesen im Unterkiefer insbesondere bei Patienten mit ungünstigen anatomischen Voraussetzungen verbessert werden kann.

3. Welche Risiken und Belastungen sind zu befürchten?

- Es sind keine Risiken und Belastungen zu befürchten.

B. Woran ist noch zu denken?

1. Ihre persönlichen Daten werden geschützt.

Die Durchführung der Studie/klinischen Prüfung erfordert es, dass von Ihnen personenbezogene Daten, insbesondere Angaben über Ihre Gesundheit, erhoben, aufgezeichnet und verarbeitet werden. Die erhobenen Daten werden für die **wissenschaftliche Auswertung** der Studie/klinischen Prüfung verwendet, für die **Überwachung** der Studie/Prüfung durch die zuständigen Überwachungsbehörden sowie für die **Archivierung** der Studien-/Prüfungsergebnisse. Die Verwendung der Daten kann darüber hinaus auch für eine **Veröffentlichung** der Forschungsergebnisse (beispielsweise in medizinischen Fachzeitschriften) erforderlich sein.

Die Erhebung, Verarbeitung, Weitergabe und Speicherung der Daten unterliegt strengen **spezialgesetzlichen Bestimmungen**, die restriktiv eingehalten werden. Dementsprechend erfolgt eine Weitergabe und Einsichtnahme Ihrer personenbezogenen Daten nur durch die zuständigen Überwachungsbehörden und durch zur Verschwiegenheit verpflichtete Mitarbeiter der Einrichtung, die die Durchführung der Studie/klinischen Prüfung finanziell fördert. Im Übrigen unterliegen Ihre Daten den allgemeinen Bestimmungen des **hessischen Datenschutzgesetzes**. Insbesondere eine Veröffentlichung der Daten in wissenschaftlichen Publikationen erfolgt nur, wenn zuvor jeder Bezug zu Ihrer Person unkenntlich gemacht worden ist, entweder durch **Anonymisierung** oder durch Verwendung eines anderen Namens, also eines **Pseudonyms**.

Ansprechpartner für die Verwaltung Ihrer Daten ist:

Prof. Dr. B. Wöstmann

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Schlängenzahl 14, 35392 Gießen

Telefon: 0641/9946150, Fax: 0641/9946139

e-mail: Bernd.Woestmann@dentist.med.uni-giessen.de

2. Es besteht Versicherungsschutz.

Für die Studie besteht nach schriftlicher Bestätigung des Versicherers Versicherungsschutz nach den Grundsätzen der allgemeinen Betriebshaftpflichtversicherung des Klinikums. Bitte beachten Sie, dass Sie **bei Auftreten einer Gesundheitsschädigung**, wenn sie Folge der Studie/Prüfung sein könnte, gehalten sind, diesen Schaden dem Versicherer unverzüglich anzuzeigen (**## bzw. ggü. Arzt oder Kontaktperson, je nach vereinbarten Versicherungsmodalitäten##**). In einem solchen Fall sind Sie zudem gehalten, zweckmäßige Maßnahme zu treffen, die der Aufklärung der Ursache und des Umfangs des eingetretenen Schadens und der Minderung dieses Schadens dienen. Ausführlichere Informationen hierüber erhalten Sie im Arztgespräch, auch darüber, wie Sie sich verhalten müssen, um Ihren Versicherungsschutz nicht zu gefährden. Auf Wunsch können Sie auch gerne Einsicht in die Versicherungsbedingungen nehmen.

3. Sie können Ihre Teilnahme jederzeit beenden.

Wenn Sie aus der Studie/klinischen Prüfung ausscheiden möchten, können Sie Ihre Einwilligung jederzeit und **ohne Angabe von Gründen** widerrufen. Durch den Widerruf entstehen Ihnen **keinerlei Nachteile**.

