

**Diplomarbeit**

**Langzeit Follow-up von Implantaten nach  
Kieferkammrekonstruktionen mit autogenen  
Knochenblocktransplantaten vom Beckenkamm**

eingereicht von

**Sophia Roswitha Valentina Steiner**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der Zahnheilkunde**

**(Dr. med. dent.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit Graz**

Klinische Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie

unter der Anleitung von

Dr. Andreea Kovacs

Univ.-Prof. DDr. Norbert Jakse

Graz, 03.11.2021

*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, 03.11.2021*

*Sophia Roswitha Valentina Steiner eh.*

## Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei meiner Betreuerin Frau Dr. Andreea Kovacs für die Bereitstellung der Daten sowie für die Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit bedanken.

Ebenso vielen Dank an Herrn Prof. DDr. Norbert Jakse für die Zweitbetreuung und Idee zu dieser Arbeit.

Ein großes Dankeschön gilt auch den Teilnehmer\*innen der Studie, welche sich für die Nachuntersuchung bereit erklärten.

Herrn DDr. Alwin Sokolowski danke ich für die Bereitstellung der Fotos von Patient\*innenfällen und Frau DI Mischak für die rasche und bemühte statistische Auswertung.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern Roswitha und Siegfried und meinen Schwestern Anna und Teresa, die mich stets in jeder Lage meines Lebens unterstützt und meinen Wunsch, Zahnmedizin zu studieren, ermöglicht haben. Ich weiß, das ist nicht selbstverständlich.

Vielen Dank auch an Marcel, Nino und Anna F. für eure Ausdauer, Motivation und Unterstützung!

Als letztes gilt mein Dank meinen Studienkolleg\*innen und Freund\*innen, insbesondere Lisa B., welche mein Leben während des Studiums bereicherten.

Danke!

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Glossar und Abkürzungen.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
Zusammenfassung.....	VIII
Abstract .....	X
1 Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung.....	1
1.3 Grundlagen der zahnmedizinischen Implantologie.....	2
1.3.1 Qualitatives und quantitatives Knochenangebot .....	2
1.3.2 Osseointegration .....	5
1.4 Knochenaugmentation in der Implantatchirurgie .....	6
1.4.1 Begriffserklärung Osteoinduktion / Osteokonduktion / Osteogenese .....	6
1.4.2 Überblick verschiedener Augmentationsmaterialien .....	7
1.4.3 Überblick verschiedener Augmentationstechniken.....	8
1.4.4 Donorstellen für autogene Knochenblocktransplantate.....	10
1.4.5 Erfolgsfaktoren für die Knochenblockaugmentation .....	13
1.4.6 Mögliche Komplikationen bei Transplantationen aus dem Beckenkamm .....	14
1.5 Langzeiterfolg von Implantaten .....	15
2 Material und Methode .....	17
2.1 Studiendesign .....	17
2.2 Zielgrößen .....	18
2.2.1 Hauptzielgröße.....	18
2.2.2 Nebenzielgröße.....	18
3 Ergebnisse .....	23
3.1 Demografische Ergebnisse .....	23
3.2 Implantatbezogene Ergebnisse.....	23

3.3	Hauptzielgröße: Implantat in situ und in Funktion .....	25
3.4	Nebenzielgrößen:.....	26
3.5	Zusammenhänge der Implantatlokalisierung mit erhobenen Zielgrößen .....	30
4	Diskussion.....	34
5	Conclusio .....	37
	Literaturverzeichnis .....	39

## **Glossar und Abkürzungen**

OK	Oberkiefer
UK	Unterkiefer
CT	Computertomografie
DVT	digitale Volumentomographie
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
N.	Nervus
A.	Arteria
V.	Vena
ca.	circa
z.B.	zum Beispiel
cm	Zentimeter
mm	Millimeter
BOP	bleeding on probing

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation der Knochenqualität nach Leckholm und Zarb (1985) 15 .....	3
Abbildung 2: Klassifikation des Knochenangebotes nach Al-Ekrish (2018) 17.....	3
Abbildung 3: Klassifikationen der Knochenatrophie nach Atwood (B), Cawood und Howell (A) 22.....	4
Abbildung 4: Augmentation mittels autogenem Knochenblock (eigene Aufnahme) 9	
Abbildung 5: Entnahmestellen für mandibuläre Knochenblöcke 46.....	11
Abbildung 6: Anatomie des Beckens 50 .....	12
Abbildung 7:Vertikale und horizontale Rekonstruktion mittels kortikalen Streifen und Spongiosa 3 .....	13
Abbildung 8: Darstellung des OHIP- G 14 Fragebogens .....	22
Abbildung 9:Lokalisation der Implantate im Oberkiefer (OK) und Unterkiefer (UK) .....	24
Abbildung 10: Genaue Lokalisation der Implantate .....	24
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Implantatdurchmesser.....	25
Abbildung 12: Graphische Darstellung der Implantatlänge .....	25
Abbildung 13: Graphische Darstellung der Sondierungstiefe in Millimeter .....	26
Abbildung 14: Graphische Darstellung des radiologischen Knochenabbaus in Millimeter.....	27
Abbildung 15: Graphische Darstellung der Rezession in Millimeter .....	27
Abbildung 16: Graphische Darstellung der Ergebnisse des Periotests .....	28
Abbildung 17: Graphische Darstellung des Pink Esthetic Scores.....	29
Abbildung 18: Graphische Darstellung des OHIP-G.....	30
Abbildung 19: Darstellung der Komplikationen im Zusammenhang mit der Lokalisation der Implantate .....	31
Abbildung 20: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lokalisation und dem BOP .....	32
Abbildung 21: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lokalisation und der Sondierungstiefe .....	32
Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Komplikation und radiologischem Knochenabbau .....	33

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Definition der Periotest-Werte 89.....	19
Tabelle 2: Pink esthetic score (PES) .....	20

# Zusammenfassung

## Einführung

Stark atrophiierte Kieferkämme stellen eine komplexe Herausforderung in der oralen Implantologie dar. Von den verschiedenen Augmentationsmaterialien haben sich vor allem Transplantate autogener Herkunft zur Rekonstruktion von Kieferkammen bewährt. Die Wahl zwischen intra- und extraoralen Donorstellen fällt vor allem bei großen Defekten auf extraorale Spenderregion, wobei insbesondere auf den Beckenkamm als Spenderregion zurückgegriffen wird.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Langzeiterfolg von Implantaten nach Kieferkammrekonstruktionen mit autogenen Knochenblocktransplantaten vom Becken zu evaluieren.

## Material und Methoden

Insgesamt wurde von 20 Patient\*innen mit 97 Implantaten, welche im Zeitraum 2000 bis 2017 gesetzt wurden, der Langzeiterfolg evaluiert. Das kürzeste Intervall bis zur Nachuntersuchung war 108 Monate, das längste 216 Monate und betrug im Schnitt 183 Monate. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden als Hauptzielgröße das Implantat in situ und in Funktion erhoben. Die Nebenzielgrößen umfassten die klinische und radiologische Untersuchung in Bezug auf Sondierungstiefe, BOP, radiologischen Knochenabbau sowie Messung der Rezession. Zusätzlich wurden der Periotest sowie der Pink Esthetic Score durchgeführt. Die subjektive Zufriedenheit wurde anhand des standardisierten OHIP G 14 Fragebogens erhoben und der Nikotinkonsum, die Art der Restauration sowie aufgetretene Komplikationen wurden erfasst.

## Resultate

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung befanden sich 95 der 97 gesetzten Implantate in situ und in Funktion, dies entspricht einer Implantatüberlebensrate von 97,9%. Hinsichtlich der Nebenzielgrößen konnte eine periimplantäre Sondierungstiefe mit einem Mittelwert von  $3,00 \pm 0,94$  mm festgestellt werden. Der gemittelte Wert des radiologischen periimplantären Knochenabbaus betrug  $2,00 \pm 1,30$  mm. Bei 71,8 % der vermessenen Implantate war keine Rezession

festzustellen. Die Erhebung des Periotests ergab einen Mittelwert von  $-0,73 \pm 3,14$ . Die Auswertung des Pink Esthetic Scores ergab einen Mittelwert von  $9,51 \pm 2,07$ . Die Befragung zur subjektiven Zufriedenheit der Patient\*innen mittels OHIP-G Fragebogen ergab einen Mittelwert von  $1,15 \pm 2,19$ .

### Konklusion

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Rekonstruktion stark atrophierter Kieferkämme mit autogenem Beckenkammtransplantat sowohl eine zufriedenstellende Implantatüberlebensrate als auch eine hohe Patient\*innenzufriedenheit gewährleisten kann und somit weiterhin bei komplexen Defekten als Goldstandard für autogene Knochenblocktransplantate gilt.

## Abstract

### Introduction

Severely atrophied alveolar ridges represent a challenge in oral implantology. Of the various augmentation materials, grafts of autogenous origin have been particularly successful for the reconstruction of alveolar ridges. Especially in cases with large bone defects extraoral donor sites such as the iliac crest can offer a sufficient amount of autogenous bone.

The aim of the present study was to evaluate the long-term success of implants after ridge reconstruction with autogenous bone block grafts from the iliac crest.

### Material and methods

The long-term success rate of implants was evaluated in 20 patients with a total of 97 implants which were placed between 2000 and 2017. The shortest follow-up was 108 months, the longest 216 months and averaged 183 months. During follow-up, the main outcome measures were implant in situ and in function. Secondary outcome measures included clinical and radiographic examination for probing depth, BOP, radiographic bone loss and measurement of recession. In addition, the periotest and the Pink Esthetic Score were performed. Subjective satisfaction was assessed using the standardized OHIP G 14 questionnaire. Nicotine consumption, type of restoration, and complications encountered were recorded.

### Results

Follow-up of the main target parameter showed that 95 of the 97 implants were in situ and in function, corresponding to an implant survival rate of 97.9%. Regarding the secondary outcome parameters, probing depth was observed with a mean value of  $3.00 \pm 0.94$  mm. The averaged value of radiographic bone resorption was  $2.00 \pm 1.30$  mm. No recession was observed in 71.8% of the implants measured. The mean value of the periotest was  $-0.73 \pm 3.14$ . The mean value of the Pink Esthetic Score was  $9.51 \pm 2.07$ . The mean value of the patient satisfaction questionnaire (OHIP-G) was  $1.15 \pm 2.19$ .

## Conclusion

The results of this study demonstrate that reconstruction of severely atrophic ridges with autogenous iliac crest grafting can provide both satisfactory implant survival and high patient satisfaction and thus continues to be considered the gold standard for autogenous bone block grafts in large defects.

# 1 Einleitung

Im einleitenden Kapitel wird die Aufgabenstellung dieser Arbeit erläutert und die Ziele werden klar definiert. Der Leserin/ dem Leser werden grundlegende Fakten über verschiedene augmentative Verfahren und Materialien in der oralen Implantologie nähergebracht. Im Anschluss wird insbesondere auf das Becken als autogene Donorstelle für Kieferkammrekonstruktionen und nachfolgende Implantation eingegangen, um auf die vorliegende Studie überzuleiten.

## 1.1 Problemstellung

Die Rehabilitation stark atrophiertes Kieferkämme, meist bedingt durch langfristige Zahnlosigkeit, Hypodontie, Trauma oder Tumoren, stellt eine komplexe Herausforderung für eine zufriedenstellende prothetische Versorgung dar<sup>1 2</sup>. Die Basis für eine Implantatpositionierung ist ein ausreichendes Maß an Knochenvolumen. Um dieses Volumen auch in stark atrophierten Arealen zu erreichen, kann mithilfe unterschiedlicher Augmentationsmaterialien und -techniken eine chirurgische Rekonstruktion erfolgen<sup>3</sup>. Besonders autogene Knochentransplantate haben sich aufgrund ihrer osteokonduktiver, osteoinduktiver und osteogener Eigenschaften bewährt<sup>4 5 6</sup>. Im Falle ausgeprägter Defektmorphologien kann die Gewinnung des Knochens aus dem Beckenkamm erfolgen, nicht zuletzt aufgrund der reichlichen Verfügbarkeit autogenen Knochens<sup>7 8 9 10</sup>.

## 1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit soll den Langzeiterfolg von Implantaten nach Kieferkammrekonstruktionen mit autogenen Knochenblocktransplantaten vom Beckenkamm untersuchen. Ziel ist es, Daten für eine bessere Vergleichbarkeit von Langzeitergebnissen unterschiedlicher Rekonstruktionsverfahren zu gewinnen und den Beckenkamm als autogene Donorstelle für Kieferkammrekonstruktionen zu evaluieren. Für diese Evaluierung wurden als Hauptzielgrößen das Implantat in situ und in Funktion gewählt. Als Nebenzielgrößen wurden qualitative Merkmale wie Sondierungstiefe, Blutung auf Sondierung (BOP), radiologischer Knochenabbau und Rezession gemessen. Als weitere Untersuchungen wurden der Periotest und der Pink Esthetic Score durchgeführt. Die subjektive Zufriedenheit wurde anhand

des standardisierten OHIP G 14 Fragebogens erhoben. Ebenfalls erfasst wurden der Nikotinkonsum, die Art der Restauration sowie aufgetretene Komplikationen.

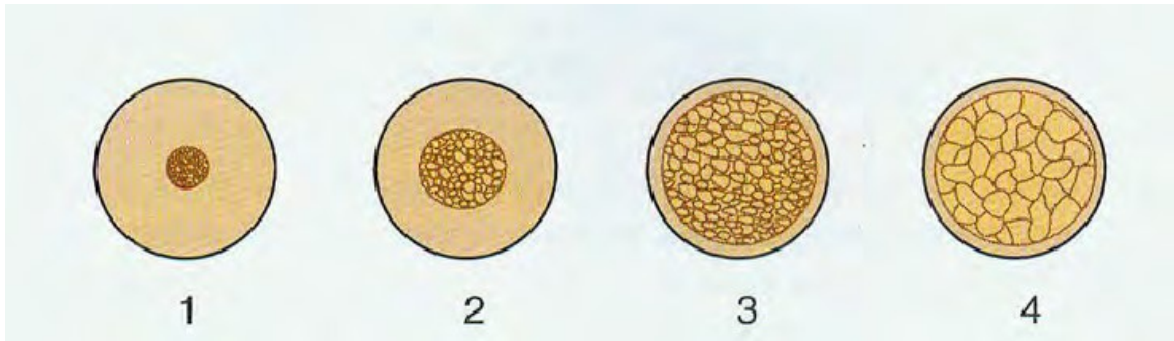
### **1.3 Grundlagen der zahnmedizinischen Implantologie**

Als Zahnimplantat wird alloplastisches Material bezeichnet, welches in den Knochen inseriert wird. Es ist eine Retention für prothetischen Zahnersatz. Der Indikationsbereich reicht vom zahnlosen Kiefer als Basis für einen prothetischen Zahnersatz, Freiendsituationen und Schalllücken bis zum Ersatz von Einzelzähnen<sup>11</sup>. Neben implantatbezogenen Faktoren wie Größe, Oberfläche und Form sind Knochenvolumen und Knochenqualität wichtig. Bei der zahnmedizinischen Implantation gibt es je nach Implantationsort (z.B. Maxilla vs. Mandibula) ein unterschiedliches Knochenangebot<sup>12</sup>.

Um implantologische und prothetische Ergebnisse zu optimieren, wird anhand des backward-plannings die Implantationslokalisation in Bezug auf den Knochen evaluiert. Abhängig vom Knochenangebot kann somit die Planung einer notwendigen Augmentation erfolgen. Eine tragfähige Knochenmasse zur Verankerung des Implantates und eine ausreichende Knochendichte sind für die erfolgreiche Einheilung des Implantats notwendig<sup>13</sup>.

