

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie -  
Plastische Operationen  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Implantologische Tätigkeit in der freien zahnärztlichen Praxis in Rheinland-Pfalz –  
eine Standortanalyse aus dem Jahr 2020

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der  
Zahnmedizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Azeib Bellinger  
aus Addis Abeba

Mainz, 2021

Tag der Promotion:

12. Juli 2022

## Widmung

für meinen geliebten Ehemann  
Georg Bellinger

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
1 Einleitung .....	1
1.1 Thematische Einführung .....	1
1.2 Die zahnärztliche Implantologie .....	3
1.2.1 Indikationsgebiete für enorale Implantate .....	3
1.2.2 Implantologische Diagnostik und Planung .....	4
1.2.2.1 Anamnese .....	4
1.2.2.2 Klinische Untersuchung .....	5
1.2.2.3 Bildgebende Verfahren .....	5
1.2.2.4 Diagnostik der Titanunverträglichkeit .....	6
1.2.2.5 Erstellung eines prothetischen Konzepts .....	8
1.2.3 Chirurgisches Vorgehen .....	8
1.2.3.1 Implantatinsertion .....	8
1.2.3.2 Chirurgische Maßnahmen zur Verbesserung des Implantatlagers .....	9
1.2.3.2.1 Knochenersatzmaterialien (KEM) und Membranen .....	10
1.2.3.2.2 Augmentationsverfahren .....	11
1.2.3.2.3 Plättchenreiches Blutplasma (PRP) .....	12
1.2.3.3 Computergestützte Navigation .....	13
1.2.3.4 Perioperative Medikation und Anästhesie .....	14
1.2.4 Prothetisches Vorgehen und Versorgung .....	15
1.2.4.1 Befestigungsarten von festsitzenden Implantatsuprakonstruktionen .....	15
1.2.4.2 Implantat-prothetische Therapiekonzepte im zahnlosen Oberkiefer .....	16
1.2.4.3 Implantat-prothetische Therapiekonzepte im zahnlosen Unterkiefer .....	16
1.2.4.4 Provisorische Implantate .....	17

1.2.5	Implantatnachsorge .....	18
1.2.6	Komplikationen in der implantologischen Therapie .....	18
1.2.6.1	Komplikationsarten und –häufigkeiten .....	18
1.2.6.2	Therapie von Implantatkomplikationen .....	20
1.2.7	Qualifizierung und Weiterbildung auf dem Gebiet der Implantologie .....	21
2	Materialien .....	24
2.1	Fragebogen .....	24
2.2	Software.....	26
3	Methoden .....	27
3.1	Datenerhebung .....	27
3.2	Datenaufbereitung .....	27
3.3	Statistische Auswertung .....	27
4	Ergebnisse .....	29
4.1	Angaben zur Person sowie zur beruflichen und implantologischen Erfahrung.....	29
4.2	Einwohnerzahl am Praxisstandort .....	36
4.3	Überweisungsverhalten .....	38
4.4	Angaben zu inserierten und entfernten Implantaten.....	42
4.4.1	Gesamtzahl der Implantatinsertionen .....	42
4.4.2	Auswertung der inserierten Implantate für die Jahre 2015 bis 2019 .....	43
4.4.3	Gesamtzahl der entfernten Implantate .....	44
4.5	Implantatsysteme.....	46
4.5.1	Titanimplantate .....	46
4.5.2	Keramikimplantate .....	53
4.6	Implantatdiagnostik.....	53
4.6.1	Bildgebende Verfahren.....	53
4.6.2	Digitale Implantatplanung, Schleimhautdickenmessung und Titan-Verträglichkeitstestung.....	55
4.7	Chirurgisches Vorgehen .....	57

4.7.1	Perioperative Begleitmaßnahmen .....	57
4.7.2	Augmentative Begleitmaßnahmen .....	58
4.7.3	Augmentationsmaterialien .....	59
4.8	Implantations- und Belastungszeitpunkt .....	62
4.9	Prothetische Versorgung .....	64
4.9.1	Befestigung von festsitzenden Implantatsuprakonstruktionen .....	64
4.9.2	Implantat-prothetische Konzepte im zahnlosen Oberkiefer .....	65
4.9.3	Implantat-prothetische Konzepte im zahnlosen Unterkiefer .....	67
4.9.4	Provisorische Implantate .....	71
4.10	Implantatnachsorge und Komplikationen.....	72
5	Diskussion.....	77
5.1	Diskussion der Methodik.....	77
5.2	Diskussion der Ergebnisse .....	80
5.2.1	Personen und berufliche sowie implantologische Erfahrung.....	80
5.2.2	Überweisungsverhalten .....	81
5.2.3	Inserierte Implantate und Entwicklung implantologischer Tätigkeit .....	82
5.2.4	Implantatverluste .....	82
5.2.5	Implantatsysteme .....	83
5.2.6	Präoperative Implantatdiagnostik .....	84
5.2.7	Chirurgisches Vorgehen .....	86
5.2.8	Implantations- und Belastungszeitpunkt.....	87
5.2.9	Prothetische Versorgung und implantat-prothetische Konzepte .....	88
5.2.10	Implantatnachsorge und Komplikationen .....	89
5.2.11	Fazit.....	91
6	Zusammenfassung.....	93
7	Literaturverzeichnis .....	95
8	Anhang.....	110
9	Danksagung .....	117

10 Lebenslauf..... 118

## Abkürzungsverzeichnis

CT	Computertomographie
AD	Alveolarfortsatzdistraktion
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
DGI	Deutsche Gesellschaft für Implantologie
DVT	digitale Volumetomographie
ESBE	Externe Sinusbodenelevation
FRS	Fernröntgenseitenbild
IL- $\beta$	Interleukin- $\beta$
ISBE	Interne Sinusbodenelevation
KEM	Knochenersatzmaterial
LATT	Laterale Transposition des Nervus alveolaris inferior
Linea obliqua ext.	Linea obliqua externa
LZKH	Landeszahnärztekammer Hessen
M.Sc.	Master of Science
MKG	Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
n	Anzahl
o. J.	ohne Jahr
o. S.	ohne Seite
OK	Oberkiefer
OPTG	Orthopantomogramm
PRP	Plättchenreiches Blutplasma
S.	Seite
SD	Standardabweichung
Sp. Nasalis inf.	Spina nasalis inferior
ST	autologe Kieferkammaugmentation in Schalentchnik
TNF- $\alpha$	Tumornekrosefaktor $\alpha$
Tuber Max.	Tuber maxillae
TVA	Transversale Kieferkammaugmentation
UK	Unterkiefer
VA	Vertikale Kieferkammaugmentation

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-2: Darstellung der möglichen Vorgänge bei Titan-Unverträglichkeit.....	7
Abbildung 1-2: Übersicht postgradualer Masterstudiengänge Implantologie.....	23
Abbildung 4-1: Angaben zur Art der implantologischen Tätigkeit .....	30
Abbildung 4-2: Art und Umfang der implantologischen Tätigkeit .....	34
Abbildung 4-3: Geschlechterverteilung nach implantologischer Tätigkeit.....	35
Abbildung 4-4: Einwohnerzahl am Praxisstandort und implantologische Tätigkeit .....	38
Abbildung 4-5: Gesamtzahl der selbst inserierten Implantate.....	43
Abbildung 4-6: Entwicklung der mittleren Insertionszahlen.....	44
Abbildung 4-7: Anzahl der in den Praxen verwendeten Implantatsysteme.....	48
Abbildung 4-8: Prozentuale Verteilung der Implantatsysteme in den Zahnarztpraxen .....	49
Abbildung 4-9: Anteil der rheinland-pfälzischen Praxen mit nur einem Implantatsystem .....	49
Abbildung 4-10: Übersicht über die verwendeten Implantatsysteme von 2015 - 2019 .....	51
Abbildung 4-11: Verteilung bildgebender Verfahren zur Implantatdiagnostik .....	54
Abbildung 4-12: Histogramm über den Einsatz von DVT und CT in der Praxis.....	55
Abbildung 4-13: Verteilung angewandter Augmentationsmaßnahmen.....	59
Abbildung 4-14: Verteilung Spenderregionen für Augmentationen mit autologem Knochen .	60
Abbildung 4-15: Anteil verwendeter Knochenersatzmaterialien und Membrane .....	61
Abbildung 4-16: Anteil der Befestigungsarten der Suprakonstruktionen im Überblick.....	65
Abbildung 4-17: Gegenüberstellung Versorgungskonzepte des zahnlosen Kiefers .....	70
Abbildung 4-18: Übersicht Implantatnachsorgeintervalle.....	73
Abbildung 4-19: Komplikationsraten in Bezug zur Gesamtinsertionszahl.....	74
Abbildung 4-20: Anteil der Behandlungsstrategien bei der Periimplantitistherapie.....	75

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 4-1: Übersicht persönliche und berufliche Angaben nach Gruppe .....	33
Tabelle 4-2: Überweisungsverhalten nach Gruppenzugehörigkeit.....	41
Tabelle 4-3: Übersicht Explantationen von 2015 bis 2019 .....	45
Tabelle 4-4: Angewandte Behandlungskonzepte zur Versorgung des zahnlosen Oberkiefers ....	66
Tabelle 4-5: Angewandte Behandlungskonzepte zur Versorgung des zahnlosen Unterkiefers ...	68

# 1 Einleitung

## 1.1 Thematische Einführung

Den heute tätigen Zahnärzten steht ein großes Spektrum an Therapieoptionen bei den differentialtherapeutischen Überlegungen im Rahmen der oralen Rehabilitation zur Verfügung. Eine besondere Rolle spielt dabei die Implantologie, die eine immer bedeutendere Rolle in den zahnärztlichen Praxen und Behandlungskonzepten spielt. Mit Hilfe von Implantaten lassen sich zahnbegrenzte Einzelzahnlücken ohne Präparation der Nachbarzähne versorgen, festsitzende Versorgungen im Bereich von Freiendsituationen zum Beispiel mit Verbundbrücken oder rein implantatgetragenen Suprakonstruktionen realisieren, ästhetisch anspruchsvolle herausnehmbare Brücken mit graziler Basisgestaltung rein auf Implantaten oder im Sinne einer Pfeilervermehrung mit natürlichen Pfeilerzähnen kombiniert eingliedern, sowie herausnehmbarem Zahnersatz bei komplett zahnlosen Kiefern einen besseren Halt verleihen (Konsensuskonferenz Implantologie 2014).

Die Ergebnisse der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie zeigen die eindrucksvollen Entwicklungen, die auf die Präventionsarbeit in der zahnmedizinischen Versorgung zurückzuführen sind. Das gestiegene Bewusstsein der Bevölkerung in Verbindung mit den Möglichkeiten der Individual- und Gruppenprophylaxe haben dazu geführt, dass immer mehr Menschen bis ins hohe Alter noch eine große Anzahl eigener Zähne im Mund haben und damit oft noch eine Versorgung mit feststehendem Zahnersatz möglich ist (BZÄK und KZBV 2016). Entsprechend ist die Zahl der Patienten, die von einer implantologischen Behandlung profitieren können, gestiegen. Schätzungen zufolge hat sich die Zahl der jährlichen Implantationen allein in Deutschland in den vergangenen 20 Jahren von circa 380.000 auf über 1,3 Millionen erhöht, mit stetig wachsender Tendenz (DGI 2018). Die Gründe hierfür sind neben dem Patientenwunsch nach höherer Lebensqualität auch in dem zunehmend breiter werdenden Indikationsspektrum aufgrund des Wegfalls unterschiedlichster früherer absoluter Kontraindikationen zu sehen (Anner et al. 2010).

Durch die steigende Patientennachfrage bedingt wächst auch die Zahl der Zahnärzte, die implantologische Dienstleistungen in ihren Praxen anbieten. Über diese Gruppe der implantologisch-tätigen, niedergelassenen Kollegen ist hinsichtlich ihres Ausbildungs- und Kenntnisstands auf dem Gebiet der Implantologie sowie ihrer präferierten Behandlungsmethoden jedoch nur wenig bekannt. Dies liegt daran, dass zum einen keine zentrale Erfassung der implantologischen Qualifikationen stattfindet und zum anderen, dass

der Großteil der wissenschaftlichen Publikationen zu implantologischen Fragestellungen aus den Universitätszahnkliniken stammt. Entsprechend zeigt der Blick in die Literatur, dass bislang nur wenig bekannt ist über die gängigsten implantologischen Behandlungsmethoden in den freien zahnärztlichen Praxen niedergelassener Zahnärzte in Deutschland (Kreisler et al. 2005; Glücker et al. 2020).