Zum Zeitpunkt Ihres Widerrufs bereits erhobene **personenbezogene Daten** werden von Ihrem Widerruf jedoch nur dann erfasst, wenn deren weitere Verwendung nicht erforderlich ist. Häufig ist eine solche **weitere Verwendung** der bereits erhobenen Daten jedoch erforderlich, um die **wissenschaftliche Auswertung** der Studie/klinischen Prüfung nicht zu gefährden oder um im Fall einer **Arzneimittelzulassung** der zuständigen Behörde vollständige Zulassungsunterlagen vorlegen zu können. Sollten bei Ihrem Ausscheiden aus der Studie/klinischen Prüfung bereits einzelne Maßnahmen bei Ihnen durchgeführt worden sein, läge eine Löschung der bereits erhobenen Daten auch gar nicht **in Ihrem eigenen Interesse**. Denn sollten im Nachhinein Risiken oder Nebenwirkungen dieser Maßnahmen bekannt werden, können wir Sie nur dann über eine medizinische Nachsorge informieren, wenn uns zu diesem Zeitpunkt Ihre Daten noch vorliegen.

Wir werden daher im Fall eines Widerrufs **unverzüglich prüfen**, ob Ihre Daten aus den genannten Gründen weiter benötigt werden. Sollte dies nicht der Fall sein, werden Ihre Daten je nach den technischen Gegebenheiten umgehend gesperrt, gelöscht oder vernichtet. Anderenfalls werden Ihre Daten erst mit Wegfall der genannten längerfristigen Verwendungszwecke gelöscht, unabhängig hiervon jedoch spätestens mit Ablauf der vorgeschriebenen Aufbewahrungsfrist.

C. Einwilligungserklärung

Ich habe mir anhand des ausgehändigten Aufklärungsbogens einen Überblick über die klinische Studie/Prüfung verschafft.

Anschließend hat Frau/Herr..... am um Uhr ein ausführliches Gespräch mit mir geführt. Gegenstand des Gesprächs war insbesondere

- der nähere Inhalt und der praktische Ablauf der Studie/klinischen Prüfung, vor allem
.....;
- die Frage, inwieweit Vorteile, Risiken oder Belastungen zu erwarten sind, vor allem
.....;
- Fragen des Daten- und Versicherungsschutzes sowie der Hinweis auf mein jederzeitiges Widerrufsrecht.

Ich hatte Gelegenheit, Fragen zu stellen, und habe eine Kopie der vorliegenden Unterlagen erhalten. Anschließend wurde mir ausreichend Zeit gewährt, um in Ruhe über meine Teilnahme nachzudenken. Derzeit habe ich keine weiteren Fragen.

Mit der Teilnahme an der klinischen Studie/Prüfung bin ich einverstanden.

Meine Einwilligung umfasst auch die beschriebene Verwendung meiner personenbezogenen Daten, insbesondere die Erhebung und Verarbeitung von Angaben über meine Gesundheit.

.....
(Ort, Datum)

.....
(NAME, VORNAME in Druckschrift)

.....
(Unterschrift)

Vielen Dank für Ihre Hilfe! Selbstverständlich werden wir Sie umgehend informieren, falls im Verlauf der Studie/klinischen Prüfung Informationen bekannt werden, die Ihre Bereitschaft zur weiteren Mitwirkung beeinflussen könnten.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift Leiter / Stellvertreter)

10.4.2 OHIP-G14-Fragebogen

OHIP-G 14**– Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität –**

Bitte prüfen Sie für jede der folgenden Aussagen, wie sehr die beschriebene Situation für Sie persönlich zutrifft. Kreuzen Sie bitte für jede Aussage eine Zahl an.

Hatten Sie im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz ...	sehr oft	oft	ab und zu	kaum	nie
Schwierigkeiten bestimmte Worte auszusprechen?	4	3	2	1	0
das Gefühl, Ihr Geschmackssinn war beeinträchtigt?.....	4	3	2	1	0
den Eindruck, dass Ihr Leben ganz allgemein weniger zufriedenstellend war?.....	4	3	2	1	0
Schwierigkeiten zu entspannen?.....	4	3	2	1	0

