

Diplomarbeit

**Pfeilervermehrung in der abnehmbaren Prothetik –
Retrospektive Untersuchung kombiniert zahn-,
implantatgetragener Versorgungen**

eingereicht von

Ulrike Barbara Feldbaumer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Zahnheilkunde

(Dr^{in.} med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für Zahnerhaltung, Parodontologie und
Zahnersatzkunde der Universitätsklinik für Zahnmedizin und
Mundgesundheit**

unter der Anleitung von

Dr.in. med. dent. Sandra Huber, MSc

Ao. Univ.-Prof. Dr. med. univ. Martin Lorenzoni

Graz, 02.07.2023

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 02.07.2023

Ulrike Feldbaumer eh.

Danksagung

Zuallererst möchte ich mich an dieser Stelle herzlichst bei meiner Diplomarbeitsbetreuerin Frau OA Dr. med. dent. Sandra Huber, MSc für die Bereitstellung des Themas und die großartige Unterstützung bei der Verfassung dieser Arbeit bedanken. Herrn Univ.-Prof. Dr. Martin Lorenzoni möchte ich für die Zweitbetreuung und Ermöglichung dieser Arbeit danken. Danke auch an Herrn DDDr. Alwin Sokolowski für die Hilfe bei der Datenerhebung.

Ich möchte mich auf diesem Weg auch bei Frau DI Irene Mischak für die Datenauswertung und das Bereitstellen von Diagrammen bedanken.

Meiner Familie und meinen Freundinnen und Freunden möchte ich auch ganz besonders danken. Ohne euch wäre die Studienzeit nur halb so schön gewesen. Ihr habt mich oft ermutigt und hattet immer ein offenes Ohr für mich. Ich bin sehr glücklich euch zu haben!

Mein allergrößter Dank gilt meinen Eltern Barbara und Siegfried. Ihr habt ihr mich in jeder Lebenslage unterstützt und seid mir immer mit einem guten Rat zur Seite gestanden. Ich weiß, ihr seid immer für mich da, und bin euch sehr dankbar für alles!

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung.....	VI
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VII
Zusammenfassung.....	VIII
Abstract.....	X
1 Einleitung.....	1
<i>1.1 Zahnverlust und seine Folgen</i>	1
<i>1.2 Einteilung der Lückengebisse nach Kennedy</i>	2
<i>1.3 Grundlagen der Implantologie</i>	4
1.3.1 Knochenqualität und -quantität.....	4
1.3.2 Osseointegration.....	6
<i>1.4 Abnehmbare Teilprothetik</i>	6
1.4.1 Aufbau der abnehmbaren Teilprothese.....	7
1.4.2 Prinzipielle Überlegungen zur Gestaltung von herausnehmbaren Prothesen.....	8
<i>1.5 Unterstützungsfläche</i>	9
<i>1.6 Pfeilervermehrung durch strategische Implantate zur Vergrößerung des Unterstützungspolygons</i>	11
<i>1.7 Implantate und abnehmbare Teilprothesen</i>	12
1.7.1 Indikationen und Kontraindikationen für kombiniert zahn-, implantatgetragene abnehmbare Versorgungen.....	12
1.7.2 Charakteristika der kombiniert zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Versorgung.....	13
<i>1.8 Arten der Verankerung</i>	15
1.8.1 Die Doppelkronenverbindung.....	15
1.8.2 Die Druckknopfverbindung.....	16
<i>1.9 Ziel der Diplomarbeit</i>	18
2 Material und Methoden.....	18
2.1 Studiendesign.....	18
2.2 Patient*innenkollektiv.....	19
2.3 Ablauf der Untersuchungen.....	20
2.3.1 Hauptzielgröße.....	20
2.3.2 Nebenzielgrößen.....	22
2.4 Statistische Auswertung.....	25
3 Ergebnisse.....	25
3.1 Zeitrahmen der klinischen Beobachtung.....	25
3.2 Alters-, Geschlechts- und Gruppenverteilung.....	25
3.3 Implantatposition, Implantatdurchmesser, Implantatlänge.....	27
3.4 Implantatüberlebensrate, Implantaterfolgsrate und Prothesenüberlebensrate.....	28
3.5 Knochenverlust.....	28
3.6 Bleeding on Probing (BOP).....	31
3.7 Gingival Index.....	32
3.8 Plaque Index.....	33

3.9 Periotest	33
3.10 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-G-14)	35
3.11 Komplikationen und notwendige Sitzungen	37
4 Diskussion	39
4.1 Interpretation der Ergebnisse	39
4.2 Limitierungen	44
4.3 Konklusion	45
5 Literaturverzeichnis	46
6 Anhang	52
6.1 OHIP-G14-Fragebogen	52
6.2 7-Jahres-Kontrolluntersuchung	53

Abkürzungen und deren Erklärung

BOP	Bleeding on Probing
mm.....	Millimeter
OHIP-G14	Oral Health Impact Profile Germany 14
PI	Plaque-Index
SD.....	Standardabweichung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kennedy-Klassifikation (Strub et al., 2019).....	3
Abbildung 2: Klassifikation der Knochenqualität nach Lekholm und Zarb (Ribeiro-Rotta et al., 2011).....	5
Abbildung 3: Resorptionsklassen im UK nach Atwood und im OK nach Fallschüssel (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018)	5
Abbildung 4: Aufbau einer OK Teilprothese (Strub et al., 2019).....	7
Abbildung 5: Arten der Abstützungsmöglichkeit (Steffel, 1962).....	9
Abbildung 6: Unterstützungspolygon (Müller, Barter, 2016)	10
Abbildung 7: Widerstandsarm und Hebelarm bei Freundsituation (Strub et al., 2019).....	11
Abbildung 8: Ausweitung der Unterstützungsfläche (Müller, Barter, 2016)	14
Abbildung 9: Kugelpfanker distal zur Vergrößerung der Unterstützungsfläche (eigene Darstellung).....	14
Abbildung 10: Zylindrische Teleskopkrone mit parallelen Innenflächen: a: Abutment, b: Innenkrone, c: Außenkrone (Hakkoum, Wazir, 2018)	15
Abbildung 11: Konuskrone: a: Abutment, b: Innenkrone, c: Außenkrone (Hakkoum, Wazir 2018).....	16
Abbildung 12: Kugelpfanker (eigene Darstellung)	17
Abbildung 13: Locator (eigene Darstellung).....	17
Abbildung 14: Veranschaulichung der Vermessung des mesialen und distalen Knochenlevels am Beispiel eines Implantates in Regio 36 mit einem Durchmesser von 4,50 mm (eigene Darstellung).....	21
Abbildung 15: Patient*innenanzahl je Gruppe in % (eigene Darstellung)	26
Abbildung 16: Altersverteilung je Gruppe und gesamt (eigene Darstellung)	26
Abbildung 17: Implantatanzahl je Gruppe in % (eigene Darstellung)	26
Abbildung 18: Implantatpositionen (eigene Darstellung).....	27
Abbildung 19: Implantatdurchmesser in mm - Anzahl (eigene Darstellung).....	27
Abbildung 20: Implantatlängen in mm – Anzahl (eigene Darstellung).....	28
Abbildung 21: Entwicklung des Knochenverlustes über 7 Jahre (eigene Darstellung).....	31
Abbildung 22: BOP in % über 7 Jahre (eigene Darstellung)	32
Abbildung 23: Periotest Gruppenvergleich und gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022).....	34
Abbildung 24: OHIP-G14 (Mittelwert) je Gruppe und Gesamt (eigene Darstellung).....	36
Abbildung 25: OHIP-G14 Anzahl Patient*innen mit Punkte =0 (eigene Darstellung)	36
Abbildung 26: Anzahl Komplikationen (gesamt) je Gruppe (eigene Darstellung)	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: gesamtes Knochenlevel/Knochenverlust (mm) und jährlicher Abbau mesial und distal gemittelt (Mischak 2022).....	29
Tabelle 2: Gruppenvergleich Knochenlevel/Knochenverlust (mm) und jährlicher Abbau mesial und distal gemittelt (Mischak 2022).....	30
Tabelle 3: BOP gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022).....	32
Tabelle 4: Gingival Index gesamt (Mischak 2022)	33
Tabelle 5: Gingival Index Gruppenvergleich (Mischak 2022)	33
Tabelle 6: Plaque Index gesamt (Mischak 2022)	33
Tabelle 7: Plaque Index gesamt (Mischak 2022)	33
Tabelle 8: Periotest gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022).....	34
Tabelle 9: Periotest Gruppenvergleich über 7 Jahre (Mischak 2022).....	34
Tabelle 10: OHIP-G14 gesamt (Mischak, 2022)	35
Tabelle 11: OHIP-G14 Gruppenvergleich (Mischak, 2022)	36
Tabelle 12: Komplikationen Gruppenvergleich (Mischak 2022).....	37
Tabelle 13: Sitzungen je Gruppe und gesamt (Mischak, 2022).....	38

Zusammenfassung

Schlagworte: Strategische dentale Implantate, zusätzliche dentale Implantate, abnehmbare Teilprothesen

Studienziel: Das Hauptziel dieser Diplomarbeit ist es, zu untersuchen, wie sich die gemischte Abstützung einer Prothese sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten auf die parodontalen und periimplantären Gewebe, die prothetische Suprakonstruktion sowie auf die Patient*innenzufriedenheit auswirkt. Der Knochenrückgang um das Implantat stellt die Hauptzielgröße dar.

Material und Methoden: Es wurden 13 Patient*innen, welche in 2 Gruppen unterteilt sind (Reparaturgruppe und Gruppe mit neu angefertigten Prothesen), mit insgesamt 24 Implantaten, welche an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits zwischen 2014 und 2015 gesetzt wurden, untersucht. Die Daten wurden mittels deskriptiver Statistik ausgewertet und interpretiert. Bei den routinemäßigen Kontrolluntersuchungen wurden klinische Parameter, wie Bleeding on Probing, Gingival Index, Plaque Index, Periotest und prothetische Parameter (Sitzungen und prothetische Komplikationen) erhoben. Die subjektive Patient*innenzufriedenheit mit der zusätzlichen Abstützung der Prothese auf einem Implantat wurde mittels des OHIP-G-14 Fragebogen evaluiert. Des Weiteren wurden Fotos und intraorale Kleinbilder (in Rechtwinkeltechnik) der Implantatpositionen angefertigt und anhand dieser der marginale Knochenverlust um die Implantate ermittelt. Zur Ermittlung des Knochenabbaus wurden die Werte des krestalen Knochenlevels zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung von den Werten nach Insertion der Implantate subtrahiert.

Ergebnisse: Für die 24 Implantate ergibt sich eine Implantaterfolgsrate und eine Implantatüberlebensrate von 100%. Aufgrund der notwendigen Neuanfertigung von 2 Prothesen, ergibt sich eine Prothesenüberlebensrate von 84,62%. Bezüglich des marginalen Knochenverlustes ergab sich insgesamt ein Wert von 1,27mm (SD \pm 0,87). Über die 7 Jahre ergab sich ein durchschnittlicher Knochenverlust von 0,88mm (SD \pm 0,86) und eine durchschnittliche jährliche Resorption von 0,12 mm (SD \pm 0,24). Beim OHIP-G-14 konnte am Ende der Beobachtungszeit ein durchschnittlicher Wert von 0,69 (SD \pm 1,25) Punkten erreicht werden. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren bei keiner Größe signifikant.

Konklusion: Die Implantatüberlebensrate und Implantaterfolgsrate von 100% zeigt im Vergleich mit der Literatur ein sehr gutes Ergebnis. Auch bezüglich des durchschnittlichen Knochenverlustes, des OHIP-G-14 sowie der dokumentierten Komplikationen gibt es Übereinstimmungen mit anderen Studien. Die Pfeilervermehrung und die kombinierte Abstützung einer Versorgung sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten stellt eine gute Behandlungsmethode bei beiden Gruppen dar. Um langfristige Schlüsse zu ziehen, sollten zukünftig Studien mit größeren Fallzahlen durchgeführt werden.

Abstract

Key words: Strategic dental implants, supplementary dental implants, removable partial dentures

Study objective: The main objective of this study was to investigate the marginal bone loss of implants, the periimplant tissues, the prosthetic superstructure and patient satisfaction of teeth and implant supported removable prostheses.

Material and Methods: A total of 13 patients divided into 2 groups (repair group and group with newly fabricated prostheses) with a total of 24 implants placed at the Department of Dental Medicine and Oral Health between 2014 and 2015 were examined. The data were analyzed and interpreted using descriptive statistics. Clinical parameters such as BOP, gingival index, plaque index, periotest, and prosthetic parameters (additional appointments, prosthetic complications) were collected during routine check-ups. Subjective patient satisfaction with the additional implant-support was evaluated using the OHIP-G-14 questionnaire. Furthermore, photographs and intraoral digital radiographs (using right-angle technique) of the implant positions were taken and used to determine the marginal bone loss around the implants. To evaluate the bone loss, the values of the crestal bone level at the time of the control examination were subtracted from the values after implant-insertion.

Results: Both the implant success rate and the implant survival are 100% for the 24 implants. Due to the need for fabricating 2 new prostheses, the prosthesis survival rate is 84.62%. The overall marginal bone loss was 1.27mm (SD \pm 0.87). Over the 7 years, there was an average bone loss of 0.88mm (SD \pm 0.86) and an average annual resorption of 0.12mm (SD \pm 0.24). For OHIP-G-14, a mean score of 0.69 (SD \pm 1.25) points could be achieved in the end. The differences between the groups were not significant for any parameter.

Conclusion: The implant survival rate and implant success rate of 100% show a very good result in comparison to the literature. There can also be found similarities to other studies regarding the average bone loss, OHIP-G-14 and complications. Strategic implants and the combined support of a restoration on both teeth and implants is a reliable treatment modality in both groups. In order to draw long-term conclusions, studies with larger case numbers should be implemented in the future.

1 Einleitung

1.1 Zahnverlust und seine Folgen

Zahnverlust ist trotz der allgemein verbesserten Mundgesundheit und der Tatsache, dass sich die Inzidenzen ins hohe Alter verschieben, nach wie vor ein aktuelles Problem. Die Gründe von Zahnverlust sind mannigfaltig, wobei Karies und Parodontitis zu den häufigsten Ursachen gezählt werden. Man kann zudem einen Einfluss des sozialen Status auf die Zahnsituation von Individuen beobachten. Bei älteren Patient*innen sind der Verlust der manuellen Fähigkeiten, medikamentenbedingte Xerostomie, welche sich durch Trockenheit der oralen Mukosa durch verminderte Speichelproduktion auszeichnet, sowie eine oftmals allgemein verschlechterte Immunabwehr ausschlaggebende Faktoren (Tanasiewicz, Hildebrandt & Obersztyn, 2016, Zitzmann, 2004).

Zahnverlust kann zudem auch traumatisch bedingt sein, aus der Resektion von Tumoren oder aus der Vorbereitung zur Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich resultieren (Zitzmann, 2004).

Der teilweise Verlust von Zähnen kann in vielerlei Hinsicht ein Problem für die Betroffenen darstellen. Die Kaufunktion verschlechtert sich mit der Zunahme von fehlenden Zähnen, Speiserestimpaktionen werden häufiger und die Kauzeit kann sich verlängern. Fehlende Zähne im Frontzahnbereich beeinträchtigen die Ästhetik und die Sprachfunktion, was sich in weiterer Folge negativ auf das psychische Wohlbefinden auswirken kann (Strub et al., 2019, Campbell et al., 2017).

Der Effekt von fehlenden Zähnen auf Nachbarstrukturen kann sich in einem Rotieren, einer Änderung der Position und/oder Kippen der benachbarten Zähne manifestieren. Derartige Änderungen der Position bewirken eine Veränderung der Okklusion in Zentrik und Exzentrik, was in weiterer Folge zu funktionellen Schwierigkeiten im Kiefergelenks- und Kaumuskulaturbereich führen kann. Durch Okklusionsstörungen kann es zu Attritionen sowie zu Verletzung und Umbau der Restbezahnung kommen. Im schlimmsten Fall können somit weitere Zähne verloren gehen und der Alveolarknochen sich immer weiter abbauen. Die prothetische Therapie sollte aufgrund der schwerwiegenden Folgen deswegen so rasch wie möglich eingeleitet werden (Strub et al., 2019).

1.2 Einteilung der Lückengebisse nach Kennedy

Partielle Zahnlosigkeit wird durch das Fehlen von einigen, aber nicht allen natürlichen Zähnen in einem Zahnbogen definiert (Al-Johany, Andres, 2008).

Es gibt unzählige verschiedene Möglichkeiten für die Einteilung von unvollständig bezahnten Gebissen, weshalb eine adäquate Klassifikation von großem Nutzen ist. Die Kennedy-Klassifikation (siehe Abbildung 1) zählt zu den am weitesten verbreiteten Methoden zur Einteilung von teilbezahnten Zahnbögen (Özkurt Kayahan, Özçakır Tomruk & Kazazoğlu, 2016).

Sie besteht bereits seit 1932 und ist in vier Hauptklassen unterteilt (Strub et al., 2019).

- Kennedy Klasse I: bilaterale zahnlose Bereiche hinter den verbleibenden natürlichen Zähnen,
- Kennedy Klasse II: einseitige zahnlose Bereiche hinter den verbleibenden natürlichen Zähnen,
- Kennedy Klasse III: doppelseitig oder mehrfach unterbrochene Zahnreihe,
- Kennedy Klasse IV: über die Mittellinie reichende frontale/frontolaterale Schaltlücke (Strub et al., 2019, Özkurt Kayahan, Özçakır Tomruk & Kazazoğlu, 2016).

Die verkürzten bilateralen zahnlosen Bereiche werden als solche bezeichnet, sobald neben dem 3. Molar auch der 2. Molar nicht mehr vorhanden ist. Die Ziffern 1-3 hinter den römischen Ziffern ermöglichen eine weitere Unterteilung, falls die Kennedy-Klassen I-III mehrere Schaltlücken aufweisen. Bei der Kennedy-Klasse IV gibt es keine weitere Unterteilungsmöglichkeit (Strub et al., 2019).