Das Ziel dieser schriftlichen Briefumfrage war es daher, alle in Rheinland-Pfalz niedergelassenen Zahnärzte, Oralchirurgen und Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zu ihrer implantologischen Tätigkeit zu befragen. Dabei sollte möglichst das gesamte Spektrum der Implantologie abgedeckt werden, angefangen von der implantologischen Erfahrung, Qualifikation und Ausbildung der Befragten, über die Zahl der inserierten und entfernten Implantate, die verwendeten Implantatsysteme und das Vorgehen bei der Implantatdiagnostik, bis hin zum konkreten chirurgischen Vorgehen mit der genauen Angabe der eingesetzten Materialien, dem Implantations- und Belastungszeitpunkt, der prothetischen Versorgung und der Implantatnachsorge.

Von besonderem Interesse war hierbei die Entwicklung in den letzten 15 Jahren. Dies sollte anhand des Vergleiches mit der in domo durchgeführten Umfrage aus dem Jahr 2004 erfolgen.

## 1.2 Die zahnärztliche Implantologie

### 1.2.1 Indikationsgebiete für enorale Implantate

Absolute Indikationen für die Insertion von dentalen Implantaten existieren bis heute nicht, da die konventionelle Prothetik in der Lage ist, sämtliche Arten des Zahnverlustes zu ersetzen. Relative Indikationen für die Implantatversorgung bestehen im Ersatz fehlender Zähne, um ein Beschleifen kariesfreier Nachbarzähne zu vermeiden oder um lokale Knochenabbauvorgänge aufzuhalten. Die bis heute gültige Indikationsbeschreibung für die Regelfallversorgung in der Implantologie entstand im Rahmen der Konsensuskonferenz Implantologie am 07.10.2014 und wird als gültiger Standard angesehen.

Es wird zwischen drei Indikationsklassen unterschieden, die jeweils in zwei Untergruppierungen unterteilt sind (Konsensuskonferenz Implantologie 2014):

- Klasse I: Einzelzahnersatz
- Klasse II: Reduzierter Restzahnbestand
- Klasse III: Zahnloser Kiefer

Zur Begründung der empfohlenen Anzahl der Implantate wurde ausgeführt:

„Die optimale Therapie des Zahnverlustes ist grundsätzlich der Ersatz jedes einzelnen Zahnes durch ein Implantat. Aus anatomischen Gründen ist der Zahn 8 eines Quadranten in der Regel nicht zu ersetzen. Die Notwendigkeit des Ersatzes des 7. Zahnes ist individuell kritisch zu würdigen.

Die optimale Therapie kann aus verschiedensten Gründen (insbesondere anatomischen, aber auch wirtschaftlichen) nicht immer durchgeführt werden. Um dem behandelnden Zahnarzt für den Normalfall eine Planungshilfe zu geben, werden die nachfolgenden Empfehlungen für Regelfallversorgungen für die privat Zahnärztliche Behandlung aufgestellt. (...)

Die Konsensuskonferenz beschreibt die Indikationsklassen i. S. eines „Goldstandards“. Sie haben sich seit mehr als zwei Jahrzehnten bewährt. Abweichungen von diesem Standard in den Implantatzahlen sind nicht per se falsch. Es gibt eine Vielzahl von Gründen, aus denen sich ein Patient eine höherwertigere implantat-getragene Versorgung nicht leisten will oder umgekehrt eine Pfeilervermehrung gegenüber der Standardzahl medizinisch notwendig ist.“ (Konsensuskonferenz Implantologie 2014)

## 1.2.2 Implantologische Diagnostik und Planung

Die implantologische Diagnostik und Planung im Vorfeld sind unerlässlich, um den langfristigen Behandlungserfolg der Implantattherapie zu sichern. Wesentliche Aspekte der implantologischen Diagnostik sind in der Anamnese, der klinischen Befunderhebung, dem Einsatz bildgebender Verfahren und der Erstellung eines prothetischen Konzepts zu sehen, auf welche im Folgenden genauer eingegangen wird.

### 1.2.2.1 Anamnese

Die Anamnese klärt Fragen zu implantologisch relevanten allgemeinmedizinischen Vorerkrankungen, die möglicherweise Einfluss auf die Implantattherapie haben können. Außerdem werden im Rahmen der Anamnese die allgemeine zahnärztliche Behandlungstauglichkeit, die zahnmedizinische Vorgeschichte, die soziale und Familienanamnese (z. B. finanzielle Mittel, genetische Veranlagung für Zahnverlust), Gewohnheiten (z. B. Rauchen und Parafunktionen), sowie die Motivation, Erwartungshaltung und Patientenkooperation thematisiert (Gutwald et al. 2019).

Die Risikofaktoren für die Implantattherapie lassen sich in absolute und relative Kontraindikationen einteilen. Absolute Kontraindikationen für die Implantatinserterion sind Myokardinfarkt, Schlaganfall oder Herzklappenoperationen vor weniger als sechs Monaten, andauernde Chemotherapie, Allergien auf Implantatmaterialien, nicht abgeschlossenes Wachstum des Ober- und Unterkiefers, sowie Erkrankungen und/oder Therapieformen, welche eine Einheilung und den Verbleib des Implantats in der Mundhöhle gefährden, wie die intravenöse Bisphosphonattherapie, eine hochdosierte Immunsuppressive-Therapie und Zustand nach Radatio im Kopf- oder Nackenbereich (Hwang und Wang 2006; Mombelli und Cionca 2006; Bornstein et al. 2009).

Relative Kontraindikationen bestehen beim Vorliegen eines schlechten allgemeinen Gesundheitszustands, mit unzureichender Mundhygiene, beim Vorhandensein von lokalen Wurzelresten, in der Schwangerschaft, bei immungeschwächten Patienten, bei Vorliegen von schwerem Bruxismus und bei Tabak-, Drogen- oder Alkoholmissbrauch (Hwang und Wang 2007). Weitere Risikofaktoren bei der Implantattherapie sind der unbehandelte Diabetes mellitus, unbehandelte Blutungsstörungen, die orale Bisphosphonattherapie, die unkontrollierte Parodontitis und das Rauchen (Heitz-Mayfield und Huynh-Ba 2009).

### 1.2.2.2 *Klinische Untersuchung*

Im Rahmen der klinischen Untersuchung werden die extra- und intraoralen Hart- und Weichgewebe im Hinblick auf die geplante Therapie gründlich bewertet. Extraoral werden Schwellungen, Läsionen und Asymmetrien sowie das Kiefergelenk begutachtet. Die intraorale Untersuchung dient der Erhebung von Mundhygienestatus und Zahnstatus, der Beurteilung der Parodontien und der Mundschleimhaut sowie dem Ausschluss von Funktionsstörungen. Die Beurteilung der Restbezahnung erfolgt hinsichtlich der Aspekte Karies, Vitalität, Zahnfehlstellungen, Frakturen, Attrition, Abrasion, Taschentiefen, Zahnlockerung, Blutung nach Sondieren und Furkationsbefall. Zudem werden die Okklusion und Funktion in den Blick genommen in Bezug auf die Kieferrelation, die okklusale vertikale Dimension, die Exkursionskontakte sowie auf Anzeichen von Kiefergelenksdysfunktionen (Gutwald et al. 2019).

Insbesondere dient die intraorale Untersuchung der Begutachtung des vorhandenen Knochenangebots im Implantationsgebiet zur Einschätzung weiterer möglicherweise notwendiger Maßnahmen zur Verbesserung des Hart- und Weichgewebslagers. Lokalisationsspezifisch sind der interdentale Abstand des Knochens, die bukkolinguale Knochenbreite, die minimale vertikale Mundöffnung, der minimale interokklusale Abstand und die Weichgewebsverhältnisse im zahnlosen Bereich relevant (Hausamen 2012; Rathee und Bhorja 2015).

Klinisch kann die Festlegung des Implantatdurchmessers (transversale Relation) mittels Schleimhautdickenmessung unter Verwendung von Ultraschall, spezieller Messlehren oder Sonden mit Gummistopp und Übertragung auf ein entsprechend präpariertes Sägeschnittmodell realisiert werden (Ott et al. 2003).

### 1.2.2.3 *Bildgebende Verfahren*

Die röntgenologische Diagnostik umfasst sowohl die herkömmlichen bildgebenden Methoden wie Orthopantomogramm (OPTG), Aufbissaufnahmen, Fernröntgenseitaufnahmen und Zahnfilmen als auch die gesamte dreidimensionale Bildgebung mit Computertomographie (CT) und digitaler Volumetomographie (DVT). Das OPTG dient im Rahmen der präimplantologischen Diagnostik als grundlegende Übersichtsaufnahme zur Beurteilung des verfügbaren vertikalen Knochenangebotes und als Orientierungshilfe bei der Beurteilung anatomisch relevanter Strukturen im Operationsgebiet. Um Verzerrungsfehler zu vermeiden, können radioopake Messbehelfe in Form von Kugeln oder Zylinder für die Dauer der Aufnahme im geplanten Implantationsgebiet platziert werden (Lutz und Neukam 2012).

Der Einsatz dreidimensionaler Bildgebung erlaubt eine umfassende virtuelle computergestützte Diagnostik und Planung im Vorfeld, mit Festlegung von Anzahl, Länge und genauer Position der Implantate. Bislang scheint die dreidimensionale Bildgebung den herkömmlichen Verfahren vor allem bei komplexen Fällen überlegen zu sein, da sie eine räumliche Zuordnung der Befunde ohne Dimensionsverlust ermöglicht (DGI 2011). Eine generelle Empfehlung zum Einsatz dreidimensionaler Bildgebung existiert derzeit aber nicht (Horner und Shelley 2016).

Gemäß der aktuell in Überarbeitung befindlichen S2-k-Leitlinie „Indikationen zur implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützten Implantologie“ sind mögliche Indikationen für die präoperative dreidimensionale Bildgebung bei deutlichen Abweichungen in der sagittalen, transversalen oder vertikalen Ebene zu sehen, bei zweifelhaftem Augmentationserfolg, unsicherer Darstellung anatomisch relevanter Nachbarstrukturen, zur Abklärung von möglichen Pathologien, welche in der zweidimensionalen Röntgendiagnostik aufgefallen sind, zur Abklärung von Vorerkrankungen der Kieferhöhle mit möglichem Einfluss auf die Implantatversorgung im Oberkieferseitenzahnbereich und spezielle Therapiekonzepte (z. B. Sofortversorgung, navigationsgestützte Implantologie oder komplexe interdisziplinäre Therapiekonzepte) (DGI 2011).

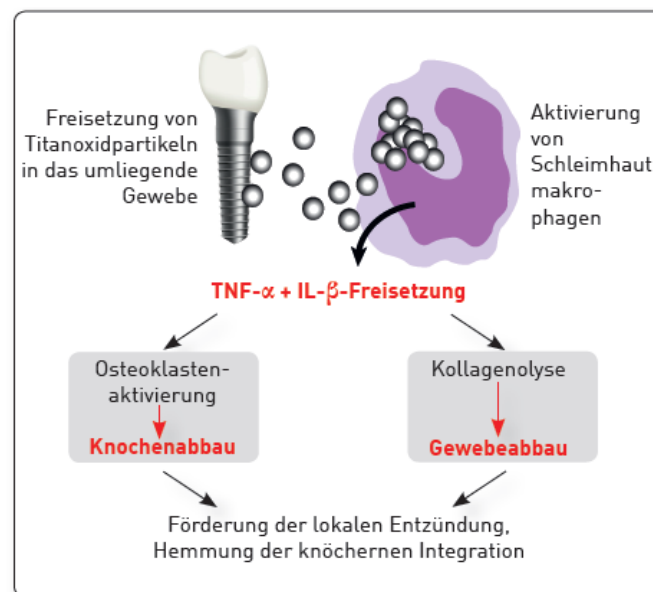
Grundsätzlich soll bei den Überlegungen zur präoperativen Röntgendiagnostik das Strahlenschutz-Prinzip ALARA („As Low As Reasonably Achievable“) berücksichtigt und das Verfahren mit der geringsten Strahlenbelastung gewählt werden. Bei der Entscheidung zur DVT sollte daher immer das kleinstmögliche „Field-of-View“ mit einer passenden Ortsauflösung eingestellt sein. Aus Strahlenschutzgründen sollte bei der computergestützten Implantatplanung mit 3D-Röntgendiagnostik in der Regel der DVT den Vorzug gegeben werden (Lutz und Neukam 2012).

Mit Hilfe der dreidimensionalen computergestützten Diagnostik und Planung mittels spezieller Software-Programme lässt sich digital bereits die bestmögliche prothetische Position ausfindig machen. Dieses Vorgehen, bei dem sich die Implantatposition nach der geplanten prothetischen Versorgung richtet und nicht umgekehrt, wird als „Backward Planning“ bezeichnet (Sader et al. 2013).