Ist es im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz vorgekommen, ...	sehr oft	oft	ab und zu	kaum	nie
dass Sie sich angespannt gefühlt haben?	4	3	2	1	0
dass Sie Ihre Mahlzeiten unterbrechen mussten?.....	4	3	2	1	0
dass es Ihnen unangenehm war, bestimmte Nahrungsmittel zu essen?	4	3	2	1	0
dass Sie anderen Menschen gegenüber eher reizbar gewesen sind?.....	4	3	2	1	0
dass es Ihnen schwergefallen ist, Ihren alltäglichen Beschäftigungen nachzugehen?.....	4	3	2	1	0
dass Sie vollkommen unfähig waren, etwas zu tun?.....	4	3	2	1	0
dass Sie sich ein wenig verlegen gefühlt haben?.....	4	3	2	1	0
dass Ihre Ernährung unbefriedigend gewesen ist?	4	3	2	1	0

Hatten Sie im vergangenen Monat ...	sehr oft	oft	ab und zu	kaum	nie
Schmerzen im Mundbereich?.....	4	3	2	1	0
ein Gefühl der Unsicherheit in Zusammenhang mit Ihren Zähnen, Ihrem Mund oder Ihrem Zahnersatz?.....	4	3	2	1	0

Vielen Dank!

© Gestaltung: IDZ, 2005

10.4.3 Bogen zur Bewertung der Sprachaufzeichnungen



In diesem Versuch geht es um die Sprachqualität bei Personen, die jeweils zwei verschiedene Arten von Prothesen tragen. Ihre Aufgabe besteht darin, die Sprachqualität mit Hilfe von Schulnoten zu beurteilen. Dabei bedeutet 1 = „Die Sprachqualität ist perfekt, eine Prothese ist nicht zu erkennen“ und 6 = „Die Sprachqualität ist ungenügend, die Prothese ist nicht akzeptabel.“

Bitte beurteilen Sie nur die Aussprache, aber nicht das unterschiedliche Lesevermögen der Sprecher!

Es gibt insgesamt 46 Sprachproben von 23 Männern und Frauen, die Dauer beträgt jeweils ca. 20 Sekunden. Nach jeder Sprachprobe ist eine Pause von 3 Sekunden Dauer eingefügt, in der Sie ihr Urteil hinter der betreffenden Nummer notieren sollen. Der Testbogen besteht aus zwei Seiten. Nach der letzten Sprachprobe der ersten Seite hören Sie einen kurzen Piepton als Zeichen zum Umblättern.

VP Nr. Studienfach + Semesterzahl: Alter: Geschlecht:

Sprachprobe Nr.

- 1 ___
- 2 ___
- 3 ___
- 4 ___
- 5 ___
- 6 ___
- 7 ___
- 8 ___
- 9 ___
- 10 ___
- 11 ___
- 12 ___
- 13 ___
- 14 ___
- 15 ___
- 16 ___

- 17 __
- 18 __
- 19 __
- 20 __
- 21 __
- 22 __
- 23 __
- 24 __
- 25 __
- 26 __
- 27 __
- 28 __
- 29 __
- 30 __
- 31 __
- 32 __
- 33 __
- 34 __
- 35 __
- 36 __
- 37 __
- 38 __
- 39 __
- 40 __
- 41 __
- 42 __
- 43 __
- 44 __
- 45 __
- 46 __

10.5 Originaltabellen der statistischen Berechnungen

10.5.1 OHIP-G14-Fragebogen

Test der OHIP-Werte auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
DIFF_OHIP	,203	21	,024	,851	21	,004

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Statistik für Test^a

	OHIP_Gesamtsumme_neue_Prothese
	OHIP_Gesamtsumme_alte_Prothese
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,000^b

a. Vorzeichentest

b. Verwendete Binomialverteilung.