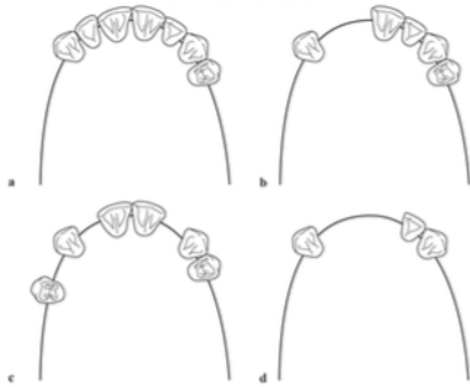


Abb. 30-1 a *Kennedy-Klasse I* (Grundklasse): bilateral verkürzte Zahnreihe. b *Kennedy-Klasse II1*: bilateral verkürzte Zahnreihe und eine Lücke. c *Kennedy-Klasse II2*: bilateral verkürzte Zahnreihe und mehrere Lücken. d *Kennedy-Klasse II3*: bilateral verkürzte Zahnreihe bei nur noch geringem Restzahnbestand.

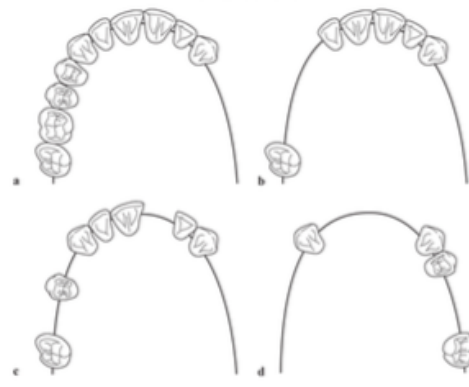


Abb. 30-2 a *Kennedy-Klasse II* (Grundklasse): unilateral verkürzte Zahnreihe. b *Kennedy-Klasse III1*: unilateral verkürzte Zahnreihe und eine Lücke. c *Kennedy-Klasse III2*: unilateral verkürzte Zahnreihe und mehrere Lücken. d *Kennedy-Klasse III3*: unilateral verkürzte Zahnreihe bei nur noch geringem Restzahnbestand.



Abb. 30-3 a *Kennedy-Klasse III* (Grundklasse): durch eine Lücke unterbrochene Zahnreihe. b *Kennedy-Klasse III1*: durch zwei Lücken unterbrochene Zahnreihe. c *Kennedy-Klasse III2*: durch mehrere Lücken unterbrochene Zahnreihe. d *Kennedy-Klasse III3*: durch mehrere Lücken unterbrochene Zahnreihe bei nur noch geringem Restzahnbestand.



Abb. 30-4 *Kennedy-Klasse IV*: frontal (über die Mittellinie reichende) unterbrochene Zahnreihe.

Abbildung 1: Kennedy-Klassifikation (Strub et al., 2019)

Für teilweise zahnlose Bögen mit Implantaten gibt es die sogenannte „implantatberichtigte Kennedy-Klassifikation“, welche die Anzahl und Position der gesetzten oder zu setzenden Implantate berücksichtigt. Sie kann also entweder retrospektiv zur Beschreibung einer bestehenden Situation oder prospektiv für die zukünftige Planung verwendet werden (Al-Johany, Andres, 2008).

1.3 Grundlagen der Implantologie

Als dentale Implantate werden alloplastische Materialien bezeichnet, welche in den Kieferknochen eingebracht werden und eine Verankerungsmöglichkeit für den Zahnersatz darstellen. In den meisten Fällen werden Implantate enossal inseriert, was bedeutet, dass das Implantat direkt im Knochen verankert ist. Zu den weniger häufig eingesetzten Verankerungsarten zählen die transdentale, submukösen oder subperiostalen Implantate.

Implantate werden hauptsächlich aus Reintitan hergestellt; eine weitere Option stellen Implantate aus Ytterbium-stabilisierter Zirkoniumdioxidkeramik dar (Schwenzer, 2009, Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018).

Indiziert sind Implantate häufig im Fall von Einzelzahnücken, Freundsituationen oder wenn vollständig zahnlose Kieferabschnitte vorliegen (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018). Bei den Implantatsystemen unterscheidet man zwei Systeme: das einteilige Implantatsystem, bei welchem das Abutment, auf dem die prothetische Suprakonstruktion befestigt wird, und die Schraube, die im Knochen liegt, verbunden sind, und das zweiteilige Implantatsystem (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018, Strub et al., 2019). Zweiteilige Implantatsysteme setzen sich aus dem enossal liegenden Implantatkörper und dem suprakrestalen Abutment zusammen. Auf das mit dem Implantat verschraubte Abutment können folglich beispielsweise Kronen oder Teleskope befestigt werden (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018).

1.3.1 Knochenqualität und -quantität

Die Erfolgsrate bei der Behandlung mit dentalen Implantaten hängt maßgeblich von der Knochenqualität und -quantität ab (Martinez et al., 2001). Um die Knochenqualität zu beurteilen, wird am häufigsten das Klassifikationsschema nach Lekholm und Zarb verwendet, nach welchem die Knochenqualität entsprechend des Anteils von kompaktem und trabekulärem Knochengewebe in vier Untergruppen eingeteilt wird (siehe Abbildung 2) (Turkyilmaz, McGlumphy, 2008, Martinez et al., 2001).

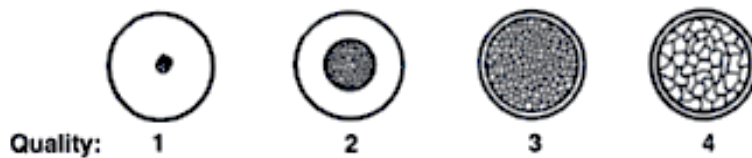


Abbildung 2: Klassifikation der Knochenqualität nach Lekholm und Zarb (Ribeiro-Rotta et al., 2011)

- Typ 1: kompakter homogener Knochen,
- Typ 2: dicke Kortikalisschicht umgibt einen Kern aus trabekulärem Knochen,
- Typ 3: eine dünne Kortikalisschicht umgibt einen Kern aus dichter Spongiosa,
- Typ 4: sehr dünne Schicht Kompakta umschließt einen Kern aus spongiösem Knochen mit geringer Dichte (Sargolzaie et al., 2019).

Bei der Atrophie des Alveolarknochens wird unterschieden zwischen der physiologischen Rückbildung des Knochens, welche im Zuge des Älterwerdens durch verminderte Aktivität der Zellen, die die Osteogenese indizieren, hervorgerufen wird (0,2mm pro Jahr), und der Alveolarfortsatzatrophie bedingt durch den Verlust von Zähnen, welche im ersten Jahr nach Zahnverlust am größten ist (Tallgren, 2003, Schwenger, 2009).

Der Knochen geht allmählich verloren, da er nach dem Verlust von Zähnen nicht mehr in physiologischer Art und Weise belastet wird (Schwenger, 2009). Einige Studien haben gezeigt, dass es, wenn in einem Kiefer alle natürlichen Zähne extrahiert wurden und über einen längeren Zeitraum eine Totalprothese getragen wurde, zu einem allgemeinen Rückgang an Alveolarknochen gekommen ist (Crum, Rooney, 1978).

Fallschüssel beschreibt in seiner Klassifikation den atrophierten Oberkiefer und Atwood hat eine Klassifikation für den Unterkiefer festgelegt (siehe Abbildung 3) (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018).

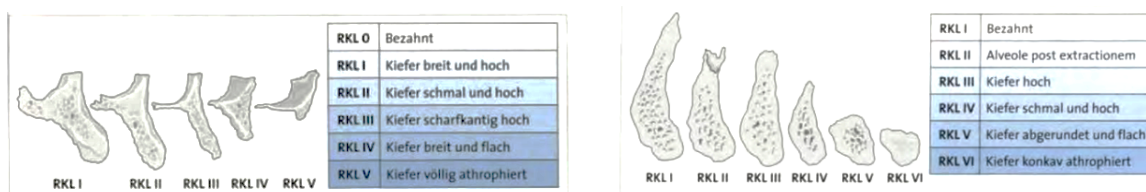


Abbildung 3: Resorptionsklassen im UK nach Atwood und im OK nach Fallschüssel (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018)

1.3.2 Osseointegration

Brånemark definierte die Osseointegration als direkte strukturelle und funktionelle Verbindung zwischen lebendem Knochen und Implantatoberfläche (Brånemark, 1983).

Bei der Einheilung eines Implantates in den Knochen unterscheidet man allgemein zwischen der Primärstabilität und der Sekundärstabilität (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018). Das grundsätzliche Erreichen von Stabilität ist abhängig von der Knochendichte, der Operationstechnik und der mikroskopischen und makroskopischen Oberflächenbeschaffenheit des verwendeten Implantates (Martinez et al., 2001).

Die Primärstabilität ist definiert durch das Einbringen des Implantates in den Knochen, wodurch bereits eine anfängliche Festigung (Presspassung) erreicht wird, welche jedoch noch nicht als endgültige Einheilung in den Knochen definiert werden kann (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018). Bei der sogenannten Sekundärstabilität kommt es zu zahlreichen Umbauvorgängen und es wird entscheidend, wieviel an neuem Knochenmaterial an der Knochen-Implantat-Grenzfläche gebildet wird (Smeets et al., 2016, Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018). Die Einheilung kann über eine Wundheilungskaskade beschrieben werden, die mit der Bildung von einem Blutkoagel an der Oberfläche des Implantates beginnt und nach zahlreichen Umbauvorgängen schließlich mit der Bildung von lamellärem Knochen endet (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018).

1.4 Abnehmbare Teilprothetik

Ein reduziertes Gebiss kann durch verschiedene prothetische Optionen wiederhergestellt werden (Hanisch et al., 2019). Konventionelle festsitzende Teilprothesen, implantatgetragene festsitzende Teilprothesen und herausnehmbare Teilprothesen mit oder ohne Implantate sind die am meisten verwendeten Behandlungsoptionen für die ästhetische und funktionelle Wiederherstellung von teilbezahnten Patient*innen. Obwohl implantatgetragene festsitzende Versorgungen Vorteile gegenüber herausnehmbaren Teilprothesen aufweisen, ist die abnehmbare Lösung manchmal das einzige Mittel der Wahl und wird in einigen Fällen unter Berücksichtigung des Nutzen-Risiko-Profiles als die optimalste prothetische Versorgung angesehen (Singh et al., 2013).

1.4.1 Aufbau der abnehmbaren Teilprothese

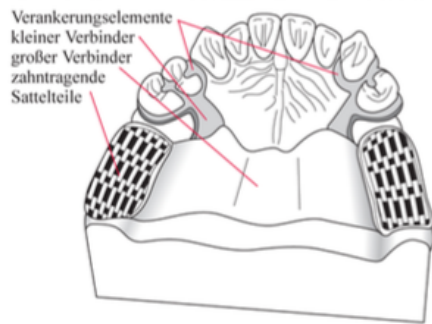


Abbildung 4: Aufbau einer OK Teilprothese (Strub et al., 2019)

Die Abbildung 4 veranschaulicht die verschiedenen Bestandteile einer partiellen Prothese:

- 1.) zahntragende Sattelteile, welche als Prothesensattel bezeichnet werden und sich aus unterfütterbaren Retentionen, den künstlichen Prothesenzähnen und der Prothesenbasis aus Kunststoff zusammensetzen,
- 2.) großer Verbinder, welcher der Stabilisierung und Kraftverteilung dient und in Form von Platten, Bändern oder Bügeln gestaltet sein kann,
- 3.) kleine Verbinder, die den Prothesenkörper mit den Verankerungselementen verbinden,
- 4.) Verankerungselemente, welche den Prothesenkörper an den Pfeilerzähnen befestigen und sich in direkte Verankerungselemente, wie Klammern und indirekte Verankerungselemente wie beispielsweise Doppelkronen bei kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Versorgungen unterteilen lassen (Strub et al., 2019).

Die Anwendung des Behandlungskonzeptes der abnehmbaren Teilprothetik (insbesondere jener, die gemischt zahn- und implantatgetragen sind) bringt einige Vorteile mit sich und ist breit gefächert (Campbell et al., 2017). Besonders in Fällen, bei denen schon eine fortgeschrittene Kieferkammatrophy im sichtbaren Bereich besteht und somit eine ausreichende Hygienefähigkeit sowie suffiziente ästhetische Ergebnisse mit festsitzendem Zahnersatz nicht mehr zu erzielen sind, ist eine abnehmbare Lösung zu bevorzugen (Kern et al., 2011). Konventionelle abnehmbare Teilprothesen kommen auch häufig zum Einsatz, wenn seitens der Patient*innen nur geringe finanzielle Möglichkeiten vorhanden sind, und können als provisorische Lösung fungieren (Campbell et al., 2017). Im Falle des Verlustes eines Pfeilerzahnes kann die Prothese durch Umbau einfach weiterverwendet werden und es

fallen somit keine hohen zusätzlichen Kosten an (Kern et al., 2011). Herkömmliche herausnehmbare Teilprothesen sind häufig mit unbefriedigender Ästhetik und Funktion, einem höheren Karies- und Parodontalinfektionsrisiko sowie einer schlechten Patient*innenakzeptanz verbunden (Lian et al., 2018). Die häufigsten Probleme, über die Patient*innen mit abnehmbaren Teilprothesen, insbesondere bei Kennedy Klasse I und II, klagen, sind fehlende Stabilität der Prothese, minimale Retention, Beschwerden bei Belastung und ästhetische Beeinträchtigung aufgrund von Klammern (Bilhan, 2016). Auch die Sprache und Geschmacksempfindung kann in manchen Fällen eingeschränkt sein (Rissin et al., 1979). Die Wiederherstellung der Okklusion beim Teilbezahnten kann induzieren, dass erhöhte Okklusionskräfte auf die Restbezaahnung, die unterstützenden parodontalen Gewebe und den umliegenden Knochen ausgeübt werden. Diese Strukturen sind notwendig, um der Prothese Halt und Abstützung zu gewährleisten, jedoch kann den Kräften nicht dauerhaft standgehalten werden, ohne dass es über die Zeit zu pathologischen, resorptiven Veränderungen kommt (Rissin et al., 1979).

1.4.2 Prinzipielle Überlegungen zur Gestaltung von herausnehmbaren Prothesen

Grundsätzlich ist die Gestaltung von Teilprothesen durch die vielen Kombinationsmöglichkeiten der verbleibenden Zähne ein komplexer Vorgang (Applegate, 1960). Es gibt einige generelle Anforderungen, die partieller Zahnersatz erfüllen soll. Laut Strub et al. (2019) und Steffel (1962) zählen dazu:

- die Erhaltung von Kieferkamm und Restzähnen,
- die Korrektur der Okklusion, die aufgrund der Fehlstellung natürlicher Zähne mangelhaft ist,
- die Wiederherstellung und Erhaltung der Okklusion und der Kaufunktion, welche durch den Verlust von Zähnen beeinträchtigt wurden. Dazu zählen auch die zusätzliche Sicherung der statischen und dynamischen Okklusion, die Verhinderung von Elongationen der gegenüberliegenden Zähne und generelle Positionsänderungen benachbarter Zähne und die optimale Verteilung von Kaukräften,
- die Wiederherstellung der Phonetik,
- die Wiederherstellung der Ästhetik,

- das Verhindern von weitergehender Zerstörung im stomatognathen System als prophylaktische Funktion (Steffel, 1962, Strub et al., 2019).

Bei der Planung einer Teilprothese sind folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

- 1) eine bilaterale Verteilung der Belastungen,
- 2) die Auswahl der verschiedenen Arten von Retentionselementen (direkte und indirekte),
- 3) kosmetische Effekte,
- 4) die Funktion (Steffel, 1962).

1.5 Unterstützungsfläche

Damit die Prothese optimale Voraussetzungen erfüllen kann, ist ein möglichst großes Unterstützungspolygon von entscheidender Bedeutung (Wismeijer, Chen & Buser, 2019). Um diese optimale Stützzone erreichen zu können, ist es wichtig alle zur Verfügung stehenden Pfeilermöglichkeiten zu nutzen (Krennmair et al., 2007).

Grundsätzlich lassen sich abnehmbare Teilprothesen (nach aufsteigender Stabilität) wie in der Abbildung 5 von Steffel (1962) nach Art der Abstützungsmöglichkeit wie folgt einteilen:

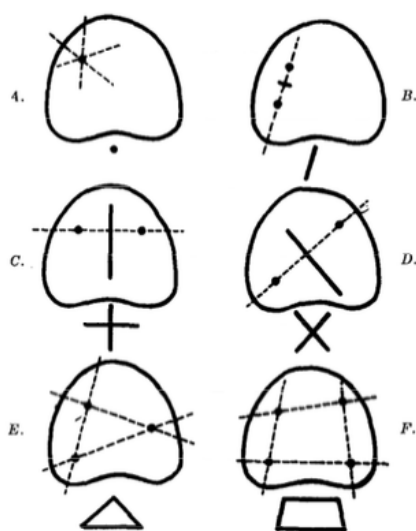


Abbildung 5: Arten der Abstützungsmöglichkeit (Steffel, 1962)

- A: punktuelle Abstützung,
- B: lineare Abstützung sagittal,
- C: lineare Abstützung transversal,
- D: lineare Abstützung diagonal,
- E: trianguläre Abstützung,
- F: quadranguläre Abstützung: die Unterstützungsfläche ist groß genug, sodass alle Spannungen und Kräfte innerhalb des Vierecks wirken und die Prothese somit an ihrem gewünschten Ort im Mund verbleibt und sich nicht bewegt (Steffel, 1962).



Abbildung 6: Unterstützungspolygon (Müller, Barter, 2016)

Die Abbildung 6 zeigt das Grundprinzip des Unterstützungspolygons und wie dieses den Zahnersatz „umrahmen“ sollte (Müller, Barter, 2016).

Ein Abstützungspolygon entsteht sobald drei oder mehrere Verbindungslinien zwischen den okklusalen Auflagen in einem Teil des Kiefers bestehen. Diese Linien bezeichnet man als Stützlinien (Strub et al., 2019). Aus funktioneller Sicht und nach allgemein gültigen prothetischen Konzepten wird eine polygonale oder viereckige und/oder dreieckige Pfeileranordnung als vorteilhaft angesehen (Krennmair et al., 2007).

Wenn Kräfte außerhalb dieser Fläche wirken, kann es passieren, dass sich die Position der Prothese verändert. Es kann zu einer Translation oder einer Rotation der Versorgung um eine Rotationsachse kommen. Die Rotationsachse stimmt stets mit einer der Stützlinien überein. Wenn es nun zu einer okklusalen Belastung der Prothesenzähne abseits des Abstützungspolygons kommt, entsteht ein Hebelarm, welcher auch als Kraftarm bezeichnet wird (Strub et al., 2019).