#### *1.2.2.4 Diagnostik der Titanunverträglichkeit*

Die allermeisten Zahnimplantate bestehen aus Titan. Dieses Material weist im Vergleich zu anderen Metallen eine sehr geringe allergene Potenz auf. Im deutschsprachigen Raum hat

sich daher die Bezeichnung Titan-Unverträglichkeit durchgesetzt. In der Literatur finden sich jedoch vereinzelt Falldarstellungen und retrospektive Studien von Patienten mit allergischen Reaktionen auf inserierte Titanimplantate, welche mit Rötung, Schwellung und juckenden Gesichtsekzemen einhergingen (Egusa et al. 2008; Sicilia et al. 2008; Hosoki et al. 2016; Hosoki et al. 2018). Als mögliche Ursache einer individuellen Überempfindlichkeit gegenüber Titan wird eine überschießende proinflammatorische Reaktivität der umliegenden Gewebsmakrophagen auf freiwerdende Titanoxidpartikel in der Umgebung von Implantaten angesehen (Abbildung 1-1) (Comino-Garayoa et al. 2020).



**Abbildung 1-1: Darstellung der möglichen Vorgänge bei Titan-Unverträglichkeit (IMD Labor Berlin 2021), (S. 1).** Die Freisetzung von Titanoxidpartikeln in das umliegende Gewebe führt zur Schleimhautmakrophagen-vermittelten Freisetzung von TNF- $\alpha$  und IL- $\beta$ . In der Folge kommt es zur Kollagenolyse und Osteoklastenaktivierung mit Abbau von Knochen und Gewebe. Das Ergebnis ist eine lokale Entzündungsreaktion mit gehemmter knöcherner Integration des Implantats.

Die Intensität der dadurch ausgelösten Zytokinfreisetzung von TNF- $\alpha$  und Interleukin-1 $\beta$  als Maß für die Immunantwort ist höchst individuell und letztendlich ausschlaggebend für weitere lokale Entzündungsprozesse. In einigen Studien wurden signifikante Zusammenhänge zwischen Zytokin-Polymorphismen und dem Auftreten von Periimplantitis oder Implantatverlust festgestellt (Montes et al. 2009; Jacobi-Gresser et al. 2013).

Um derartige Risiken im Vorfeld abzuklären, können ein Titan-Stimulationstest zur Feststellung einer erhöhten Freisetzung proinflammatorischer Zytokine auf Titanoxidpartikel und eine genetische Analyse zur Bestimmung des genetischen Entzündungsgrads dienen. Der Lymphozytentransformationstest zum Nachweis einer Titan-Allergie sollte aufgrund der

Seltenheit von „echten“ Titan-Allergien in Form von Typ-IV-Sensibilisierungen hingegen nur in Ausnahmefällen und nach sorgfältigem Screening verordnet werden (Comino-Garayoa et al. 2020; IMD Labor Berlin 2021).

Auffällige Testergebnisse bei der Titan-Unverträglichkeitstestung stellen *per se* noch keine absolute Kontraindikation für Titanimplantate dar, jedoch muss in solchen Fällen neben der Patientenaufklärung auch eine Abwägung über den Einsatz von Alternativen wie Keramikimplantate getroffen werden. Eine aktuelle Literaturübersicht kommt zum Schluss, dass Titan-Unverträglichkeit selten sind und daher keine generelle Empfehlung zur Durchführung von Routine-Tests als fester Bestandteil der präimplantologischen Diagnostik und Planung abgegeben werden kann. Davon abweichend kann sie bei Patienten mit bekanntermaßen erhöhter allgemeiner Entzündungsneigung durchaus sinnvoll sein (Comino-Garayoa et al. 2020).

#### 1.2.2.5 Erstellung eines prothetischen Konzepts

Die Erstellung des prothetischen Konzepts unter Einbeziehung der zuvor beschriebenen Parameter stellt den Abschluss der präimplantologischen Planung dar. In Kapitel 1.2.4 wird näher auf die implantat-prothetischen Konzepte zur Versorgung zahnloser Ober- und Unterkiefer eingegangen.

### 1.2.3 Chirurgisches Vorgehen

#### 1.2.3.1 Implantatinsertion

Generell erfolgt die Implantatinsertion unter Einhaltung der gleichen Hygiene-Kautelen wie bei anderen oralchirurgischen Eingriffen. Entsprechend ist der Operationsbereich mit sterilem Instrumentarium vorzubereiten und der Operateur und die Assistenz sind mit OP-Kleidung und sterilen Handschuhen zu bekleiden. Zur Förderung der postoperativen Wundheilung soll die Implantatoperation selbst möglichst atraumatisch und minimalinvasiv erfolgen, unter Vermeidung von Gewebsverletzungen (Gutwald et al. 2019).

Der implantat-chirurgische Eingriff beginnt mit der Lokalanästhesie im betreffenden Operationsgebiet. Es schließen die Inzision und Lappenhebung an, um den Implantatsitus zugänglich zu machen. Der Mukoperiostlappen wird mit einem Raspatorium vom Knochen abpräpariert und die Anatomie des Implantatbetts nochmal inspiziert. Im Bereich der geplanten Implantationsstelle wird der Kieferkamm mit einem großen Rosenbohrer konturiert, um eine ausreichend breite Knochenfläche für die Implantatinsertion zu erhalten (Budenhofer und Eichinger 2017; Institut Straumann AG 2016).

Im nächsten Schritt wird die Implantatposition geprüft und mit einem dünnen Rosenbohrer durch Ankörnen der Kortikalis markiert. Es folgt die erste Pilotbohrung auf eine Tiefe von mehreren Millimetern, um die Implantatachse vorzugeben. Die Implantatachse wird nun unter Verwendung von Hersteller-spezifischen Tiefenlehren mit Distanzindikatoren geprüft, bevor die Pilotbohrung bis auf die endgültige Präparationstiefe fortgeführt wird. Es schließt sich eine erneute Überprüfung von Implantatachse und Präparationstiefe mittels Ausrichtungsstift an, bevor das Implantatbett auf einen höheren Durchmesser erweitert wird. Nach einer weiteren Positionskorrektur erfolgt die endgültige Aufbereitung mittels Spiralbohrer. Je nach gewähltem Implantatdurchmesser kann ein weiterer Aufbereitungsschritt mit einem dickeren Spiralbohrer notwendig sein, bevor die Feinpräparation des Implantatbetts vorgenommen wird (Munack und Becker 2014; Institut Straumann AG 2016).

Die Feinpräparation des Implantatbetts beinhaltet die Profilbohrung und das Gewindeschneiden, wobei die Instrumentierung vom gewählten Implantattyp, vom Implantatdurchmesser und von der Knochendichte (Klasse 1 – 4) abhängig ist (Juodzbalyis und Kubilius 2013). Anschließend kann das Implantat entweder mit dem Winkelstück unter Beachtung der Umdrehungszahl der Herstellerangaben oder mit einer Ratsche und Drehmomentaufsatz bis zum Eindrehmoment von 2N inseriert werden (Institut Straumann AG 2016).

Die Implantatinnenverbindung wird nun gesäubert und die Einheilkappe mit einem Schraubendreher handfest angezogen. Bei der transmukosalen (ungedeckten) Einheilung erfolgt die Weichgewebeadaptation über spannungsfreie Einzelknopfnähte. Im Falle einer gedeckten Einheilung werden die Verschlusskappen eingebracht und der Lappen anschließend wieder komplett vernäht. Die gedeckte Einheilung erfordert daher einen zweiten Eingriff zur operativen Freilegung des Implantats und Einbringen des Gingivaformers (Moustafa Ali et al. 2018). Zum Schluss wird eine postoperative Röntgenaufnahme zur Kontrolle und Dokumentation der postoperativen Ausgangssituation angefertigt (Guptra et al. 2015; Di Murro et al. 2020).

#### *1.2.3.2 Chirurgische Maßnahmen zur Verbesserung des Implantatlagers*

Die chirurgischen Maßnahmen zur Verbesserungen des Implantatlagers mit Augmentation, Einbringung von Knochenersatzmaterial und Membranen dienen dazu, die Defekte des Alveolarknochens beziehungsweise das unzureichende Knochenangebot in denjenigen Regionen auszugleichen, um eine optimale prothetische Position für das Implantat zu gewährleisten. Die im Einzelfall eingesetzten Verfahren und Materialien richten sich nach der

jeweiligen Defektklasse, wobei die Komplexität, der Aufwand und die Gefahr und Häufigkeit der möglichen Komplikationen mit zunehmender Defektausdehnung zunehmen (DGI und DGZMK 2020).

#### 1.2.3.2.1 Knochenersatzmaterialien (KEM) und Membranen

Knochenersatzmaterialien werden nach ihrer Herkunft in autologe, homologe, heterologe und alloplastische Materialien unterteilt. Der biologische Goldstandard stellt dabei wegen seinem außerordentlich hohen regenerativen Potential und der geringen Gefahr von immunologischen Komplikationen der Eigenknochen dar. Als Spenderregionen kommen dabei – je nach Defektgröße – unterschiedliche intra- und extraorale Spenderregionen wie die Kinnregion, Linea obliqua externa oder der Beckenkamm in Betracht (DGI und DGZMK 2020).

Bei homologen (allogenen) KEM handelt es sich um demineralisierte gefriergetrocknete oder mineralisierte prozessierte und entzellularisierte Knochen von menschlichen Spendern. Die in Deutschland zugelassenen Transplantate unterliegen strengen Aufbereitungsregularien, um sicherzustellen, dass immunogene und potentiell infektiöse Bestandteile abgetötet wurden. Allogene Knochenblöcke können mittels modernster CAD/CAM-Technologien bereits vorab nach der Defektregion geformt und konturiert werden (Nkenke und Neukam 2014). Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Produkten ist die Datenlage zu einzelnen Präparaten jedoch sehr gering.

Heterogene (xenogene) KEM stammen von anderen Spezies ab und unterliegen ebenfalls strengen Regularien hinsichtlich der Aufbereitung, um eine potentielle Übertragung von infektiösem Material auszuschließen. Für die Augmentation ist vor allem das Material mit boviner Herkunft gut dokumentiert (Majzoub et al. 2019). Ein besonderer Vorteil gegenüber auto- und allogenen KEM ist die besonders hohe Dimensionsstabilität, da es kaum zu Resorptionen kommt (Naenni et al. 2019).

Die alloplastischen KEM werden synthetisch hergestellt und sind damit mengenmäßig unbegrenzt verfügbar und hinsichtlich der Übertragung von Krankheiten unbedenklich. Inzwischen stehen eine Vielzahl unterschiedlicher Substanzen wie Hydroxylapatite, Biogläser und Trikalziumphosphatkeramiken als Granulat oder Blöcke in resorbierbarer oder nicht-resorbierbarer Zusammensetzung zur Verfügung (Elgali et al. 2017). Es ist noch nicht abschließend geklärt, inwieweit die alloplastischen KEM den xenogenen KEM gleichzusetzen sind.

Membranen stellen die Grundlage der gesteuerten Knochenregeneration dar, indem sie während des Knochenwachstums das Eindringen von Weichgewebe in die Knochendefekte

verhindern. Zur Verfügung stehen sowohl resorbierbare Membranen aus Kollagen oder synthetischen Polymeren als auch nicht-resorbierbare Membranen aus (expandiertem) Polytetrafluoroethylen mit oder ohne Titanverstärkung. Nicht-resorbierbare Membranen weisen zwar im Vergleich zu resorbierbaren Membranen eine höhere Stabilität auf, erfordern allerdings einen zweiten chirurgischen Eingriff zur Membrantfernung und sind außerdem weniger biokompatibel (Elgali et al. 2017).

#### 1.2.3.2.2 Augmentationsverfahren

Die Implantatüberlebensraten in gut eingehheilten augmentierten Knochen sind denjenigen von nativem Knochen gleichzusetzen. Nachdem die Augmentation jedoch oftmals als zusätzlicher chirurgischer Eingriff durchgeführt werden muss und spezifische Risiken birgt, ist eine Risiko-Nutzen-Abwägung unerlässlich (DGI und DGZMK 2020).

Im Oberkieferseitenzahnbereich lässt sich das Knochenangebot mittels interner oder externer Sinusbodenelevation verbessern. Die Entscheidung über den Zugang, der Art des KEM und dem ein- oder zweizeitigen Vorgehen ist abhängig von der vorhandenen Restknochenhöhe (Stumbras et al. 2019).

Die transversale und vertikale Augmentation eignen sich für Defekte im Oberkiefer und Unterkiefer. Kleinere Defekte können mit Granulat und einer Membran augmentiert werden, während sich intraoral entnommene Knochenblöcke für Augmentationen bis zu fünf Millimeter anbieten. Für größere Knochenblöcke muss entweder auf Beckenkammtransplantate zurückgegriffen werden oder allogene, xenogene oder alloplastische Blöcke eingebracht werden (Tröltzsch et al. 2017). Insgesamt scheinen die autogenen Knochenblöcke jedoch den allo- und xenogenen Blöcken hinsichtlich der Osseointegration, Resorption und Komplikationsraten deutlich überlegen zu sein (Tröltzsch et al. 2016).