Statistik für Test^a (Subskalenauswertung)

	Funktionelle Einschränkungen (myodynamisch) - Funktionelle Einschränkungen (konventionell)	Schmerzen (myodynamisch) - Schmerzen (konventionell)	Psychisches Unwohlsein / Unbehagen (myodynamisch) - Psychisches Unwohlsein / Unbehagen (konventionell)	Physische Beeinträchtigung (myodynamisch) - Physische Beeinträchtigung (konventionell)	Psychische Beeinträchtigung (myodynamisch) - Psychische Beeinträchtigung (konventionell)	Soziale Beeinträchtigung (myodynamisch) - Soziale Beeinträchtigung (konventionell)	Benachteiligung / Behinderung (myodynamisch) - Benachteiligung / Behinderung (konventionell)
Exakte Signifikanz (2-seitig)	.000^b	.003^b	.006^b	.002^b	.031^b	.063^b	.125^b

a. Vorzeichentest

b. Verwendete Binomialverteilung.

10.5.2 Kauffunktionstest

Test der Werte des Kauffunktionstests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
DIFF_Kauffunktionstest	,298	21	,000	,813	21	,001

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Statistik für Test^a

	Kauffunktionstest_neue_Prothese Kauffunktionstest_alte_Prothese
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,109 ^b

a. Vorzeichentest

b. Verwendete Binomialverteilung.

10.5.3 Sprachaufzeichnungen

Paarweise Vergleiche^a (Prothese_Bewertung)

(I) Prothese	(J) Prothese	Differenz der Mittelwerte (I- J)	Standardfehler	Freiheitsgrade	Signifikanz ^b	95% Konfidenzintervall für Differenz ^b	
						Untergrenze	Obergrenze
1 alt	2 neu	,053	,034	3376,000	,111	-,012	,119
2 neu	1 alt	-,053	,034	3376,000	,111	-,119	,012

Basiert auf geschätzten Randmitteln

a. Abhängige Variable: Bewertung.

b. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Geringste signifikante Differenz (entspricht keiner Korrektur).

Anhang

Tests auf Univariate^a

Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
1	3376,000	2,537	,111

Mit F wird der Effekt von Prothese getestet. Dieser Test basiert hauptsächlich auf den linear unabhängigen paarweisen Vergleichen zwischen den geschätzten Randmitteln.^a

a. Abhängige Variable: Bewertung

Paarweise Vergleiche^a (Hörergruppen_Bewertung)

(I) Hoerergruppe	(J) Hoerergruppe	Differenz der Mittelwerte (I-J)	Standardfehler	Freiheitsgrade	Signifikanz ^c	95% Konfidenzintervall für Differenz ^c	
						Untergrenze	Obergrenze
1 8. Semester	2 9. Semester	-,076	,044	3376,000	,085	-,162	,010
	3 Examen	,353*	,042	3376,000	,000	,270	,435
2 9. Semester	1 8. Semester	,076	,044	3376,000	,085	-,010	,162
	3 Examen	,428*	,037	3376,000	,000	,356	,500
3 Examen	1 8. Semester	-,353*	,042	3376,000	,000	-,435	-,270
	2 9. Semester	-,428*	,037	3376,000	,000	-,500	-,356

Basiert auf geschätzten Randmitteln

*. Die Differenz der Mittelwerte ist in Stufe ,05 signifikant.

a. Abhängige Variable: Bewertung.

c. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Geringste signifikante Differenz (entspricht keiner Korrektur).

Tests auf Univariate^a

Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
2	3376	76,172	,000

Mit F wird der Effekt von Hörergruppe getestet. Dieser Test basiert hauptsächlich auf den linear unabhängigen paarweisen Vergleichen zwischen den geschätzten Randmitteln.^a

a. Abhängige Variable: Bewertung

Korrelationskoeffizient

Korrelationskoeffizient in Klassen 8. Semester

	Korrelation innerhalb der Klasse ^b	95%-Konfidenzintervall		F-Test mit wahrem Wert 0			
		Untergrenze	Obergrenze	Wert	df1	df2	Sig.
Einzelne Maße	,353 ^a	,255	,484	13,022	41	697	,000
Durchschnittliche Maße	,908	,861	,944	13,022	41	697	,000

Modell mit Zwei-Weg-Zufallseffekten, bei dem sowohl Personeneffekte als auch Maßeffekte zufällig sind.