In Fällen mit frontalen Schalllücken oder bei Freundsituationen wird die Prothese nicht mehr von der Unterstützungsfläche umrahmt und Teile der Prothese liegen somit außerhalb des Abstützungspolygons (Müller, Barter, 2016). Wenn es in diesen Bereichen zu einer

Krafteinwirkung kommt, gibt die Schleimhaut unter dem Freundsattel nach, da hier ein Pfeilerzahn zur Unterstützung fehlt. Dem Hebelarm sollte folglich immer ein möglichst großer Widerstandsarm (Lastarm) entgegenwirken, um eine Bewegung der Prothese bei Belastung zu verhindern (Müller, Barter, 2016, Strub et al., 2019).

Die retentiven Klammerarme des Lastarms wirken bei Druckeinwirkung auf die Prothesensättel des Kraftarmes als Kippmeider und arbeiten somit gegen die Rotation der Prothese. Wenn am Kraftarm abziehende Kräfte wirken, dann stellen die Klammerrauflagen (in Bezug auf die Rotationsachse auf Seite des Lastarmes positioniert) Kippmeider dar. Man kann die Kraft auf den Freundsattel verringern, indem der Hebelarm kürzer gestaltet wird und der Prothesensattel eine möglichst große Oberfläche hat (Schneeschuhprinzip) (Müller, Barter, 2016, Strub et al., 2019).

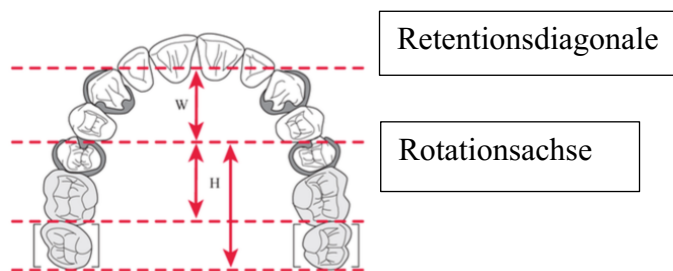


Abbildung 7: Widerstandsarm und Hebelarm bei Freundsituation (Strub et al., 2019)

Die Abbildung 7 veranschaulicht, wie in diesem Fall der Hebelarm umso länger wird, je länger sich das Freie erstreckt (die Prothesenzähne sind in grau dargestellt) (Strub et al., 2019). Die Retentionsdiagonale ist jene Linie, die sich aus der Verbindung der Retentionselemente miteinander ergibt. Im Optimalfall erstreckt sie sich quer über die Prothese und sollte eine Unterteilung der Abstützungsfläche in zwei ähnlich große Teile bewirken (Müller, Barter, 2016).

1.6 Pfeilervermehrung durch strategische Implantate zur Vergrößerung des Unterstützungspolygons

Von Pfeilervermehrung ist grundsätzlich dann die Rede, wenn durch strategisch gesetzte Implantate die momentane oder planmäßig erwünschte Abstützungssituation von abnehmbaren Versorgungsoptionen optimiert werden soll (Probst, Schmitter, 2020). Strategische Implantate sind Implantate, die bei einer ungünstigen Verteilung der vorhandenen

Pfeilerzähne (durch Zahnverlust) gesetzt werden können, um eine stabile polygonale Stützzone für die Prothesen zu erreichen (Krennmair et al., 2007, Lian et al., 2018). Das Hauptziel der strategischen Pfeilervermehrung liegt nun darin, eine symmetrische viereckige Abstützung zu erreichen (Kaufmann et al., 2009).

Durch die kombinierte Anwendung von Implantaten und abnehmbaren Teilprothesen soll eine stabile Kennedy Klasse III erreicht werden (Mijiritsky, Karas, 2004).

Die Anzahl der Pfeilerzähne hat einen Einfluss auf das Überleben der vorhandenen Restbezahnung und die Überlebensrate der Prothesen. Wenn die Anzahl der Pfeilerzähne also abnimmt, verschlechtert sich die Allgemeinsituation (Wöstmann et al., 2007, Fobbe et al., 2019). Prinzipiell sollten für eine adäquate Abstützungsfläche bei kombiniert zahn-, implantatgetragenen Versorgungen im Oberkiefer insgesamt zumindest fünf Pfeiler vorhanden sein und im Unterkiefer vier. Der Optimalfall wäre eine Pfeilerverteilung, bei der sich in jedem Quadranten zumindest ein anteriorer und ein posteriorer Pfeiler befindet. Wenn der Seitenzahnbereich gänzlich unbezahlt ist, wird empfohlen in diesem Bereich zumindest zwei Unterstützungsimplantate zu setzen (Strub et al., 2019).

1.7 Implantate und abnehmbare Teilprothesen

1.7.1 Indikationen und Kontraindikationen für kombiniert zahn-, implantatgetragene abnehmbare Versorgungen

Beim herausnehmbaren Zahnersatz bietet die kombinierte Verwendung von Restzähnen und strategisch platzierten Implantaten in einer günstigen Anordnung eine breite Palette neuer Behandlungsmöglichkeiten (Krennmair et al., 2007).

Indikationen für Unterstützungsimplantate sind:

- Kennedy-Klasse I oder II mit einem oder keinem Eckzahn,
- Kennedy-Klasse I oder II mit abgenutztem Restgebiss,
- Bilaterale Kennedy-Klasse III mit langer distaler Extension,
- Kennedy-Klasse IV mit langer Extension (Bortolini et al., 2011).

Ein besonders häufiger Grund für die Setzung von Unterstützungsimplantaten ist der Erhaltungsversuch einer bestehenden prothetischen Versorgung in Fällen, bei denen wichtige Pfeilerzähne verloren gegangen sind (Hey, Schweyen, 2020). Das strategische

Implantat kann auch im Sinne einer Step-back Lösung gesetzt werden, wenn Patient*innen mehrere Implantate ihrer festsitzenden Versorgung verloren haben und somit auf eine herausnehmbare Variante wechseln müssen, wenn die vorhandenen Restzähne als Pfeilerzähne ungeeignet sind, oder wenn die Patient*innen nicht alle vorhandenen Zähne verlieren möchten, auch wenn diese strategisch keine Wertigkeit haben. In Fällen von fortgeschrittenen Kieferkammatrophyen, die in zahnlosen Abschnitten oft vorliegen, können Unterstützungsimplantate zusätzliche Stabilisierung und Abstützung bieten (Bilhan, 2016). Zu den weiteren Indikationen zählen die Vermeidung von unästhetischen Klammern, die Verweigerung der Patient*innen Prothesen mit großen Gaumenbedeckungen zu tragen und eine insuffiziente Retention der abnehmbaren Teilprothesen (Bortolini et al., 2011).

Kontraindikationen für implantatgestützte, herausnehmbare Teilprothesen bestehen in Fällen, in denen generell kein chirurgisches Vorgehen vorgenommen werden kann, die Patient*innen nicht in der Lage sind eine herausnehmbare Prothese adäquat zu verwenden und zu reinigen und in Situationen, in denen der interokklusale Abstand das Setzen eines Implantates nicht zulässt (Bilhan, 2016).

1.7.2 Charakteristika der kombiniert zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Versorgung

Die Vorteile, die durch Unterstützungsimplantate bei abnehmbaren Teilprothesen zu nennen sind, werden im Folgenden angeführt:

- Verbessertes Prothesendesign durch den Wegfall von unästhetischen Klammern und Ersatz für verloren gegangenes unterstützendes Gewebe (Mijiritsky, 2007, Bilhan, 2016, Lian et al., 2018).
- Eine Änderung der Position der Rotationsachse nach distal ist möglich (Bilhan, 2016, Bortolini et al., 2011).
- Verhinderung einer Rotation um die Rotationsachse bei Belastung der Gewebe und Verkürzung des Hebelarmes,
- Reduzierte Kosten,
- Erleichterte Hygienefähigkeit (Mijiritsky, 2007).

- In Freundsituationen kann die vertikale Abstützung verbessert werden (Bilhan, 2016).
- Die Erhaltung von natürlichen Pfeilerzähnen, wodurch das orale Tastempfinden (Propriozeption) erhalten bleibt, Verhinderung von Alveolarknochenresorption und bessere Akzeptanz bei Patient*innen, die nicht als vollständig zahnlos gelten wollen (Lian et al., 2018, Hug, Mantokoudis & Mericske-Stern, 2006).
- Die natürlichen Pfeilerzähne sind durch die gemischte Abstützung weniger frakturgefährdet (Probst, Schmitter, 2020).
- Die Unterstützungsimplantate bewirken einen mechanischen Reiz, welcher sogar zu einer Steigerung der Knochenmineraldichte beitragen kann (Müller, Barter, 2016).
- Optimalere Kraftverteilung von der Prothese auf das umliegende Gewebe (Hug, Mantokoudis & Mericske-Stern, 2006).
- Die Möglichkeit, verschiedene Retentionselemente zu verwenden (Bortolini et al., 2011).
- Verbesserte Retention und Stabilität (Bilhan, 2016).
- Die Umwandlung von einer kritischen Unterstüzung der Prothese, wie zum Beispiel einer linearen Situation in eine stabile quadranguläre Unterstüzungssituation durch das Setzen der Implantate an strategischen Positionen (Joda, 2013).

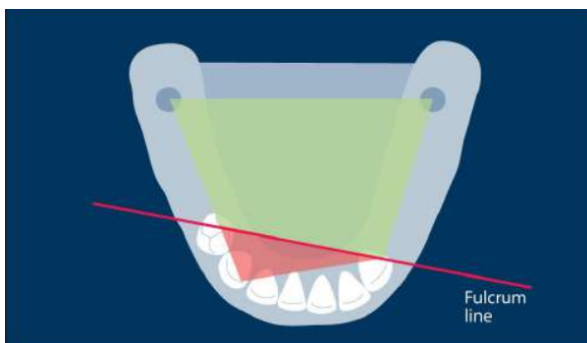


Abbildung 8: Ausweitung der Unterstützungsfläche (Müller, Barter, 2016)

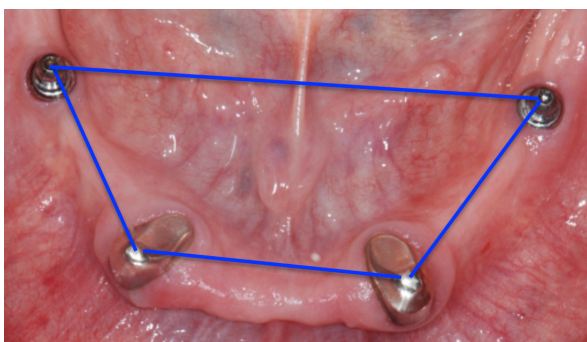


Abbildung 9: Kugelkopfancker distal zur Vergrößerung der Unterstützungsfläche (eigene Darstellung)

Wie in den Abbildungen 8 und 9 gezeigt, entsteht aufgrund der jeweiligen Implantation im distalen Bereich des zahnlosen Abschnittes eine Situation, in welcher alle Teile der Prothese innerhalb des Unterstützungsvierecks liegen. Die Gesamtsituation ist nun stabiler und die ehemals vorhandene Rotationsachse besteht nicht mehr (Müller, Barter, 2016).

Bezüglich der Nachteile, welche sich bei Versorgungen dieser Art im Vergleich zu konventionellen abnehmbaren Teilprothesen ergeben könnten, ist hauptsächlich die Notwendigkeit des invasiven/chirurgischen Eingriffes und die damit verbundene längere Behandlungszeit zu nennen (Bilhan, 2016).

1.8 Arten der Verankerung

Bei den gemischt zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Teilprothesen gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie die Prothese auf den Pfeilern verankert werden kann. Bei der Auswahl der Verankerungselemente wird die Überlegung angestellt, wie viel Retention erforderlich ist, wie die vorliegenden Platzverhältnisse sind und wieviel manuelles Geschick die Patient*innen aufweisen (Putra Wigianto et al., 2021). Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass ausschließlich ein einheitlicher Verankerungstyp verwendet wird, jedoch können auch Implantate und Pfeilerzähne mit verschiedenen Retentionselementen versehen werden (Strub et al., 2019). Zu den Verankerungsmöglichkeiten auf Zähnen zählen Wurzelstiftkappen und Teleskope (Doppelkronenverbindung). Auf Implantaten können Teleskope, Druckknopfverbindungen und Stege verankert werden (Teubner et al., 2009, Strub et al., 2019).

Im Folgenden wird auf die Versorgungsform mit Teleskopen, Kugelkopfankern und Lokatoren näher eingegangen.

1.8.1 Die Doppelkronenverbindung

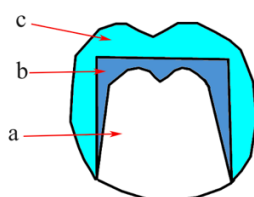


Abbildung 10: Zylindrische Teleskopkrone mit parallelen Innenflächen: a: Abutment, b: Innenkrone, c: Außenkrone (Hakkoum, Wazir, 2018)

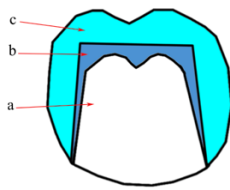


Abbildung 11: Konuskrone: a: Abutment, b: Innenkrone, c: Außenkrone (Hakkoum, Wazir 2018)

Die Verwendung von Doppelkronen beim abnehmbaren kombiniert zahn-, implantatgetragenen Zahnersatz geht mit einer hohen Patient*innenzufriedenheit einher und besteht bereits seit Jahrzehnten (Rammelsberg et al., 2014). Häufige Arten von Doppelkronensystemen, die Anwendung finden, sind Teleskopkronen (siehe Abb.10), wo die Retention durch die Friktion paralleler Flächen entsteht, und Konuskronen (siehe Abb. 11), bei welchen die Friktion durch eine Verkeilung zustande kommt (Lian et al., 2018, Strub et al., 2019). Bei der Behandlungsform mit Doppelkronen ist es möglich natürliche Zähne mit Implantaten gemeinsam homogen zu verankern. Des Weiteren zeichnet sie sich durch erhöhte Kau-effizienz und gute Hygienefähigkeit aus. Wenn in weiterer Folge zusätzliche Pfeilerzähne verloren gehen sollten, gibt es gute Möglichkeiten die bestehenden Prothesen zu reparieren. Zudem ähnelt diese Versorgungsform feststehendem Zahnersatz und bietet außerdem zusätzliche Weichgewebsunterstützung (Lian et al., 2018).

1.8.2 Die Druckknopfverbindung

1.8.2.1 Kugelkopffanker

Der Kugelkopffanker zählt zu den Druckknopfverbindungen und stellt eine resiliente Verbindungsform zwischen Pfeiler und Prothese dar (Glatzer, Ozyuvaci & Nelson, 2006, Strub et al., 2019). In der Basis der Prothese befinden sich aktivierbare Retentionselemente wie eine Metallkappe oder ein Ring aus Gummi, in welchen der Kugelkopf, der am Pfeiler befestigt ist, einrastet (MacEntee, Walton & Glick, 2005, Strub et al., 2019). Die Matrizen können mit Lamellen, Elementen aus Plastik oder Federringen ausgestattet sein, über welche die Retention erzielt wird. Die Matrizen, welche den Kugelkopf darstellen, können sowohl auf Implantaten als auch auf verbleibenden Wurzeln der Zähne verwendet werden. An der Verbindungsstelle zwischen den Retentionselementen kommt es häufig zu einer Abnutzung; jedoch können die Teile einfach und günstig ausgewechselt werden (Büttel et al., 2009). Der Kugelkopffanker als Verankerungsmöglichkeit ist somit kosteneffektiv und stellt

insbesondere für Patient*innen mit bereits abnehmenden manuellen Fertigkeiten eine praktikable Behandlungsoption dar (Glatzer, Ozyuvaci & Nelson, 2006).



Abbildung 12: Kugelpfanker (eigene Darstellung)

1.8.2.2 Locator

Das Locator-Befestigungssystem ist ein sich selbst ausrichtender Doppelretentionszylinder, der Retentionsflächen im inneren und im äußeren Bereich besitzt. In der Prothesenbasis ist ein Metallelement eingearbeitet, in welchem sich Nyloneinsätze mit unterschiedlichen Retentionskräften befinden. Die Patrize, welche am Implantat befestigt ist, rastet in diesem Bereich ein. Die Matrizen bleiben flexibel und bewirken eine elastische Verbindung zwischen der Prothese und den Pfeilern. Durch das Verwenden von abgewinkelten Locatorsystemen können Abweichungen von bis zu 40 Grad zwischen zwei Implantaten ausgeglichen werden. Das selbstausrichtende System verhindert Abrasionen und Beschädigungen des Attachments (Kleis et al., 2010). Der Locator ist vor allem in Fällen mit geringem Platzbedarf indiziert, da er in der Vertikalen nur wenig Platz benötigt (Rinke, 2017)



Abbildung 13: Locator (eigene Darstellung)

1.9 Ziel der Diplomarbeit

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es zu untersuchen, wie sich die gemischte Abstützung einer Prothese sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten auf die parodontalen und periimplantären Gewebe, die prothetische Suprakonstruktion sowie auf die Patient*innenzufriedenheit auswirkt.

Der Knochenrückgang um das Implantat stellt die Hauptzielgröße der Arbeit dar. Als Nebenzielgrößen gelten Plaque Index, Gingival Index, Blutungs-Index, Implantatfestigkeit (Periotest), Implantatüberlebensrate, subjektive Patient*innenzufriedenheit und technische/prothetische Komplikationen.

Durch die Sammlung und den Vergleich der routinemäßig erhobenen, anonymisierten klinischen und röntgenologischen Daten können etwaige Komplikationen und Fehlerquellen detektiert und besser eingeordnet werden.

Im Wesentlichen werden für die Überlebensrate und den Verlust des Knochenniveaus für Implantate Ergebnisse in ähnlicher Größenordnung erwartet wie in anderen Studien.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische Fall-Kontroll-Studie, wobei Patient*innendaten, welche in der Studie „Eine klinische Pilotstudie zur Evaluierung chirurgischer und prothetischer Parameter bei strategischer Pfeilervermehrung durch Implantate in der abnehmbaren Prothetik“ mit der Ethikvotum-Nummer 25-467 ex 12/13 erhoben wurden, retrospektiv ausgewertet wurden. Vor Beginn der Datenauswertung wurde ein weiteres Votum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz mit der Nummer 34-071 ex 21/22 1509-2021 („Pfeilervermehrung in der abnehmbaren Prothetik – Retrospektive Untersuchung kombiniert zahn-, implantatgetragener Versorgung“) eingeholt. Die Patient*innenrekrutierung erfolgte über die klinische Abteilung für Zahnerhaltung, Parodontologie und Zahnersatzkunde an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit.