Die Augmentation von komplexen Knochendefekten in allen drei Dimensionen kann auch mit Hilfe der Schalentchnik erfolgen. Dabei werden erst intraoperativ intraorale Knochenblöcke aus der Linea obliqua entnommen und geteilt, um die Konturen des Alveolarfortsatzes damit zu rekonstruieren. Im zweiten Schritt werden die entstandenen Hohlräume mit autologen Knochenspänen aufgefüllt (Khoury und Hanser 2015). Die Technik folgt dem Prinzip der gesteuerten Knochenregeneration, indem die Kortikalisblöcke als feste Barriere dienen und konnte bislang besonders im Bereich der posterioren Maxilla gute Langzeitergebnisse liefern (Khoury und Hanser 2019; Moukrioti et al. 2019).

Die Alveolarfortsatzdistraktion ist hauptsächlich für die Augmentation im lateralen Unterkieferbereich beschrieben worden, es finden sich jedoch auch einige wenige Fallberichte

von Einzellücken. Im Rahmen des Eingriffs erfolgt zunächst die Mobilisierung des krestal gelegenen Segments und anschließend die Fixation des Distraktors. Nach einer initialen Ruhephase von vier Tagen stellt der Patient dann jeden Tag die Distraktorschraube selbst, wodurch das mobile Segment jeweils um einen halben Millimeter nach krestal versetzt wird. Nach Erreichen der gewünschten Distraktionshöhe wird die Antriebsschraube mit lighthärtendem Kunststoff für eine Retentionsphase von acht bis 16 Wochen fixiert und schließlich wieder entfernt (Valentin et al. 2014). Für die Alveolarfortsatzdistraktion wurden ähnliche Ergebnisse wie für die Augmentation mit autogenen Knochenblöcken beschrieben (Hameed et al. 2019).

In Fällen mit einem sehr weit krestal gelegenen Canalis mandibulae oder starker Atrophie der krestalen Kieferabschnitte kann die Lateralisation des Nervus alveolaris inferior die einzige Möglichkeit zu einer Implantatversorgung darstellen. Dabei wird distal vom Foramen mentale die Kompakta gefenstert und der Nervverlauf dargestellt. Nach Lateralisation des Nervs erfolgt die Implantatinsertion unter Sicht am Nerv vorbei, bevor der Nerv wieder ins Knochenfenster zurückverlagert wird (Quantius 2011). Das Hauptrisiko dieser Methode ist die Irritation des Nervus alveolaris inferior. Einer systematischen Literaturübersicht und Metaanalyse zufolge trat eine temporäre Irritation für die Dauer von ein bis sechs Monaten bei 99,5 % aller Patienten auf, wohingegen dauerhafte sensorische Ausfälle lediglich bei 0,5 % der Patienten beobachtet wurden (Abayev und Juodzbaly 2015). Die Implantatüberlebensraten in diesen Fällen sind vergleichbar mit denen aus Standardimplantationen, jedoch können in seltenen Fällen Unterkieferfrakturen im Bereich des Knochenfensters bedingt durch die bukkale Schwächung des Knochens auftreten.

#### 1.2.3.2.3 Plättchenreiches Blutplasma (PRP)

Plättchen- oder thrombozytenreiches Plasma (PRP) wird durch Zentrifugation von Eigenblut des Patienten gewonnen. Nach dem Zentrifugieren und der Zugabe eines Aktivators kann aus dem separierten PRP ein thrombinreiches Gel gewonnen werden, welches als Stimulus für die Geweberegeneration genutzt wird. Durch die Nutzung der regulatorischen Eigenschaften von Thrombozyten-Bestandteilen im Rahmen von Entzündungen kann die Wundheilung beschleunigt und verbessert werden. Aktuelle Literaturübersichten und Metaanalysen zum PRP-Verfahren basieren auf nur wenigen hochwertigen Studien und konnten bislang keine signifikanten Unterschiede im postoperativen Heilungsverlauf oder hinsichtlich der Implantatverlust- und Komplikationsraten nach Augmentationen feststellen (Abdalla et al. 2018; Stähli et al. 2018).

### 1.2.3.3 Computergestützte Navigation

Die virtuelle Planung der idealen Implantatposition im Rahmen der dreidimensionalen Röntgendiagnostik liefert die Basis für die navigierte Implantation und Übertragung der Planungsdaten auf den Patienten. Hierbei wird zwischen einer statischen und einer dynamischen Navigation unterschieden, wobei beide Verfahren als gleichwertig bezüglich ihrer Präzision zu bewerten sind (Ruppin et al. 2008).

#### *Statische Navigation*

Der dreidimensionale Datensatz wird zur Herstellung einer Bohrschablone verwendet, die in der Regel durch Stereolithographie hergestellt wird. Intraoperativ werden die Bohrschablonen von der Restbeziehung, der Mukosa oder dem Alveolarknochen getragen, wobei Ersteres die genaueste Übertragungsvariante darstellt. In die Bohrschablone sind Führungshülsen eingearbeitet, mit denen die exakte Position und Neigung des Implantats vorgegeben werden. Beim „partially guided“-Konzept erfolgt lediglich die Vorbohrung per Schablone, während „fully-guided“-Konzepte mit Hülsen-in-Hülsen Systemen und speziell kodierten Aufsätzen arbeiten für die gesamte Implantatinsertion. Dadurch wird eine genaue Übertragung der digital geplanten Implantatposition hinsichtlich Position, Angulation und Tiefe auf die klinische Situation ermöglicht (DGI 2011).

Obwohl wesentlich genauer als ungeführte Implantatinsertionen, sind auch bei der Implantation mit Bohrschablonen noch Abweichungen möglich. Einer aktuellen Meta-Analyse zufolge betragen die mittleren Abweichungen von der geplanten Implantatposition krestal 1,2 Millimeter und apikal 1,4 Millimeter, sodass bereits bei der Implantatplanung eine Sicherheitsmarge von zwei Millimetern zu benachbarten Strukturen mit einkalkuliert werden sollte (Tahmaseb et al. 2018). Als vorteilhaft ist auch das transgingivale Vorgehen anzusehen, bei der postoperativ weniger Schmerzen auftreten (Fortin et al. 2006).

#### *Dynamische Navigation*

Für dieses Verfahren muss der Patient bereits bei der dreidimensionalen Bildgebung eine Schiene mit Referenzmarkern tragen. Die Referenzmarker dienen bei der Implantatinsertion als Lageerkennung und ermöglichen so die Echtzeitverfolgung der Operationsinstrumente auf einem Monitor (DGI 2011). Vorteile dieser Methode gegenüber der statischen Navigation sind in der jederzeit noch möglichen, intraoperativen Anpassung der Implantatposition und der größeren Freiheit/Übersicht ohne Bohrschablone zu sehen. Außerdem wird auf diese Weise die Gefahr einer fehlerhaften Positionierung der Bohrschablone bei unzureichendem Sitz, wie sie insbesondere bei zahnlosen Kiefern vorkommt, vorgebeugt. Als Nachteile sind die

erhöhten Kosten für benötigte Geräte zu nennen sowie Fehlerquellen, die dem Operateur vorab bekannt sein müssen (Düchting et al. 2019).

#### *1.2.3.4 Perioperative Medikation und Anästhesie*

Die perioperative Medikation bei einem implantat-chirurgischen Eingriff setzt sich aus patientenspezifischen Kombinationen aus antiseptischen Spülungen, Lokalanästhesie, Antibiotika, Antiphlogistika und Sedativa zusammen und dient in erster Linie der Reduktion von postoperativen Komplikationen und Schmerzen. An dieser Stelle wird lediglich auf die Anästhesieform, perioperative Antibiotika und Glukokortikoidgabe eingegangen.

##### *Antibiotikagabe*

Der Nutzen einer antibiotischen Infektionsprophylaxe bei dentalen Implantationen ist inzwischen hinreichend untersucht. Es handelt sich in aller Regel um Eingriffe mit geringem Umfang und niedrigem Risiko einer postoperativen Infektion. In der Vergangenheit wurde die prophylaktische Antibiotikagabe als hilfreich zur Vermeidung von Fremdkörperreaktionen erachtet. Aktuelle Metaanalysen belegen jedoch, dass die Antibiotikagabe mit signifikant höheren Überlebensraten im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne medikamentöser Infektprophylaxe assoziiert war, ohne dass sich Unterschiede in den Infektraten gezeigt hatten (Kim et al. 2020). Im Falle einfacher Implantationen bei gesunden Patienten konnte kein Nutzen der Antibiotikaprophylaxe festgestellt werden, sodass hier aufgrund der Abwägung von unerwünschten Nebenwirkungen und dem Problem der Resistenz-Entwicklung von einer perioperativen Antibiotikagabe abzusehen ist (Lund et al. 2015; Park et al. 2018). Bei komplexen Fällen und bei Risikopatienten kann eine Single-Shot-Prophylaxe mit  $\beta$ -Lactam-Antibiotika oder Clindamycin bei Allergikern in Erwägung gezogen werden. Eine prolongierte Antibiotikagabe über drei bis fünf Tage kann bei Augmentationen und Verwendung von Knochenersatzmaterial zur Vermeidung einer bakteriellen Kontamination des Augmentats verordnet werden (Haussen und Al-Nawas 2016).

##### *Postoperative Schwellungsprophylaxe*

Das Ausmaß der postoperativen Schwellung hängt in erster vom Operationstrauma ab, sodass eine möglichst schonende Operationstechnik angewandt werden sollte. Mit der postoperativen Glukokortikoidgabe konnte in Studien zu Osteotomien an retinierten Weisheitszähnen eine Reduktion der Schwellung erzielt werden, in Verbindung mit einer höheren Kieferbeweglichkeit. Die Indikation zur Glukokortikoidgabe im Rahmen einer Risiko-Nutzen-Abwägung ist kritisch zu stellen, da Glukokortikoide durchaus erhebliche unerwünschte Nebenwirkungen hervorrufen können. Die Einnahme sollte daher nur bei ausgedehnten

Operationen (z. B. mit umfangreichen Augmentationen) in Erwägung gezogen werden und auf die Dauer von maximal drei Tage begrenzt sein (Haussen und Al-Nawas 2016).

#### *Anästhesieform*

Nachdem es sich bei dentalen Implantationen zumeist um kleinere chirurgische Eingriffe handelt, erfolgt die Durchführung in der Regel mit Lokalanästhesie. Die Analgosedierung dient der Reduktion der Stressbelastung und kann bei kardiovaskulären Risikopatienten sowie Angstpatienten oder bei länger andauernden Implantationen eingesetzt werden. Das Mittel der Wahl sind Präparate der Benzodiazepingruppe, die unmittelbar vor dem Eingriff oral eingenommen oder intravenös verabreicht werden. Während des gesamten Eingriffes ist eine kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter erforderlich (Paykush und Dydyk 2018). Für längere und umfangreichere Eingriffe bietet sich die Intubationsnarkose an.

### 1.2.4 Prothetisches Vorgehen und Versorgung

#### *1.2.4.1 Befestigungsarten von festsitzenden Implantatsuprakonstruktionen*

Festsitzende Implantatversorgungen können grundsätzlich in verschraubte und zementierte Suprakonstruktionen unterteilt werden. Empfehlungen für den generellen Einsatz der einen oder anderen Befestigungsart gibt es bislang nicht, vielmehr haben beide Varianten spezifische Vor- und Nachteile (Wittneben et al. 2017). Biologische Komplikationen werden eher mit zementierten Restaurationen in Verbindung gebracht, während die Komplikationen bei verschraubten Suprakonstruktionen vor allem technischer Natur sind (Gaddale et al. 2020).

#### *Zementieren*

Bei zementierten Implantatrestaurationen können die Kauflächen direkt optimal vom Zahntechniker gestaltet werden, da kein Schraubenkanal eingeplant werden muss. Entsprechend gering ist die Notwendigkeit okklusaler Korrekturen nach Verschluss des Schraubenkanals. Auch die Politur entfällt. Mit zementierten Suprakonstruktionen lassen sich außerdem Angulationen der Implantatposition (z. B. im Frontzahnbereich) besser kompensieren, die Prüfung der Stärke des Approximalkontakts lässt sich ebenfalls leichter realisieren. Als Nachteile sind die Möglichkeit von Zementüberschüssen im Sulkus zu nennen, die als möglicher Auslöser einer Periimplantitis diskutiert wurden. Je nach Konfiguration des Implantats kann das Einsetzen der Suprakonstruktion durch den Gewebedruck erschwert sein, zudem lassen sich zementierte Restaurationen erfahrungsgemäß nur schwer wieder entfernen. Bei Verwendung von individuellen Abutments zur Verbesserung des Emergenzprofils entstehen außerdem zusätzliche Kosten für den Patienten (Wittneben et al. 2014).