#### **1.3.1 Qualitatives und quantitatives Knochenangebot**

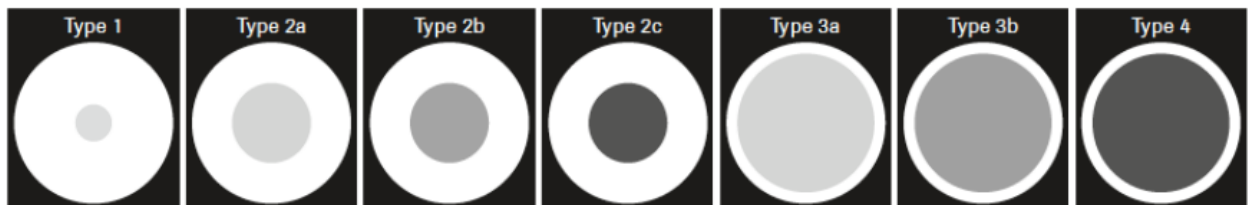
Sowohl die Primärstabilität als auch der Langzeiterfolg von Implantaten sind abhängig von Dichte sowie Qualität und Quantität des Knochens. Zur besseren Beurteilung der Knochenqualität entwickelten Lekholm und Zarb 1985 eine Bewertung histomorphologischer Merkmale und schafften somit eine Grundlage, die heute noch Gültigkeit hat<sup>14</sup>. Die Unterteilung der Knochenqualität erfolgt in vier Gruppen, in der das Verhältnis von kortikalen Knochenanteilen in Relation zu spongiösen Knochenanteilen bewertet wird (siehe Abbildung 1). In der Mandibula befinden sich vorwiegend Knochen der Klasse 1 und 2 mit hohem kortikalen Anteil, während in der Maxilla hauptsächlich Knochen der Klasse 3 und 4 vorliegen und durch spongiösen Knochen charakterisiert sind<sup>12</sup>.



**Abbildung 1: Klassifikation der Knochenqualität nach Leckholm und Zarb (1985) <sup>15</sup>**

Al-Ekrish (2018) erweiterte die vier Gruppen, indem er die Gruppen 2 und 3 in weitere Untergruppen unterteilte <sup>16</sup> (siehe Abbildung 2):

- Typ 1: Fast ausschließlich homogene Kompakta
- Typ 2a: Eine dicke Schicht Kompakta umgibt feste Spongiosa
- Typ 2b: Eine dicke Schicht Kompakta umgibt mittelfeste Spongiosa
- Typ 2c: Eine dicke Schicht Kompakta umgibt weiche Spongiosa
- Typ 3a: Eine dünne Schicht Kompakta umgibt feste Spongiosa
- Typ 3b: Eine dünne Schicht Kompakta umgibt mittelfeste Spongiosa
- Typ 4: Eine dünne Schicht Kompakta umgibt weiche Spongiosa



**Abbildung 2: Klassifikation des Knochenangebotes nach Al-Ekrish (2018) <sup>17</sup>**

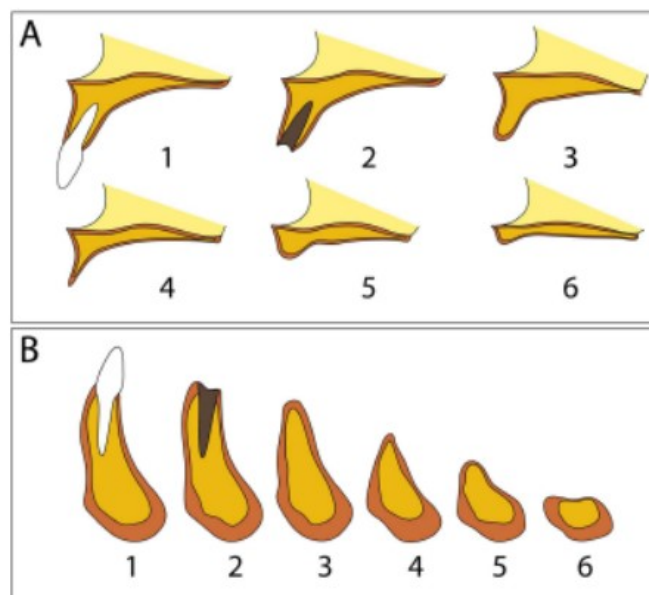
Misch (1990) wies darauf hin, dass bei der Beurteilung des Knochenangebotes neben der Primärstabilität auch die Blutversorgung und eine große Knochen-Implantat-Kontaktfläche zu beachten ist. Er teilte das Knochenangebot in Qualitätsklassen (D1-D4) ein und berücksichtigte auch die Lokalisation. Dabei unterschied er nicht nur zwischen Maxilla und Mandibula, sondern auch zwischen Front- und Seitenzahnbereich. So bezeichnet D2 eine engmaschige Spongiosa mit einer dichten, porösen Kompakta, wie sie im Front- und Seitenzahnbereich in der Mandibula und im Frontbereich der Maxilla vorzufinden ist. Dabei ist D2 durch gute Primärstabilität, ausreichende Blutversorgung und eine große Knochen-Implantat-

Kontaktfläche gekennzeichnet. Laut dieser Einteilung ist D2 somit eine ideale Voraussetzung für die Insertion von Implantaten <sup>18</sup>.

Zahnverlust, Trauma, Fraktur und Infektion können zur Veränderung des qualitativen und quantitativen Knochenangebots führen <sup>13 19</sup>.

Die Quantität des Knochens kann in verschiedene Resorptionsklassen unterteilt werden. Bereits 1962 beschrieb Atwood <sup>20</sup> die Resorption und 1988 definierten Cawood und Howell die folgenden sechs Klassen <sup>21</sup> (siehe Abbildung 3):

- Klasse 1: bezahnte Alveole
- Klasse 2: unmittelbar nach Zahnextraktion
- Klasse 3: gerundeter Kieferkamm mit adäquater Höhe und Breite
- Klasse 4: messerscharfe Kammform mit adäquater Höhe und inadäquater Breite
- Klasse 5: flacher Kieferkamm mit inadäquater Höhe und Breite
- Klasse 6: hochatrophe Kammform, teilweise mit negativen Kieferkämmen



**Abbildung 3: Klassifikationen der Knochenatrophie nach Atwood (B), Cawood und Howell (A) <sup>22</sup>**

In der Maxilla kann der Knochenabbau im Frontzahnbereich bis zu 65 % betragen, durch die zunehmende Pneumatisierung im Seitenzahnbereich bis zu 80 % <sup>23</sup>.

In der Mandibula ist der Knochenverlust im ersten Jahr nach Zahnverlust bedeutend höher als in den Folgejahren. Zudem zeigt sich meist im Unterkiefer ein größerer Knochenverlust im Vergleich zum Oberkiefer <sup>24</sup>.

### **1.3.2 Osseointegration**

Die Knochen des menschlichen Körpers unterliegen einem ständigen Umbau (bone remodeling), welcher dem Körper ermöglicht, entstandene skelettale Strukturschäden zu reparieren sowie die Mikroarchitektur an die Belastung anzupassen. Am komplexen Vorgang des Knochenstoffwechsels sind mechanische, metabolische und hormonelle Faktoren beteiligt. Die beiden wesentlichen Zellgruppen sind die Osteoblasten, welche den Knochen aufbauen und die Osteoklasten, welche für den Abbau verantwortlich sind <sup>13</sup>.

Das Konzept der Osseointegration wurde ursprünglich von Brånemark (1981) geprägt. Er definierte den Begriff als einen im lichtmikroskopischen Bereich sichtbaren, direkten funktionellen und strukturellen Verbund zwischen dem organisierten, lebenden Knochengewebe und der Oberfläche eines belasteten Implantates, die dauerhaft einer prothetischen / okklusalen Belastung standhält <sup>25</sup>. Direkt nach der Insertion des Implantates findet man eine initiale Primärstabilität, welche in weiterer Folge durch die Phase des Knochenremodelings und damit bedingter Osseointegration in die Sekundärstabilität übergeht. Osseointegration resultiert aus einer Kaskade an molekularen und zellulären Prozessen, welche nach Präparation des Implantatbettes bzw. nach Insertion des Implantates stattfinden <sup>26</sup>.

Das Eindrehmoment sollte zwischen 15 und 20 Ncm liegen, sowie 50 Ncm nicht übersteigen, um das Risiko einer Knochennekrose zu vermindern <sup>27</sup>. Einen wesentlichen Einfluss auf die Osseointegration hat der Erhalt von vitalem periimplantären Knochen, welcher durch schonende Präparation gewährleistet wird. Um eine Nekrose des periimplantären Knochens zu vermeiden, ist auf ausreichende Kühlung und niedertourige Bohrvorgänge zu achten <sup>28</sup>.

## **1.4 Knochenaugmentation in der Implantatchirurgie**

Insbesondere bei stark fortgeschrittenen Atrophien werden präimplantologisch augmentative Maßnahmen benötigt. Je nach Augmentationsmaterial zeigen sich unterschiedliche Wirkmechanismen in Bezug auf Osteoinduktion, Osteokonduktion und Osteogenese <sup>13</sup>.

### **1.4.1 Begriffserklärung Osteoinduktion / Osteokonduktion / Osteogenese**

#### **Osteogenese**

Osteogenese beschreibt die Fähigkeit zur Bildung eines individuellen neuen Knochens wie dem Kieferknochen. Im Gegensatz dazu wird die Knochenbildung im Wachstum oder nach Knochenbrüchen als Ossifikation bezeichnet <sup>13 29</sup>.

#### **Osteokonduktion**

Die Osteokonduktion beschreibt die Fähigkeit eines Materials, als Leitstruktur zu dienen, welche das Einwachsen von Zellen ermöglicht, was besonders bei der Behandlung großer Knochendefekte entscheidend ist <sup>6</sup>. Das Anhaften knochenbildender Zellen wird maßgeblich durch die Struktur und Porosität osteokonduktiver Materialien bestimmt. Bioinertes bzw. bioaktives Material kann resorbiert und von neu gebildetem Knochen ersetzt werden. Gängige Knochenersatzmaterialien besitzen osteokonduktive Eigenschaften. Spongiöser Knochen hat als natürliches Material die beste Voraussetzung für eine Osteokonduktion <sup>13 30</sup>.

#### **Osteoinduktion**

Osteoinduktion beschreibt die Anregung zur Neubildung von Knochen aus pluripotenten Stammzellen, welche im perivaskulären Bindegewebe und im Knochen vorkommen und die unter bestimmten Bedingungen durch morphogene Faktoren aktiviert werden <sup>31</sup>. Zu diesen morphogenen Wachstumsfaktoren zählen die Bone Morphogenetic Proteins (BMP), sie stimulieren mesenchymale Stammzellen, sich über die Vorstufe der Osteoprogenitorzellen zu Osteoblasten zu differenzieren bzw. regen sie bereits ortsständige Knochenzellen zur Teilung an <sup>6</sup>.

Ziel des Einsatzes osteoinduktiver Substanzen in der Implantatchirurgie ist die Beschleunigung natürlicher Heilungsvorgänge der Hartgewebe und die Verbesserung des Alveolarknochens für nachfolgende Implantation. Das osteoinduktiv wirksame autogene Knochentransplantat ist somit der chirurgische „Goldstandard“ bei rekonstruktiven Augmentationen <sup>32</sup>.

#### **1.4.2 Überblick verschiedener Augmentationsmaterialien**

Augmentative Verfahren ermöglichen den Wiederaufbau von Knochenvolumen, welches die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Implantation ist. Augmentationsmaterialien werden traditionell in vier Gruppen unterteilt: allogene, xenogene und alloplastische Materialien sowie autogener Knochen <sup>33</sup>.

Als allogenes Transplantat wird ein Knochenersatzmaterial derselben Spezies bezeichnet <sup>34 35</sup>, wohingegen xenogene Transplantate von einer anderen Spezies stammen. Beide müssen einen aufwändigen Aufbereitungsprozess durchlaufen, um als Transplantat eingesetzt werden zu können <sup>34 35</sup>. Bei alloplastischen Transplantaten handelt es sich um synthetisch hergestellte Knochenersatzmaterialien <sup>34</sup>. Die vierte Gruppe beinhaltet autogene Transplantate. Im Folgenden wird auf diese Gruppe speziell eingegangen.

#### **Autogene Transplantate**

Autogenes Material stammt vom selben Individuum und gilt als Goldstandard, da es osteokonduktive, osteoinduktive und osteogene Eigenschaften besitzt. Auch bei stark atrophierten Knochenverhältnissen wird bei Einsatz eines autogenen Transplantates eine Transplantateinheilungsrate von über 95 % beschrieben <sup>9</sup>. Im Transplantat enthaltene vitale Knochenzellen (Osteoblasten und Osteoklasten), Wachstumsfaktoren und Proteine begünstigen die vollständige Einheilung des Gewebes, eine immunologische Reaktion ist ausgeschlossen und nur selten kommt es zur Nekrotisierung <sup>34</sup>. In weiterer Folge wird das autogene Transplantat einem vollständigen Umbau zu ortsständigen Knochen unterworfen. Ein Nachteil ist die Notwendigkeit eines zusätzlichen OP-Situs <sup>13</sup>. Die Entnahmestellen autogener Transplantate können entweder aus intraoralen oder extraoralen Lokationen erfolgen <sup>36</sup>.

### **1.4.3 Überblick verschiedener Augmentationstechniken**

Bei der Wahl der Augmentationstechnik werden verschiedene Faktoren miteinbezogen. Neben der Anzahl der geplanten Implantate sind die Ausdehnung der Atrophie, die Art und Lokalisation des Defektes, die antagonistische Bezahnung und die Weichgewebssituation entscheidende Einflussfaktoren<sup>37</sup>. Die Guided Bone Regeneration bedient sich der Verwendung von Barrieremembranen, welche die Regenerationsfähigkeit des eigenen Knochens unterstützen. Diese Abschirmung verhindert das Einwachsen rasch proliferierender Bindegewebszellen und ermöglicht so die exklusive Vermehrung knochenbildender Zellen<sup>38</sup>. Die Osteodistraction ist ein Verfahren zur vertikalen oder horizontalen Knochenverlängerung bei besonders stark atrophiertem Knochen. Durch schrittweise erfolgende Knochendehnung können die beiden Segmente am Tag bis zwischen 0,5 und 1 mm auseinander bewegt werden<sup>39</sup>. Dieser Separationsprozess wird mithilfe eines eingebauten Distraktors kontrolliert durchgeführt<sup>40</sup>. Beim Bone splitting wird der freigelegte Knochen mithilfe von piezochirurgischen Instrumenten in longitudinaler Richtung gespalten und anschließend mit meißelförmigen Osteotomen vorsichtig aufgedehnt und die beiden Knochenteile auseinanderbewegt. Der dabei entstandene Zwischenraum wird mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt<sup>41</sup>. Mittels autogener Knochenblocktransplantate können horizontale sowie vertikale Rekonstruktionen erfolgen. Da sie in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kamen, werden sie im folgenden Kapitel genauer ausgeführt.

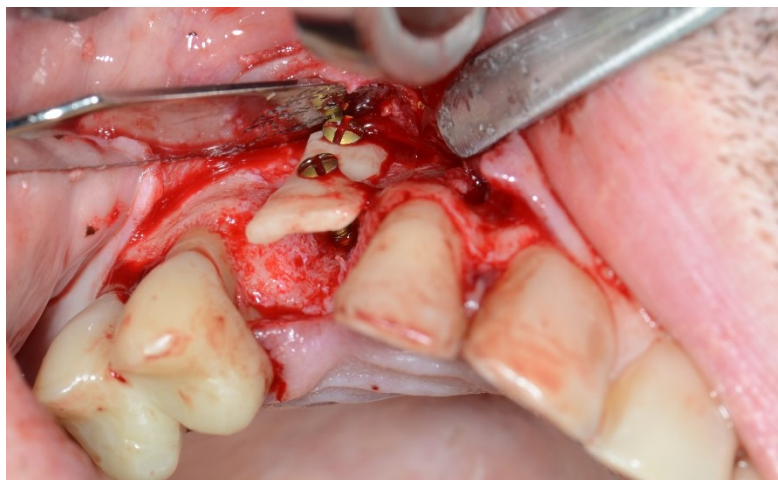
#### **Knochenblocktransplantate**

Autogene Transplantate sind reichhaltig an unterschiedlichen Zelltypen, welche die Knochenbildung und -erhaltung fördern. Zu den positiven Eigenschaften zählen seine osteokonduktive und osteoinduktive Wirkung sowie die Biokompatibilität und das Ausbleiben immunologischer Reaktionen. Die Notwendigkeit eines zweiten chirurgischen Operationsgebietes, mit damit verbundener erhöhter Entnahmemorbidität, stellt ein zusätzliches Risiko dar<sup>39</sup>.

Es wird zwischen lateraler und vertikaler Knochenblocktransplantation unterschieden.

Horizontale Knochendefekte, welche eine Kieferkambbreite von unter 3 mm aufweisen, können mittels „bone graft“ für eine Implantation ausreichend verbreitert werden. Dies wird als laterale Knochenblocktransplantation bezeichnet, wobei die Knochenblöcke mittels Osteosyntheseschrauben am Empfängerknochen fixiert werden, um eine bewegungsfreie Einheilung zu ermöglichen. Die Einheilungspotenz hängt vom Spenderknochen und seiner Herkunft ab, welcher sich in Struktur und Qualität unterscheidet und somit unterschiedliche Verarbeitungen erfordert. Zur Unterstützung der effizienten Knochenentnahme können Schablonen verwendet werden, anhand welcher die Größe für die Entnahme bestimmt und die notwendige Formung des Knochens angepasst wird. Die Augmentation und die Implantation erfolgen zweizeitig in einem Abstand von drei bis vier Monaten <sup>13</sup>.