2.2 Patient*innenkollektiv

Von den ursprünglich 20 Patient*innen sind 7 nicht mehr zu allen Kontrollterminen erschienen. Bei der Datenerhebung wurden deshalb ausschließlich jene 13 Patient*innen eingeschlossen, welche auf der klinischen Abteilung für Zahnerhaltung, Parodontologie und Zahnersatzkunde an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits Graz im Zeitraum von 2014-2015 Implantate mit einer abnehmbaren prothetischen Versorgung erhalten haben und zu den routinemäßigen Kontrolluntersuchungen erschienen sind.

In der Gruppe 1, welche aus 5 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 64,4 Jahren besteht, wurden insgesamt 9 Implantate untersucht und in Gruppe 2, bestehend aus 8 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 64,4 Jahren, 15 Implantate. In die Studie wurden Patient*innen jeglichen Geschlechts im Alter von 18-99 Jahren eingeschlossen, welche freiwillig an der Studie teilgenommen haben. Insgesamt wurden Daten zu 5 weiblichen und 8 männlichen Patient*innen erhoben.

Das Patient*innenngut setzt sich aus zwei Gruppen zusammen. Einerseits erhielten Patient*innen nach der Insertion von Implantaten neu angefertigte Prothesen und andererseits wurden die Halteelemente, die auf den Implantaten verankert sind, in bereits bestehende suffiziente abnehmbare Prothesen eingebaut.

In die Untersuchungen wurden insgesamt 24 Implantate (Xive® Dentsply Sirona GmbH, Bensheim, Deutschland) der 13 Patient*innen mit Durchmessern von 3,4mm bis 5,5mm und Längen von 8mm bis 13mm miteingeschlossen.

Patient*innen, die folgende Kriterien aufwiesen, wurden in die Studie miteingeschlossen:

- Patient*innen mit Freiräume oder Schallücke im Ober- und Unterkiefer, die mindestens ein Implantat als Unterstützung benötigten
- Patient*innen mit einer ausreichenden Restknochenhöhe zur Insertion eines Implantates mit Mindestdurchmesser 3,5mm
- Patient*innen, welche physisch und psychisch in der Lage waren die chirurgischen Eingriffe sowie das folgende restaurative Procedere zu tolerieren
- Raucher < 10 Zigaretten/d lt. Patient*innenangabe

Patient*innen, die folgende Kriterien aufwiesen, wurden nicht in die Studie miteingeschlossen:

- Patient*innen mit existenter aktiver Inflammation im Operationsgebiet
- Patient*innen mit nicht eingestelltem Diabetes oder metabolischen Knochenstoffwechselstörungen
- Patient*innen unter Bisphosphonattherapie
- Patient*innen mit st.p. Radiatio oder Chemotherapie im Kopf- oder Halsbereich
- Schwangere Patient*innen
- Parafunktionierende Patient*innen
- Patient*innen, welche ein regelmäßiges Follow-up nicht einhalten konnten

Im Rahmen dieser retrospektiven Untersuchung wurden keine direkt personenbezogenen Patient*innendaten erhoben. Den Patient*innen wurde bei Studienbeginn eine individuelle Studienidentifikationsnummer (=Patienten ID) zugewiesen.

2.3 Ablauf der Untersuchungen

Im Rahmen der routinemäßig durchgeführten Kontrolluntersuchungen wurden durch den behandelnden Arzt klinische Parameter wie Bleeding on Probing (BOP), Gingival Index, Plaque Index, Periotest und prothetische Parameter, welche Nachsorgeereignisse und prothetische Komplikationen miteinschließen, erhoben.

Die subjektive Patient*innenzufriedenheit mit der zusätzlichen Abstützung der Prothese auf einem Implantat wurde mittels des OHIP-G-14 Fragebogen evaluiert. Des Weiteren wurden intraorale Kleinbilder und Fotos der Implantatpositionen mit der Kamera D750 der Firma Nikon® (Chiyoda, Japan) mit manueller Belichtungssteuerung (Brennweite 125mm; Fokus 25mm) und der Blitzeinstellung Multimodus (1/4 Leistung/1 Hertz) angefertigt.

2.3.1 Hauptzielgröße

Die Hauptzielgröße, welche im Rahmen der Diplomarbeit untersucht wurde, stellt der Knochenrückgang um das Implantat dar.

Die intraoralen Kleinbilder, welche zur Messung des marginalen Knochenverlustes erforderlich waren, wurden mit digitalen Röntgengeräten der Firma Dentsply Sirona® (Bensheim, Deutschland) angefertigt. Die Aufnahme der Röntgenbilder erfolgte mittels der Rechtwinkeltechnik, die dadurch definiert ist, dass bei der Verwendung einer Halterung, welche mit dem Röntgentubus in Verbindung steht, stets ein rechter Winkel zwischen dem Zentralstrahl und dem Film besteht (Gutwald, Gellrich & Schmelzeisen, 2018). Die Kleinbildaufnahmen wurden unmittelbar nach dem Einbringen der Implantate sowie im Rahmen der darauffolgenden Kontrolluntersuchungen aufgenommen. Zum Vermessen des mesialen und distalen Knochenverlustes wurde das Programm Sidexis® (Sirona) verwendet. Als Referenzgröße wurde der Implantatdurchmesser gewählt; auf diesen haben sich folglich alle weiteren Messungen bezogen.

Es wurde dann mesial sowie distal die Distanz von der Implantatschulter bis zum krestalen Knochniveau gemessen. Wenn Doppelkonturen, die sich aus Überlagerungen von bukkalen und lingualen Knochenanteilen ergeben können, vorlagen, wurde in diesem Fall der Mittelwert als krestale Knochengrenze angenommen. Um Aussagen über den Knochenabbau treffen zu können, wurden die Werte des krestalen Knochniveaus zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchungen von den Werten, die nach der Insertion des Implantates gemessen wurden, subtrahiert.

Im Fall von nicht absolut eindeutig erkennbaren Knochenkonturen wurde die Meinung einer weiteren Untersucherin/eines weiteren Untersuchers zur Ermittlung des definitiven Messwertes eingeholt und man einigte sich auf ein gemeinsames Ergebnis.

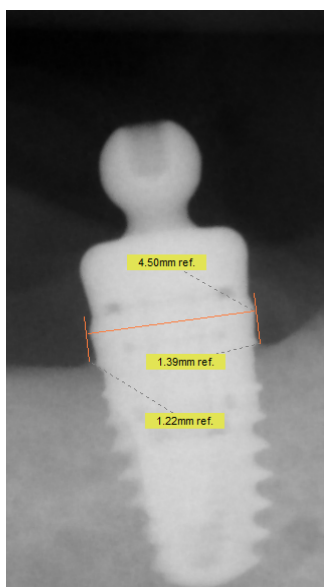


Abbildung 14: Veranschaulichung der Vermessung des mesialen und distalen Knochniveaus am Beispiel eines Implantates in Regio 36 mit einem Durchmesser von 4,50 mm (eigene Darstellung)

2.3.2 Nebenzielgrößen

Im Rahmen der klinischen Untersuchungen wurden die als Nebenzielgrößen bezeichneten Parameter wie Implantatüberlebensrate, Implantaterfolgsrate, Prothesenüberlebensrate, Bleeding on Probing (BOP), Gingival Index, Plaque Index, Implantatfestigkeit (gemessen mit dem Periotest), subjektive Patient*innenzufriedenheit und technische sowie prothetische Komplikationen untersucht.

2.3.2.1 Implantatüberlebensrate, Implantaterfolgsrate und Prothesenüberlebensrate

Das Implantatüberleben ist dadurch definiert, ob sich das Implantat noch im Knochen befindet oder aus etwaigen Gründen entfernt werden musste. Hingegen wird der Implantaterfolg als das sich im Mund befindliche Implantat beschrieben, welches keinerlei pathologische Symptome aufweist und bei welchem der Knochenverlust im ersten Jahr geringer als 1,5mm ist und die jährliche Resorptionsrate unter 0,2mm bleibt (Albrektsson, Isidor, 1994, Misch et al., 2008). Des Weiteren wurde im Zuge dieser Arbeit auch die Prothesenüberlebensrate untersucht.

2.3.2.2 Bleeding on Probing (BOP)

Die Blutung auf Sondierung rund um das Implantat wurde mit der Parodontalsonde untersucht. Kam es dabei zu einer Blutung, wurde dies mit einem „+“ und, wenn keine Blutung zu erkennen war, mit einem „-“ am Untersuchungsbogen dokumentiert. Blutungsfreie Stellen haben eine hohe Wahrscheinlichkeit für stabile parodontale Bedingungen. In Bezug auf Implantate dient der BOP-Index der Diagnose von Entzündungen in der periimplantären Schleimhaut und gilt als klinisches Maß zur Unterscheidung von periimplantärer Gesundheit und Krankheit (Farina et al., 2017).

2.3.2.3 Gingival Index

Um die Schleimhaut rund um die Implantate zu beurteilen, wurde der modifizierte Gingival Index verwendet (siehe Anhang 2). War keine Veränderung an der Gingiva zu erkennen, wurde die Punktzahl 0 vergeben, 1 Punkt bei lediglich geringer Farbveränderung, 2 Punkte bei stärkerer Farbveränderung inklusive eines Ödems, 3 Punkte bei stärkerer Rötung im Zusammenhang mit einem Ödem und Gingivahypertrophie und die höchste Punktzahl, 4, wenn zusätzlich spontane Blutungen und Ulcera auftraten (Hefti, Preshaw, 2012).

2.3.2.4 Plaque Index (PI)

Um die Plaqueansammlung in der periimplantären Umgebung zu untersuchen, wurde der Plaque Index (siehe Anhang 2) angelehnt an den PI von Harald Loe herangezogen:

- 1 Keine Plaque im Bereich der Gingiva,
- 2 Mit dem freien Auge keine Plaque erkennbar; diese wird jedoch sichtbar, wenn mit der Sonde über die Oberfläche im Bereich des Übergangs vom Implantat zur Gingiva gestrichen wird,
- 3 Die Gingiva ist von einer dünnen bis dicken Schicht an Plaque umgeben, welche mit freiem Auge erkennbar ist,
- 4 Immense Plaqueansammlung (Løe, 1967).

2.3.2.5 Periotest

Der Periotest M® der Firma Gulden wurde nach der Implantation sowie bei den Kontrollterminen durchgeführt. Der Periotest gilt als einfacher, nicht-invasiver Test zur Quantifizierung der Implantatstabilität und der Osseointegration. Um das Dämpfungsverhalten der Implantate zu untersuchen, verfügt das elektronische Gerät über einen Stempel, welcher in Schwingung versetzt wird und dessen Abbremsverhalten aufgezeichnet wird (Al-Jetaily, Al-dosari, 2011). Die Periotestwerte gehen von -8 bis +50 (Chakrapani et al., 2015). Je geringer der gemessene Wert ist, desto besser ist die knöchernen

Verankerung des Implantates zu bewerten (Schwenzer, 2009). Periotest-Werte zwischen 0 und -8 deuten demnach auf eine gute Osseointegration hin (Al-Jetaily, Al-dosari, 2011).

2.3.2.6 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-G-14)

Um die subjektive Zufriedenheit der Patient*innen mit ihrer aktuellen Versorgung zu untersuchen, wurde der OHIP-G14-Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität verwendet (siehe Anhang 1). Die Bezeichnung OHIP-G-14 steht für Oral Health Impact Profile Germany und besteht aus 14 Fragen. Der Fragebogen wurde von den Patient*innen vor Erhalt ihrer neuen Versorgung sowie an Kontrollterminen zu verschiedenen Zeitpunkten ausgefüllt. Der OHIP-G14 umfasst Fragen, die sich auf funktionelle Einschränkungen, Schmerzen, psychosoziale Aspekte und die allgemeine Zufriedenheit beziehen. Die am höchsten zu erreichende Gesamtpunktzahl beträgt 56, wobei niedrigere Punktzahlen für mehr Patient*innenzufriedenheit stehen. Jede Frage ist mit einer Zahl von 0 bis 4 zu bewerten, wobei 0 bedeutet, dass ein gewisses Ereignis nie eintritt, und 4, dass es sich sehr oft ereignet (John, Micheelis & Biffar, 2004).

2.3.2.7 Komplikationen und notwendige Sitzungen

Zu den technischen und prothetischen Komplikationen, die im Rahmen der Kontrolluntersuchungen dokumentiert wurden, zählen folgende:

- Lockerung des Sekundärteiles
- Lockerung der Matrize
- Fraktur des Prothesenkunststoffes
- Fraktur der Prothesenzähne
- Druckstellen
- Unterfütterung
- Okklusionsanpassung

Des Weiteren wurde ausgewertet, wie oft die Patient*innen nach dem Einsetzen der neuen, oder umgebauten Versorgung, bezüglich eines Ereignisses auf der prothetischen Abteilung vorstellig werden mussten.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten wurde mittels der Statistiksoftware SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Version 25, IBM, Armonk, USA) und Microsoft Excel 2019 (Microsoft, Redmond USA) durchgeführt. Die Daten wurden deskriptiv und explorativ mit einem Signifikanzniveau von 5% ausgewertet. Die Hauptzielgröße, der Knochenrückgang, wurde hinsichtlich der beiden Gruppen mit einem t-Test für unabhängige Stichproben verglichen. Auf die Nebenzielgrößen wurden, abhängig vom Messniveau, der Chi-Quadratstest, der Mann-Whitney U Test und der t-Test angewendet.

3 Ergebnisse

3.1 Zeitrahmen der klinischen Beobachtung

Die in die Studie miteinbezogenen 24 Implantate der 13 Patient*innen wurden zwischen dem 05. März 2014 und dem 07. Mai 2015 an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits Graz inseriert. Die darauffolgenden routinemäßigen Nachkontrollen wurden bis Dezember 2022 durchgeführt.

3.2. Alters-, Geschlechts- und Gruppenverteilung

Das Patient*innenkollektiv umfasst insgesamt 13 Studienteilnehmer*innen. Dabei waren 5 der Patient*innen weiblich und 8 männlich. Die Gruppe 1 (Reparaturgruppe), welche sich aus 5 Patient*innen zusammensetzt, machte dabei einen Anteil von 38% aus und die Gruppe 2 (Gruppe, die eine neue Prothese erhielt), bestehend aus 8 Patient*innen, einen Anteil von 62% (siehe Abbildung 15).

Das durchschnittliche Alter der Patient*innen zum Zeitpunkt der Operation lag bei 64,4 Jahren. In der Gruppe 1 betrug das Durchschnittsalter 64,4 Jahre (SD \pm 6,8) und in der Gruppe 2 ebenso 64,4 Jahre (SD \pm 11,7) (siehe Abbildung 16).

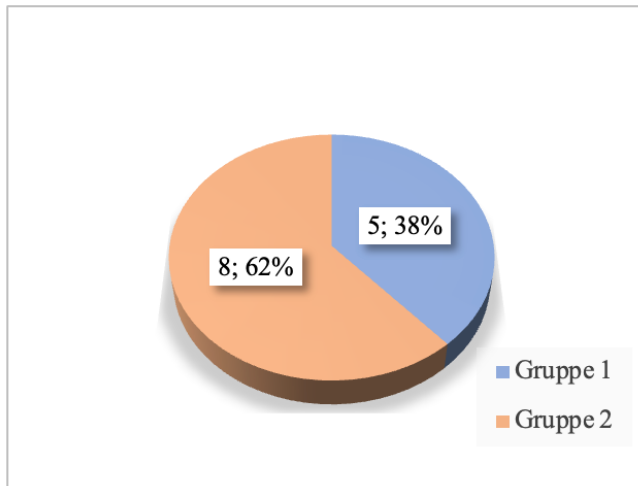


Abbildung 15: Patient*innenanzahl je Gruppe in % (eigene Darstellung)

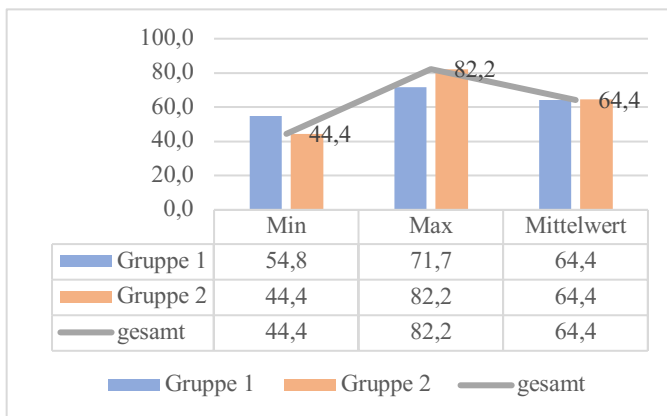


Abbildung 16: Altersverteilung je Gruppe und gesamt (eigene Darstellung)

Insgesamt wurden 24 Implantate untersucht. Innerhalb der Gruppe 1 wurden 9 Implantate analysiert; in Gruppe 2 ergab sich eine Anzahl von 15 Implantaten (siehe Abbildung 17).

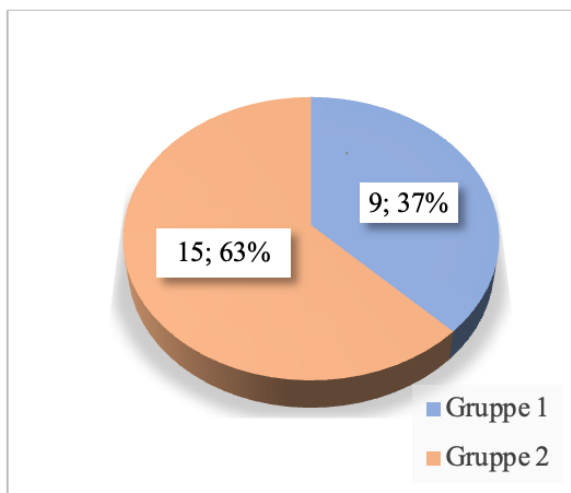


Abbildung 17: Implantatanzahl je Gruppe in % (eigene Darstellung)

3.3 Implantatposition, Implantatdurchmesser, Implantatlänge

Von den untersuchten 24 Implantaten wurde am häufigsten in der Region 36 implantiert. In diesem Bereich wurden insgesamt 6 Implantate inseriert. Die Position 46 stellte sich als zweithäufigste Position heraus. Bis auf die Implantate in den Positionen 23 und 43, welche zum Frontzahnbereich zählen, wurden alle Implantate im Seitenzahnbereich (Positionen 14-16; 25-27; 34-36 und 45-46) gesetzt (siehe Abbildung 18).