### *Verschrauben*

Der größte Vorteil der geschraubten Implantatversorgung ist die einfache Abnehmbarkeit im Falle von Komplikationen wie Schraubenlockerungen oder Keramikfrakturen. Zudem lässt sich das umgebende Weichgewebe durch das langsame Anziehen der Okklusalschraube schrittweise ausformen. Innenrotationsgesicherte Restaurationen sind den außenrotationsgesicherten Suprakonstruktionen hinsichtlich der Komplikationsraten überlegen, lassen sich jedoch nicht immer mit der Einschubrichtung der approximalen Kontaktpunkte in Einklang bringen. Eine Überprüfung der Approximalkontakte vor der endgültigen Befestigung der Restauration mit Drehmomentschlüssel ist nicht möglich. In Abhängigkeit von der Implantatposition kann es vorkommen, dass der Schraubenkanal nicht immer die optimale Position hat und dies sich nachteilig auf die okklusale Gestaltung der Kaufläche(n) auswirkt (Herzklotz et al. 2017).

#### *1.2.4.2 Implantat-prothetische Therapiekonzepte im zahnlosen Oberkiefer*

Aus prothetischer Sicht stellen Implantate ein Hilfsmittel zur Verankerung von feststehendem oder herausnehmbarem Zahnersatz dar. Der Übergang von Implantat zur Suprakonstruktion wird über Verbindungselemente hergestellt. Hierzu gehören Stegkonstruktionen, Kugelkopfattachments, Magnetattachments, Teleskopkronen oder Locator-Aufsätze. Empfehlungen für die implantat-prothetische Versorgung des zahnlosen Oberkiefers gibt das Update der gleichnamigen S3-Leitlinie. Generell sollen mindestens vier Implantate bei der Versorgung geplant werden, da weniger als vier Implantate mit erhöhten Fraktur- und Verlustraten einhergehen (Richter und Knapp 2010; Kern et al. 2016). Vier Implantate sollten herausnehmbar versorgt werden, während sich fünf, sechs oder mehr Implantate sowohl für die feststehende als auch herausnehmbare Versorgung eignen. Bei der Planung soll im Hinblick auf ein großes Unterstützungspolygon eine möglichst gleichmäßige Implantatverteilung angestrebt werden. Die Studienlage zum „All-on-Four“-Konzept zur feststehenden Sofortversorgung des zahnlosen Oberkiefers mit angulierten Zygoma-Implantaten ließ keine Empfehlung für diese Therapieform zu. Aufgrund der geringen Datenlage konnte auch keine Empfehlung für die Wahl des Verankerungssystems gegeben werden (DGI und DGZMK 2017). Damit obliegt die Entscheidung über die Art des Verankerungssystems den Präferenzen des Behandlers oder der Behandlerin.

#### *1.2.4.3 Implantat-prothetische Therapiekonzepte im zahnlosen Unterkiefer*

Für den zahnlosen Unterkiefer stehen grundsätzlich die gleichen Verbindungselemente wie für den zahnlosen Oberkiefer zur Verfügung. Gemäß der Konsensuskonferenz Implantologie

sind zur Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit herausnehmbarem Zahnersatz vier Implantate indiziert (Konsensuskonferenz Implantologie 2014). Im Gegensatz dazu wurden im *York Consensus Statement* der *British Society for the Study of Prosthetic Dentistry* zwei Implantate zur Verankerung von herausnehmbarem Zahnersatz als Goldstandard für die Therapie des zahnlosen Unterkiefers festgelegt (Thomason et al. 2009). Die aktuellste systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse zu der Fragestellung der implantatprothetischen Versorgungsmöglichkeiten des zahnlosen Unterkiefers kommt zum Schluss, dass zur Verankerung von herausnehmbaren Unterkiefer-Versorgungen ein bis vier Implantate notwendig sind, während festsitzende Implantatsuprakonstruktionen mit dem „All-on-Four“-Konzept bereits ab vier Implantaten möglich sind. Die Implantatüberlebensraten steigen jedoch signifikant mit der Anzahl der Implantate. Außerdem waren festsitzende Restaurationen auf vier Implantaten signifikant häufiger vom Implantatverlust betroffen als herausnehmbare Prothesen mit der gleichen Anzahl an Implantaten (Kern et al. 2016). Aus wirtschaftlichen Gründen kann in Einzelfällen auch die Rehabilitation mit einem singulären Implantat in Erwägung gezogen werden. Eine Metaanalyse basierend auf elf Studien konnte akzeptable Fünf- und Zehn-Jahres-Überlebensraten von 91,9 % und 84,6 % für diese Therapieform ermitteln (Padmanabhan et al. 2020). Analog zum zahnlosen Oberkiefer hat sich bislang kein Verbindungselement als das insgesamt geeignetste darstellen können.

#### 1.2.4.4 Provisorische Implantate

Provisorische Implantate werden auch als temporäre Implantate oder Interimsimplantate bezeichnet. Es handelt sich dabei um einteilige Mini-Implantate mit einem reduzierten Durchmesser ( $\leq 3$  mm) im Vergleich zu konventionellen Implantaten, die jedoch für die Sofortbelastung indiziert sind. Ihre primäre Indikation ist die prothetische Sofortversorgung nach Implantatinserterion, indem sie die definitiven Implantate und/oder augmentierten Kieferbereiche während der Einheilzeit vor jeglicher Belastung schützen. Auf diese Weise kann entweder eine festsitzende provisorische Sofortversorgung des Patienten ermöglicht werden, oder aber der Halt einer umgearbeiteten herausnehmbaren Prothese übergangsweise verbessert werden. Die Entfernung der provisorischen Implantate erfolgt nach der Einheilung der definitiven Implantate (Kheur 2011).

Die Insertion der provisorischen Implantate ist mit einem vergleichsweise geringen zusätzlichen Aufwand bei der Implantation verbunden und auch bei Patienten mit wenig Knochen möglich. Der verbesserte Prothesenhalt beziehungsweise die festsitzende provisorische Versorgung bieten dem Patienten einen höheren Komfort und Lebensqualität für die Verweildauer bis zur definitiven Versorgung. Als Nachteile sind die später wieder

notwendige Entfernung der temporären Implantate sowie die zusätzlichen Kosten anzusehen (Almeida et al. 2011).

### 1.2.5 Implantatnachsorge

Die Implantatnachsorge dient dem langfristigen Erhalt und der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des implantatgetragenen Zahnersatzes. Es handelt sich dabei um regelmäßige klinische und radiologische Untersuchungen, mit der Erhebung von klinischen Indizes zur Mundhygienesituation, Beurteilung der periimplantären Mukosa und Prüfung der Funktionsfähigkeit der prothetischen Suprakonstruktion. Weiterhin geben periimplantäre Sondierungstiefen und der Perkussionsschall des Implantats Aufschluss über die periimplantäre Situation. Neben der Früherkennung und Diagnostik von periimplantären Erkrankungen sollte auch die professionelle Reinigung der Implantate fester Bestandteil der Implantatnachsorge sein (Bidra et al. 2016).

Das Recallintervall wird in Abhängigkeit vom Risikoprofil des Patienten individuell festgelegt; die aktuellen amerikanischen *Clinical Practise Guidelines* empfehlen ein Intervall von maximal sechs Monaten zwischen den Untersuchungsterminen, um frühzeitig Komplikationen zu erkennen und therapieren zu können (Bidra et al. 2016). Bei Risikopatienten kann eine Verkürzung des Intervalls auf drei Monate notwendig sein, wohingegen eine großangelegte retrospektive Studie einer amerikanischen Universitätszahnklinik mit über 1000 Patienten bei gesunden Patienten ohne parodontale Risikofaktoren eine Verlängerung auf jährliche Nachsorgetermine für möglich hielt (Gay et al. 2016).

### 1.2.6 Komplikationen in der implantologischen Therapie

#### 1.2.6.1 Komplikationsarten und -häufigkeiten

Komplikationen in der implantologischen Therapie lassen sich in biologische, iatrogene und technische Komplikationen einteilen (siehe unten) (Hundeshagen 2019). Eine weitere Einteilung richtet sich nach dem Zeitpunkt des Auftretens von Komplikationen und unterscheidet daher zwischen Frühkomplikationen und Spätkomplikationen. Die Frühkomplikationen umfassen sämtliche Risiken, die mit dem operativen Eingriff einhergehen und die stabile Osseointegration des Implantats verzögern, gefährden oder gar verhindern. Hierunter fallen unter anderem Wundheilungsstörungen, Wundinfektionen, Schwellung, postoperative Schwellungen und die bindegewebige Einheilung des Implantats. Der Begriff Spätkomplikationen wird für alle Komplikationen verwendet, die nach dem sechsten

postoperativen Monat auftreten, wie die Periimplantitis oder die Überbelastung des Implantats (Manor et al. 2009; Staedt et al. 2020).

#### *Biologische Komplikationen*

Hierzu zählen Einheilungsstörungen in den ersten sechs Monaten aufgrund des Ausbleibens der Osseointegration mit nachfolgendem Implantatverlust, das Auftreten einer Periimplantitis sowie der späte Implantatmisserfolg bedingt durch Überbelastung. Die Häufigkeit früher Implantatmisserfolge vor Belastung innerhalb der ersten sechs Monate nach Insertion liegt bei 0 % bis 4 %. Die Ursachen sind vielfältig und reichen von lokalen Nekrosen infolge von Überhitzung bei der Aufbereitung des Implantatlagers, über Infektionen und Risikofaktoren wie Rauchen oder Vorerkrankungen bis hin zu einer mangelnden Primärstabilität des Implantats aufgrund eines qualitativ oder quantitativ insuffizienten Knochenangebots (Gernet et al. 2011).

Der Begriff Periimplantitis beschreibt den entzündungsbedingten periimplantären Knochenabbau infolge einer bakteriellen Infektion des umgebenden Implantatgewebes. Die Prävalenz der Periimplantitis liegt gemäß S3-Leitlinie bei 1 % bis 47 % (DGI und DGZMK 2016).

#### *Technische Komplikationen*

In den Bereich technische Komplikationen fallen die Schraubenlockerungen und Implantatfrakturen. Letztere treten mit Inzidenzen von 0,16 % bis 1,5 % sehr selten auf (Arisan et al. 2010; Sánchez-Pérez et al. 2010). Weitaus häufiger sind Lockerungen der Abutmentschrauben, die bei Einzelkronen etwa 4,6 % der Implantate betreffen (Zembic et al. 2014). Über alle Implantatversorgungsarten hinweg sind für das Auftreten von Schraubenlockerungen Fünf-Jahres-Raten von 3,1 % bis 10,8 % beschrieben worden (Pjetursson et al. 2014).

#### *Iatrogene Komplikationen*

Zu den gravierendsten iatrogenen Komplikationen zählt die Nervenläsion, die entweder temporär oder auch permanenter Natur sein kann. Als Ursachen sind die fehlerhafte Implantatpositionierung und/oder eine unpassende Schnittführung bei der Implantation anzusehen. Die Inzidenzen aktuellerer Studien liegen zwischen 0 % und 40 % für temporäre (Shavit und Juodzbalys 2014) und zwischen 0 % und 25 % für permanente Nervverletzungen (Khawaja und Renton 2009).

### 1.2.6.2 Therapie von Implantatkomplikationen

#### *Biologische Komplikationen*

Bei Implantatfrühverlusten kann nach der Implantatentfernung und dem Abheilen von möglichen Wundinfektionen reimplantiert werden (Gernet et al. 2011). In der S3-Leitlinie wird für die konservative (nichtchirurgische) Periimplantitistherapie der Einsatz alternativer Maßnahmen zum manuellen Debridement (z. B. Er:YAG-Laser) und/oder adjuvanter Maßnahmen (z. B. lokale Antibiotikagabe, CHX-Chips oder photodynamischer Therapie) empfohlen. Wird das Behandlungsziel nicht mit einer nichtchirurgischen Periimplantitistherapie erreicht, sollten fortgeschrittene Läsionen frühzeitig einer chirurgischen Therapie zugeführt werden (DGI und DGZMK 2016).

Die chirurgische Periimplantitistherapie kann entweder auf resektiven, regenerativen oder kombiniert resektiv-regenerativen Behandlungsprotokollen basieren. Lappenoperation, Knochenkonturierung und Implantoplastik bilden das mögliche Spektrum der resektiven Periimplantitistherapie im Seitenzahnbereich ab, während regenerative Protokolle inklusive Defektauffüllung (gegebenenfalls in Kombination mit einer Membran) bevorzugt in der ästhetischen Zone Anwendung finden. Bei kombinierten Behandlungsprotokollen wird meist die Implantoplastik mit einer anschließenden Augmentation kombiniert (Begić et al. 2020).

Gemäß S3-Leitlinie kann derzeit noch keine Empfehlung für ein bestimmtes chirurgisches Behandlungsprotokoll abgegeben werden, jedoch sollte in jedem Fall eine vollständige Entfernung des Granulationsgewebes angestrebt werden. In Fällen mit Implantatlockerung, komplexen Implantatdesigns, Therapieresistenz oder der Gefahr des Übergreifens der Infektion auf benachbarte anatomische Strukturen wird die Explantation als Therapie empfohlen (DGI und DGZMK 2016).