- a. Der Schätzer ist derselbe, unabhängig davon, ob ein Wechselwirkungseffekt vorliegt oder nicht.
- b. Korrelationskoeffizienten des Typs A innerhalb der Klasse unter Verwendung einer Definition der absoluten Übereinstimmung.

Korrelationskoeffizient in Klassen 9.Semester

	Korrelation innerhalb der Klasse ^b	95%-Konfidenzintervall		F-Test mit wahrem Wert 0			
		Untergrenze	Obergrenze	Wert	df1	df2	Sig.
Einzelne Maße	,241 ^a	,168	,351	10,427	41	1107	,000
Durchschnittliche Maße	,899	,850	,938	10,427	41	1107	,000

Modell mit Zwei-Weg-Zufallseffekten, bei dem sowohl Personeneffekte als auch Maßeffekte zufällig sind.

- a. Der Schätzer ist derselbe, unabhängig davon, ob ein Wechselwirkungseffekt vorliegt oder nicht.
- b. Korrelationskoeffizienten des Typs A innerhalb der Klasse unter Verwendung einer Definition der absoluten Übereinstimmung.

Korrelationskoeffizient in Klassen Staatsexamen

	Korrelation innerhalb der Klasse ^b	95%-Konfidenzintervall		F-Test mit wahrem Wert 0			
		Untergrenze	Obergrenze	Wert	df1	df2	Sig.
Einzelne Maße	,270 ^a	,193	,384	16,374	41	1394	,000
Durchschnittliche Maße	,928	,893	,956	16,374	41	1394	,000

Modell mit Zwei-Weg-Zufallseffekten, bei dem sowohl Personeneffekte als auch Maßeffekte zufällig sind.

- a. Der Schätzer ist derselbe, unabhängig davon, ob ein Wechselwirkungseffekt vorliegt oder nicht.
- b. Korrelationskoeffizienten des Typs A innerhalb der Klasse unter Verwendung einer Definition der absoluten Übereinstimmung.

11 Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Anna Katharina Künkel

12 Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. **Dr. Bernd Wöstmann** für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung dieser Arbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn **Dr. Peter Rehmann** für die stets hervorragende und zuverlässige Betreuung und Beratung bei allen Fragen bezüglich der vorgestellten Studie und der Verfassung dieser Arbeit. Vielen Dank für deine fortwährende Hilfsbereitschaft, dein Engagement und deine Geduld während der gesamten Zeit meiner Promotion.

Herrn **Dr. Daniel Weber** danke ich für die Bereitstellung des Tonaufnahme-Equipments, die stets kompetente und freundliche Beratung sowie die umfangreiche und gewissenhafte Unterstützung bei der Auswertung aller Sprachaufzeichnungen.

Gleichzeitig möchte ich mich bei allen **Probanden** bedanken, die sich bereiterklärt haben, an der vorgestellten Studie teilzunehmen.

Für die zuverlässige Assistenz bei den Patientenbehandlungen in der klinischen Phase dieser Arbeit, möchte ich mich ganz herzlich bei **Petra** bedanken.

Vielen Dank an alle Mitarbeiter des **Zahntechnik Zentrums Eisenach** für die angenehme und engagierte Zusammenarbeit.

Für die freundliche und kompetente Beratung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse dieser Arbeit, bedanke ich mich bei Herrn **Dr. Johannes Herrmann**.

Herrn **Dipl.-Ing. Michael Köhl** möchte ich für die geduldige Hilfe bei allen „EDV-Stolpersteinen“ danken.

Vielen Dank an **Christiane** und **Hans-Martin** für eure großartige und sorgfältige Hilfe beim Korrekturlesen dieser Arbeit.

Jannik, ich danke dir von Herzen für deine Geduld, dein grenzenloses Verständnis und dein Vertrauen. Ich bin dir unendlich dankbar für deine liebevolle Unterstützung und deinen Halt in allen Lebenslagen.

Mein herzlichster Dank gilt meiner gesamten **Familie** und insbesondere meinen **Eltern**, ohne die vieles nicht möglich gewesen wäre. Ich danke euch für eure aufrichtige und unermüdliche Unterstützung auf meinem gesamten Lebensweg und für eure Liebe.