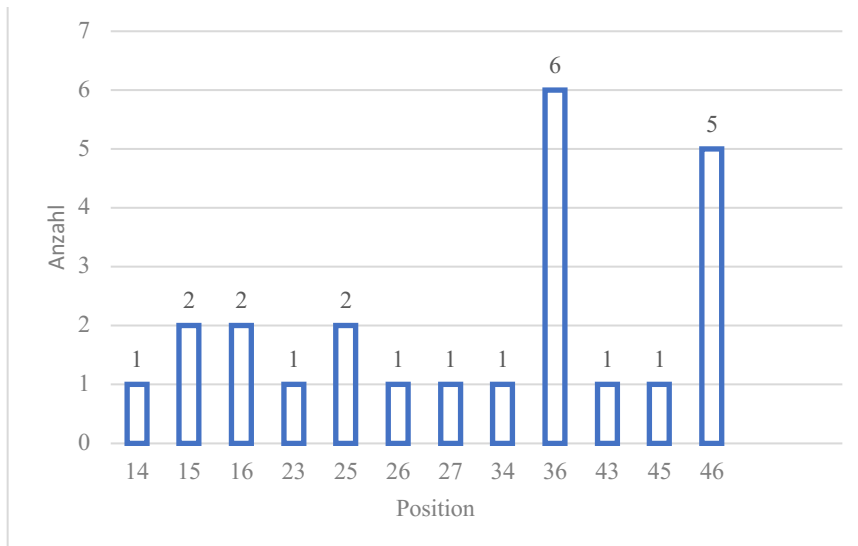


Abbildung 18: Implantatpositionen (eigene Darstellung)

Die Implantatdurchmesser der 24 inserierten Implantate (Xive® Dentsply Sirona GmbH, Bensheim, Deutschland) lagen zwischen 3,4mm und 5,5mm. Der am häufigsten verwendete Durchmesser war mit einem Anteil von 62,5% 4,5mm. Bei 7 Implantaten (29,2%) wurde ein Durchmesser von 3,8mm gewählt (siehe Abbildung 19).

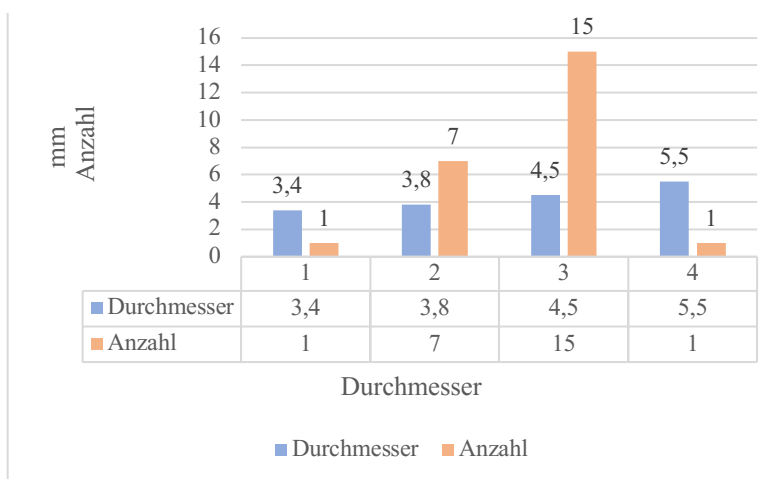


Abbildung 19: Implantatdurchmesser in mm - Anzahl (eigene Darstellung)

Die Werte für die verwendeten Implantatlängen variierten zwischen 8mm und 13mm. Die am häufigsten verwendeten Längen waren 9,5mm und 11mm.

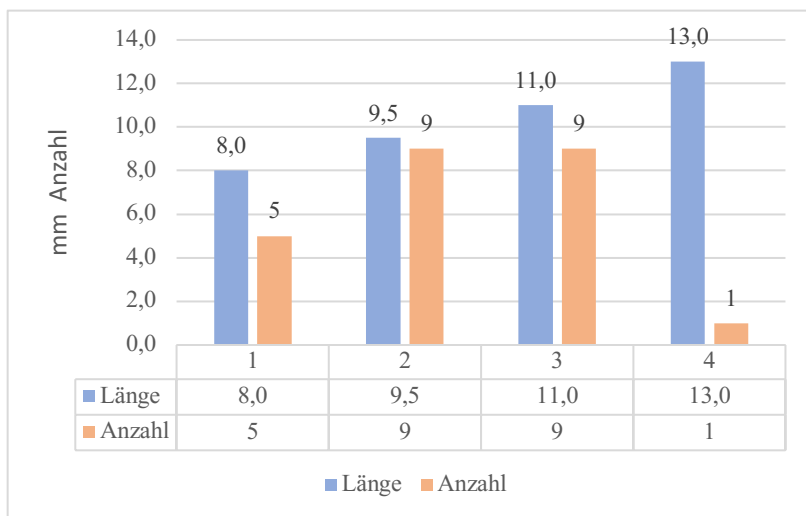


Abbildung 20: Implantatlängen in mm – Anzahl (eigene Darstellung)

3.4 Implantatüberlebensrate, Implantaterfolgsrate und Prothesenüberlebensrate

Von den 24 untersuchten Implantaten befanden sich zum Kontrollzeitpunkt alle in situ. Das Implantatüberleben sowie der Implantaterfolg lagen bei 100%. Zwei von den 13 Teilprothesen mussten aufgrund von immer wieder auftretenden Komplikationen neu angefertigt werden, wodurch sich eine Prothesenüberlebensrate von 84,62% ergab.

3.5 Knochenverlust

Es wurde bei allen 24 Implantaten das mesiale und distale Knochenniveau gemessen. Um die Statistik besser mit der Literatur vergleichen zu können, wurde jeweils der Mittelwert aus dem mesialen und distalen Messwert gebildet. Der Knochenverlust wurde aus der Differenz des krestalen Knochenniveaus zum Einsetzzeitpunkt und dem Knochenniveau nach 1 Jahr, der Differenz aus Knochenniveau nach 1 Jahr und 7 Jahren und aus der Differenz vom Knochenniveau beim Einsetzen und nach 7 Jahren berechnet. Direkt nach dem Einsetzen der Implantate lag das Knochenniveau gesamt im arithmetischen Mittel bei 0,53mm (SD \pm 0,49). Am Kontrolltermin nach 1 Jahr wurde ein durchschnittliches

Knochenniveau von 0,59mm (SD \pm 0,52) ermittelt. Nach dem ersten Jahr ergab sich ein durchschnittlicher Knochenverlust von 0,11mm (SD \pm 0,24).

Zwischen dem ersten und dem siebenten Jahr nach Implantation lag der durchschnittliche Knochenverlust mit einer jährlichen Resorptionsrate von 0,11mm (SD \pm 0,12) bei 0,68mm (SD \pm 0,71).

Nach 7 Jahren war das Knochenniveau im arithmetischen Mittel 1,27mm (SD \pm 0,87). Über den Gesamtbetrachtungszeitraum von 7 Jahren ergab sich ein durchschnittlicher Knochenverlust von 0,88mm (SD \pm 0,86) und eine durchschnittliche jährliche Resorption von 0,12 mm (SD \pm 0,24) (siehe Tabelle 1).

Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
Einsetzen	0,00	1,50	0,53	0,49
½ Jahr	0,00	1,55	0,61	0,45
1 Jahr	0,00	1,80	0,59	0,52
2 Jahre	0,15	1,90	0,72	0,59
7 Jahre	0,00	3,65	1,27	0,87
Diff. Einsetzen -> 1 Jahr	-0,15	0,80	0,11	0,24
Diff. 1 Jahr -> 7 Jahre	-0,90	2,55	0,68	0,71
<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,43</i>	<i>0,11</i>	<i>0,12</i>
Diff. Einsetzen -> 7 Jahre	-1,00	2,45	0,88	0,86
<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,35</i>	<i>0,12</i>	<i>0,12</i>

Tabelle 1: gesamtes Knochenniveau/Knochenverlust (mm) und jährlicher Abbau mesial und distal gemittelt (Mischak 2022)

Bei der Gruppe 1 lag das mittlere Knochenniveau direkt nach dem Einsetzen bei 0,30mm (SD \pm 0,35). Am Kontrolltermin nach 1 Jahr wurde ein durchschnittliches Knochenniveau von 0,33mm (SD \pm 0,23) ermittelt. Nach dem ersten Jahr ergab sich für die Gruppe 1 ein durchschnittlicher Knochenverlust von 0,08mm (SD \pm 0,06).

Zwischen dem ersten und dem siebenten Jahr nach Implantation lag der durchschnittliche Knochenverlust bei 0,64mm (SD \pm 0,58). Die Berechnung der jährlichen Resorptionsrate über diesen Zeitraum ergab 0,11mm (SD \pm 0,10).

Nach 7 Jahren war das Knochenniveau im arithmetischen Mittel 0,98mm (SD \pm 0,77). Über den Gesamtbetrachtungszeitraum von 7 Jahren ergab sich eine durchschnittliche jährliche Resorption von 0,12 mm (SD \pm 0,13) und ein durchschnittlicher Knochenverlust von 1,12mm (SD \pm 0,86) (siehe Tabelle 2).

Auch bei der Gruppe 2 betrug der jährliche Abbau über die gesamten 7 Jahre 0,12mm (SD \pm 0,13). Nach 7 Jahren lag das Knochenniveau bei 1,45mm (SD \pm 0,91). Der durchschnittliche Knochenverlust über den gesamten Untersuchungszeitraum war 0,82mm (SD \pm 0,89).

Bei der Gruppe 2 wurde ein durchschnittliches Knochenniveau von 0,58mm (SD \pm 0,52) direkt nach dem Einsetzen ermittelt. Am Kontrolltermin nach 1 Jahr war das durchschnittliche Knochenniveau 0,74mm (SD \pm 0,59). Der durchschnittliche Knochenabbau war nach dem ersten Jahr 0,11mm (SD \pm 0,27).

Zwischen dem ersten und dem siebenten Jahr nach Implantation lag der durchschnittliche Knochenverlust innerhalb der Gruppe 2 bei 0,71mm (SD \pm 0,79). Die Berechnung der jährlichen Resorptionsrate über diesen Zeitraum ergab 0,16mm (SD \pm 0,12) (siehe Tabelle 2).

Gruppe	Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
1 (n=9)	Einsetzen	0,10	0,70	0,30	0,35
	½ Jahr	0,20	0,90	0,45	0,31
	1 Jahr	0,10	0,75	0,33	0,23
	2 Jahre	0,15	1,10	0,31	0,31
	7 Jahre	0,00	2,80	0,98	0,77
	Diff. Einsetzen -> 1 Jahr	0,05	0,15	0,08	0,06
	Diff. 1 Jahr -> 7 Jahre	-0,10	2,05	0,64	0,58
	<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,34</i>	<i>0,11</i>	<i>0,10</i>
	Diff. Einsetzen -> 7 Jahre	0,50	2,10	1,12	0,86
	<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,43</i>	<i>0,12</i>	<i>0,13</i>
2 (n=15)	Einsetzen	0,00	1,50	0,58	0,52
	½ Jahr	0,00	1,55	0,67	0,49
	1 Jahr	0,00	1,80	0,74	0,59
	2 Jahre	0,45	1,90	1,13	0,52
	7 Jahre	0,00	3,65	1,45	0,91
	Diff. Einsetzen -> 1 Jahr	-0,15	0,80	0,11	0,27
	Diff. 1 Jahr -> 7 Jahre	-0,90	2,55	0,71	0,79
	<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>0,07</i>	<i>0,30</i>	<i>0,16</i>	<i>0,12</i>
	Diff. Einsetzen -> 7 Jahre	-1,00	2,45	0,82	0,89
	<i>Jährliche Resorptionsrate</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,35</i>	<i>0,12</i>	<i>0,13</i>

Tabelle 2: Gruppenvergleich Knochenniveau/Knochenverlust (mm) und jährlicher Abbau mesial und distal gemittelt (Mischak 2022)

Wenn man das Knochenniveau über den gesamten Untersuchungszeitraum analysiert, kann man feststellen, dass es bei beiden Gruppen über die Zeit zu einem Knochenverlust kam.

Eine große gemessene Distanz zwischen Implantatschulter und krestalem Knochenniveau bedeutete einen größeren Knochenverlust. Die graue Linie in der Abbildung 21 zeigt die Entwicklung des Knochenniveaus bei allen Implantaten. Nach dem Einsetzen kam es hier durchschnittlich zu einem leichten Anstieg des Knochenverlustes, nach einem ½ Jahr wurde der Wert wieder kleiner. Ab 1 Jahr nach Implantation kann man nur mehr einen Knochenverlust erkennen.

Bei der Gruppe 1 (blaue Linie) kam es nach einem ½ Jahr zu einem Knochenverlust, danach wurden die Werte wieder etwas kleiner, was einem Zuwachs des Knochenniveaus entspricht. Ab 2 Jahren bis 7 Jahre stieg der Knochenverlust dann kontinuierlich an.

Bei der Gruppe 2 (orange Linie) kam es über die Zeit zu einem relativ gleichmäßigen Knochenabbau.

Bei der Gruppe 2 war der Abbau über den gesamten Untersuchungszeitraum von 7 Jahren größer als bei Gruppe 1 (siehe Abbildung 21).

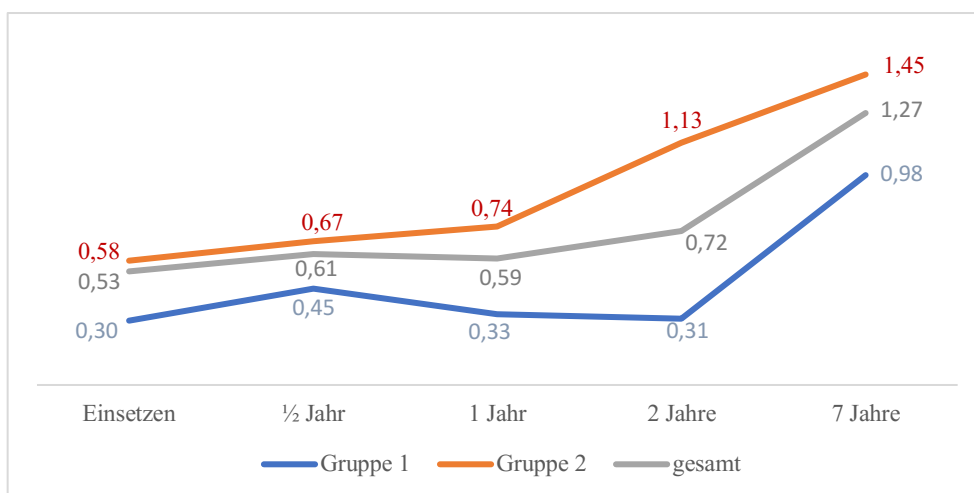


Abbildung 21: Entwicklung des Knochenverlustes über 7 Jahre (eigene Darstellung)

3.6 Bleeding on Probing (BOP)

Die Blutung auf Sondierung im Bereich der 24 inserierten Implantate (bewertet mit „+“ bei Blutung oder „-“ wenn keine Blutung vorlag) wurde zum Einsetzzeitpunkt, nach einem ½ Jahr sowie 1, 2 und 7 Jahre nach der Implantation erfasst. Das BOP hat sich beim gesamten Patient*innenkollektiv nach 7 Jahren Beobachtungszeit von 8,3% (bewertet mit „+“) auf

70,8% erhöht; in Gruppe 1 war das BOP nach 7 Jahren bei 77,8% der Implantate positiv und in Gruppe 2 bei 66,7% (siehe Tabelle 3 und Abbildung 22). Grundsätzlich ist zu sagen, dass sich das Bleeding on Probing über die Zeit bis 7 Jahre nach Implantation verschlechtert hat, wobei innerhalb der Gruppe 1 immer höhere Werte auftraten (siehe Abbildung 22). Aufgrund der geringen Fallzahl ist dieser Unterschied jedoch statistisch nicht signifikant.

Zeitpunkt	Anzahl	Prozent
Einsetzen	2	8,3
½ Jahr	5	20,8
1 Jahr	7	29,3
2 Jahre	4	16,7
7 Jahre	17	70,8

Tabelle 3: BOP gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022)

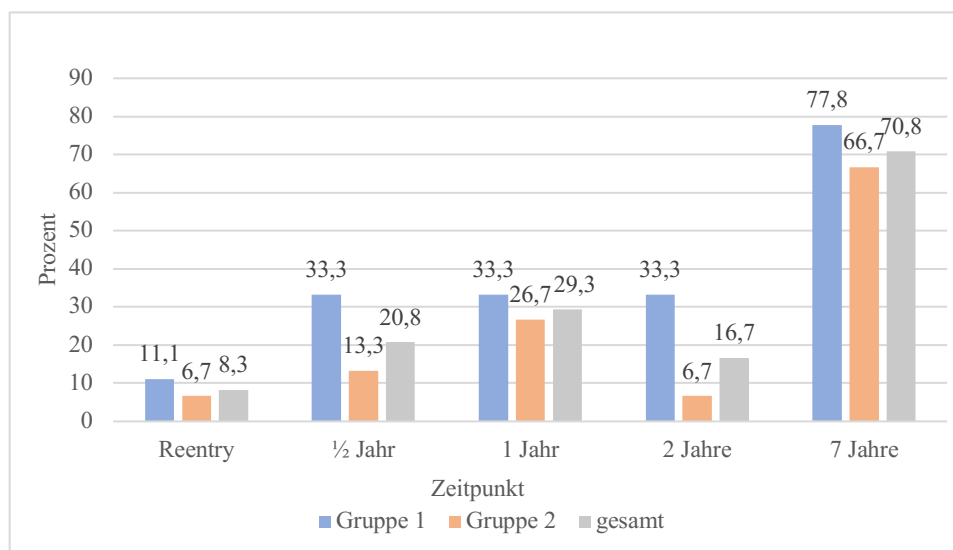


Abbildung 22: BOP in % über 7 Jahre (eigene Darstellung)

3.7 Gingival Index

Der Gingival Index wurde bei der Kontrolluntersuchung nach 7 Jahren für jedes Implantat erhoben. Der Gingival Index ergab insgesamt einen Mittelwert von 0,91 (SD±0,97) (siehe Tabelle 4). Bei der Gruppe 1 ergab er durchschnittlich einen Wert von 1,38 (SD±1,06) Punkten, während der Mittelwert innerhalb von Gruppe 2 bei 0,64 (SD±0,84) lag (siehe Tabelle 5). Der durchschnittliche Wert ist bei der Gruppe 1 höher, jedoch ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen statistisch nicht signifikant. Die schlechteste Punktzahl (4) wurde nie vergeben. Der höchste Wert bei Gruppe 1 war 3 Punkte und bei Gruppe 2 2 Punkte; der niedrigste erhobene Wert war bei beiden Gruppen 0 Punkte.

Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
0	3	0,91	0,97

Tabelle 4: Gingival Index gesamt (Mischak 2022)

Gruppe	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
1 (n=9)	0	3	1,38	1,06
2 (n=15)	0	2	0,64	0,84

Tabelle 5: Gingival Index Gruppenvergleich (Mischak 2022)

3.8 Plaque Index

Auch der Plaque Index wurde bei der Kontrolluntersuchung nach 7 Jahren erhoben. Im Mittel ergab der Plaque Index für das gesamte Patient*innenkollektiv 2,23 (SD±1,06) Punkte (siehe Tabelle 6). Auch bezüglich des Plaque Index ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen statistisch nicht signifikant. Bezüglich dieser Größe war der Mittelwert bei Gruppe 1 mit 2,36 (SD±1,15) im Vergleich zur Gruppe 2 mit 2,00 (SD±0,54) etwas höher. Bei Gruppe 1 war der Minimalwert 1 Punkt, während er bei Gruppe 2 bei 0 Punkten lag. Die Maximalwerte für den Plaque Index waren bei beiden Gruppen 3 von maximal 4 möglichen Punkten (siehe Tabelle 7).

Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
0	3	2,23	0,97

Tabelle 6: Plaque Index gesamt (Mischak 2022)

Gruppe	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
1 (n=9)	1	3	2,00	0,54
2 (n=15)	0	3	2,36	1,15

Tabelle 7: Plaque Index gesamt (Mischak 2022)

3.9 Periotest

Bei der Durchführung des Periotestes ergaben sich während des gesamten Beobachtungszeitraumes insgesamt Mittelwerte zwischen -4,29 (SD±1,12) bis -5,21 (SD±1,68) (siehe Tabelle 8). Bei der Gruppe 1 hat sich der durchschnittliche Periotestwert über die 7 Jahre von -3,56 (SD±0,73) auf -4,80 (SD±1,80) und innerhalb der Gruppe 2 von -4,73 (SD±1,10) auf -5,46 (SD±1,62) reduziert. Der kleinste gemessene Wert für den Periotest war -7,9 und der größte Wert -1,7 (siehe Tabelle 9). Wie in Abbildung 23 erkennbar verringerten sich die Periotestwerte innerhalb des ersten halben Jahres in Gruppe 1 ein wenig, stiegen nach 1 Jahr leicht an und nahmen dann bis 7 Jahre wieder ab (relativ

gleichmäßige Änderung über die Zeit). Bei der Gruppe 2 kam es zunächst im ersten Halbjahr und dann im zweiten Jahr zu einem leichten Ansteigen der Werte, danach sanken sie wieder.

Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
Einsetzen	-7	-3	-4,29	1,12
Reentry	-6	-3	-4,50	0,98
½ Jahr	-7	-2	-4,50	1,38
1 Jahr	-7	-2	-4,79	1,59
2 Jahre	-7	-2	-4,74	1,41
7 Jahre	-7,9	-1,7	-5,21	1,68

Tabelle 8: Periotest gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022)

Gruppe	Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.
1 (n=9)	Einsetzen	-5	-3	-3,56	0,73
	Reentry	-5	-3	-4,11	0,60
	½ Jahr	-5	-3	-4,56	0,73
	1 Jahr	-6	-2	-4,44	1,33
	2 Jahre	-6	-2	-4,56	1,59
	7 Jahre	-7,0	-1,7	-4,80	1,80
2 (n=15)	Einsetzen	-7	-3	-4,73	1,10
	Reentry	-6	-3	-4,73	1,10
	½ Jahr	-7	-2	-4,47	1,68
	1 Jahr	-7	-2	-5,00	1,73
	2 Jahre	-7	-3	-4,90	1,29
	7 Jahre	-7,9	-2,0	-5,46	1,62

Tabelle 9: Periotest Gruppenvergleich über 7 Jahre (Mischak 2022)

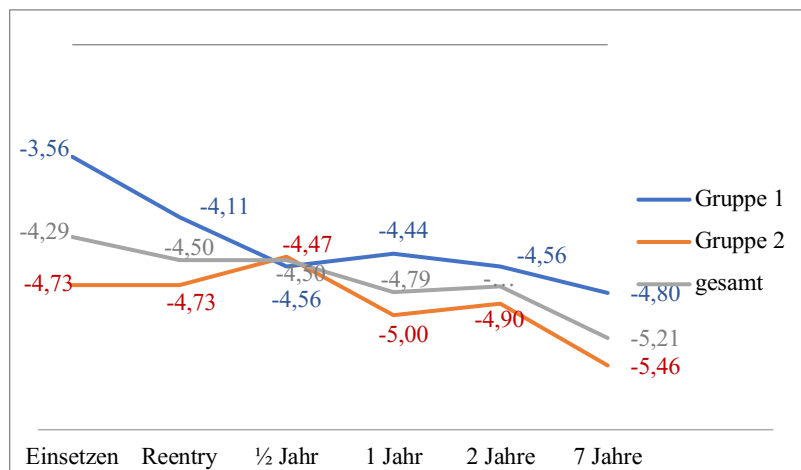


Abbildung 23: Periotest Gruppenvergleich und gesamt über 7 Jahre (Mischak 2022)

3.10 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-G-14)

Die subjektive Zufriedenheit der Patient*innen wurde mithilfe des OHIP-G14-Fragebogens ermittelt. Die Patient*innen mussten den Fragebogen jeweils vor der Implantation, 1 Jahr danach und beim Kontrolltermin 7 Jahre später ausfüllen. Generell lässt sich ableiten, dass sich die Patient*innenzufriedenheit sowohl bei Gruppe 1 (Reparaturgruppe) als auch bei Gruppe 2, in welcher alle Patient*innen eine neue Prothese erhalten haben, bereits 1 Jahr nach der Implantation und über die Folgejahre verbessert hat (siehe Abbildung 24). Wie bereits im Teil Material und Methoden erwähnt steht eine niedrige Gesamtpunktzahl beim OHIP-G14-Fragebogen für eine gute Patient*innenzufriedenheit. Im Gesamten hat sich die Punktzahl für den OHIP von anfangs durchschnittlich 10,08 (SD ±8,40) Punkten nach 7 Jahren auf eine mittlere Punktzahl von 0,69 (SD ±1,25) verbessert (siehe Tabelle 10). Lag in Gruppe 1 (n=5) zum Zeitpunkt vor der Implantation die durchschnittliche Punktzahl für den OHIP bei 12,60 (SD ±11,15), hat sich die durchschnittliche Punktzahl nach 7 Jahren um 11,80 (SD ±11,95) Punkte auf 0,89 (SD ±1,76) Punkte reduziert. Auch wenn man die Werte nach 1 Jahr und nach 7 Jahren vergleicht, zeigt sich eine Änderung um 1,00 (SD ±3,61) Punkte. Der höchste Wert für den OHIP-G-14 ergab sich mit 28 Punkten in der Reparaturgruppe, während innerhalb der Gruppe 2 maximal 18 Punkte vergeben wurden. Der niedrigste Wert war bei beiden Gruppen 0 Punkte (siehe Tabelle 11). Allgemein zeigt der t-Test für unabhängige Stichproben keinen signifikanten Unterschied bei der Veränderung des OHIPs zwischen den beiden Gruppen. Jedoch ist die Veränderung innerhalb der Gruppe 2 vor Implantation im Vergleich zu 7 Jahre danach signifikant ($p = 0,014$) (siehe Tabelle 11). Aufgrund der geringen Fallzahl ist eine Statistik hier jedoch schwierig. Im Durchschnitt haben sich während diesem Zeitraum die Werte um 7,87 (SD ±6,81) Punkte reduziert. Die Änderung beobachtet ab 1 Jahr nach Implantation ergab -0,25 (SD ±1,75) Punkte. Insgesamt haben beim letzten Kontrolltermin innerhalb der Gruppe 1 sogar 4 Patient*innen 0 Punkte vergeben und in der Gruppe 2 5 Patient*innen, was darauf hindeutet, dass 9 der 13 untersuchten Patient*innen außerordentlich zufrieden mit ihrer prothetischen Versorgung waren (siehe Abbildung 25).

Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.	Differenz vorher->7 Jahre	Differenz 1->7 Jahre
vorher	0	28	10,08	8,40	-9,38 (±8,87)	-0,54 (±2,50)
1 Jahr	0	6	1,23	1,88		
7 Jahre	0	4	0,69	1,25		

Tabelle 10: OHIP-G14 gesamt (Mischak, 2022)

Gruppe	Zeitpunkt	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabw.	Differenz vorher->7 Jahre	Differenz 1->7 Jahre
1 (n=5)	vorher	0	28	12,60	11,15	-11,80 (±11,95)	-1,00 (±3,61)
	1 Jahr	0	6	1,80	2,49		
	7 Jahre	0	4	0,89	1,76		
2 (n=8)	vorher	1	18	8,50	6,53	-7,87 (±6,81)	-0,25 (±1,75)
	1 Jahr	0	4	0,88	1,46		
	7 Jahre	0	2	0,63	0,92		

Tabelle 11: OHIP-G14 Gruppenvergleich (Mischak, 2022)

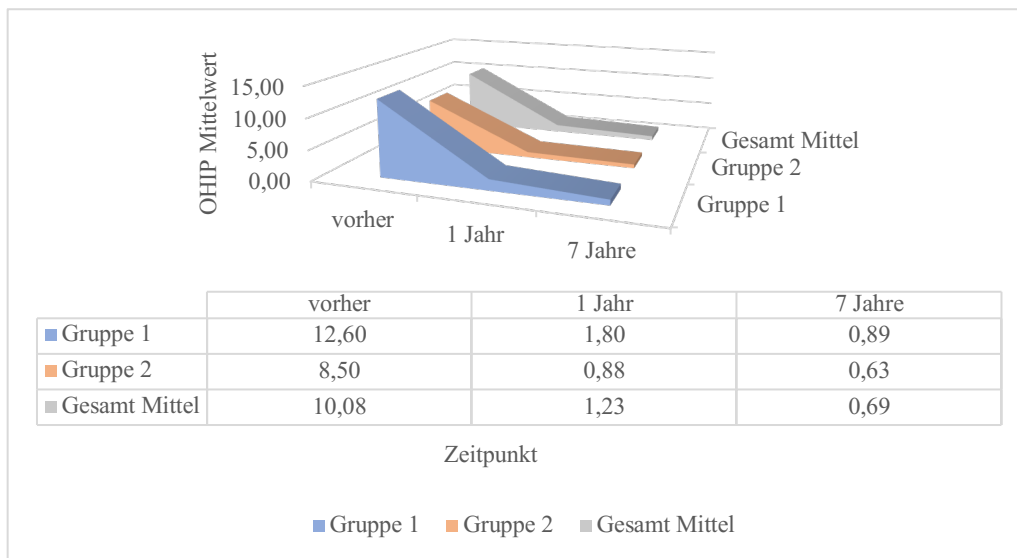


Abbildung 24: OHIP-G14 (Mittelwert) je Gruppe und Gesamt (eigene Darstellung)

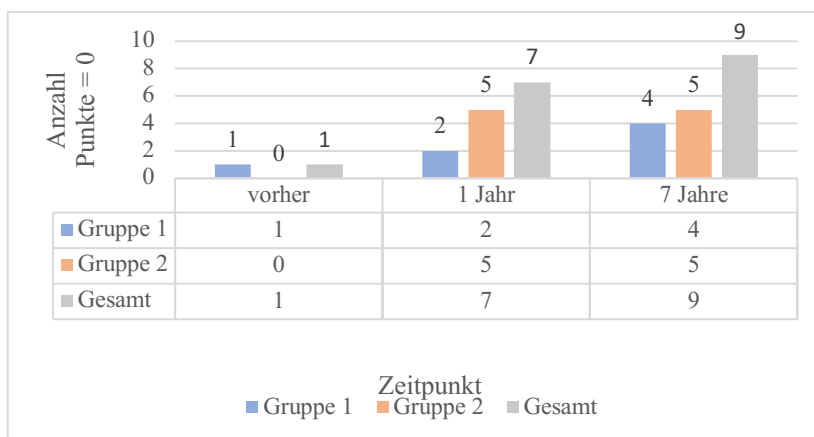


Abbildung 25: OHIP-G14 Anzahl Patient*innen mit Punkte =0 (eigene Darstellung)

3.11 Komplikationen und notwendige Sitzungen

Auch bezüglich der technischen Komplikationen, die über den Untersuchungszeitraum aufgetreten sind, zeichnete sich die Gruppe 1 stets durch eine höhere Anzahl aus. Die Gruppe 1 (bestehend aus 5 Patient*innen) wies über den gesamten Untersuchungszeitraum von 7 Jahren 36 Komplikationen auf; die Gruppe 2 (bestehend aus 8 Patient*innen) hingegen nur 18 (siehe Abbildung 26). Innerhalb der Gruppe 1 konnten nach den ersten 2 Jahren 17 Komplikationen festgestellt werden und vom zweiten bis zum siebenten Jahr 19. In Gruppe 2 traten nach 2 Jahren 6 Komplikationen und im Zeitraum vom zweiten bis zum siebenten Jahr 12 Komplikationen auf.

Zu den häufigsten Ereignissen insgesamt zählten eine Fraktur der Prothesenzähne, Lockerungen der Matrizen und das Auftreten von Druckstellen. Unterfütterungen und Okklusionsanpassungen mussten nur selten vorgenommen werden. Die Komplikation, welche am wenigsten auftrat, war die Lockerung von Sekundärteilen. Ist die Fraktur von Prothesenzähnen bei Gruppe 1 innerhalb der 7 Jahre 20 Mal aufgetreten, wurde dieses Ereignis innerhalb der Gruppe 2 nur 5 Mal dokumentiert. Auch die Lockerung von Matrizen und das Auftreten von Druckstellen sind bei der Gruppe 1 öfter vorgekommen. Eine Fraktur des Prothesenkunststoffes ist bei Gruppe 1 über den gesamten Untersuchungszeitraum nie aufgetreten. Bei Gruppe 2 musste kein einziges Mal eine Okklusionsanpassung vorgenommen werden (siehe Tabelle 12).

Komplikationen	0- 2 Jahre		2-7 Jahre		0-7 Jahre	
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2
Lockerung Sekundärteil	2	1	0	0	2	1
Lockerung Matrize	4	0	2	4	6	4
Fraktur Prothesenkunststoff	0	1	0	3	0	4
Fraktur Prothesenzähne	8	1	12	4	20	5
Druckstelle	1	3	3	0	4	3
Unterfütterung	1	0	1	1	2	1
Okklusionsanpassung	1	0	1	0	2	0
gesamt	17	6	19	12	36	18

Tabelle 12: Komplikationen Gruppenvergleich (Mischak 2022)

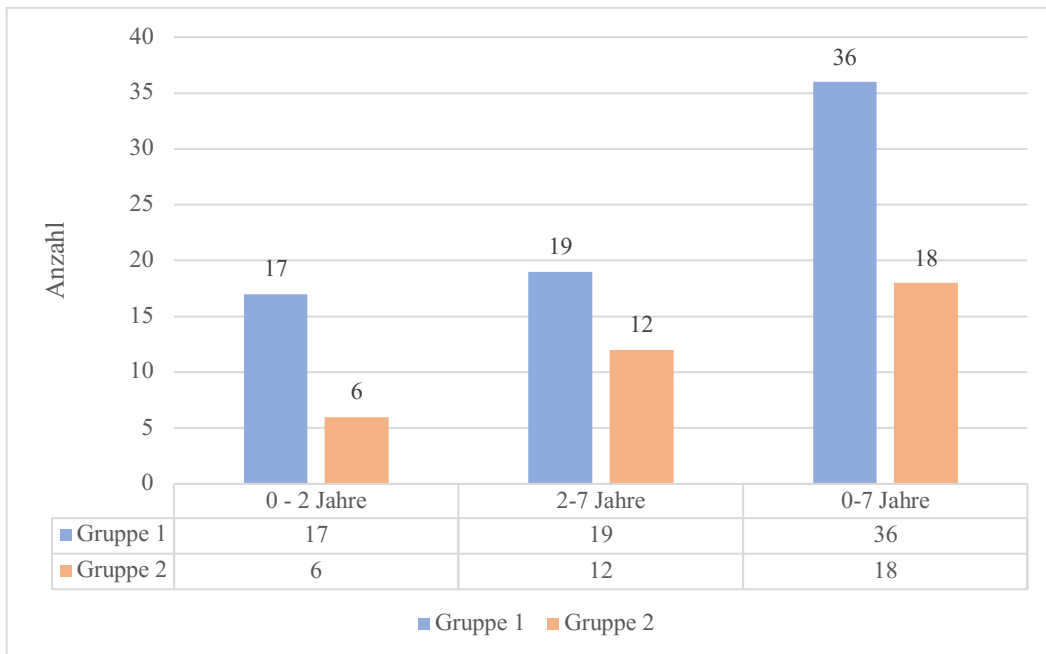


Abbildung 26: Anzahl Komplikationen (gesamt) je Gruppe (eigene Darstellung)

Bezüglich der zusätzlichen Sitzungen, welche bei den Patient*innen nach dem Einsetzen der neuen oder umgebauten Versorgung aufgrund einer Komplikation notwendig waren, lässt sich feststellen, dass insgesamt für beide Gruppen im Mittel nur 4,9 (SD \pm 4,4) Sitzungen notwendig waren.