#### *Technische Komplikationen*

Die Auswirkungen einer Implantatfraktur sind massiv, da frakturierte Implantate kaum wieder funktionstüchtig gemacht werden können und die Therapie mit einer Explantation einhergeht. In ungünstigen Fällen (z. B. bei Implantatbrücke) kann dies zu einem Funktionsverlust des vorhandenen Zahnersatzes führen (Sánchez-Pérez et al. 2010). Deutlich einfacher in der Handhabung sind Schraubenlockerungen, die nach dem Austausch wiederbefestigt werden können.

#### *Iatrogene Komplikationen*

Nervläsionen erfordern eine zeitnahe Diagnostik und adäquate Therapie. Bei direkten Verletzungen des Nervus alveolaris inferior durch das Implantat mit einem Bohrer oder dem

Implantat selbst, ist eine sofortige Explantation in Kombination mit der Verordnung eines Glukokortikoidpräparates angezeigt. Bei Verdacht auf eine komplette Durchtrennung des Nervs sollte zudem eine zeitnahe Überweisung in eine Klinik erfolgen, da mit zunehmender Zeit die Rekonstruktionschancen des Nervs sinken. Kann eine direkte Nervverletzung mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, ist eine Dekompression des Nervs in Erwägung zu ziehen, indem das Implantat ein Stückweit wieder herausgedreht wird. Für Situationen, in denen direkte Nervläsionen ausgeschlossen werden konnten, wurden bislang Zeiträume zwischen zwei und sechs Monaten bis zur Überweisung für ein neurologisches Konsil empfohlen. Im Falle von Schmerzen kann eine Überweisung schneller erfolgen (Greenstein et al. 2015).

### 1.2.7 Qualifizierung und Weiterbildung auf dem Gebiet der Implantologie

Inzwischen bieten vermutlich die meisten Zahnarztpraxen in Deutschland implantologische Leistungen an, entweder selbst oder in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Oralchirurgen oder Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Nach wie vor ist die Qualität der implantologischen Versorgung nicht sichergestellt, da keine Ausbildungskontrollen bei implantologisch tätigen Zahnärzten/Innen erfolgen. In der noch bis September 2021 geltenden Approbationsordnung für Zahnmedizin aus dem Jahr 1955 spielte die Implantologie noch keine Rolle, weshalb sich diesbezüglich interessierte Kolleginnen und Kollegen ihre Kenntnisse im Rahmen von postgraduierten Fortbildungen aneignen müssen beziehungsweise können. Der Grund dafür ist, dass es in Deutschland außer der Approbation nach wie vor keine verpflichtende Grundvoraussetzung für das Inserieren von dentalen Implantaten gibt. Die Qualität der Implantatversorgung liegt damit ausschließlich in der Verantwortung des behandelnden Zahnarztes und hängt maßgeblich von dessen Ausbildung und Erfahrungsschatz ab (Beneke 2017).

Inzwischen sehen sich interessierte Kollegen mit einer immer größer werdenden und teilweise recht unübersichtlichen Vielzahl von unterschiedlichen Fort- und Weiterbildungsangeboten auf dem Gebiet der Implantologie konfrontiert. Implantathersteller bieten oft halb- bis eintägige Seminare an, in denen den Teilnehmern die Grundzüge (sogenannte „Fundamentals“) der Implantatversorgung vermittelt werden. Viele Fachgesellschaften bieten strukturierte Fortbildungen in Form von Curricula an. Dabei handelt es sich meist um sieben bis acht modular aufgebaute Veranstaltungen mit insgesamt über 100 Stunden Unterricht zum Erwerb aller notwendigen theoretischen und praktischen Kenntnisse im Bereich der zahnärztlichen Implantologie. In der Regel ist zum erfolgreichem Abschluss eines Curriculums die Teilnahme

an einer Abschlussprüfung in Form eines kollegialen Abschlussgespräches oder eine Fallvorstellung notwendig (Beneke 2017).

In einigen Bundesländern können bei den jeweiligen Landes Zahnärztekammern Fortbildungsleistungen in Form eines Kammerzertifikates Fortbildung oder eines Tätigkeitsschwerpunktes anerkannt werden und öffentlich, beispielsweise auf dem Praxisschild, angekündigt werden. Die Grundvoraussetzung für die Anerkennung von Fortbildungsleistungen im Bereich der Implantologie ist immer der Nachweis über ein erfolgreich absolviertes Curriculum, in Kombination mit einer meist dreijährigen implantologischen Tätigkeit und einer Mindestanzahl von Patientenfällen. Voraussetzung für das Ausweisen eines Tätigkeitsschwerpunktes ist die Nachhaltigkeit der implantologischen Tätigkeit, die beim Antrag über den Nachweis von Patientenfällen geschieht. Wird die implantologische Tätigkeit zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr in gleichem Maße praktiziert, erlischt auch die Berechtigung zum Ausweisen des Tätigkeitsschwerpunktes, allerdings erfolgen hierzu keine Kontrollen durch die Zahnärztekammern (LZK Rheinland-Pfalz 2021; LZKH 2021).

Strengere Regeln gelten bei der Beantragung eines Tätigkeitsschwerpunktes bei der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI), die mit rund 8,500 Mitgliedern die größte wissenschaftliche Gesellschaft Europas auf dem Gebiet der oralen Implantologie darstellt. Hier sind neben dem Nachweis eines erfolgreich abgeschlossenen Curriculum Implantologie bei einer wissenschaftlichen Gesellschaft mit 130 Unterrichtsstunden, auch eine mindestens dreijährige implantologische Tätigkeit und der Nachweis über mindestens 200 gesetzte und/oder versorgte Implantate gefordert. Im Gegensatz zum Tätigkeitsschwerpunkt der Landes Zahnärztekammern ist die Zertifizierung der DGI nur fünf Jahre gültig. Zur Re-Zertifizierung muss der Nachweis der implantologischen Tätigkeit jeweils erneut erbracht werden (DGI 2021).

Seit ungefähr 20 Jahren besteht weiterhin die Möglichkeit der Spezialisierung im Bereich der Implantologie durch die Teilnahme an berufsberufsbegleitenden Postgraduiertenstudiengängen. Derartige Studiengänge führen zu einem Master of Science (M.Sc.) als formalen akademischen Abschluss und dauern in der Regel zwei bis drei Jahre. In dieser Zeit durchlaufen die Teilnehmer Online- und Präsenzphasen, nehmen an Hospitationen und Supervisionen teil und verfassen außerdem eine Masterarbeit. Die Studiengänge sind mit Studiengebühren von 25 000 € aufwärts sehr kostenintensiv, eignen sich jedoch aufgrund der kompakten Präsenzphasen besonders für bereits niedergelassene Kollegen (zm online 2017).

Eine Übersicht derzeit angebotener Masterstudiengänge in Deutschland, Österreich und der Schweiz ist der nachfolgenden Abbildung 1-2 zu entnehmen.

Implantologie			
Implantologie und Parodontologie (M.Sc.)	Steinbeis-Hochschule Berlin/Semmelweis Universität Budapest in Kooperation mit der DGI	2 Jahre	29.600 Euro
Parodontologie und Implantologie (M.Sc.)	Danube Private University Krems	3 Jahre	23.750 Euro
Implantologie (M.Sc.)	Universität Witten/Herdecke	2 Jahre	29.900 Euro
Oral Implantology (M.Sc.)	Goethe-Universität Frankfurt am Main	2 Jahre	32.000 Euro
Implantology and Dental Surgery (M.Sc.)	International Medical College Münster	15 Monate	25.000 Euro
Orale Chirurgie/Implantologie	Danube Private University Krems	3 Jahre	23.750 Euro
Parodontologie und Implantattherapie (M.Sc.)	DIU – Dresden International University (Kooperation mit DG PARO)	2,5 Jahre	29.000 Euro

**Abbildung 1-2: Übersicht postgradualer Masterstudiengänge Implantologie mit Dauer und Studiengebühren (zm starter 2017), (o. S.).** Die Studiengänge sind im Bereich der Implantologie oder der Kombination aus Implantologie und Parodontologie angesiedelt. In Deutschland werden gleich fünf postgraduale Masterstudiengänge angeboten mit einer Dauer von 15 Monaten bis 2,5 Jahren, bei Studiengebühren von 25.000€ bis 29.000€.

Eine weitere Qualifizierungsmöglichkeit auf dem Gebiet der Implantologie stellt die Weiterbildung Oralchirurgie dar. Es handelt sich um eine fachspezifische Weiterbildung, die in Vollzeit mindestens drei Jahre dauert und ein zusätzliches allgemeinärztliches Jahr voraussetzt. Für die Dauer der Weiterbildung ist das Führen einer eigenen Zahnarztpraxis ausgeschlossen. Während der Weiterbildung werden theoretische und praktische Inhalte der zahnärztlichen Chirurgie inklusive Implantologie und augmentativer Chirurgie erlernt. Der Nachweis der praktischen Inhalte erfolgt über einen Operationskatalog, wobei gewisse Fallzahlen für bestimmte operative Eingriffe vorgegeben sind. Der erfolgreiche Abschluss der Weiterbildung berechtigt zur Führung der Fachgebietsbezeichnung „Fachzahnarzt für Oralchirurgie“ (LZKH 2013).

Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (MKG) decken sowohl das gesamte Spektrum der zahnärztlichen Chirurgie als auch die Diagnostik, Therapie und Prävention von Erkrankungen, Verletzungen, Fehlbildungen und Formveränderungen der Zähne, Mundhöhle, Kiefer und des Gesichtes. In Deutschland sieht die Weiterbildung eine Doppelapprobation mit abgeschlossenem Medizin- und Zahnmedizinstudium vor, sowie eine fünfjährige Weiterbildungszeit mit anschließender Facharztprüfung. Besonders aufwendige und komplexe implantologische Fälle, die mit umfangreichen Augmentationsmaßnahmen einhergehen, werden von Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen gelöst (DGMKG o. J.).

## 2 Materialien

### 2.1 Fragebogen

Die aktuelle implantologische Tätigkeit der niedergelassenen Zahnärzte in Rheinland-Pfalz wurde mittels eines eigens dafür entwickelten Fragebogens erfasst. Dazu wurde ein Fragebogen, der bereits für die Erfassung der implantologischen Tätigkeit der niedergelassenen Kollegen in Rheinland-Pfalz in einer Vorgängerstudie aus dem Jahr 2004 existierte, für die aktuelle Studie überarbeitet (Kreisler et al. 2005). Die Überarbeitung war zwingend notwendig, um die Weiterentwicklung auf sämtlichen Gebieten der Implantologie hinsichtlich der Vorgehensweisen, apparativen Ausstattungsmöglichkeiten, Materialien und Therapiekonzepte abbilden zu können.

Der überarbeitete *Fragebogen zur Erhebung der implantologischen Tätigkeit in der freien zahnärztlichen Praxis in Rheinland-Pfalz* umfasste sechs Seiten mit den folgenden sieben Gliederungspunkten: Angaben zur Person und Praxisstandort, Angaben zur Zahl der gesetzten Implantate, Angaben zur Implantatdiagnostik, Angaben zum chirurgischen Vorgehen, Angaben zum Implantats- und Belastungszeitpunkt, Angaben zum prothetischen Vorgehen und Angaben zur Nachsorge. Der komplette Fragebogen ist im Anhang hinterlegt (Seite 117).

Im ersten Abschnitt sollten die Befragten persönliche Angaben wie Alter und Geschlecht machen, sowie berufliche Angaben zur Dauer der zahnärztlichen Tätigkeit, der Dauer der eigenen Praxistätigkeit und zu etwaigen vorhandenen Zusatzqualifikationen und Weiterbildungen auf dem Gebiet der Implantologie. Außerdem konnten die Adressaten des Fragebogens Angaben zu Art und Umfang ihrer implantologischen Tätigkeit machen (implantat-chirurgisch oder implantat-prothetisch, sowie Kombinationen aus beiden). Abschließend konnten Angaben zur Überweisertätigkeit (an Oralchirurgen, MKG-Chirurgen oder eine Universitätsklinik) gemacht werden.

Der zweite Gliederungspunkt befasste sich mit der Zahl der selbst inserierten und entfernten Implantate, jeweils auf die Jahre 2015 bis 2019 bezogen. Zudem sollten die Befragten Angaben zum verwendeten Implantatsystem machen und Auskunft zur Verwendung von Keramikimplantaten geben.

Im dritten Fragebogen-Abschnitt wurden die Kollegen zu ihren Methoden bei der klinischen und apparativen Implantatdiagnostik befragt. Dabei sollten Angaben zu konventionellen bildgebenden Verfahren und Auswertungshilfen sowie zur dreidimensionalen Bildgebung

gemacht werden. Die befragten Zahnärzte sollten außerdem die Frage nach der Durchführung von Tests auf Titanunverträglichkeiten beantworten.