Komplexe dreidimensionale Knochendefekte erfordern vertikale sowie horizontale Augmentation <sup>13</sup>. Die geringe Kontaktfläche zum ortständigen Knochen bedingt eine erhöhte Resorptionsrate, zusätzlich ist der spannungsfreie Wundverschluss erschwert <sup>42</sup>.



**Abbildung 4: Augmentation mittels autogenem Knochenblock  
(eigene Aufnahme)**

Autogene Knochenblöcke heilen ähnlich des Frakturmechanismus. Initial kommt es zur Bildung eines Hämatoms um das Transplantat. Im Rahmen der Organisation wird durch Makrophagen das gesamte Hämatom wieder abgebaut, Kapillaren sprießen ein, Osteoklasten und Fibroblasten wandern ein und es entsteht Granulationsgewebe. Anschließend bildet sich eine Kollagenmatrix. Eingewanderte

Osteoprogenitorzellen differenzieren sich zu Chondroblasten und Osteoblasten, welche einen bindegewebig-knorpeligen Kallus produzieren und somit eine initiale Stabilität erreichen. Der anschließende Umbau in Geflecht- bzw. Lamellenknochen dauert mehrere Monate. Entscheidend dafür sind Osteoklasten und Osteoblasten. Durch die sogenannte Creeping Substitution wird das komplette Knochentransplantat durch Osteoklasten resorbiert und durch Gefäßeinsprossung und Knochenneubildung durch die Osteoblasten ersetzt. Je nach Transplantatgröße und Faktoren wie Kontaktflächengröße und Vaskularisation kann dieser Prozess mehrere Jahre in Anspruch nehmen <sup>43 44</sup>.

#### **1.4.4 Donorstellen für autogene Knochenblocktransplantate**

Die Einteilung autogener Knochentransplantaten kann entsprechend ihrer Herkunft in intraoral und extraoral (z.B. Tibia, Calvaria, Beckenkamm) erfolgen. Im Folgenden werden intraorale Entnahmestellen sowie extraorale Entnahmestellen am Beckenkamm genauer ausgeführt.

##### **Intraoral**

Intraoral kann aus unterschiedlichen Spenderlokalisationen gewählt werden (siehe Abbildung 5). Die retromolare Region des Unterkiefers, zahnlose Kieferabschnitte und der Tuber maxillae sind bewährte Spenderregionen. Je nach Patient\*innensituation kann aber auch aus der Spina nasalis anterior, der fazialen Kieferhöhlenwand, der Symphyse des Kinns und dem anterioren Gaumen Knochen gewonnen werden. Intraorale Spenderregionen sind mit hoher Patient\*innenakzeptanz assoziiert. Sie sind nahe am Empfängerbett lokalisiert, benötigen im Vergleich zur Allgemeinanästhesie eine relativ geringe Menge an Anästhetika und eine Hospitalisierung ist nicht notwendig. Die Entnahme am Kinn ist jedoch aufgrund der höheren Komplikationsrate durch Sensibilitätsstörungen und der geringen Patient\*innenakzeptanz durch eventuelle Änderungen des Seitenprofils in den Hintergrund getreten. Zudem ist das enorale Entnahmepotenzial begrenzt, weshalb bei größeren Defekten auf extraorale Spenderregionen zurückgegriffen wird <sup>45</sup>.

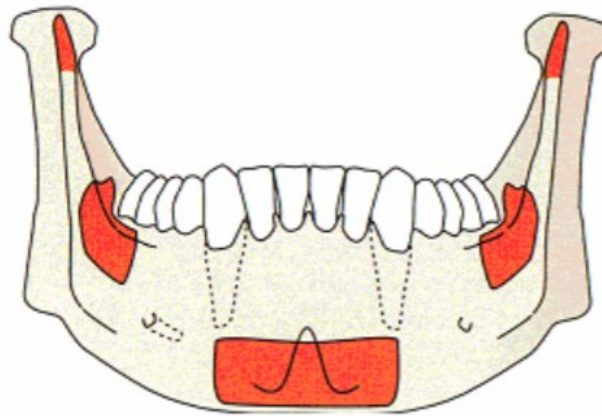


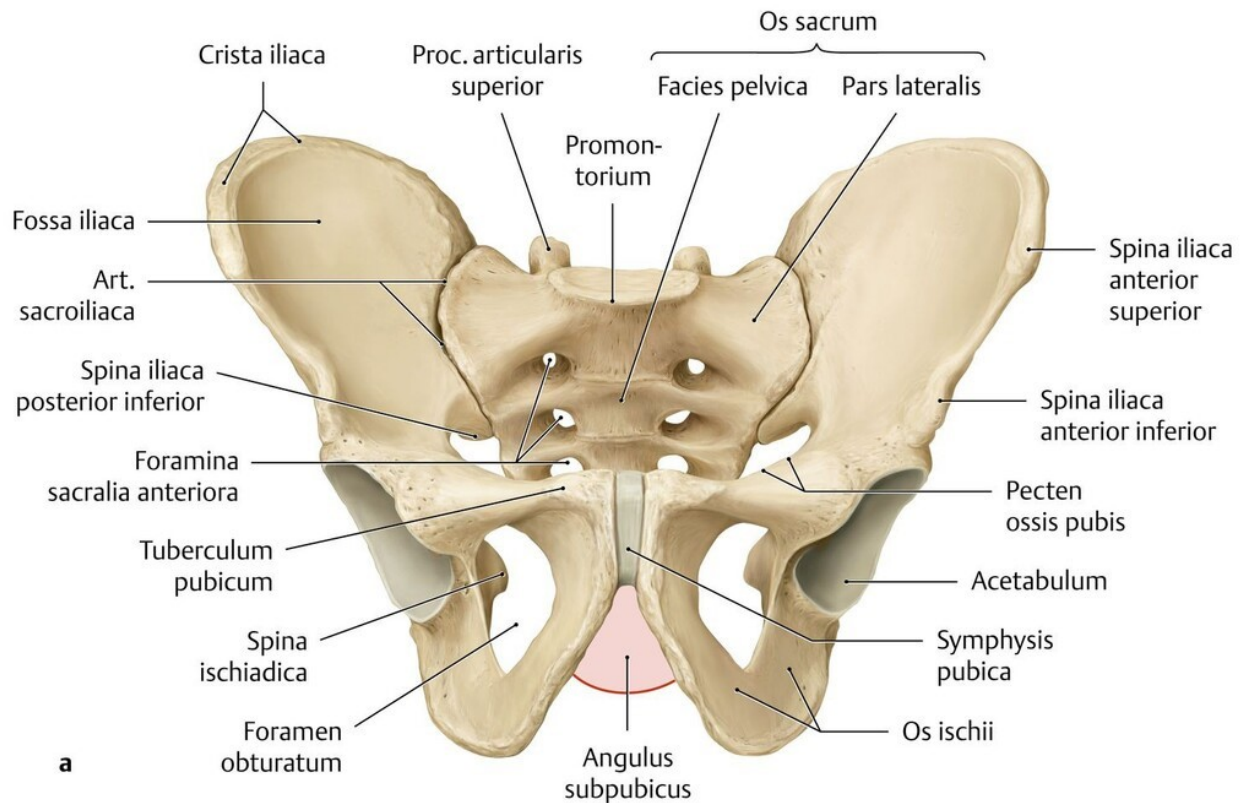
Abbildung 5: Entnahmestellen für mandibuläre Knochenblöcke <sup>46</sup>

### **Extraoral (Beckenkamm)**

Der Beckenkamm zählt aufgrund des einfachen Zugangsweges, guter Knochenqualität sowie ausreichendem Vorhandensein an Knochenvolumen zu den häufigsten Entnahmestellen von extraoralem autogenem Knochen <sup>47</sup>. Als wesentlicher Nachteil gilt die Entnahmemorbidity aufgrund einer zweiten Entnahmestelle. Auf weitere mögliche Komplikationen wird im Folgenden genauer eingegangen.

### **Anatomie des Beckens**

Das Os ilium besteht aus dem Corpus ossis ilii und der Ala ossis ilii und bildet den größten Teil des Acetabulums. Der kraniale Rand der Darmbeinschaukel wird durch die Crista iliaca, dem Darmbeinkamm gebildet. Dieser beginnt an der Spina iliaca anterior superior und endet an der Spina iliaca posterior superior. Der Darmbeinkamm wird durch zwei Labien begrenzt, wobei außen das Labium externum und innen das Labium internum liegt, zwischen den beiden Knochenspannen befindet sich die Linea intermedia. Der M. tensor fasciae latae entspringt am Labium externum sowie an der Spina iliaca anterior superior. An der Spina iliaca anterior superior entspringen außerdem der M. sartorius sowie das Lig. inguinale. Weiters findet man noch die Spina iliaca anterior inferior sowie die Spina iliaca posterior inferior <sup>48 49</sup> (siehe Abbildung 6).



**Abbildung 6: Anatomie des Beckens** <sup>50</sup>

Die Entnahme des Transplantates erfolgt aus dem anterioren oder dem posterioren Beckenkamm. Je nach Ausmaß des Defektes wird ein freies Transplantat oder ein mikrovaskulär gestieltes Transplantat entnommen. <sup>51</sup>.

### **Freie Entnahme aus dem Beckenkamm**

Zu den Vorteilen einer Entnahme aus dem anterioren Beckenkamm zählen eine gute Verfügbarkeit des Knochenvolumens sowie der Entfall der Umlagerung während des Eingriffs <sup>52</sup>.

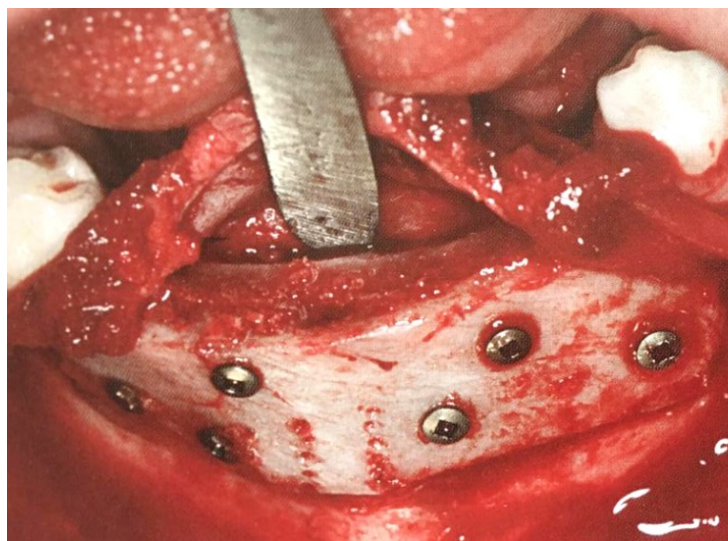
Die Inzision erfolgt ca. 1 cm lateral des Beckenkamms auf einer Länge von ca. 4 cm. Je nach Bedarf können mittels oszillierender Säge und Meißel verschiedene Formen des kortikalen Knochens und Spongiosa der Spenderregion entnommen werden <sup>13</sup>.

Die Entnahme aus dem posterioren Becken findet insbesondere in der Wirbelsäulen Chirurgie ihren Einsatz <sup>51</sup>. Nachteile sind die erforderliche intraoperative Umlagerung des Patienten, mögliche Verletzungen des

Iliosacralgelenkes, Verletzungen des N. ischiadicus und des N. glutealis sowie schwere Blutungen<sup>53 54 55</sup>.

### **Knochenqualität**

Bei der Knochenentnahme aus dem Beckenkamm können bikortikale Knochenblöcke mit hohem spongiösen Anteil gewonnen werden. Dieses Knochentransplantat ist osteoinduktiv und hat aufgrund des spongiösen Knochenanteils hohes Vaskularisationspotential<sup>56</sup>.



**Abbildung 7: Vertikale und horizontale Rekonstruktion mittels kortikalen Streifen und Spongiosa<sup>3</sup>**

#### **1.4.5 Erfolgsfaktoren für die Knochenblockaugmentation**

Als primärer Erfolgsfaktor bei der Transplantation autogener Knochenblöcke ist die Vaskularisation. In der Literatur wird die Überlebensrate des Transplantates indirekt proportional zur Vaskularisationszeit beschrieben. Die im Transplantat enthaltenen Zellen können durch eigene Reserven an Nährstoffen und durch Diffusion bis zu vier Tage überleben. Erfolgt innerhalb dieser Zeitspanne eine Vaskularisation, besteht eine hohe Überlebenschance der Zellen<sup>57</sup>. Die Qualität des Transplantates ist entscheidend für die Vaskularisation, jedoch spielt auch das Regenerationspotenzial des Empfängerlagers eine große Rolle. So ist es möglich, dass zwei Transplantate gleichen Ursprungs, welche in unterschiedlichen Empfängerlagern zur Augmentation eingebracht werden, ein differentes

Heilungspotenzial zeigen <sup>58</sup>. Im Anschluss an die Vaskularisation beginnt der Remodellierungsprozess (Creeping Substitution), in dem es zum Umbau und einer Formation des Transplantates kommt <sup>43 44</sup>.

Ein weiterer wichtiger Erfolgsfaktor für die Einheilung des Transplantates ist die operative Vorgehensweise. Hierbei ist wichtig, das Transplantat möglichst exakt an den ortsständigen Knochen anzupassen, um eine hohe Kontaktrate und somit einen möglichst schaukelfreien Sitz zu erzielen, wodurch eine stabile Osteosynthese ermöglicht wird <sup>59</sup>.

Nach dichtem und spannungsfreiem Wundverschluss ist in der Nachsorge auf die Ruhigstellung des Augmentationsareals zu achten, um eine bindegewebige Einheilung zu vermeiden. Zusätzlich werden die Patient\*innen über weitestgehenden Verzicht auf Provisorien aufgeklärt <sup>59</sup>.

#### **1.4.6 Mögliche Komplikationen bei Transplantationen aus dem Beckenkamm**

Die aus der Augmentation resultierende Volumenzunahme des Empfängergebietes führt oftmals zu erschwerten Bedingungen für eine suffiziente Weichgewebsdeckung, weshalb die ausreichende Mobilisierung des Weichgewebes z.B. im Rahmen einer Periostschlitzung einen entscheidenden Faktor für einen speicheldichten und spannungsfreien Wundverschluss darstellt <sup>60</sup>. Die Folge einer zu starken Spannung auf der Naht können Wunddehiszenzen und Lappennekrosen sein, wobei eine konsekutive Knochenexposition das Risiko einer bakteriellen Superinfektion erhöht und somit die Prognose des Transplantates verschlechtert <sup>61</sup>.

Häufig kommt es in den ersten Monaten nach der Augmentation zum Verlust von Transplantatvolumen, wobei diese Knochenresorption in unterschiedlicher Form und Intensität auftritt. Besonders Transplantate aus dem Beckenkamm mit ihrem hohem spongiösem Anteil unterliegen einer starken Resorption, wobei ein Jahr postoperativ ein durchschnittlicher Höhenverlust von 35-51 % beobachtet werden kann <sup>62</sup>.

Häufige Komplikationen bei der Entnahme von Knochen aus dem Beckenkamm sind postoperative Hämatome im Bereich der Bewegungsmuskulatur. Ursächlich hierfür sind insuffiziente Blutstillung und zu frühe bzw. zu starke körperliche Belastung postoperativ <sup>63</sup>. Ebenso postoperative Komplikationen wie Schmerzen

sowie ästhetische Beeinträchtigung treten gehäuft auf <sup>64</sup>. Im Falle einer notwendigen Ablösung der Muskulatur im Rahmen des operativen Zugangsweges führt dies in vielen Fällen zu Bewegungseinschränkungen <sup>65</sup>.

Speziell bei umfangreichen Knochenentnahmen kann die Stabilität der Beckenschaufel geschwächt werden, sodass besonders bei adipösen Patient\*innen ein erhöhtes Frakturrisiko besteht. Daher werden die Patient\*innen angewiesen, sich sechs Wochen postoperativ keiner erhöhten körperlichen Belastung auszusetzen <sup>66</sup>.