Wie in der Tabelle 13 erkennbar war bei der Gruppe 1 die Maximalanzahl an Sitzungen über den Untersuchungszeitraum 17 Sitzungen, in der Gruppe 2 hingegen nur 7. Bei der Reparaturgruppe (im Mittel 8,2 (SD \pm 5,2) Sitzungen) wurden die Patient*innen demnach öfter auf der prothetischen Abteilung vorstellig als die Gruppe mit den neuen Versorgungen (im Mittel 3,1 (SD \pm 2,7) Sitzungen).

		Anz	Min	Max	Mittelwert	Stabw.
Sitzungen	Gruppe 1	5	4	17	8,2	5,2
	Gruppe 2	8	1	7	3,1	2,7
	gesamt	13	1	25	4,9	4,4

Tabelle 13: Sitzungen je Gruppe und gesamt (Mischak, 2022)

4 Diskussion

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, zu untersuchen, inwiefern die Platzierung einiger weniger Implantate in strategisch wichtigen Positionen und somit das Konzept der kombiniert zahn-, implantatgetragenen Unterstützung in die Behandlungsplanung und in das abnehmbare Prothesendesign bei Patient*innen mit reduzierter Dentition integriert werden kann. Des Weiteren gilt es zu evaluieren, wie sich die untersuchten Parameter zwischen der Reparaturgruppe und der Gruppe, die eine neue prothetische Versorgung erhalten hat, unterscheiden. Die vorliegende Studie umfasst ein breit gefächertes Patient*innenkollektiv, schließt unterschiedliche Indikationen mit ein und liefert eine umfassende Sicht auf den Einsatz von Unterstützungsimplantaten bei abnehmbaren Teilprothesen. Bei den im Rahmen dieser Studie durchgeführten Implantationen wurden ausschließlich Dentsply Implantate (Xive®) unterschiedlicher Dimension an verschiedenen Positionen verwendet. Die Halteelemente für die prothetischen Versorgungen variierten zwischen Teleskopen, Kugelkopfkernern und Locator-Systemen. Viele der bislang durchgeführten Studien spezialisieren sich bei der Art der Verankerung explizit auf Doppelkronensysteme, beinhalten etwas höhere Fallzahlen, betrachten verschiedene Implantatsysteme oder beziehen sich ausschließlich auf Versorgungen im Ober- oder Unterkiefer (Jensen et al., 2016, Fobbe et al., 2019, Joda, 2013).

Allgemein liegt im Vergleich zu Untersuchungen von festsitzenden zahn-, implantatgetragenen Versorgungen bis dato nur eine geringe Anzahl an Studien vor, welche das Behandlungskonzept von strategischen Implantaten bei abnehmbaren Teilprothesen analysieren (Romanos, May & May, 2012, Fobbe et al., 2019).

Nachdem es noch keine große Anzahl an Studien gibt, die den Fokus auf Unterstützungsimplantate bei gemischt zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Versorgungen legen und vergleichen, inwiefern und ob es Unterschiede zwischen reparierten bestehenden Arbeiten und neu angefertigten Prothesen gibt, ist es von hoher Bedeutung, dass auch zukünftig so viele klinische Dokumentationen wie möglich gesammelt werden und sich größere Fallzahlen ergeben, um langfristige Schlüsse ziehen zu können.

4.1 Interpretation der Ergebnisse

Bei der letzten routinemäßig durchgeführten Kontrolluntersuchung befanden sich alle 24 untersuchten Implantate in situ und wiesen keinerlei pathologische Symptome auf, was einer

Implantaterfolgsrate und einer Implantatüberlebensrate von 100% entspricht. Die Prothesenüberlebensrate ergibt insgesamt 84,62%.

Bezüglich des marginalen Knochenverlustes ergab sich bei der Gruppe 1 über den gesamten Untersuchungszeitraum ein durchschnittlicher Wert von 1,12mm (SD \pm 0,86), bei Gruppe 2 ein Wert von 0,82mm (SD \pm 0,89) und gesamt von 1,27mm (SD \pm 0,87). Am Kontrolltermin nach 7 Jahren war das Bleeding on Probing bei beiden Gruppen zusammen bei 70,8% der Implantate positiv. Innerhalb der Gruppe 1 war das BOP bei 77,8% der Implantate positiv, bei Gruppe 2 bei 66,7%. Der Gingival Index ergab insgesamt einen durchschnittlichen Wert von 0,91 (SD \pm 0,97) Punkten. Innerhalb der Gruppe 1 war die mittlere Punktzahl 1,38 (SD \pm 0,97) und innerhalb der Gruppe 2 0,64 (SD \pm 0,84). Der modifizierte Plaque Index ergab insgesamt durchschnittlich 2,23 (SD \pm 1,06) Punkte. Gruppe 1 hatte eine durchschnittliche Punktzahl von 2,00 (SD \pm 0,54). Innerhalb der Gruppe 2 war die durchschnittliche Punktzahl 2,36 (SD \pm 1,15). Der Periotest ergab nach 7 Jahren gesamt einen Mittelwert von -5,21 (SD \pm 1,68). Bei Gruppe 1 lag der Mittelwert bei -4,80 (SD \pm 1,80), bei Gruppe 2 bei -5,46 (SD \pm 1,62). Der OHIP-G-14 Fragebogen ergab am Ende der Beobachtungszeit gesamt einen durchschnittlichen Wert von 0,69 (SD \pm 1,25) Punkten. In der Gruppe 1 waren es im Mittel 0,89 (\pm 1,76) Punkte und in Gruppe 2 0,63 (\pm 0,92) Punkte. Nach dem Einsetzen der neuen oder reparierten Versorgung waren insgesamt durchschnittlich 4,9 (SD \pm 4,4) Sitzungen nötig. Bei der Gruppe 1 waren 8,2 (SD \pm 5,2) Sitzungen notwendig, bei der Gruppe 2 3,1 (SD \pm 2,7). Technische Komplikationen traten über die 7 Jahre insgesamt 54 Mal auf; bei Gruppe 1 waren es 36 Komplikationen, bei der Gruppe 2 18.

Für die 24 Implantate, die im Zuge der vorliegenden Studie bei insgesamt 13 Patient*innen inseriert wurden, ergibt sich eine Implantatüberlebensrate und Implantaterfolgsrate von 100%.

Diese guten Ergebnisse bei beiden Gruppen decken sich mit Studien, welche Unterstützungsimplantate bei abnehmbaren Teilprothesen untersuchten.

In der Studie von Rinke et al. (2015) wurden über einen ähnlichen Untersuchungszeitraum ebenso Daten zu 24 Implantaten bei insgesamt 14 Patient*innen ausgewertet und es ergab sich analog zur vorliegenden Studie eine Implantatüberlebensrate von 100% (Rinke et al., 2015). Die Studie von Frisch, Ratka-Krüger & Wenz (2015) zeigte bei 60 zur Unterstützung gesetzten Implantaten eine Überlebensrate von 98,36% (Frisch, Ratka-Krüger & Wenz, 2015). Auch bei den Untersuchungen von Hanisch et al. (2019), Krennmair et al. (2007) und Lian et al. (2018), wurden mit Überlebensraten von 98,72%, 97,6% und 100% Ergebnisse

ähnlicher Größenordnung (Hanisch et al., 2019, Krennmair et al., 2007, Lian et al., 2018). Die Kombination von Implantaten und Zähnen zur Unterstützung von Teilprothesen scheint einen positiven Effekt auf die Implantatüberlebensrate zu haben (Fobbe et al., 2019). Die Studie von Fobbe et al. (2019) kam zu dem Ergebnis, dass die Kombination von Zähnen und Implantaten bei abnehmbaren Teilprothesen mit Teleskopen keinen negativen Einfluss auf die Prognose der Implantate hat und sich sogar positiv auf die Implantatüberlebensrate auswirken könnte; zudem kann sie auch einen positiven Einfluss auf Restzähne in ungünstigen Positionen haben (Fobbe et al., 2019).

Während dieser Studie musste bei 2 der 13 Patient*innen aufgrund von wiederholt auftretenden Ereignissen eine neue Prothese angefertigt werden. Die Neuanfertigung fand einmal innerhalb der Reparaturgruppe und einmal bei einer Prothese, die am Studienbeginn neu angefertigt wurde, statt. Damit ergibt sich eine Prothesenüberlebensrate von 84,62%. Eine Vergleichsstudie von Joda konnte eine Prothesenüberlebensrate von 100% erreichen (Joda, 2013).

Bezüglich des krestalen Knochenverlustes um die Unterstützungsimplantate konnte ein erfolgreiches Ergebnis erzielt werden. Der mittlere Knochenverlust im ersten Jahr nach Insertion ergab 0,11mm (SD \pm 0,24), gefolgt von einer durchschnittlichen jährlichen Resorptionsrate von 0,11mm (SD \pm 0,12). In der Literatur wird der Implantaterfolg anhand des krestalen Knochenrückganges um das Implantat unterschiedlich beschrieben. Nach Albrektsson et al. (1986) gilt ein Implantat dann als erfolgreich, wenn der krestale Knochenverlust bei einem zweiteiligen Implantat 1 Jahr nach der bestehenden Implantatversorgung im Mittel nicht größer als 1,5mm ist und die Werte für die durchschnittliche Knochenresorption pro Jahr unter 0,2mm pro Jahr liegen (Albrektsson et al., 1986). Auch Geraets et al. (2014) bewerten einen durchschnittlichen Knochenverlust von 1,0 bis 1,5mm nach 1 Jahr und eine darauffolgende durchschnittliche jährliche Resorptionsrate von 0,2mm als Erfolg (Geraets et al., 2014). Renvert et al. (2018) wiederum sprechen von einem erfolgreichen Implantat, wenn sich die Knochenverlustwerte innerhalb des ersten Jahres zwischen 0,5 und 2mm bewegen (Renvert et al., 2018).

Die Osseointegration und folglich der krestale Knochenverlust können durch verschiedene Faktoren, wie beispielsweise die Biokompatibilität des Implantatmaterials, die Insertion des Implantates (chirurgisches Vorgehen) und die Breite des Alveolarkammes, beeinflusst werden (Insua et al., 2017, Veis et al., 2010).

Die Ergebnisse für Gruppe 1 und Gruppe 2 liegen beim durchschnittlichen Knochenverlust im Bereich der in der Literatur als physiologisch bezeichneten Werte und unterscheiden sich nicht signifikant.

Ein Vergleich mit der Literatur bezüglich des Knochenverlustes bei strategisch gesetzten Implantaten gestaltet sich schwierig, da die Anzahl der untersuchten Implantate meist größer ist und die Zeitpunkte der Nachuntersuchungen in den verschiedenen Studien voneinander abweichen. In der Studie von Krennmair et al. (2007) wurde der Knochenverlust analog zu dieser Studie gemessen und bei 60 Unterstützungsimplantaten ein durchschnittlicher Knochenverlust von 2,2mm (SD±0,8mm) (bei einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 3 Jahren) verzeichnet (Krennmair et al., 2007). Eine andere Studie mit der gleichen Gruppeneinteilung wie in dieser Studie beobachtete den Knochenverlust bei 93 Implantaten über eine Zeit von 12 Monaten bis 8 Jahren. Der mittlere Knochenverlust bei den Unterstützungsimplantaten im Oberkiefer betrug hier 0,94mm (SD ±1,3) und im Unterkiefer im Durchschnitt 0,52mm (SD ±0,9) (Kaufmann et al., 2009).

Am Ende der Untersuchungszeit konnte insgesamt bei durchschnittlich 70,8% der Implantate eine Blutung auf Sondierung festgestellt werden. Dieser erhöhte Wert könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Motivation für die Mundhygiene über die Zeit etwas nachgelassen hat. Es ist generell davon auszugehen, dass in vielen Fällen nach Abschluss des aktiven Behandlungsintervalls die Compliance der Patient*innen sinkt, Nachsorgetermine nicht so regelmäßig wahrgenommen werden und somit auch eine Remotivation zur Mundhygiene durch die Behandler*innen nicht ausreichend oft erfolgen kann (Bastendorf, 2013).

Grundsätzlich ist es jedoch wichtig zu sagen, dass bei der Erhebung des BOP nur zwischen dem Vorhandensein und dem Nichtvorhandensein einer Blutung unterschieden wurde und sich damit, auch wenn nur eine minimale Blutung vorlag, ein hoher Prozentwert für alle Implantate ergibt.

Die modifizierten Plaque- und Gingival Indices, welche bei der Kontrolluntersuchung nach 7 Jahren erhoben wurden, lieferten zufriedenstellende Ergebnisse. Bei beiden Größen wurde die schlechteste Punktzahl nie vergeben, was bedeutet, dass in keinem Fall ein Ödem mit spontanen Blutungen und Ulcera festgestellt wurde und es zu keiner immensen Plaqueansammlung rund um die Implantate kam. Es gibt insgesamt kleine Unterschiede

zwischen den beiden Gruppen, welche jedoch auch in diesem Fall statistisch nicht signifikant sind.

Die Periotestwerte liegen mit einem durchschnittlichen Wert von -5,21 (SD \pm 1,68) in einem guten Bereich, nachdem Periotestwerte zwischen 0 und -8 bedeuten, dass das Implantat stabil im Knochen verankert ist (Al-Jetaily, Al-dosari, 2011).

Bezüglich der Patient*innenzufriedenheit ist erkennbar, dass sich diese sowohl bei der Reparaturgruppe als auch bei der Gruppe mit den neuen Prothesen über die 7 Jahre bereits nach 1 Jahr mit der neuen Versorgung subjektiv maßgeblich verbessert hat. Der mittlere Wert von 0,69 (SD \pm 1,25) Punkten bei insgesamt maximal 56 möglichen Punkten für den OHIP-G 14 stellt ein außerordentlich zufriedenstellendes Ergebnis dar. Grundsätzlich ist ein direkter Vergleich mit anderen Studien bezüglich des OHIP-G-14-Fragebogens schwierig, da es verschiedene abgewandelte Versionen davon gibt, welche in anderen Studien verwendet wurden (Gates et al., 2014).

Einige Studien bestätigen die verbesserte subjektive Patient*innenzufriedenheit beim Einsatz von Unterstützungsimplantaten bei gemischt zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Teilprothesen im Vergleich zu herkömmlichen Teilprothesen (Nogawa et al., 2022, Zhang et al., 2022, Lemos et al., 2023). Die durchschnittlichen Werte für die beiden Gruppen zu den Kontrollzeitpunkten unterschieden sich kaum, was darauf schließen lässt, dass Unterstützungsimplantate für beide Gruppen eine sehr gute Behandlungsmöglichkeit darstellen.

Wie zu erwarten, stellte sich heraus, dass zusätzliche prothetische Sitzungen aufgrund von Komplikationen bei der Reparaturgruppe häufiger erforderlich waren. Was die technischen Komplikationen betrifft, die über die gesamte Studienzeit aufgetreten sind, lässt sich feststellen, dass die untersuchten Ereignisse insgesamt nicht sehr oft vorkamen. Die Studie von Kaufmann et al. (2009), welche auch zwischen den gleichen beiden Gruppen unterschied, hat ähnliche Komplikationen erfasst und auch hier zählte die Lockerung von Matrizen zu einem der häufigsten Ereignisse (Kaufmann et al., 2009). Aus der Statistik dieser Studie wird deutlich, dass es bei der Gruppe 2 weniger oft zu Komplikationen kam, was darauf zurückzuführen sein mag, dass bei der Gruppe 1 die bestehenden Versorgungen ja lediglich umgebaut wurden und durch die somit längere Tragedauer und Beanspruchung über die Zeit anfälliger für gewisse Ereignisse waren. Dennoch kann der Einsatz von einigen

wenigen Implantaten in strategisch wichtigen Positionen auch bei reparaturbedürftigen Versorgungsmöglichkeiten eine sehr zufriedenstellende und vor allem kosteneffektive Option darstellen, ohne dass eine komplett neue Teilprothese hergestellt werden muss (Mijiritsky et al., 2005, Hanisch et al., 2019, Lemos et al., 2023). Innerhalb der Reparaturgruppe kam es deutlich öfter zu einer Fraktur der Prothesenzähne. Bei der Gruppe 2 fällt auf, dass nach dem Einsetzen der neuen Prothesen häufiger Druckstellen auftraten, als in der Gruppe mit den umgebauten Prothesen. Jedoch musste bei der Gruppe 2 über den gesamten Untersuchungszeitraum kein einziges Mal eine Okklusionsanpassung vorgenommen werden; was auch wiederum sehr für die Neuanfertigung der Prothesen spricht.

4.2 Limitierungen

Es ist bei dieser Studie allgemein schwierig Vergleiche mit der Literatur anzustellen, nachdem einerseits nur eine begrenzte Anzahl an retrospektiven Untersuchungen zu Unterstützungsimplantaten im Zusammenhang mit kombiniert zahn-, implantatgetragenen abnehmbaren Teilprothesen vorhanden ist und innerhalb dieser Studien andererseits oft Unterschiede bezüglich Implantatanzahl, Untersuchungszeitraum, Gruppeneinteilung, Lokalisation der Implantate, Retentionselementen und verwendeten Implantatsystemen bestehen. Bei Betrachtung der Patient*innenzufriedenheit macht es die bereits erwähnte Vielfalt an unterschiedlich zusammengesetzten OHIP-Fragebögen schwierig Vergleiche zu anderen Studien anzustellen. In Zukunft könnte eine internationale Vereinheitlichung des OHIP-Fragebogens hilfreich sein, um die Ergebnisse besser vergleichen zu können. Ungenauigkeiten bei der Messung des Knochenverlustes sind nicht auszuschließen, da die Durchführung einer exakten Rechtwinkeltechnik nicht für jede Röntgenaufnahme gewährleistet werden konnte.

Der Gruppenvergleich von Gruppe 1 und 2 ist generell schwierig, da nicht in beiden Gruppen gleich viele Patient*innen und Implantate untersucht wurden (Gruppe 1: 8 Patient*innen und 9 Implantate; Gruppe 2: 5 Patient*innen und 15 Implantate). Weiters können sich wegen der geringeren Fallzahl Messfehler sowie Ausreißer bei den Messungen manifestieren und damit die Ergebnisse beeinflussen.

In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich Xive® Implantate (Dentsply Sirona GmbH, Bensheim, Deutschland) verwendet, weshalb in Betracht zu ziehen ist, dass andere Implantatsysteme möglicherweise eine andere Prognose gehabt hätten und das Resultat der Studie beeinflusst hätten (Fobbe et al., 2019).