Der vierte Teil des Fragebogens befasste sich mit dem chirurgischen Vorgehen, wobei die Teilnehmer Auskünfte über die Verwendung von Operationsschablonen, die perioperative Medikation, Anästhesieform und augmentative Begleitmaßnahmen geben sollten. Die augmentativen Begleitmaßnahmen wurden näher eruiert, indem die Fragebogen-Adressaten Angaben zu den für den Knochenaufbau verwendeten Knochenersatzmaterialien und Membranen machen konnten. Außerdem wurde die Spenderregion bei Verwendung von autologen Knochen abgefragt sowie der Einsatz des plättchenreichen Plasma-Verfahrens.

Der fünfte Abschnitt war der Informationsgewinnung rund um den Implantations- und Belastungszeitpunkt gewidmet. Dabei sollte zunächst der prozentuale Anteil von Sofortimplantationen, verzögerten Sofortimplantationen und Spätimplantationen im Behandlungsspektrum des Studienteilnehmers angegeben werden. Die eingehaltenen Einheilzeiten für Ober- und Unterkiefer wurden abgefragt, ebenso wie die Durchführung und Indikationstellung für die Sofortbelastung von Implantaten.

Im sechsten Teil des Fragebogens wurden die niedergelassenen Kolleginnen und Kollegen zu ihrem bevorzugten prothetischen Vorgehen befragt. Die Befragung reichte dabei von der Befestigungsart von festsitzenden Konstruktionen bis hin zum prozentualen Anteil am eigenen Behandlungsspektrum von 13 unterschiedlichen implantat-prothetischen Konzepten bei der Versorgung von zahnlosen Kiefern. Zusätzlich konnten die Befragten auch eine Freitextantwort geben und zusätzliche implantat-prothetische Versorgungskonzepte angeben. Abschließend wurde die Verwendung von provisorischen Implantaten befragt.

Der siebte und zugleich letzte Fragebogen-Abschnitt behandelte das Thema Implantatnachsorge. Die befragten Zahnärzte sollten Angaben zum praxiseigenen Recall, den in den vergangenen fünf Jahren aufgetretenen Komplikationen bei selbst durchgeführten Implantationen und zu den Formen der selbst durchgeführten Periimplantitistherapie machen.

Die einzelnen Fragen waren unterschiedlich gestaltet, teilweise als Multiple-Choice-Fragen mit mehreren Antwortmöglichkeiten und teilweise als Freitextfragen. Im letzteren Falle konnten deskriptive Angaben wie Zahlen- oder Prozentangaben gemacht oder auch die Namen von verwendeten Produkten, Verfahren und Behandlungskonzepten aufgelistet werden. Bei allen deskriptiven Fragen wurden Zirka-Angaben abgefragt, wodurch sich teilweise Gesamtmen gen von über 100 ergaben.

## 2.2 Software

Zur Digitalisierung und Archivierung der ausgefüllten Fragebögen wurden *Portable Document Format* (PDF)-Dateien erstellt, die mit dem Acrobat Reader (Adobe Incorporated San José, Kalifornien, USA) in der Version 5.0 bearbeitet wurden. Die Datenverarbeitung, statistische Auswertung der erfassten Daten und Erstellung von graphischen Darstellungen erfolgte mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation Redmond, Washington, USA).

### **3 Methoden**

#### **3.1 Datenerhebung**

Der Versand der Fragebögen wurde in Zusammenarbeit mit der Landes Zahnärztekammer Rheinland-Pfalz realisiert. Dazu wurden am 27.03.2020 insgesamt 2900 Fragebögen an alle niedergelassenen Zahnärzte geschickt samt frankiertem Rücksendeumschlag. Die Kollegen erhielten den unkodierten Fragebogen mit der Bitte, ihn bis zum 30.04.2020 ausgefüllt an die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Plastische Operationen – der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz zurückzusenden. Die Umfrage wurde anonym durchgeführt.

#### **3.2 Datenaufbereitung**

Für die Datenauswertung wurden alle Fragebögen berücksichtigt, die bis zum Stichtag 30.04.2020 eingegangen waren. Die eingegangenen Bögen wurden mit Kugelschreiber auf jeder Seite durchnummeriert, um eine Sortierung zu ermöglichen. Anschließend wurden alle zurückgesendeten Fragebögen als Scans digitalisiert und jeweils als Blöcke von zehn Bögen mit entsprechenden Datennamen digitalisiert (zum Beispiel Umfragen 1 – 10, 11 – 20, etc.).

Für die Kodierung der Fragebögen wurde eine Excel-Tabelle mit sieben Reitern (eine pro Fragebogen-Abschnitt) angelegt und die Daten händisch übertragen. Die Datenaufbereitung umfasste die Bereinigung und Transformation der Rohdaten, sodass sie für die statistische Verarbeitung verwertbar wurden. Dabei mussten insgesamt sieben Fragebögen ausgeschlossen werden, da entweder nur Teile der Umfrage ausgefüllt worden waren oder aber der Fragebogen unvollständig und mit fehlenden Seiten an die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zurückgeschickt worden war. Somit standen  $n = 123$  Fragebögen für die statistischen Analysen zur Verfügung. In den Fällen, in denen bei Freitextantworten Spannen angegeben wurden (z. B. 3 – 4 Monate oder 6 – 8 Prozent), wurden jeweils Mittelwerte gebildet und auf eine Nachkommastelle gerundet.

#### **3.3 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte ebenfalls mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2016. Als wesentliche Kenngrößen wurden in der Regel Mittelwert, Median und Standardabweichung bestimmt und bei Bedarf auch Minimum und Maximum angegeben.

Das arithmetische Mittel dient der Beschreibung des statistischen Mittelwerts und wird den Lageparametern in der Statistik zugeordnet. Für die Berechnung werden alle Werte eines Datensatzes aufsummiert und diese Summe durch die Anzahl der berücksichtigten Werte dividiert. Die allgemeine Formel dazu lautet:

$$x_{\text{Mittel}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{n}$$

Der Mittelwert liefert zwar eine gute Orientierung über die Tendenz der Werte, kann jedoch schnell täuschen im Falle von extremen Abweichungen unter den inkludierten Werten (Fritzsche 2009).

Der Median (auch Zentralwert) bezeichnet den Wert, der genau in der Mitte einer Zahlenreihe liegt und teilt die Stichprobe in zwei Hälften. Dabei ist die eine Hälfte kleiner als der Median und die andere Hälfte größer als der Median. Zur Berechnung muss die Stichprobe mit  $n$  Werten der Größe nach in aufsteigender Reihenfolge geordnet werden. Die Formel zur Berechnung des Medians ist folgendermaßen definiert:

$$\tilde{x} = \begin{cases} \frac{x_{n+1}}{2} & \text{für } n \text{ gerade} \\ \frac{1}{2} \left( x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right) & \text{für } n \text{ ungerade} \end{cases}$$

Im Vergleich zum arithmetischen Mittelwert ist der Median robuster gegenüber stark abweichenden Werten (Fritzsche 2009).

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Werte einer Datenreihe um ihren Mittelwert herum. Sie gibt damit die durchschnittliche Entfernung (=Streuung) aller gemessenen Werte zum gemeinsamen Mittelwert an. Um die Standardabweichung berechnen zu können, müssen zunächst der Durchschnitt und die Varianz bekannt sein. Nachdem die Varianz die mittlere quadratische Abweichung um den Mittelwert darstellt, muss im letzten Schritt die positive Quadratwurzel der Varianz gezogen werden, um die Standardabweichung zu erhalten.

Es ergibt sich folgende Formel zur Berechnung der Standardabweichung (Fritzsche 2009):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{Mittel}})^2}$$

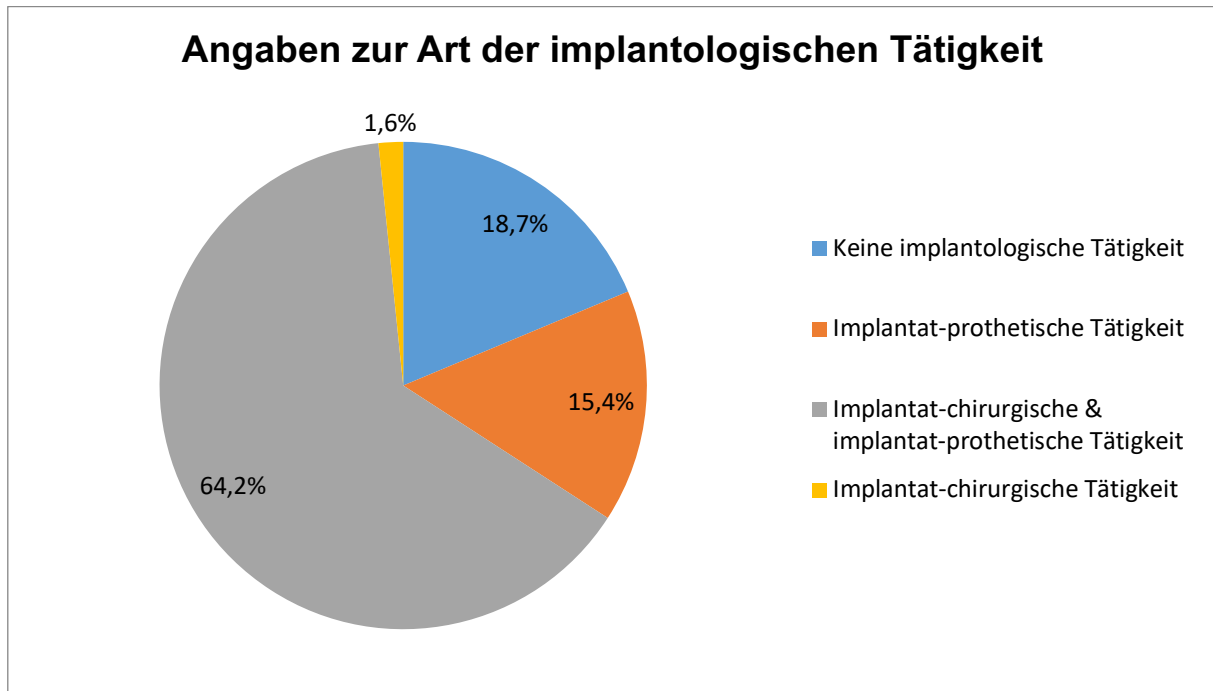
## 4 Ergebnisse

### 4.1 Angaben zur Person sowie zur beruflichen und implantologischen Erfahrung

Insgesamt gingen bis zum Stichtag 30.04.2020 130 Fragebögen ein, wovon 123 Fragebögen statistisch ausgewertet werden konnten. Dies ergab eine Rücklaufquote von 4,5 %. Demnach umfasste das Gesamtkollektiv der Studienteilnehmer 123 in Rheinland-Pfalz niedergelassene Kollegen.

Der prozentuale Anteil der Männer überwiegt mit 55,3 % dem Anteil der Frauen (44,7 %). Das mittlere Alter liegt im Gesamtkollektiv bei  $51,8 \pm 10,8$  Jahren, mit einem Median von 54,0 Jahren. Die Befragten sind seit durchschnittlich  $25,3 \pm 10,8$  Jahren approbiert (Median 26,0 Jahre). Die Dauer der Tätigkeit in der eigenen Praxis beträgt im Mittel 19,8 Jahre (Median 22,0 Jahre) bei einer Standardabweichung von  $\pm 11,2$  Jahren. Die Dauer der implantologischen Tätigkeit fällt mit einer durchschnittlichen Dauer von  $16,6 \pm 9,1$  Jahren (Median 16,0 Jahre) etwas kürzer aus. Insgesamt haben 18 (14,6 %) Kollegen eine Weiterbildung zum Oralchirurgen absolviert und 20 (16,3 %) Studienteilnehmer geben an, den Master of Science in Oralchirurgie zu besitzen. Lediglich ein (0,8 %) einziger Befragter kann die Facharztweiterbildung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie vorweisen. Den zertifizierten Tätigkeitsschwerpunkt „Implantologie“ besitzen 38 (30,9 %) niedergelassene Zahnärzte.

Von den 123 Teilnehmern an der Umfrage geben 23 (18,7 %) an, keiner implantologischen Tätigkeit nachzugehen. Im Gegensatz dazu sind lediglich zwei (1,6 %) Befragte ausschließlich implantat-chirurgisch tätig. Mit 79 (64,2 %) Personen gibt die überwiegende Mehrheit der Befragten an, sowohl implantat-chirurgisch als auch implantat-prothetisch tätig zu sein. Lediglich 19 (15,5 %) Studienteilnehmer beschränken sich auf die implantat-prothetische Tätigkeit. Eine übersichtliche Darstellung der prozentualen Verteilung der implantologischen Tätigkeiten findet sich in der Abbildung 4-1.