## **1.5 Langzeiterfolg von Implantaten**

Eine basale Möglichkeit den Langzeiterfolg von Implantaten zu messen, ist das Implantat in situ und in Funktion zu evaluieren. Eine differenziertere Beurteilung des Langzeiterfolges kann durch den Ausschluss einer Periimplantitis <sup>67 68 69</sup>, die subjektive Zufriedenheit der Patient\*innen, sowie entsprechender Ästhetik erfolgen <sup>70 71 72</sup>. Zur Erhebung der subjektiven Patient\*innen Zufriedenheit gibt es unterschiedliche Fragebögen, welche inhaltlich und ihrer Länge differieren, wobei das Oral Health Impact Profile (OHIP) das international am weitesten verbreitete und bestuntersuchte Verfahren darstellt <sup>73</sup>.

### **Periimplantitis**

Periimplantitis geht aus einer unbehandelten Mukositis hervor, welche zunächst das periimplantäre Weichgewebe betrifft und ohne Knochenverlust einhergeht. Unbehandelt kommt es durch das Übergreifen der Infektion zu Degenerationsprozessen des periimplantären Knochens, welche sich unter anderem durch Suppuration aus dem periimplantären Sulcus, Entstehung von Fistelgängen, sowie radiologischen Zeichen eines marginalen Knochenverlustes und damit erhöhter Sondierungstiefe äußern <sup>74</sup>.

### **Risikofaktoren einer Periimplantitis**

Zu den Hauptursachen für die Entstehung einer periimplantären Mukositis bzw. in weiterer Folge für die Periimplantitis zählt die verstärkte Biofilmmakkumulation um osseointegrierte Implantate <sup>75</sup>. Unter den multiplen Faktoren, welche die Retention

von Plaque begünstigen, ist das Hygieneverhalten der Patient\*innen maßgeblich entscheidend für die Vermeidung von Plaque. Ausführliche Hygienetrainings vor der Implantation und regelmäßige Recalls im Sinne einer professionellen Reinigung können unerkannte Degenerationen des Knochens verhindern. Zusätzliche Kontrolluntersuchungen zur Wartung der Implantate, unterstützt durch die Anwendung von Antiseptika, reduzieren das Risiko des Implantatverlustes <sup>76 77 78</sup>. Bei der Wahl der Suprakonstruktion ist auf ausreichende Hygienefähigkeit zu achten, da insbesondere Implantate mit schwer zu reinigenden Suprakonstruktionen erhöhte Periimplantitis - Raten zeigten <sup>79</sup>. Besonders die Entscheidung zwischen verschraubter und zementierter Befestigung der Suprakonstruktion fällt in Bezug auf Periimplantitis vorzugsweise zugunsten der verschraubten Methode, da das Risiko einer Periimplantitis durch Zementreste reduziert wird und die jährliche Nachsorge durch einfaches Entfernen der Suprakonstruktion deutlich erleichtert wird <sup>80 81</sup>.

Eine positive Raucheranamnese gilt als wesentlicher Risikofaktor für die Entstehung der Periimplantitis <sup>67 82</sup>. Implantate von Rauchern zeigten signifikant mehr Attachmentverlust als bei Nichtrauchern. Bereits durch die bei der Insertion des Implantates vorhandene verminderte Vaskularisation und ein damit langsamer einhergehender Heilungsprozess sowie eine geschwächte Immunabwehr fördern die Entstehung einer Periimplantitis <sup>96 97 85</sup>.

Diabetes mellitus gilt als bedeutender Risikofaktor in der oralen Implantologie <sup>78</sup>. Speziell Patient\*innen mit schlecht eingestelltem Diabetes mellitus weisen meist eine verringerte Osseointegration, sowie ein erhöhtes Risiko für Periimplantitis und eine höhere Wahrscheinlichkeit des Implantatverlustes auf. Patient\*innen mit gut eingestelltem Diabetes mellitus zeigten eine ähnlich geringe Komplikationsrate wie gesunde Patient\*innen <sup>86</sup>.

## **Diagnose einer Periimplantitis**

Der akute inflammatorische Degenerationsprozess kann klinisch durch die Erhebung der Sondierungstiefe sowie die Erhebung der Blutung auf Sondierung (BOP) festgestellt werden. Zudem kann der radiologische Knochenabbau anhand von Kleinbildern, welche in spezieller Rechtwinkeltechnik angefertigt werden,

gemessen werden. Diese Parameter werden in regelmäßigen Implantat Recallsitzungen erhoben<sup>87</sup>. Hierbei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Definition einer Periimplantitis. Berglundh et. al definieren eine positive Testung von BOP oder Pus sowie eine Taschentiefe > 6 mm bei einem radiologischen Knochenverlust von  $\geq 2,5$  mm als Periimplantitis<sup>88</sup>. Roos-Jansaker et al hingegen definieren eine positive Testung von BOP oder Pus sowie eine Taschentiefe  $\geq 4$  mm bei einem radiologischen Knochenverlust von  $\geq 1,8$  mm nach einem Jahr in Funktion als Periimplantitis. Entscheidend bei der Diagnosestellung der Periimplantitis sind regelmäßige Verlaufskontrollen<sup>82</sup>.

## **2 Material und Methode**

### **2.1 Studiendesign**

Für die Studie wurden Patient\*innen eingeschlossen, die mittels einer Beckenkammaugmentation und anschließender Implantation an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits behandelt wurden. Die Operationen fanden zwischen 2000 und 2017 statt und wurden von Univ.-Prof. DDr. Norbert Jakse durchgeführt.

Für die vorliegende Studie erfüllten 29 Patient\*innen die Einschlusskriterien und wurden zur Nachuntersuchung eingeladen, wovon sich 20 Patient\*innen dazu bereit erklärten. Dies entspricht einem Drop out von 9 Patient\*innen. Von diesen 9 Patient\*innen waren drei weder telefonisch noch auf postalischem Wege erreichbar, drei lehnten die Nachuntersuchung ab, und zwei Personen waren in eine andere Stadt umgezogen. Der Zeitraum der Nachuntersuchung erstreckte sich zwischen November 2018 und November 2019. Das kürzeste Nachuntersuchungsintervall war 108 Monate, das längste 216 Monate und betrug im Schnitt 183 Monate. Die Nachuntersuchungen wurden von einer erfahrenen Oberärztin der klinischen Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie durchgeführt, welche die nachfolgend beschriebenen Haupt- und Nebenzielgrößen erhob.

In der Studie mit der Ethikkomm.-Nr.: 31-034 ex 18/19 wurde jede Nachuntersuchung fotodokumentiert, sowie jeweils ein Orthopantomogramm pro Patient\*in und ein Kleinbildröntgen pro Implantat erstellt, anhand welcher der mesiale und distale Knochenabbau radiologisch gemessen wurde. Die klinische Untersuchung beinhaltete die Erhebung von Sondierungstiefe, Bleeding on Probing,

den Periotest, Erhebung des Pink Esthetic Scores <sup>89</sup>, Messung der Rezession, die Erhebung der Art der Restauration sowie die Erfassung aufgetretener Komplikationen. Anamnestisch wurde der Nikotinkonsum erhoben und von jedem / jeder Patient\*in der OHIP-G Fragebogen <sup>90</sup> beantwortet.

## **2.2 Zielgrößen**

### **2.2.1 Hauptzielgröße**

Als Hauptzielgröße gilt die Überlebensrate der Implantate, welche als Implantat in situ und in Funktion definiert ist.

### **2.2.2 Nebenzielgröße**

#### **Sondierungstiefe**

Als Sondierungstiefe gilt die Distanz zwischen marginalem Mukosarand und sondierbarem Sulcusboden. Sie wird mittels spezieller Kunststoffsonden an vier Stellen je Implantat (mesiobukkal, distobukkal, mesiolingual und distolingual) gemessen und gibt somit Auskunft über den Gesundheitszustand des periimplantären Gewebes <sup>91</sup>.

#### **Bleeding on Probing (BOP)**

Beim Bleeding on Probing wird ohne Graduierung an vier Stellen des Implantates erfasst, ob unmittelbar nach der Sondierung eine Blutung auftritt. In der klinischen Untersuchung gilt es daher als Indikator für inflammatorische Vorgänge des periimplantären Weichgewebes <sup>91</sup>.

#### **Radiologischer Knochenabbau**

Mit Hilfe von Kleinbildern, welche in spezieller Rechtwinkeltechnik angefertigt werden, kann der radiologische Knochenabbau vermessen und ausgewertet werden. In dieser Studie wurde die Implantatschulter als Referenzpunkt gewählt, um den radiologischen Knochenabbau in den nachfolgenden Untersuchungen zu messen.

### **Rezession**

Als Rezession wird die Distanz zwischen Implantatschulter und Gingivarand bezeichnet, welche mittels einer Parosonde ermittelt wird. Sie gilt als klinischer Parameter für den Weichgewebsrückgang um das Implantat <sup>91</sup>.

### **Periotest**

Der Periotest M® ist ein dentalmedizinisches Messgerät der Firma Gulden, welches zur Überprüfung der Osseointegration von Implantaten herangezogen wird. Die Periotest-Werteskala erstreckt sich von -8 bis +50 und lässt sich folgendermaßen unterteilen:

Bereich der Periotest-Werte	Bedeutung
Von -8 bis 0	Gute Osseointegration; das Implantat ist gut eingewachsen und kann belastet werden
Von +1 bis +9	Klinische Überprüfung ist erforderlich; eine Belastung des Implantats ist meist (noch) nicht möglich
Von +10 bis +50	Die Osseointegration ist nicht ausreichend, das Implantat darf nicht belastet werden

**Tabelle 1: Definition der Periotest-Werte <sup>89</sup>**

### **Pink Esthetic Score PES**

Anhand des Pink Esthetic Scores kann das periimplantäre Weichgewebe in sieben Kategorien evaluiert werden. Eine hohe Punktezahl weist auf ein ästhetisches und natürliches Ergebnis hin. Die höchstmögliche zu erreichende Punktezahl sind dabei 14 Punkte <sup>89</sup>.

Kategorien	Zusatz Jeweils gegen Referenzzahn	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte
Mesiale Papille	Form	Nicht ausgebildet	Unvollständig ausgebildet	Vollständig ausgebildet
Distale Papille	Form	Nicht ausgebildet	Unvollständig ausgebildet	Vollständig ausgebildet
Höhe Weichteilränder	Gingivakontur: Höhe des Bogens im Vergleich zum korrespondierenden Zahn oder in der Harmonie	Große Diskrepanzen >2 mm	Geringe Diskrepanzen 1-2 mm	Keine Diskrepanzen < 1mm
Kontur Weichgewebe	Gingivakontur: Verlauf, ästhetischer Eindruck, Natürlichkeit	Unnatürlicher Verlauf	Mäßig natürlicher Verlauf	Natürlicher Verlauf
Alveolarknochen Knöchernes Defizit	Mangel an Alveolarknochen	Offensichtlich erkennbar	Leicht erkennbar	Nicht erkennbar
Farbe Weichgewebe	Farbe	Offensichtliche Differenzen	Geringe Differenzen	Keine Differenzen
Textur Weichgewebe	Textur	Offensichtliche Differenzen	Geringe Differenzen	Keine Differenzen

**Tabelle 2: Pink esthetic score (PES)**

### Art der Restauration

Je nach Patient\*innensituation und Vorhandensein von Restbezaugung ergeben sich unterschiedliche Indikationen für die Implantatsetzung bzw. die Wahl der prothetischen Versorgung. Die Ermittlung der jeweiligen Indikationsklasse und dementsprechende Auswahl der Restauration kann wesentlichen Einfluss auf die Hygienefähigkeit und damit den Langzeiterfolg der Implantate haben. Die Einteilung der Versorgungen erfolgte daher in vier Gruppen:

- Brückenversorgung
- Einzelzahnkronen (EZK)
- Pfeiler für Stegprothese (PFS)
- verblockte Kronen (VBK)

### **Nikotinkonsum**

Regelmäßiger Nikotinkonsum hat erhebliche Auswirkungen auf den Prozess der Einheilung der Implantate unmittelbar nach der Implantation, wirkt sich jedoch auch negativ auf den Langzeiterfolg aus<sup>92</sup>. Dementsprechend wurde der Nikotinkonsum in vier Kategorien unterteilt.

- Kategorie 1: Kein Nikotinkonsum
- Kategorie 2: Unter 10 Zigaretten pro Tag
- Kategorie 3: 10 bis 20 Zigaretten pro Tag
- Kategorie 4: Über 20 Zigaretten pro Tag

### **OHIP Fragebogen**

Die subjektive Lebensqualität mit Implantaten wurde mittels dem Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität erhoben (Oral Health Impact Profile Germany [OHIP-G 14];<sup>90</sup>). Der OHIP-G 14 umfasst eine Punkteskala zwischen 0 und 56 Punkten. Je niedriger der ermittelte Wert ist, desto zufriedener sind die Patient\*innen in Bezug auf die subjektive Mundgesundheit der vergangenen 7 Tage (siehe Abbildung 8).

## Fragebogen zur Mundgesundheit (OHIP-G 14)

Version Februar 2016

Name: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

<b>Hatten Sie in den letzten 7 Tagen aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich, Kiefer oder mit Ihrem Zahnersatz ...</b>	sehr oft	oft	ab u. zu	kaum	nie
Schwierigkeiten bestimmte Worte auszusprechen?					
das Gefühl, Ihr Geschmackssinn war beeinträchtigt?					
den Eindruck, dass Ihr Leben ganz allgemein weniger zufriedenstellend war?					
Schwierigkeiten zu entspannen?					
<b>Ist in den letzten 7 Tagen aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich, Kiefer oder mit Ihrem Zahnersatz vorgekommen, ...</b>	sehr oft	oft	ab u. zu	kaum	nie
dass Sie sich angespannt gefühlt haben?					
dass Sie Ihre Mahlzeiten unterbrechen mussten?					
dass es Ihnen unangenehm war, bestimmte Nahrungsmittel zu essen?					
dass Sie anderen Menschen gegenüber eher reizbar gewesen sind?					
dass es Ihnen schwergefallen ist, Ihren alltäglichen Beschäftigungen nachzugehen?					
dass Sie vollkommen unfähig waren, etwas zu tun?					
dass Sie sich ein wenig verlegen gefühlt haben?					
dass Ihre Ernährung unbefriedigend gewesen ist?					
<b>Hatten Sie in den letzten 7 Tagen ...</b>	sehr oft	oft	ab u. zu	kaum	nie
Schmerzen im Mundbereich?					
ein Gefühl der Unsicherheit in Zusammenhang mit Ihren Zähnen, Ihrem Mund, Kiefer oder Ihrem Zahnersatz?					

**Abbildung 8: Darstellung des OHIP- G 14 Fragebogens**

### **3 Ergebnisse**

Für die statistische Auswertung wurde das SPSS Statistics 25 angewandt. Das Mindestsignifikanzniveau, welches dem alpha Fehler entspricht, wurde auf  $p = <0,05$  festgelegt. Die statistische Signifikanz wurde anhand der Einfaktoriellen Varianzanalyse, dem Chi-Quadrat Test und dem T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Der Begriff „Standardabweichung“, welcher ein Maß für die Streuung um den Mittelwert ist, wird in Form von „±“ dargestellt.

#### **3.1 Demografische Ergebnisse**

Von den 29 Patient\*innen mit insgesamt 164 Implantaten, welche den Einschlusskriterien entsprachen, erklärten sich 20 Patient\*innen (15 Frauen mit einem durchschnittlichen Alter von 57,2 Jahren, SD: 13,2 Jahre und 5 Männer mit einem durchschnittlichen Alter von 46,1 Jahren, SD: 10,5 Jahre) zu dieser Nachuntersuchung bereit, was zugleich einem Drop out von 9 Patient\*innen entspricht. Dabei wurden insgesamt 97 Implantate nachuntersucht, was einer durchschnittlichen Anzahl von 4,9 Implantaten pro Patient\*in entspricht (wobei pro Patient\*in zwischen 1 und 14 Implantate evaluiert wurden). Die Nachuntersuchung erfolgte im Schnitt 183 Monate nach erfolgter Implantation und wurde von einer erfahrenen Oberärztin an der klinischen Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit durchgeführt.

#### **3.2 Implantatbezogene Ergebnisse**

Implantate der Firma Dentsply Sirona und Straumann wurden nachuntersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass das Implantatsystem Frialit mit 94,7 % am häufigsten verwendet wurde. Das Implantatsystem Ankylos (3,2 %) sowie Implantate der Firma Straumann (2,1 %) wurden in dieser Studie vergleichsweise selten inseriert.