4.3 Konklusion

Anhand der durchgeführten Untersuchung zeigt sich, dass die Pfeilervermehrung in der abnehmbaren Prothetik und die kombinierte Abstützung einer Versorgung sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten in die Behandlungsplanung und in das abnehmbare Prothesendesign bei Patient*innen mit reduzierter Dentition integriert werden kann. Die Behandlungsmethode geht mit einer außerordentlich hohen Patient*innenzufriedenheit einher. Des Weiteren ist hervorzuheben, dass am Ende der Untersuchungszeit die gesamten Implantate und nahezu alle Prothesen in situ und in Funktion waren. Die Kombination von Implantaten und Zähnen zur Unterstützung von Teilprothesen scheint tatsächlich einen positiven Effekt auf die Implantatüberlebensrate zu haben. Die Gruppenunterschiede sind lediglich bezüglich der Sitzungen und Komplikationen relevant; diesbezüglich erzielte die Reparaturgruppe etwas schlechtere Ergebnisse. Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Einsatz von einigen wenigen Implantaten zur Unterstützung einer Teilprothese bei beiden Gruppen eine gute Behandlungsoption darstellt. Weitere klinische Studien mit größeren Fallzahlen und größeren Untersuchungszeiträumen sind nötig, um präzisere Schlussfolgerungen zu tätigen und Komplikationen und Fehlerquellen in Zukunft noch besser detektieren und einordnen zu können.

5 Literaturverzeichnis

- Albrektsson, T. & Isidor, F. 1994, "Consensus report of session IV ", *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*, pp. 365–369.
- Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P. & Eriksson, A.R. 1986, "The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success", *The International journal of oral and maxillofacial implants*, vol. 1, no. 1, pp. 11-25.
- Al-Jetaily, S. & Al-dosari, A.A. 2011, "Assessment of Osstell™ and Periotest® systems in measuring dental implant stability (in vitro study)", *The Saudi Dental Journal*, vol. 23, no. 1, pp. 17-21.
- Al-Johany, S.S. & Andres, C. 2008, "ICK Classification System for Partially Edentulous Arches", *Journal of prosthodontics*, vol. 17, no. 6, pp. 502-507.
- Applegate, O.C. 1960, "The rationale of partial denture choice", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 10, no. 5, pp. 891-907.
- Bastendorf, K. 2013, "Recall und Implantate", *Jahrbuch Implantologie*, pp. 148-150.
- Bilhan, H. 2016, "The Role of the Dental Implant in Removable Partial Dentures" in *Removable Partial Dentures* Springer International Publishing, Cham, pp. 195-208.
- Bortolini, S., Natali, A., Franchi, M., Coggiola, A. & Consolo, U. 2011, "Implant-Retained Removable Partial Dentures: A 8-Year Retrospective Study", *Journal of prosthodontics*, vol. 20, no. 3, pp. 168-172.
- Brånemark, P. 1983, "Osseointegration and its experimental background", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 50, no. 3, pp. 399-410.
- Büttel, A.E., Bühler, N.M., Marinello, C.P. & Büttel, A. 2009, "Locator ® oder Kugelanker? Eine Hilfe für die klinische Entscheidungsfindung", *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, vol. 119, no. 9, pp. 901-909.
- Campbell, S.D., Cooper, L., Craddock, H., Hyde, T.P., Nattress, B., Pavitt, S.H. & Seymour, D.W. 2017, "Removable partial dentures: The clinical need for innovation", *The Journal of Prosthetic Dentistry*, no. 118, pp. 273-280.
- Chakrapani, S., Goutham, M., Krishnamohan, T., Anuparth, S., Tadiboina, N. & Rambha, S. 2015, "Periotest values: Its reproducibility, accuracy, and variability with hormonal influence", *Contemporary Clinical Dentistry*, vol. 6, no. 1, pp. 12-15.
- Crum, R.J. & Rooney, G.E. 1978, "Alveolar bone loss in overdentures: A 5-year study", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 40, no. 6, pp. 610-613.

- Farina, R., Filippi, M.R., Brazzioli, J., Tomasi, C. & Trombelli, L. 2017, "Bleeding on probing around dental implants: a retrospective study of associated factors", *Journal of Clinical Periodontology*, vol. 44, no. 1, pp. 115-122.
- Fobbe, H., Rammelsberg, P., Lorenzo Bermejo, J. & Kappel, S. 2019, "The up-to-11-year survival and success of implants and abutment teeth under solely implant-supported and combined tooth-implant-supported double crown-retained removable dentures", *Clinical oral implants research*, vol. 30, no. 11, pp. 1134-1141.
- Frisch, E., Ratka-Krüger, P. & Wenz, H. 2015, "Unsplinted implants and teeth supporting maxillary removable partial dentures retained by telescopic crowns: a retrospective study with >6 years of follow-up", *Clinical oral implants research*, vol. 26, no. 9, pp. 1091-1097.
- Gates, W.D., Cooper, L.F., Sanders, A.E., Reside, G.J. & De Kok, I.J. 2014, "The effect of implant-supported removable partial dentures on oral health quality of life", *Clinical oral implants research*, vol. 25, no. 2, pp. 207-213.
- Geraets, W., Zhang, L., Liu, Y. & Wismeijer, D. 2014, "Annual bone loss and success rates of dental implants based on radiographic measurements", *Dento-maxillo-facial radiology*, vol. 43, no. 7.
- Glatzer, C., Ozyuvaci, H. & Nelson, K. 2006, "Klinische Beurteilung von Verankerungselementen bei der implantat- getragenen prothetischen Versorgung von Tumorpatienten", *Journal of Dental Implantology*, pp. 191-199.
- Gutwald, R., Gellrich, N. & Schmelzeisen, R. 2018, *Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie 3. A*, Deutscher Ärzteverlag, Köln.
- Hakkoum, M.A. & Wazir, G. 2018, "Telescopic Denture", *The Open Dentistry Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 246-254.
- Hanisch, O., Hammächer, C., Yildirim, M., Wolfart, S. & Kern, J. 2019, "Telescopic Crowns on Implants and Teeth: Evaluation of a Clinical Study After 8 to 12 Years", *The International journal of oral and maxillofacial implants*, vol. 34, no. 4, pp. 1-31.
- Hefti, A.F. & Preshaw, P.M. 2012, "Examiner alignment and assessment in clinical periodontal research", *Periodontology 2000*, vol. 59, no. 1, pp. 41-60.
- Hey, J. & Schweyen, R. 2020, "Strategische Pfeilervermehrung bei herausnehmbarem Zahnersatz. Welche Verankerungselemente eignen sich dafür?", *Implantologie*, vol. 28, no. 3, pp. 207-218.
- Hug, S., Mantokoudis, D. & Mericske-Stern, R. 2006, "Clinical evaluation of 3 overdenture concepts with tooth roots and implants: 2-year results", *The International journal of prosthodontics*, vol. 19, no. 3, pp. 236-243.
- Insua, A., Monje, A., Wang, H. & Miron, R.J. 2017, "Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss", *Journal of biomedical materials research. Part A*, vol. 105, no. 7, pp. 2075-2089.

- Jensen, C., Raghoobar, G.M., Kerdijsk, W., Meijer, Henny J.A., DDS, PhD & Cune, Marco S., DDS, PhD 2016, "Implant-supported mandibular removable partial dentures; patient-based outcome measures in relation to implant position", *Journal of dentistry*, vol. 55, pp. 92-98.
- Joda, T. 2013, "Combined Tooth-Implant-Supported Telescopic Protheses in a Midterm Follow-up of > 2 Years", *The International journal of prosthodontics*, vol. 26, no. 6, pp. 536-540.
- John, M.T., Micheelis, W. & Biffar, R. 2004, "Normwerte mundgesundheits-bezogener Lebensqualität für Kurzversionen des Oral Health Impact Profile", *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, no. 114, pp. 784-791.
- Kaufmann, R., Friedli, M., Hug, S. & Mericske-Stern, R. 2009, "Removable dentures with implant support in strategic positions followed for up to 8 years", *The International journal of prosthodontics*, vol. 22, no. 3, pp. 233-41
- Kern, M., Böning, K.W., Stark, H., Wolowski, A., Wöstmann, B. & Walter, M.H. 2011, "Präventionsorientierte Strategien in der prothetischen Zahnmedizin", *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, vol. 54, no. 9, pp. 1102-1109.
- Kleis, W.K., Kämmerer, P.W., Hartmann, S., Al-Nawas, B. & Wagner, W. 2010, "A Comparison of Three Different Attachment Systems for Mandibular Two-Implant Overdentures: One-Year Report", *Clinical implant dentistry and related research*, vol. 12, no. 3, pp. 209-218.
- Krennmair, G., Krainhöfner, M., Waldenberger, O. & Piehslinger, E. 2007, "Dental implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic crown-retained maxillary dentures: a retrospective follow-up study for up to 9 years", *The International journal of prosthodontics*, vol. 20, no. 6, pp. 617-622.
- Lemos, C.A.A., Nunes, R.G., Santiago-Júnior, J.F., Marcela de Luna Gomes, J., Oliveira Limirio, J.P.J., Rosa, C.D.D.R.D., Verri, F.R. & Pellizzer, E.P. 2023, "Are implant-supported removable partial dentures a suitable treatment for partially edentulous patients? A systematic review and meta-analysis", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 129, no. 4, pp. 538-546.
- Lian, M., Zhao, K., Feng, Y. & Yao, Q. 2018, "Prognosis of Combining Remaining Teeth and Implants in Double-Crown-Retained Removable Dental Protheses: A Systematic Review and Meta-Analysis", *The International journal of oral and maxillofacial implants*, vol. 33, no. 2, pp. 281-297.
- Löe, H. 1967, "The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index Systems", *Journal of periodontology (1970)*, vol. 38, no. 6, pp. 610-616.
- MacEntee, M.I., Walton, J.N. & Glick, N. 2005, "A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: Three-year results", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 93, no. 1, pp. 28-37.

- Martinez, H., Davarpanah, M., Missika, P., Celletti, R. & Lazzara, R. 2001, "Optimal implant stabilization in low density bone", *Clinical oral implants research*, vol. 12, no. 5, pp. 423-432.
- Mijiritsky, E. 2007, "Implants in Conjunction with Removable Partial Dentures: A Literature Review", *Implant dentistry*, vol. 16, no. 2, pp. 146-154.
- Mijiritsky, E. & Karas, S. 2004, "Removable Partial Denture Design Involving Teeth and Implants as an Alternative to Unsuccessful Fixed Implant Therapy: A Case Report", *Implant dentistry*, vol. 13, no. 3, pp. 218-222.
- Mijiritsky, E., Ormianer, Z., Klinger, A. & Mardinger, O. 2005, *Use of dental implants to improve unfavorable removable partial denture design*
- Misch, C.E., Perel, M.L., Wang, H., Sammartino, G., Galindo-Moreno, P., Trisi, P., Steigmann, M., Rebaudi, A., Palti, A., Pikos, M.A., Schwartz-Arad, D., Choukroun, J., Gutierrez-Perez, J., Marenzi, G. & Valavanis, D.K. 2008, "Implant Success, Survival, and Failure: The International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference", *Implant dentistry*, vol. 17, no. 1, pp. 5-15.
- Müller, F. & Barter, S. 2016, "Implant therapy in the geriatric patient" in Quintessence Publishing, Berlin.
- Nogawa, T., Takayama, Y., Ishikawa, M. & Yokoyama, A. 2022, "The impact of an additional implant under the saddle of removable partial dentures in Kennedy Class II edentulism on oral health-related quality of life and oral function: a case series report", *International Journal of Implant Dentistry*, vol. 8, no. 1, pp. 60.
- Özkurt Kayahan, Z., Özçakır Tomruk, C. & Kazazoğlu, E. 2016, "Partial edentulism and treatment options", *Yeditepe Dental Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 31-36.
- Probst, K. & Schmitter, M. 2020, "Pfeilervermehrung durch Implantate im stark reduzierten Lückengebiss Ist das sinnvoll?", *Implantologie*, vol. 28, no. 3, pp. 221-235.
- Putra Wigianto, A.Y., Goto, T., Iwawaki, Y., Ishida, Y., Watanabe, M. & Ichikawa, T. 2021, "Treatment outcomes of implant-assisted removable partial denture with distal extension based on the Kennedy classification and attachment type: a systematic review", *International Journal of Implant Dentistry*, vol. 7, no. 1, pp. 1-14.
- Rammelsberg, P., Bernhart, G., Lorenzo Bermejo, J., Schmitter, M. & Schwarz, S. 2014, "Prognosis of implants and abutment teeth under combined tooth-implant-supported and solely implant-supported double-crown-retained removable dental prostheses", *Clinical oral implants research*, vol. 25, no. 7, pp. 813-818.
- Renvert, S., Persson, G.R., Pirih, F.Q. & Camargo, P.M. 2018, "Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations", *Journal of clinical periodontology*, vol. 45, pp. 278-285.

- Ribeiro-Rotta, R.F., Lindh, C., Pereira, A.C. & Rohlin, M. 2011, "Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review", *Clinical oral implants research*, vol. 22, no. 8, pp. 789-801.
- Rinke, S. 2017, "Stege und solitäre präfabrizierte Halteelemente", *Wissen kompakt: Fortbildung für Zahnärzte*, vol. 11, no. 2, pp. 79-90.
- Rinke, S., Ziebolz, D., Ratka-Krüger, P. & Frisch, E. 2015, "Clinical Outcome of Double Crown-Retained Mandibular Removable Dentures Supported by a Combination of Residual Teeth and Strategic Implants", *Journal of prosthodontics*, vol. 24, no. 5, pp. 358-365.
- Rissin, L., House, J.E., Conway, C., Loftus, E.R. & Chauncey, H.H. 1979, "Effect of age and removable partial dentures on gingivitis and periodontal disease", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 42, no. 2, pp. 217-223.
- Romanos, G.E., May, S. & May, D. 2012, "Immediate loading of tooth-implant-supported telescopic mandibular prostheses", *The International journal of oral and maxillofacial implants*, vol. 27, no. 6, pp. 1534-1540.
- Sargolzaie, N., Samizade, S., Arab, H., Ghanbari, H., Khodadadifard, L. & Khajavi, A. 2019, "The evaluation of implant stability measured by resonance frequency analysis in different bone types", *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, vol. 45, no. 1, pp. 29-33.
- Schwenzer, N. 2009, *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde*, 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. edn, Thieme, Stuttgart [u.a.].
- Singh, K., Aeran, H., Kumar, N. & Gupta, N. 2013, "Flexible thermoplastic denture base materials for aesthetical removable partial denture framework", *Journal of clinical and diagnostic research*, vol. 7, no. 10, pp. 2372-2373.
- Smeets, R., Stadlinger, B., Schwarz, F., Beck-Broichsitter, B., Jung, O., Precht, C., Kloss, F., Gröbe, A., Heiland, M. & Ebker, T. 2016, "Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration", *BioMed Research International*, vol. 2016, pp. 1-16.
- Steffel, V.L. 1962, *Planning removable partial dentures*, Elsevier BV.
- Strub, J.R., Kern, M., Türp, J.C., Witkowski, S., Heydecke, G. & Wolfart, S. 2019, *Curriculum Prothetik*, Quintessenz Verlag, Berlin.
- Tallgren, A. 2003, "The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed-longitudinal study covering 25 years", *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 27, no. 2, pp. 427-435.
- Tanasiewicz, M., Hildebrandt, T. & Obersztyn, I. 2016, "Xerostomia of Various Etiologies: A Review of the Literature", *Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University*, vol. 25, no. 1, pp. 199-206.

- Teubner, E., Galindo, M.L., Arnold, D. & Martinello, C.P. 2009, "Kostengünstige, einfache Retentionsmöglichkeiten in der abnehmbaren Hybridprothetik Locator® Root Attachment und Würzburger Stift Eckart Teubner 1", *Schweiz Monatschr Zahnmed*, vol. 119, no. 6, pp. 593-601.
- Turkyilmaz, I. & McGlumphy, E.A. 2008, "Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study", *BMC Oral Health*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8.
- Veis, A., Parisis, N., Tsirlis, A., Papadeli, C., Marinis, G. & Zogakis, A. 2010, "Evaluation of peri-implant marginal bone loss using modified abutment connections at various crestal level placements", *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, vol. 30, no. 6, pp. 609-617.
- Wismeijer, D., Chen, S. & Buser, D. 2019, "Implants and Partial-denture Design" in *Implant Therapy in the Geriatric Patient* Quintessenz Verlag, Germany.
- Wöstmann, B., Balkenhol, M., Weber, A., Ferger, P. & Rehmann, P. 2007, "Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: Survival and need for maintenance", *Journal of dentistry*, vol. 35, no. 12, pp. 939-945.
- Zhang, H., Ramos, V., Bratos, M., Liu, P.P. & He, W. 2022, "Effect of the attachments on clinical outcomes of mandibular distal extension implant-supported removable partial dentures: A systematic review", *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 128, no. 6, pp. 1211-1220.
- Zitzmann, N.U. 2004, "Die Folgen der Zahnlosigkeit für das Individuum", *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, no. 59, pp. 617-625.

6 Anhang

6.1 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. (4 = sehr oft, 3 = oft, 2 = ab und zu, 1 = kaum, 0 = nie)

Hatten Sie im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz ...

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, ...

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 ...

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

6.2 7-Jahres-Kontrolluntersuchung

7-Jahres-Kontrolluntersuchung

Gingival Index

Score	Criteria
0	None
1	Mild small color change, of any portion of the gingival unit
2	Mild= color change of the entire gingival unit-no edema
3	Moderate= glazing, redness, edema and hypertrophy
4	Severe= marked redness, edema/hypertrophy, spontaneous bleeding or ulceration

Plaque Index

Score	Criteria
1	No plaque in gingival area
2	No plaque visible by the unaided eye, but plaque is made visible on point of probe after removed across surface at entrance of gingival crevice
3	Gingival area covered with thin to moderately thick layer of plaque, deposit visible to the naked eye
4	Heavy accumulation of soft matter with thickness that fills out a niche produced by gingival margin and tooth surface, interdental area is stuffed with soft debris

BOP-Index

Fotos

Panoramaröntgen

Röntgen

Implantat- und Zahnposition	PTV	Knochen mesial	Knochen distal

Aufgetretene Komplikationen und Datum der Komplikation:

Management der Komplikationen:

Anzahl der postoperativen Kontrollbesuche: _____