Im Oberkiefer wurden insgesamt 67 Implantate (69 %) und im Unterkiefer 30 Implantate (31 %) nachuntersucht. Es erfolgte eine weitere Unterteilung in Frontzahnbereich (Position 13 bis 23 bzw. 33 bis 43) und Seitenzahnbereich (Beginn ab den ersten Prämolaren). Dabei wurden 55 Implantate (57 %) seitlich und 42 Implantate (43 %) frontal inseriert. Davon ausgehend war die häufigste

Implantatlokalisierung der Oberkiefer Frontzahnbereich, in welchem insgesamt 35 % der Implantate gesetzt wurden (siehe Abbildung 9).

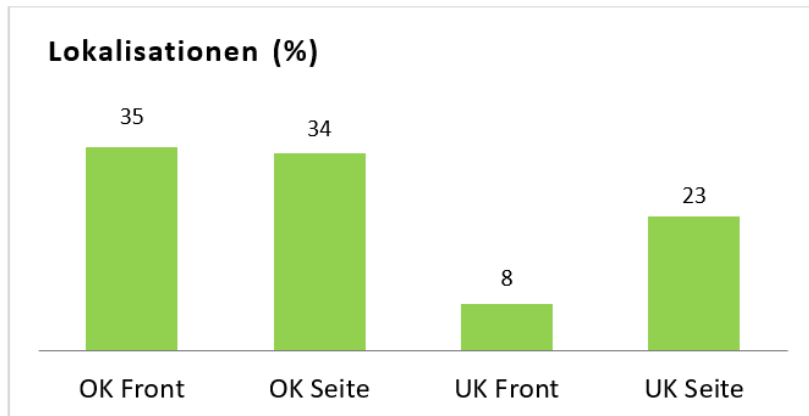


Abbildung 9: Lokalisation der Implantate im Oberkiefer (OK) und Unterkiefer (UK)

Eine genaue Verteilung über die Lokalisation pro Zahn ist in Abbildung 10 ablesbar.

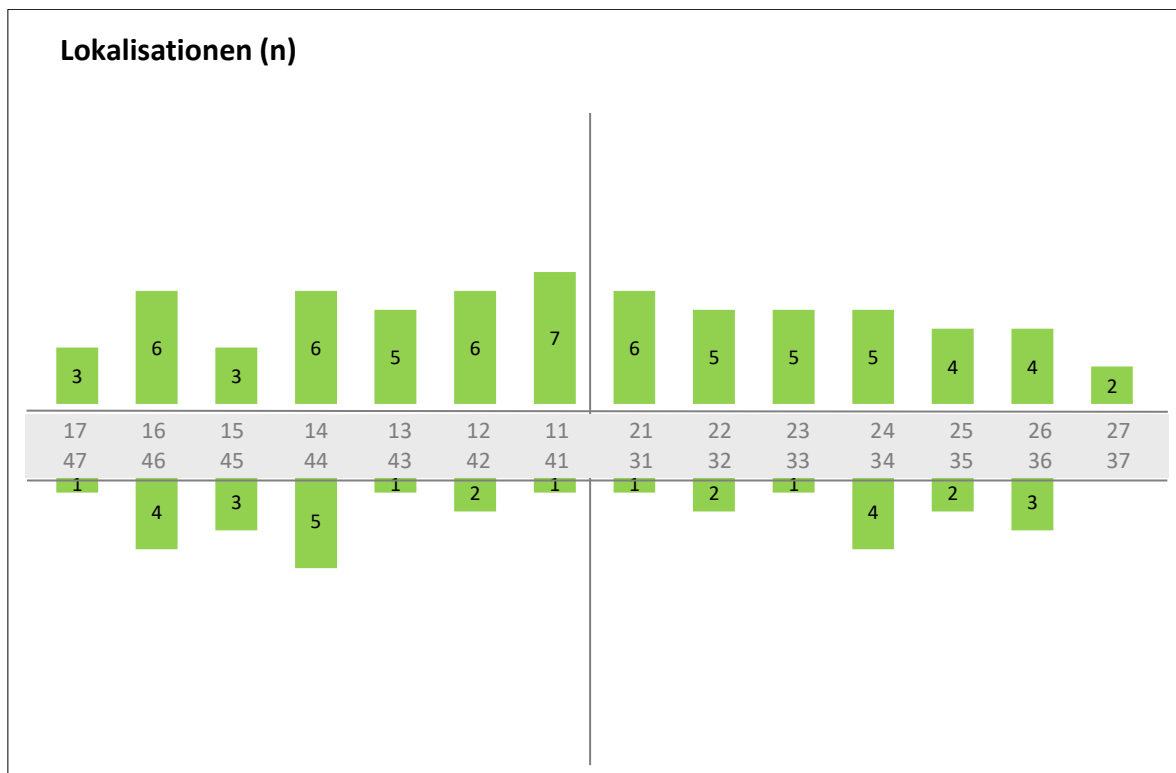
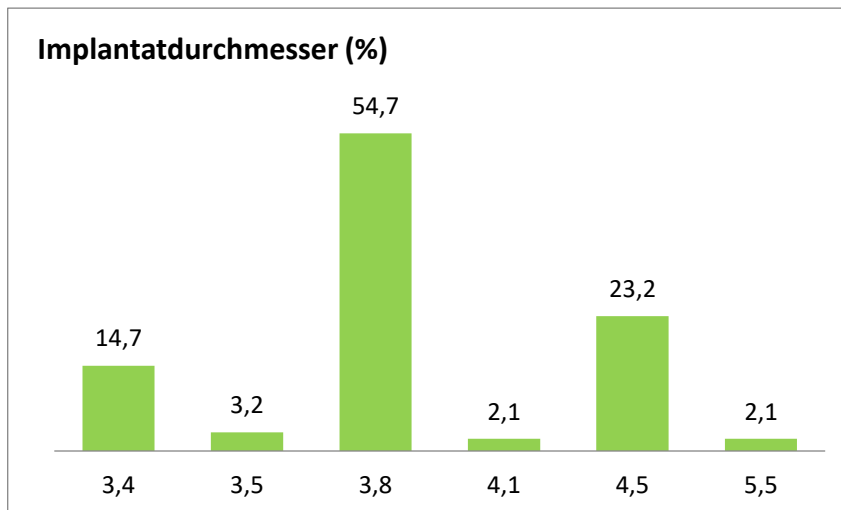


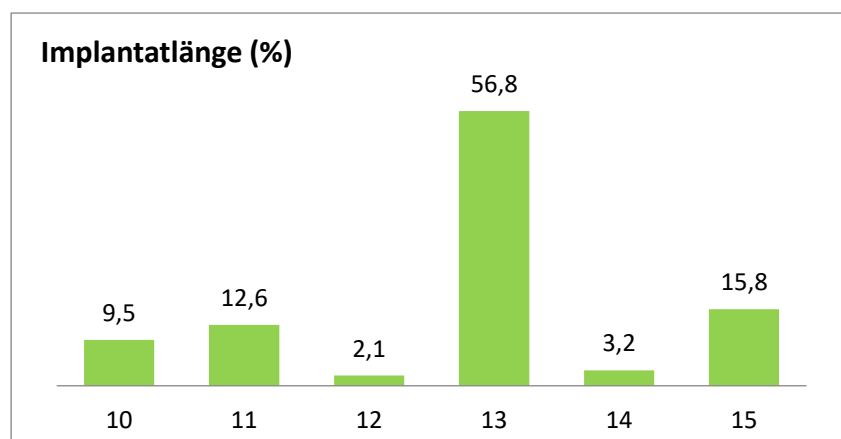
Abbildung 10: Genaue Lokalisation der Implantate

Bei der Erhebung des Implantatdurchmessers zeigte sich, dass der größte Anteil (54,7 %) an Implantaten einen Durchmesser von 3,8 mm aufweist. Wie in Abbildung 11 dargestellt, variierte der Implantatdurchmesser zwischen 3,4 mm und 5,5 mm.



**Abbildung 11: Graphische Darstellung der Implantatdurchmesser**

Die Implantatlänge betrug mehrheitlich 13 mm (56,8 %), wobei die Länge aller Implantate zwischen 10 mm und 15 mm betrug (siehe Abbildung 12)



**Abbildung 12: Graphische Darstellung der Implantatlänge**

### 3.3 Hauptzielgröße: Implantat in situ und in Funktion

Zwei von den 97 im Knochen inserierten Implantate mussten explantiert werden, was einer Implantatüberlebensrate von 97,9 % entspricht. Von den nachuntersuchten Implantaten wurden bei 70 Implantaten (72,2 %) keine Komplikationen beobachtet.

### 3.4 Nebenzielgrößen:

#### Sondierungstiefe

Die Sondierungstiefe ergab einen Mittelwert von  $3,00 \pm 0,94$  mm, wobei die minimal gemessene Sondierungstiefe 1 mm betrug, die maximal gemessene Sondierungstiefe 6 mm siehe Abbildung 13.

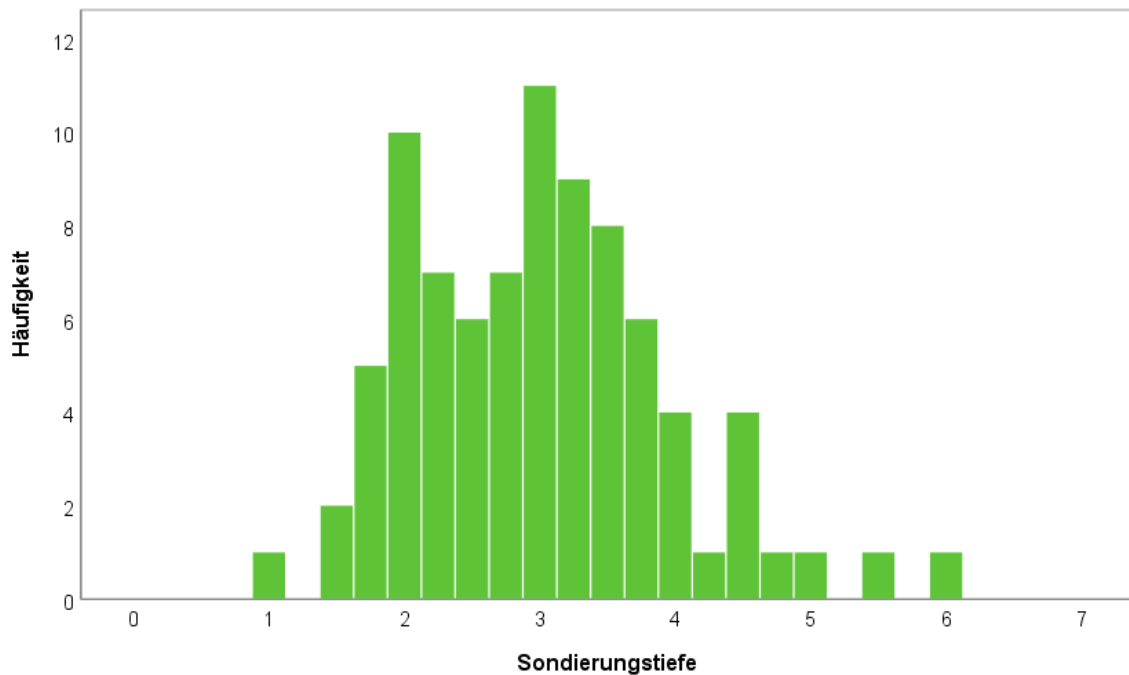
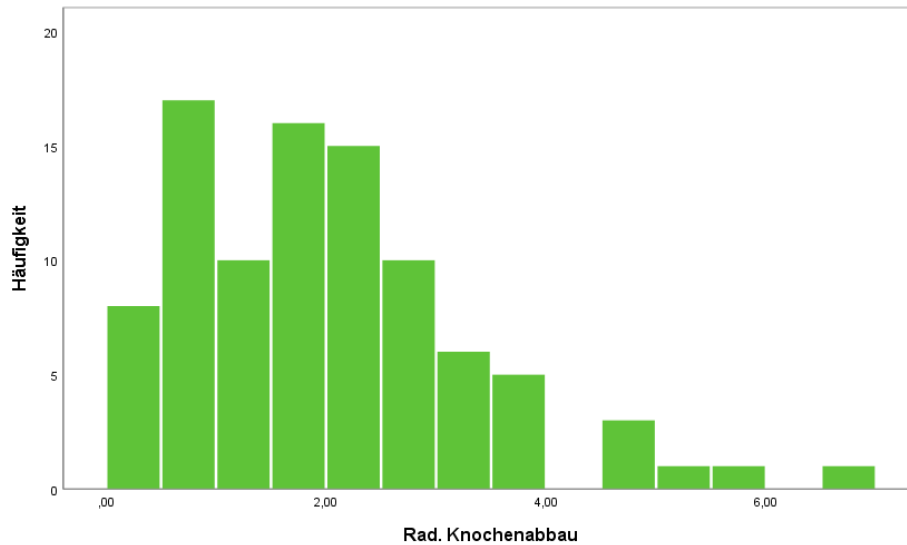


Abbildung 13: Graphische Darstellung der Sondierungstiefe in Millimeter

#### Radiologischer Knochenabbau

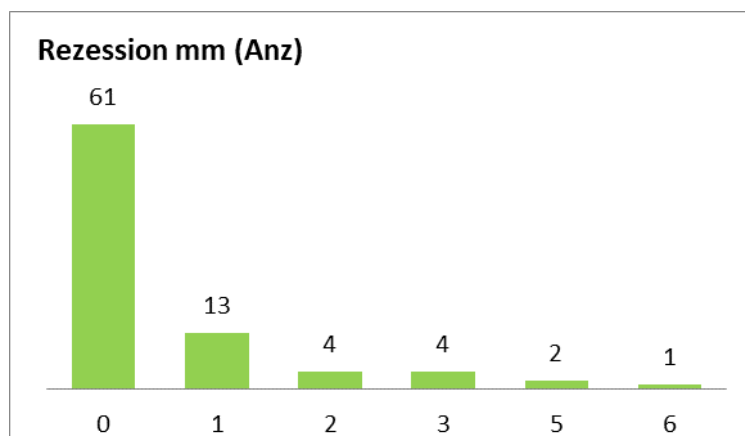
Der radiologische Knochenabbau wurde in Kleinbildern, die mittels Rechtwinkel-Technik aufgenommen wurden, in der Röntgen-Software Sidexis an jeweils zwei Stellen der Implantate gemessen, nämlich mesial ( $M = 1,93 \pm 1,32$ ) und distal ( $M = 2,07 \pm 1,42$ ). Der gemittelte Wert betrug  $2,00 \pm 1,30$  mm. Der minimal gemessene radiologische Knochenabbau betrug 0,00 mm, der maximal gemessene mesial 6,54 mm und distal 6,89 mm (siehe Abbildung 14).



**Abbildung 14: Graphische Darstellung des radiologischen Knochenabbaus in Millimeter**

### Rezession

In Summe wurden 85 Implantate auf eine Rezession nachuntersucht. An 12 Implantaten war die Erfassung der Rezession aufgrund der Konstruktion der prothetischen Versorgung nicht möglich. Bei 71,8 % der vermessenen Implantate war keine Rezession festzustellen (= 0 mm Rezession). In 28,2 % wurde eine Rezession beobachtet mit einem Verlust zwischen 1-6 mm (siehe Abbildung 15). Der Mittelwert der Rezessionen betrug daher  $2,04 \pm 1,45$ .



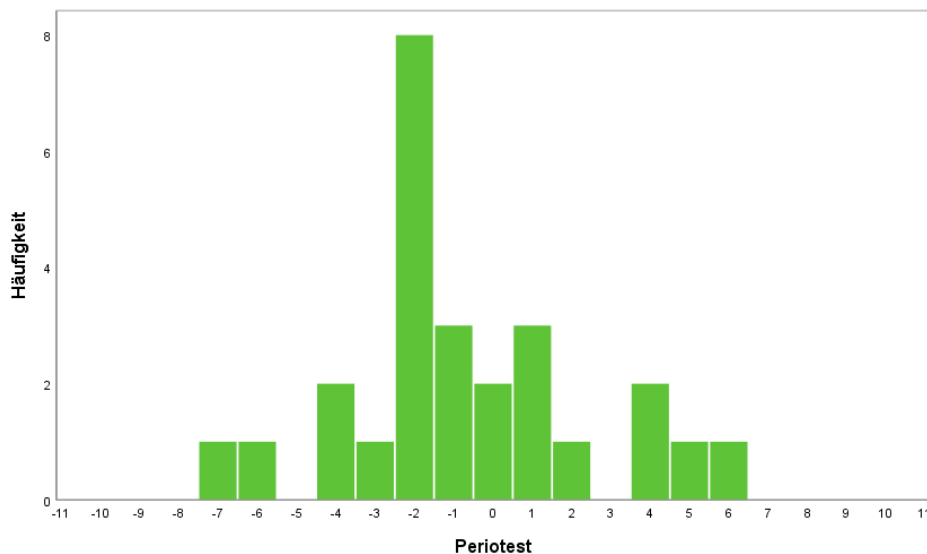
**Abbildung 15: Graphische Darstellung der Rezession in Millimeter**

### **Bleeding on Probing**

Die Ergebnisse zeigten, dass in 63,5 % kein Bleeding on Probing feststellbar war, in 36,5 % der Fälle hingegen kam es im Rahmen der Sondierung zu einer Blutung.

### **Periotest**

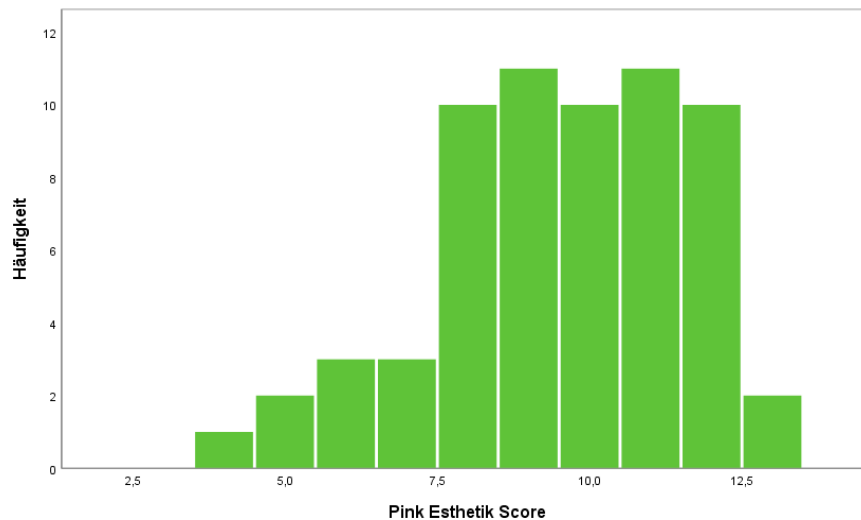
Bei den 26 mit Einzelzahnkronen versorgten Implantaten wurde zusätzlich ein Periotest durchgeführt. Dabei zeigte sich ein Mittelwert von  $-0,73 \pm 3,14$  bei einem minimalen Wert von -7 und einem maximalen Wert von 6 (siehe Abbildung 16).



**Abbildung 16: Graphische Darstellung der Ergebnisse des Periotests**

### **Pink Esthetic Score (PES)**

Wie in Abbildung 17 erkennbar, ergab die Auswertung des Pink Esthetic Scores zur Beurteilung des periimplantären Weichgewebes einen Summenwert zwischen 4 und 13 Punkten (Median = 11,5). Der mittlere Wert war bei  $9,51 \pm 2,07$ .



**Abbildung 17: Graphische Darstellung des Pink Esthetic Scores**

### **Restaurationen**

In 44,1 Prozent und somit am häufigsten wurden die Implantate mit verblockten Kronen versorgt. Am zweithäufigsten (28 %) wurden Einzelzahnkronen verwendet. In 25,8 % der Fälle fungierten die Implantataufbauten als Pfeiler für Stegprothesen und mit 2,2 % und somit am seltensten wurden die Implantate mit einer Brücke versorgt.

## **Patient\*innenbezogene Ergebnisse**

### **Nikotinkonsum**

Von den insgesamt 20 Patient\*innen, welche an der Studie teilnahmen, gaben 19 Personen an, Nichtraucher zu sein. Eine Person gab an, zwischen 10 und 20 Zigaretten am Tag zu konsumieren.

### **OHIP-G**

Bei der Befragung der Patient\*innen mittels OHIP-G Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität gaben 14 der 20 Befragten einen OHIP-G von 0 Punkten an. Nur vereinzelt wurden Ergebnisse über 4 ermittelt. Durchschnittlich ergab das einen Wert von 1,15 mit einer Standardabweichung von 2,19 Punkten. Insgesamt wurden zwischen 0 und 8 Punkten vergeben (siehe Abbildung 18).

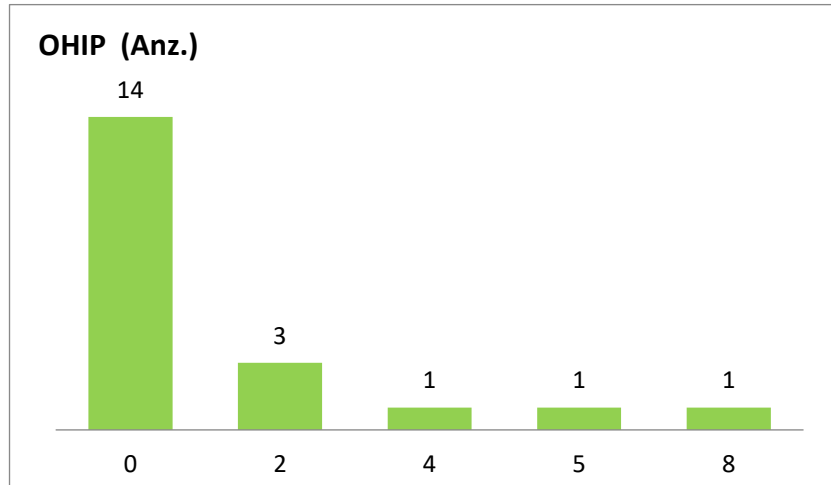
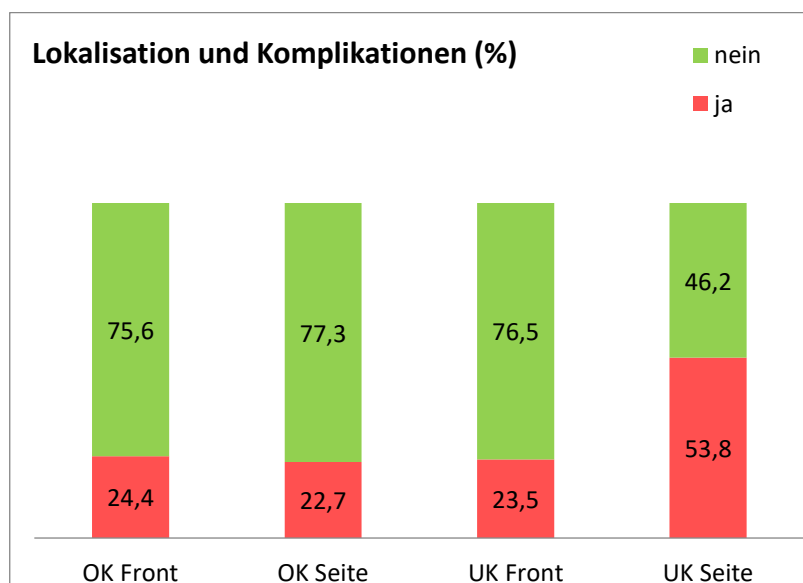


Abbildung 18: Graphische Darstellung des OHIP-G

### 3.5 Zusammenhänge der Implantatlokalisierung mit erhobenen Zielgrößen

#### Zusammenhang Lokalisation und Komplikationen

Der Chi-Quadrat Test zeigt mit einem  $p = 0,166$  keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Komplikationen und Lokalisation. Die Komplikationsrate war in der Oberkiefer Front mit 24,4 %, dem Oberkiefer Seitenzahnbereich mit 22,7 % sowie der Unterkiefer Front mit 23,5 % relativ ausgeglichen. Im UK Seitenzahnbereich konnten mit 53,8 % tendenziell etwas häufiger Komplikationen nachgewiesen werden (siehe Abbildung 19).



## **Abbildung 19: Darstellung der Komplikationen im Zusammenhang mit der Lokalisation der Implantate**

### **Zusammenhang Lokalisation und radiologischer Knochenabbau**

Eine Einfaktorielle Varianzanalyse zeigt keinen signifikanten Unterschied im Knochenabbau ( $p = 0,730$ ) abhängig von der Lokalisation. Die Messung des radiologischen Knochenabbaus ergab für die OK Front einen Mittelwert von  $2,08 \pm 1,13$ , für den OK Seitzahnbereich  $1,79 \pm 1,18$ . Im Unterkiefer betragen die mittleren Werte für die Front  $2,19 \pm 1,40$  und für den Seitenzahnbereich  $1,82 \pm 1,96$ .

### **Zusammenhang Lokalisation und Rezession**

Die Einfaktorielle Varianzanalyse zeigt keinen signifikanten Unterschied in der Rezession abhängig von der Lokalisation der Implantation ( $p = 0,644$ ).

Die durchschnittliche Tiefe einer Rezession für die OK Front betrug  $1,69 \text{ mm} \pm 1,18 \text{ mm}$ , für den OK Seitzahnbereich  $2,60 \text{ mm} \pm 2,07 \text{ mm}$ . Im Unterkiefer betragen die mittleren Werte für die Front  $2,00 \text{ mm} \pm 1,41 \text{ mm}$  und für den Seitenzahnbereich  $2,50 \text{ mm} \pm 1,92 \text{ mm}$ .

### **Zusammenhang Lokalisation und BOP**

Der Chi-Quadrat Test zeigt mit einem  $p = 0,333$  keinen signifikanten Zusammenhang zwischen BOP und Lokalisation. Im UK Seitenzahnbereich kommt es tendenziell etwas häufiger zu BOP (siehe Abbildung 20). Demnach konnte in der Oberkiefer Front in 40,5 % der Implantate BOP gemessen werden, im Oberkiefer Seitenzahnbereich hingegen in 30,5 % der Fälle. Im Unterkiefer Frontzahnbereich lag der Prozentsatz der mit BOP positiv gemessenen Implantate bei 23,5 %, im Unterkiefer Seitenzahnbereich, bei 54,5 %.

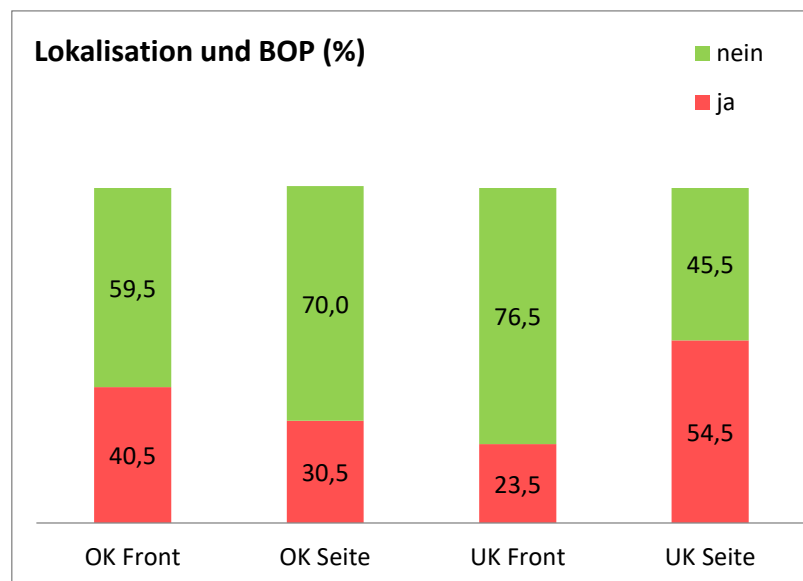


Abbildung 20: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lokalisation und dem BOP

### Zusammenhang Lokalisation und Sondierungstiefe

Die Einfaktorielle Varianzanalyse zeigt mit einem  $p = 0,014$  einen signifikanten Unterschied in der Sondierungstiefe. In der UK Front ist die Sondierungstiefe mit einem Mittelwert von  $2,43 \pm 0,80$  niedriger als im UK Seitenzahnbereich mit  $3,45 \pm 1,37$  sowie im OK Seitenzahnbereich mit  $3,25 \pm 0,92$ . Die Sondierungstiefe in der UK Front und OK Front ( $M = 3,01 \pm 0,80$ ) zeigte keinen signifikanten Unterschied (siehe Abbildung 21).

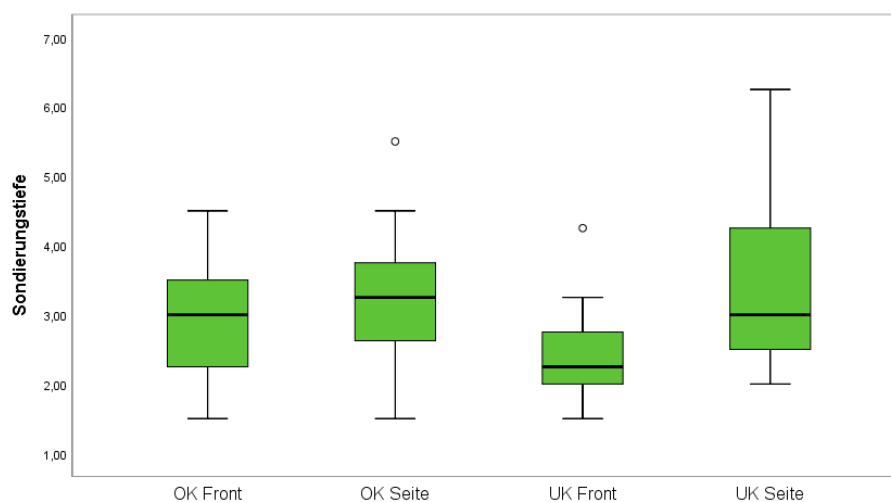
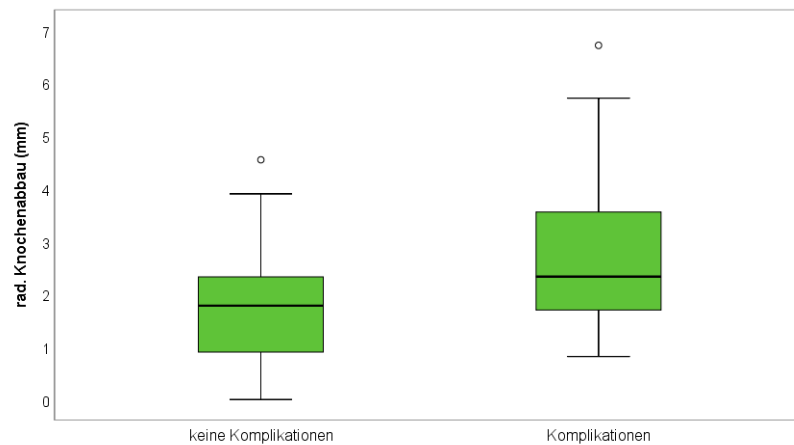


Abbildung 21: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lokalisation und der Sondierungstiefe

### **Zusammenhang Komplikationen und radiologischer Knochenabbau**

Der T-Test für unabhängige Stichproben zeigt einen signifikanten Unterschied im Knochenabbau zwischen Implantaten mit und ohne Komplikationen ( $p < 0,001$ ). Wie in Abbildung 22 dargestellt zeigten die 70 Implantate, an welchen keine Komplikationen festgestellt wurden, einen mittleren radiologischen Knochenabbau von  $1,72 \pm 1,06$ . Die Implantate, welche mit einer Komplikation assoziiert waren, ergaben einen radiologischen Knochenabbau mit einem Mittelwert von  $2,82 \pm 1,61$ .



**Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Komplikation und radiologischem Knochenabbau**

## 4 Diskussion

Die in dieser Arbeit präsentierte Studie dient der Evaluierung langfristiger Behandlungserfolge von Implantaten nach Augmentationen aus dem Beckenkamm. Die Erwägung der angemessenen Donorstelle ist unerlässlich für eine erfolgreiche autogene Knochenblocktransplantation. Die Nachuntersuchung der Studie umfasste die Auswertung der Implantate in situ und in Funktion als Hauptzielgröße sowie die klinische und radiologische Nachuntersuchung der Implantate als Nebenzielgröße. Von den 97 inserierten Implantaten zeigten sich 95 als in situ und in Funktion, dies entspricht einer Überlebensrate von 97,9 %. Die Sondierungstiefe zeigte einen Mittelwert von  $3,00 \pm 0,94$  mm, der radiologische Knochenabbau betrug gemittelt  $2,00 \pm 1,30$  mm. In 28,2 % der Implantate war eine Rezession messbar, BOP war in 36,5 % positiv. Der Periotest zeigte mit einem Mittelwert von  $0,73 \pm 3,14$  ein gutes Ergebnis, ebenso der Pink Esthetic Score Mittelwert von  $9,51 \pm 2,07$  war zufriedenstellend. Der OHIP- G Fragebogen zur subjektiven Patient\*innen Zufriedenheit ergab einen Mittelwert von  $1,15 \pm 2,19$ .

Die hohe Implantat-Überlebensrate von 97,9 % deckt sich mit Ergebnissen internationaler Studien, welche nach Augmentationen mit Beckenkamm ähnlich hohe Ergebnisse erzielten. Sethi et al. <sup>4</sup> konnten in ihrer Studie mit insgesamt 869 Implantaten, welche ebenfalls in Transplantate vom Beckenkamm inseriert wurden, eine Implantatüberlebensrate von 95 % erreichen. Auch Maiorana et al. <sup>93</sup> zeigten mit 91,1 % Überlebensrate bei 140 Implantaten gute Langzeitergebnisse. Ebenso Fretwurst et al. <sup>94</sup> erzielten zufriedenstellende Resultate nach Augmentationen mit dem Beckenkamm, wobei hier die Insertionsstelle in Maxilla und Mandibula unterteilt wurde. Von insgesamt 150 Implantaten war die Überlebensrate in der Maxilla 96 % und in der Mandibula 92 %. Die guten Ergebnisse des Beckenkamms waren ebenso mit den Ergebnissen anderer extraoraler Donorstellen vergleichbar. Vinci et al. <sup>95</sup> untersuchten den Langzeiterfolg von Implantaten nach Augmentationen aus der Calvaria und konnten eine Implantatüberlebensrate von 92,75 % beschreiben. Eine zur vorliegenden Studie ähnlich ausgelegte Untersuchung, welche den Langzeiterfolg von Implantaten nach Kieferkammrekonstruktionen mit autogenen enoralen Knochenblocktransplantaten untersuchte und unter denselben Voraussetzungen durchgeführt wurde, zeigte sogar eine Implantatüberlebensrate von 100 % <sup>96</sup>. Diese guten Ergebnisse können

auch durch internationale Literatur bestätigt werden, eine systematische Übersicht von Aloy-Prósper et al. <sup>97</sup> konnten Implantatlangzeiterfolge zwischen 89,5 % und 100 % beschreiben. Somit deckt sich die Studie mit bereits vorhandener Literatur, welche die guten Ergebnisse von Implantaten nach Augmentationen mit autogenem Knochen unabhängig vom Spenderareal beschreiben <sup>3</sup>.

Die mittlere Sondierungstiefe in der vorliegenden Studie ( $3,00 \pm 0,94$ ) war im Schnitt nur marginal höher verglichen mit den Ergebnissen nach Augmentationen mit enoralen Knochenblöcken <sup>96</sup>. Vergleicht man diese Ergebnisse mit jenen Studien, welche Sondierungstiefen ohne Augmentationsverfahren untersuchten, zeigen sich ähnliche Resultate <sup>98 87</sup>.

Ein Faktor, welchem in der präoperativen Planung besondere Aufmerksamkeit gelten muss, ist die erhöhte Resorptionsrate des Beckenkamms verglichen zu anderen Donorstellen <sup>62</sup>. Die vorliegende Studie zeigt mit einem gemittelten radiologischen Knochenabbau von  $2,00 \pm 1,30$  mm bessere Ergebnisse im Vergleich zu anderen Beckenkammaugmentationen. Nguyen et al. <sup>2</sup> untersuchten den radiologischen Knochenabbau zu verschiedenen Zeitpunkten. Fünf Jahre nach Implantation zeigte sich ein Abbau von  $4,05 \pm 1,83$  mm. Young-Kyun et al. <sup>99</sup>, welche den radiologischen Knochenverlust nach Augmentationen mit enoralem autogenem Knochen untersuchten, ermittelten einen radiologischen Knochenverlust von  $3,42 \pm 2,99$ . Eine andere Studie nach enoraler Augmentation konnte einen gemittelten radiologischen Knochenabbau von  $0,42 \pm 0,70$  erzielen. Bei Messung des radiologischen Knochenabbaus ist jedoch besonders auf den Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu achten, da diese in verschiedenen Studien stark variieren und daher die Ursache für unterschiedliche Ergebnisse sein könnten.

In der vorliegenden Studie zeigte sich in 28,2 % eine Rezession, dies ist im internationalen Vergleich als positiv einzustufen. Cairo et al. <sup>100</sup> konnten in ihrer Studie in 44 % der Fälle eine Rezession nachweisen. Jedoch war im Falle einer Rezession bei Cairo et al. der Mittelwert mit  $0,6 \pm 0,8$  mm deutlich niedriger im Vergleich zur vorliegenden Studie mit  $2,04 \pm 1,45$ .

Die negativen Auswirkungen von Rauchen auf die Implantateinheilung und den Langzeiterfolg wurden bereits mehrfach in verschiedenen Studien dargelegt <sup>85,92,101</sup>. Wie die Ergebnisse zeigten, gab es in der vorliegenden Studie nur eine\*n Raucher\*in. Der außergewöhnlich hohe Anteil an Nichtraucher\*innen könnte sich

positiv auf die niedrige Rezessionsrate ausgewirkt haben. Jedoch sei hier auf die geringe Patientenzahl hingewiesen.

Die äußerst positiven Ergebnisse der untersuchten Implantate wurden mithilfe des Periotest-Verfahrens bestätigt. Der Periotest zeigte mit einem Mittelwert von  $-0,73 \pm 3,14$  ähnlich gute Ergebnisse wie eine andere Studie nach enoraler Augmentation<sup>96</sup>. Dies entspricht einer erfolgreichen Osseointegration und einer sehr guten Belastbarkeit des Implantates.

Wie erwähnt ergab der Pink Esthetic Score zur Beurteilung des periimplantären Weichgewebes gute Ergebnisse (Mittelwert  $9,51 \pm 2,07$ ) und entspricht somit dem Ergebnis anderer Studien<sup>102</sup>. Lehmijoki et al.<sup>1</sup> konnten mit einem Durchschnittswert von 9,8 ähnlich gute Resultate nach Augmentationen aus dem Beckenkamm erzielen.

Eine weitere Nebenzielgröße der durchgeführten Studie war die Erhebung des OHIP G, welcher die subjektive mundgesundheitsbezogene Lebensqualität misst. Mit einem Durchschnittswert von  $1,15 \pm 2,19$  stellt die Studie im internationalen Vergleich somit einen sehr guten Wert dar<sup>103 104</sup>. Ein direkter Vergleich mit anderen Studien zeigt sich jedoch schwierig aufgrund der vielfach abgewandelten Varianten des OHIP Fragebogens. Zur besseren Vergleichbarkeit wäre eine internationale Vereinheitlichung des verwendeten Fragebogens von Vorteil. In einer norwegischen Studie mit Beckenkammaugmentation wurde auch der OHIP G 14 verwendet. Gjerde et al. konnten in ihrer Studie einen durchschnittlichen OHIP G 14 von 8,4 erzielen<sup>10</sup>. Auch wenn ein Wert von 8,4 als gut eingestuft wird, zeigen sich in der vorliegenden Studie merklich bessere Ergebnisse. Hier gilt es in weiteren Studien die Ursachen zu erforschen. Ein möglicher Grund wäre das Alter bei Implantation. Beim Vergleich des Durchschnittsalters der Patient\*innen zeigt sich, dass die Patient\*innen der vorliegenden Studie geringgradig jünger waren als in der norwegischen Studie, was eine Ursache für die besseren Ergebniswerte darstellen könnte.

Eine Möglichkeit für Folgestudien wäre zur besseren Vergleichbarkeit der subjektiven mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität, zusätzlich präoperativ einen OHIP durchzuführen. Dadurch könnten individuelle subjektive Verbesserungen durch die Implantation sowie die prothetische Versorgung messbar gemacht werden.

## **Ausblick**

Die vorliegende Studie unterstreicht die äußerst guten Ergebnisse nach Augmentationen aus dem Beckenkamm im Vergleich zu anderen autogenen Donorstellen. Kritisch anzumerken ist, dass in der vorliegenden Studie nicht auf die Entnahmemorbidity eingegangen wurde <sup>105</sup>. Es finden sich in der Literatur zahlreiche beschriebene Komplikationen nach Knochenentnahme am Beckenkamm wie postoperative Hämatome, temporäre Schmerzen, Hautsensibilitätsstörungen und Bewegungseinschränkungen <sup>63 64 106</sup>. Hierbei zeigt die enorale Entnahme durch Entfall eines zweiten OP Situs einen deutlichen Vorteil gegenüber der Beckenkammmentnahme <sup>107</sup>. Die freie Wahl der Donorstelle gibt es in der Praxis jedoch häufig nicht, weil bei größeren Defekten, aufgrund des Knochenbedarfs, extraorale Donorstellen herangezogen werden müssen.

Was man in weiteren Studien überlegen könnte, wäre die einzeitige Durchführung von Augmentation und Implantation. In der vorliegenden Studie erfolgte die Implantation in einem zweiten Eingriff nach der Augmentation. Es liegen jedoch bereits Arbeiten vor, welche im Rahmen der Augmentation eine simultane Implantation durchführten und zufriedenstellende Ergebnisse aufwiesen. Als großer Vorteil wäre hier der Entfall eines zweiten chirurgischen Eingriffs für die Patient\*innen zu nennen <sup>108</sup>.

## **5 Conclusio**

Anhand der durchgeführten Untersuchung konnte gezeigt werden, dass präimplantologische Augmentationen mit autogenen Knochenblocktransplantaten vom Beckenkamm eine effektive und erfolgssichere Methode zur Rekonstruktion ausgeprägter Knochendefekte ist. Die vorliegenden Ergebnisse können die bereits nachgewiesenen guten Resultate autogenen Knochens zur Augmentation bestätigen und seinen Status als Goldstandard bei komplexen Defekten belegen. Bei größeren Defektgeometrien und notwendigen vertikalen sowie horizontalen Knochenaufbaumaßnahmen im Bereich der Alveolarfortsätze und Kieferbasen sollte weiterhin die Entnahme aus dem Beckenkamm durchgeführt werden. Bei kleineren bis mittleren Defekten sollte jedoch weiterhin die enorale Entnahmestelle aufgrund der geringeren Entnahmemorbidity forciert werden.

Somit ist die Entscheidung der geeigneten Donorstelle nicht generalisiert zu treffen und muss individuell, auf die jeweilige Defektmorphologie der Patient\*innen angepasst, gewählt werden.

## Literaturverzeichnis

1. Lehmijoki M, Holming H, Thorén H, Stoor P. Rehabilitation of the severely atrophied dentoalveolar ridge in the aesthetic region with corticocancellous grafts from the iliac crest and dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016;21(5):e614-e620. doi:10.4317/medoral.21146
2. Nguyen TTH, Eo MY, Kuk TS, Myoung H, Kim SM. Rehabilitation of atrophic jaw using iliac onlay bone graft combined with dental implants. *Int J Implant Dent*. 2019;5(1). doi:10.1186/s40729-019-0163-9
3. Sakkas A, Wilde F, Heufelder M, Winter K, Schramm A. Autogenous bone grafts in oral implantology—is it still a “gold standard”? A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures. *Int J Implant Dent*. 2017;3(1). doi:10.1186/s40729-017-0084-4
4. Sethi A, Kaus T, Cawood JI, Plaha H, Boscoe M, Sochor P. Onlay bone grafts from iliac crest: a retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2020;49(2):264-271. doi:10.1016/j.ijom.2019.07.001
5. Miceli ALC, Pereira LC, da Silva Torres T, Calasans-Maia M, Louro RS. Mandibular Reconstruction with Lateral Tibial Bone Graft: An Excellent Option for Oral and Maxillofacial Surgery. *Craniofacial Trauma Reconstr*. 2017;10(4):292-298. doi:10.1055/s-0036-1593475
6. Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J*. 2001;10:S96-S101. doi:10.1007/s005860100282
7. Clementini M, Morlupi A, Agrestini C, Ottria L. Success rate of dental implants inserted in autologous bone graft regenerated areas: a systematic review. *Oral Implantol (Rome)*. 2011;4(3-4):3-10. Accessed July 3, 2021. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23277867>
8. Lundgren S, Nyström E, Nilson H, Gunne J, Lindhagen O. Bone grafting to the maxillary sinuses, nasal floor and anterior maxilla in the atrophic edentulous maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1997;26(6):428-434. doi:10.1016/S0901-5027(97)80007-0
9. Emeka N, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: Morbidity, resorption and implant survival. *Eur J*

- Oral Implantol.* 2014;7:S203-S217.
10. Gjerde CG, Shanbhag S, Neppelberg E, Mustafa K, Gjengedal H. Patient experience following iliac crest-derived alveolar bone grafting and implant placement. *Int J Implant Dent.* 2020;6(1):1-7. doi:10.1186/s40729-019-0200-8
  11. Shemtov-Yona K, Rittel D. An Overview of the Mechanical Integrity of Dental Implants. *Biomed Res Int.* 2015;2015:2-10. doi:10.1155/2015/547384
  12. Lekholm U, Zarb G. *Patient Selection and Preparation. Tissue Integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry.* (Branemark P, Zarb G, Albrektsson T, eds.). Quintessence Publishing Company; 1985.
  13. Khoury F. *Augmentative Verfahren in Der Implantologie.* Quintessenz Verlags-GmbH; 2009. S 2-6, 8-11, 12-13, 22-23, 349-352
  14. Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: A retrospective clinical study. *BMC Oral Health.* 2008;8(1):1-8. doi:10.1186/1472-6831-8-32
  15. [https://www.researchgate.net/figure/Grading-system-for-bone-quality-assessment-Lekholm-Zarb-1985-In-1988-Misch-defined\\_fig3\\_221917509](https://www.researchgate.net/figure/Grading-system-for-bone-quality-assessment-Lekholm-Zarb-1985-In-1988-Misch-defined_fig3_221917509).
  16. Al-Ekrish A, Widmann G, Alfadda S. Revised, Computed Tomography–Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. *Int J Prosthodont.* 2018;31(C):342-345. doi:10.11607/ijp.5714
  17. <https://www.semanticscholar.org/paper/Revised%2C-Computed-Tomography-Based-Lekholm-and-Zarb-Al-Ekrish-Widmann/70d5ebb58d67a72cb25265a1a072702348cf5c3c>.
  18. Misch C. Density of bone: effecton treatment plans, surgical approach,healing and progressive bone loading.No Title. *Int J Oral Implant.* Published online 1990.
  19. Solar P, Aro G, Ulm C, Bernhart T. Die Auswirkungen des Zahnverlustes auf die Anatomie der Maxilla. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1998;108(9):871-878.
  20. Atwood DA. Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. *J Prosthet Dent.* 1962;12(3):441-450. doi:10.1016/0022-3913(62)90125-7
  21. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988;17(4):232-236. doi:10.1016/S0901-5027(88)80047-X

22. KM R, CD H, WR L, C U, G W, S T. Atrophy of the residual alveolar ridge following tooth loss in an historical population. *Oral Dis*. 2011;17(1):33-44. doi:10.1111/J.1601-0825.2010.01699.X
23. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent*. 2003;89(5):427-435. doi:10.1016/S0022-3913(03)00158-6
24. Del Canto-Díaz A, De Elío-Oliveros J, Del Canto-Díaz M, Alobera-Gracia MA, Del Canto-Pingarrón M, Martínez-González JM. Use of autologous tooth-derived graft material in the post-extraction dental socket. Pilot study. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal*. 2019;24(1):e53-e60. doi:10.4317/medoral.22536
25. Brånemark P, Hansson BO, Adell R, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*. 1977;16:1-132.
26. Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int*. 2016;2016. doi:10.1155/2016/6285620
27. Guglielmotti MB, Olmedo DG, Cabrini RL. Research on implants and osseointegration. *Periodontol 2000*. 2019;79(1):178-189. doi:10.1111/prd.12254
28. Alghamdi HS. Methods to improve osseointegration of dental implants in low quality (type-IV) bone: An overview. *J Funct Biomater*. 2018;9(1). doi:10.3390/jfb9010007
29. Araújo-Gomes N, Romero-Gavilán F, García-Arnáez I, et al. Osseointegration mechanisms: a proteomic approach. *J Biol Inorg Chem*. 2018;23(3):459-470. doi:10.1007/s00775-018-1553-9
30. Weber FE. Reconsidering Osteoconduction in the Era of Additive Manufacturing. *Tissue Eng - Part B Rev*. 2019;25(5):375-386. doi:10.1089/ten.teb.2019.0047
31. Lüllmann-Rauch R, Asan E. *Taschenlehrbuch Histologie*. 5. Auflage. Thieme E-Book Library Studium & Lehre; 2015. doi:10.1055/b-003-124637
32. Gradinger R, Gollwitzer H. *Ossäre Integration*. Springer Berlin Heidelberg; 2006. <https://books.google.gy/books?id=AHAhBAAAQBAJ>
33. Misch C, F D. Bone-grafting materials in implant dentistry. *Implant Dent*.

- 1993;2.
34. Rosentritt M, Ilie N, Lohbauer U. *Werkstoffkunde in Der Zahnmedizin*. 1st ed. Thieme; 2018. doi:10.1055/b-005-143308
  35. Marshall T, Chow J, Sivakumar B, Ahmed N, Smith P. Efficient use of a limited resource: A comparison of femoral head allograft preparation methods. *J Orthop Surg*. 2017;25(3):1-5. doi:10.1177/2309499017727952
  36. Wood RM, Moore DL. Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. *Int J oral & Maxillofac Implant*. 1988;3(3):209—214.  
<http://europepmc.org/abstract/MED/3074053>
  37. Esposito M, Mg G, Felice P, et al. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment (Review). Published online 2009.  
doi:10.1002/14651858.CD003607.pub4.[www.cochranelibrary.com](http://www.cochranelibrary.com)
  38. Hermann JS, Buser D. Guided bone regeneration for dental implants. *Curr Opin Periodontol*. 1996;3:168-177. doi:10.1007/978-3-319-09230-0\_52-1
  39. Mittal Y, Jindal G, Garg S. Bone manipulation procedures in dental implants. *Indian J Dent*. 2016;7(2):86. doi:10.4103/0975-962x.184650
  40. Neukam F, Wichmann M, Wiltfang J. *Zahnärztliche Implantologie Unter Schwierigen Umständen.*; 2007.
  41. Berger S, Hakl P, Sutter W, et al. Interantral alveolar ridge splitting for maxillary horizontal expansion and simultaneous dental implant insertion: A case report. *Ann Med Surg*. 2019;48(October):83-87.  
doi:10.1016/j.amsu.2019.10.018
  42. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington H V., Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants - A Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol*. 2009;2(3):167-184. Accessed January 17, 2021.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20467628/>
  43. SN K, FP C, HS S, AD D, FP G, JM L. The biology of bone grafting. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13(1):77-86. Accessed September 26, 2021.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15712985/>
  44. MD M. Management of segmental bony defects: the role of osteoconductive orthobiologics. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10 Spec No.).

doi:10.5435/00124635-200600001-00036

45. Reininger D, Cobo-Vázquez C, Rosenberg B, López-Quiles J. Alternative intraoral donor sites to the chin and mandibular body-ramus. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(12):e1474-e1481. doi:10.4317/jced.54372
46. [https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/12955/1\\_kap1.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/12955/1_kap1.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
47. Schaaf H, Lendeckel S, Howaldt HP, Streckbein P. Donor site morbidity after bone harvesting from the anterior iliac crest. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2010;109(1):52-58. doi:10.1016/j.tripleo.2009.08.023
48. Friedrich A, Pera F, Streicher J. *Waldeyer - Anatomie Des Menschen*. 19th ed. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG; 2012. doi:10.1515/9783110228632. S. 99, 724-728, 749f
49. Rauber A, Kopsch F. *Anatomie Des Menschen, Lehrbuch Und Atlas, Band I Bewegungsapparat*. (Tillmann B, Töndury G, Zilles K, Leonhardt H, eds.). Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York; 1987. S 462-464
50. <https://eref.thieme.de/cockpits/clAna0001/0/coAna00007/4-1763>. No Title.
51. Lautner N, Hölzle F, Modabber A. Knochenentnahme am Becken aus Sicht der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Published online 2018:61-67.
52. Baqain Z, Anabtawi M, Karaky A. Morbidity from anterior iliac crest bone harvesting for secondary alveolar bone grafting: an outcome assessment study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67:570-575.
53. Sittitavornwong S, Falconer DS, Shah R, Brown N, Tubbs RS. Anatomic considerations for posterior iliac crest bone procurement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013;71(10):1777-1788. doi:10.1016/j.joms.2013.03.008
54. Kurz L, Garfin S, Booth jr R. Harvesting autogenous iliac bone grafts: a review of complications and techniques. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989;14:1324-1331.
55. Bloomquist D, Feldman G. The posterior ilium as a donor site for maxillofacial bone grafting. *J Maxillofac Surg*. 1980;8:60-64.
56. Stellingsma C, Raghoobar GM, Meijer HJA, Batenburg RHK. Reconstruction of the extremely resorbed mandible with interposed bone grafts and placement of endosseous implants. *Br J Oral Maxillofac Surg*.

- 1998;36(4):290-295. doi:10.1016/S0266-4356(98)90713-6
57. Marx R, Ehler W, Peleg M. Mandibular and facial reconstruction: rehabilitation of the head and neck cancer patient. *Bone*. 1996;19:59S-82S. doi:10.1016/s8756-3282(96)00137-8.
  58. Eitel F, Schweiberere L, Suar K, LT D. Theoretische Grundlagen der Knochentransplantation. *Transplantatlager und Implant bei Verschied Oper*. Published online 1980:1-12.
  59. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M, Corsi E. Evaluation of peri-implant bone resorption around Straumann Bone Level© implants placed in areas reconstructed with autogenous vertical onlay bone grafts. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(9):1012-1021. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02262.x
  60. Zöller J, Neugebauer J, Lazar F. Kieferkammdistraktion und/oder Beckenkammaugmentation. In: Horch H-H, ed. *Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie: Praxis Der Zahnheilkunde*. Urban & Fischer Verlag; 2007:200-220.
  61. Schliephake H, Berding G. Evaluation of bone healing in patients with bone grafts and endosseous implants using single photon emission tomography (SPECT). *Clin Oral Implants Res*. 1998;9(1):34-42. doi:10.1034/j.1600-0501.1998.090105.x
  62. Sbordone C, Toti P, Guidetti F, Califano L, Santoro A, Sbordone L. Volume changes of iliac crest autogenous bone grafts after vertical and horizontal alveolar ridge augmentation of atrophic maxillas and mandibles: A 6-year computerized tomographic follow-up. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(11):2559-2565. doi:10.1016/j.joms.2012.07.040
  63. Niedhart C, Pingsmann A, Jürgens C, Marr A, Blatt R, Niethard FU. Komplikationen nach entnahme autologen knochens aus dem ventralen und dorsalen beckenkamm - Eine prospektive, kontrollierte studie. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2003;141(4):481-486. doi:10.1055/s-2003-41565
  64. Nkenke E, Weisbach V, Winckler E, et al. Morbidity of harvesting of bone grafts from the iliac crest for preprosthetic augmentation procedures: a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2004;33(2):157-163. doi:10.1054/ijom.2003.0465
  65. Matsa S, Murugan S, Kannadasan K. Evaluation of Morbidity Associated with Iliac Crest Harvest for Alveolar Cleft Bone Grafting. *J Maxillofac Oral*

- Surg.* 2012;11(1):91-95. doi:10.1007/s12663-011-0249-2
66. Zijdeveld SA, Ten Bruggenkate CM, Van Den Bergh JPA, Schulten EAJM. Fractures of the iliac crest after split-thickness bone grafting for preprosthetic surgery: Report of 3 cases and review of the literature. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(7):781-786. doi:10.1016/j.joms.2003.12.018
  67. Rinke S, Ohl S, Ziebolz D, Lange K, Eickholz P. Prevalence of periimplant disease in partially edentulous patients: A practice-based cross-sectional study. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(8):826-833. doi:10.1111/j.1600-0501.2010.02061.x
  68. D F, HM G, R O. Retrospective cohort study of 4,591 dental implants: Analysis of risk indicators for bone loss and prevalence of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *J Periodontol.* 2019;90(7):691-700. doi:10.1002/JPER.18-0236
  69. S R, GR P, FQ P, PM C. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018;89 Suppl 1:S304-S312. doi:10.1002/JPER.17-0588
  70. JE C, GR H, MS B, BD D. The effect of implant prosthesis complications on patient satisfaction. *J Prosthet Dent.* 2020;123(2):269-276. doi:10.1016/J.PROSDENT.2018.11.015
  71. D B, I K. A Within-Subject Comparison of Patient Satisfaction and Quality of Life Between a Two-Implant Overdenture and a Three-Implant-Supported Fixed Dental Prosthesis in the Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018;33(6):1374-1382. doi:10.11607/JOMI.6666
  72. A L, WJ P, JR A, ST R, TD T. Patient self-reported satisfaction with maxillary anterior dental implant treatment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(1):113-120. Accessed August 25, 2021. <https://pubmed-1ncbi-1nlm-1nih-1gov-10013b5t301e8.han.medunigraz.at/12608676/>
  73. GD S, AJ S. Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. *Community Dent Health.* 1994;11(1):3-11. Accessed September 30, 2021. <https://pubmed-1ncbi-1nlm-1nih-1gov-10013b5qn061d.han.medunigraz.at/8193981/>
  74. Sanz M, Chapple IL. Clinical research on peri-implant diseases: Consensus report of Working Group 4. *J Clin Periodontol.* 2012;39(SUPPL.12):202-206. doi:10.1111/j.1600-051X.2011.01837.x

75. Salvi GE, Aglietta M, Eick S, Sculean A, Lang NP, Ramseier CA. Reversibility of experimental peri-implant mucositis compared with experimental gingivitis in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(2):182-190. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02220.x
76. Raikar S, Talukdar P, Kumari S, Panda SK, Oommen VM, Prasad A. Factors affecting the survival rate of dental implants: A retrospective study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2017;7(6):351-355. doi:10.4103/jispcd.JISPCD\_380\_17
77. Kandasamy B, Samson E, Yaqoob A, Pandey P, Deenadayalan S, Das I. Evaluation of clinical parameters in implant maintenance phase for prevention of peri-implantitis. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018;8(4):361-364. doi:10.4103/jispcd.JISPCD\_64\_18
78. Monje A, Catena A, Borgnakke WS. Association between diabetes mellitus/hyperglycaemia and peri-implant diseases: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2017;44(6):636-648. doi:10.1111/jcpe.12724
79. Serino G, Ström C. Peri-implantitis in partially edentulous patients: Association with inadequate plaque control. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(2):169-174. doi:10.1111/j.1600-0501.2008.01627.x
80. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CHF, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: A systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(SUPPL.6):163-201. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02538.x
81. Wilson Jr. TG. The Positive Relationship Between Excess Cement and Peri-Implant Disease: A Prospective Clinical Endoscopic Study. *J Periodontol.* 2009;80(9):1388-1392. doi:10.1902/jop.2009.090115
82. Roos-Jansåker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: Factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol.* 2006;33(4):296-301. doi:10.1111/j.1600-051X.2006.00908.x
83. Bonfante S, Bosco AF, Luize DS, De Almeida JM, Cestari TM, Taga R. Influence of nicotine on healing process of autogenous bone block grafts in the mandible: A histomorphometric study in rats. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23(3):437-43744. Accessed March 27, 2021. <https://pubmed->

- 1ncbi-1nlm-1nih-1gov-10013b5u90269.han.medunigraz.at/18700365/
84. CA B, PK M. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Implant Dent.* 1994;3(3):191. doi:10.1097/00008505-199409000-00011
  85. Levin L, Herzberg R, Dolev E, Schwartz-Arad D. Smoking and complications of onlay bone grafts and sinus lift operations. *J Prosthet Dent.* 2005;93(1):69. doi:10.1016/j.prosdent.2004.08.009
  86. Naujokat H, Kunzendorf B, Wiltfang J. Dental implants and diabetes mellitus—a systematic review. *Int J Implant Dent.* 2016;2(1). doi:10.1186/s40729-016-0038-2
  87. Figuero E, Graziani F, Sanz I, Herrera D, Sanz M. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2014;66(1):255-273. doi:10.1111/prd.12049
  88. Berglundh T, Gotfredsen K, Zitzmann NU, Lang NP, Lindhe J. Spontaneous progression of ligature induced peri-implantitis at implants with different surface roughness: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(5):655-661. doi:10.1111/j.1600-0501.2007.01397.x
  89. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: The pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(6):639-644. doi:10.1111/j.1600-0501.2005.01193.x
  90. John MT, Patrick DL, Slade GD. The German version of the Oral Health Impact Profile--translation and psychometric properties. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(6):425-433. doi:10.1034/j.1600-0722.2002.21363.x
  91. Wolf HF, Rateitschak EM, Rateitschak KH, Schroeder HE, Page RC, Tonetti MS. *Parodontologie.* Georg Thieme Verlag; 2012. doi:10.1055/b-002-41852
  92. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(5):487-498. doi:10.1016/j.jdent.2015.03.003
  93. Maiorana C, Poli PP, Mascellaro A, Ferrario S, Beretta M. Dental implants placed in resorbed alveolar ridges reconstructed with iliac crest autogenous onlay grafts: A 26-year median follow-up retrospective study. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2019;47(5):805-814. doi:10.1016/j.jcms.2019.02.002
  94. T F, C N, M A-G, et al. Long-term retrospective evaluation of the peri-implant

- bone level in onlay grafted patients with iliac bone from the anterior superior iliac crest. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(6):956-960.  
doi:10.1016/J.JCMS.2015.03.037
95. R V, G T, FR L, P C, EF G. Implant survival rate in calvarial bone grafts: A retrospective clinical study with 10 year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):662-668. doi:10.1111/CID.12799
  96. Ungvari D, Kovacs A, Jakse N. *Langzeit Follow-up von Implantaten Nach Kieferkammrekonstruktionen Mit Autogenen Enoralen Knochenblocktransplantaten.*; 2019.
  97. A A-P, D P-O, M P-D, M P-D. The outcome of intraoral onlay block bone grafts on alveolar ridge augmentations: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2015;20(2):e251-e258. doi:10.4317/MEDORAL.20194
  98. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. *J Periodontol.* 2018;89:S267-S290. doi:10.1002/JPER.16-0350
  99. YK K, SG K, BS K, KI J. Resorption of bone graft after maxillary sinus grafting and simultaneous implant placement. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014;40(3):117. doi:10.5125/JKAOMS.2014.40.3.117
  100. F C, M N, R C, et al. Marginal soft tissue recession after lateral guided bone regeneration at implant site: A long-term study with at least 5 years of loading. *Clin Oral Implants Res.* 2020;31(11):1116-1124.  
doi:10.1111/CLR.13658
  101. Casado P, Aguiar T, Fernandes Pinheiro, MP Machado A, da Rosa Pinheiro A. Smoking as a Risk Factor for the Development of Periimplant Diseases. *Implant Dent.* 2019;Apr;28(2):120-124.
  102. Schlee M, Dehner JF, Baukloh K, Happe A, Seitz O, Sader R. Esthetic outcome of implant-based reconstructions in augmented bone: Comparison of autologous and allogeneic bone block grafting with the pink esthetic score (PES). *Head Face Med.* 2014;10(1). doi:10.1186/1746-160X-10-21
  103. Wang Y, Bäumer D, Ozga AK, Körner G, Bäumer A. Patient satisfaction and oral health-related quality of life 10 years after implant placement. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):30. doi:10.1186/s12903-020-01381-3
  104. Schiegnitz E, Kämmerer PW, Sagheb K, et al. Impact of maxillary sinus augmentation on oral health-related quality of life. *Int J Implant Dent.* 2017;3(1):1-8. doi:10.1186/s40729-017-0072-8

105. Costa Mendes L, Sauvigné T, Guiol J. Morbidity des prélèvements osseux autogènes en implantologie : revue de littérature de 1990 à 2015. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale*. 2016;117(6):388-402. doi:10.1016/j.revsto.2016.09.003
106. Becker ST, Warnke PH, Behrens E, Wiltfang J. Morbidity after iliac crest bone graft harvesting over an anterior versus posterior approach. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69(1):48-53. doi:10.1016/j.joms.2010.05.061
107. Scheerlinck LME, Muradin MSM, van der Bilt A, Meijer GJ, Koole R, Van Cann EMVC. Donor Site Complications in Bone Grafting: Comparison of Iliac Crest, Calvarial, and Mandibular Ramus Bone. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(1):222-227. doi:10.11607/jomi.2603
108. Kang YH, Kim HM, Byun JH, et al. Stability of simultaneously placed dental implants with autologous bone grafts harvested from the iliac crest or intraoral jaw bone. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):1-11. doi:10.1186/s12903-015-0156-x