**Abbildung 4-1: Angaben zur Art der implantologischen Tätigkeit.** Fast zwei Drittel der Befragten sind implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätig, wohingegen 15,4 % einer rein implantat-prothetischen Tätigkeit nachgehen. Knapp ein Fünftel der Befragten übt keine implantologische Tätigkeit aus und nur 1,6 % sind rein implantat-chirurgisch tätig.

Für die nachfolgenden Analysen wurden die Befragten entsprechend ihrer implantologischen Tätigkeit in vier Gruppen aufgeteilt:

- |          |   |   |
|----------|---|---|
| Gruppe 1 | - | keine implantologische Tätigkeit                            |
| Gruppe 2 | - | ausschließlich implantat-prothetische Tätigkeit             |
| Gruppe 3 | - | implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit |
| Gruppe 4 | - | ausschließlich implantat-chirurgische Tätigkeit             |

In Gruppe 1 liegt das Durchschnittsalter bei 52,5 Jahren (Median 59,0 Jahre) mit einer Standardabweichung von  $\pm 12,2$  Jahren. Der prozentuale Anteil der Kollegen in dieser Gruppe beträgt 52,2 %, während der Anteil der Kolleginnen bei 47,8 % liegt. Die mittlere Dauer der Berufserfahrung beträgt  $26,0 \pm 12,2$  Jahre (Median 30,0 Jahre) und die durchschnittliche Dauer der beruflichen Tätigkeit in eigener Praxis liegt bei  $23,0 \pm 12,9$  Jahre (Median 28,0 Jahre). Beide Werte liegen damit leicht über den entsprechenden Angaben für das Gesamtkollektiv.

Unter den 19 implantat-prothetisch tätigen Kollegen der Gruppe 2 werden folgende Angaben gemacht: Das mittlere Alter liegt bei 54,6 Jahren (Median 57,0 Jahre). Die

Standardabweichung ist bei  $\pm 11,5$  Jahren. In dieser Gruppe überwiegt der Anteil der Kolleginnen mit 52,6 %, während die Kollegen mit 47,4 % vertreten sind. Die durchschnittlich seit der Approbation vergangene Zeit beträgt 27,3 Jahre (Median 31,0 Jahre), mit einer Standardabweichung von  $\pm 11,5$  Jahren. Die durchschnittliche Dauer der Niederlassung liegt bei  $22,8 \pm 12,1$  Jahren (Median 26,0 Jahre), während die implantologische Tätigkeit seit 25,0 Jahren (Median 27,5 Jahre) im Mittel und mit einer Standardabweichung von  $\pm 11,6$  Jahren ausgeübt wird. In dieser Gruppe hat ein (5,3 %) Befragter die Weiterbildung zum Oralchirurgen absolviert und drei (15,8 %) Kollegen können den zertifizierten Tätigkeitsschwerpunkt auf dem Gebiet der Implantologie vorweisen. Keiner der Studienteilnehmer in Gruppe 2 hat einen postgradualen Studiengang zum Master of Science auf dem Gebiet der Implantologie oder die Facharztausbildung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie absolviert.

In der Gruppe 3 liegt das Durchschnittsalter bei 50,9 Jahren (Median 52,0 Jahre), bei einer Standardabweichung von  $\pm 10,3$  Jahren. Der prozentuale Anteil der Kollegen mit implantat-chirurgischer und implantat-prothetischer Tätigkeit beträgt 58,2 %, während der entsprechende Anteil an Kolleginnen 41,8 % ausmacht. Die Studienteilnehmer von Gruppe 3 weisen im Mittel  $24,6 \pm 0,2$  Jahre (Median 25,5 Jahre) Berufserfahrung auf und sind seit  $18,1 \pm 10,7$  Jahren (Median 16,5 Jahre) in der eigenen Praxis niedergelassen. Die implantologische Tätigkeit wird seit durchschnittlich 15,9 Jahren (Median 16,0 Jahre) ausgeübt, mit einer Standardabweichung von  $\pm 8,6$  Jahren.

In dieser Gruppe werden die meisten Zusatzqualifikationen in Form von Weiterbildungen und zertifizierten Tätigkeitsschwerpunkten auf dem Gebiet der Implantologie vorgefunden. So haben 12 (15,2 %) Zahnärzte die Oralchirurgie Weiterbildung erfolgreich absolviert und 26 (32,9 %) können den zertifizierten Tätigkeitsschwerpunkt „Implantologie“ vorweisen. Weiterhin haben 17 (21,5 %) Kollegen einen Master of Science auf dem Gebiet der Implantologie absolviert. Es gibt jedoch keinen Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in dieser Gruppe.

Die Gruppe 4 beschreibt alle rein implantat-chirurgisch tätigen Kollegen und basiert auf den Auskünften von zwei befragten Personen. Das mittlere Alter liegt zum Zeitpunkt der Umfrage bei 38,5 Jahren, mit einer Standardabweichung von  $\pm 0,7$  Jahren (Median 38,5 Jahre). Die Gruppe umfasst eine männliche und eine weibliche Person, sodass die prozentualen Geschlechteranteile beide jeweils 50,0 % betragen. Die mittlere Berufserfahrung beträgt  $11,0 \pm 2,8$  Jahre (Median 11,0 Jahre), wohingegen die Dauer der Niederlassung bei  $5,5 \pm 2,1$

Jahren (Median 5,5 Jahre) liegt. Die Ausübung der implantologischen Tätigkeit erfolgt im Mittel seit  $6,0 \pm 2,8$  Jahren (Median 6,0 Jahre).

Die beiden Mitglieder der Gruppe 4 geben an, insgesamt fünf implantologische Zusatzqualifikationen zu besitzen, nämlich eine abgeschlossene Facharztausbildung zum Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, eine abgeschlossene Weiterbildung zum Oralchirurgen, eine Master of Science im Bereich Implantologie und zwei zertifizierte Tätigkeitsschwerpunkte „Implantologie“. Obwohl auf den ersten Blick zunächst widersprüchlich, ist eine derartige Konstellation aufgrund der Möglichkeit zu Mehrfachantworten möglich.

Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Kennzahlen der einzelnen Gruppen, sowie für das Gesamtkollektiv ist der Tabelle 4-1 zu entnehmen.

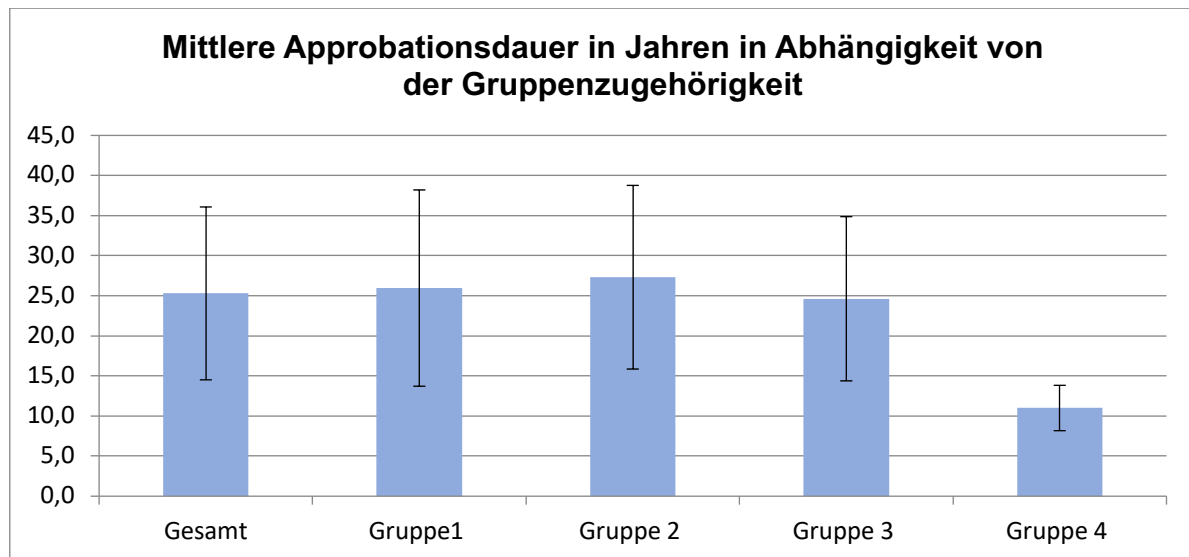
Tabelle 4-1: Übersicht persönliche und berufliche Angaben nach Gruppe

	Gesamt-kollektiv	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Anzahl der auswertbaren Fragebögen (n / %)	123 / 100	23 / 18,7	19 / 15,5	79 / 64,3	2 / 1,6
Mittleres Alter in Jahren $\pm$ Standardabweichung (SD)	51,8 $\pm$ 10,8	52,5 $\pm$ 12,2	54,6 $\pm$ 11,5	50,9 $\pm$ 10,3	38,5 $\pm$ 0,7
Anteil der Männer in Prozent	55,3	52,2	47,4	58,2	50
Anteil der Frauen in Prozent	44,7	47,8	52,6	41,8	50
Mittlere Dauer seit der Approbation in Jahren $\pm$ SD	25,3 $\pm$ 10,8	26,0 $\pm$ 12,2	27,3 $\pm$ 11,5	24,6 $\pm$ 10,2	11 $\pm$ 2,8
Mittlere Dauer seit der Niederlassung in Jahren $\pm$ SD	19,8 $\pm$ 11,2	23,0 $\pm$ 12,9	22,8 $\pm$ 12,1	18,1 $\pm$ 10,7	5,5 $\pm$ 2,1
Mittlere Dauer der implantologischen Tätigkeit in Jahren $\pm$ SD	16,6 $\pm$ 9,1	---	25,0 $\pm$ 11,6	15,9 $\pm$ 8,6	6,0 $\pm$ 2,8
Abgeschlossene Weiterbildung Oralchirurgie (n / %)	18 / 14,6	4 / 3,3	1 / 0,8	12 / 9,8	1 / 0,8
Master of Science Implantologie (n / %)	20 / 16,3	2 / 1,6	0 / 0	17 / 13,8	1 / 0,8
Abgeschlossene Facharztausbildung für das Fach Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (n / %)	1 / 0,8	0 / 0	0 / 0	0 / 0	1 / 0,8
Zertifizierter Tätigkeitsschwerpunkt „Implantologie“ (n / %)	38 / 30,9	7 / 5,7	3 / 2,4	26 / 21,1	2 / 1,6

Gruppen: 1 – keine implantologische Tätigkeit; 2 – implantat-prothetische Tätigkeit; 3 – implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit; 4 – implantat-chirurgische Tätigkeit

Der Altersdurchschnitt ist unter den rein implantat-chirurgisch Tätigen am niedrigsten und unter den rein implantat-prothetisch Tätigen am höchsten. Der Frauenanteil ist in der Gruppe von Implantat-Prothetikern am höchsten. In den einzelnen Gruppen vergehen zwischen 3 bis 6,5 Jahre von der Approbation bis zur Niederlassung. Über 60 % der Befragten kann eine Zusatzqualifikation auf dem Gebiet der Implantologie vorweisen.

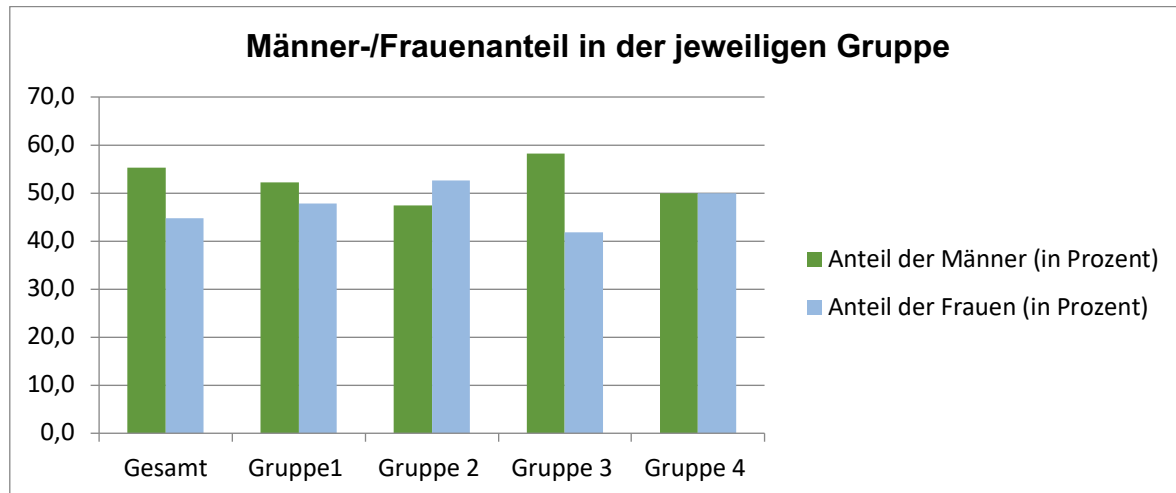
In der nachstehenden Abbildung 4-2 wird der Umfang der implantologischen Tätigkeit in Abhängigkeit von der Berufserfahrung der Befragten veranschaulicht.



**Abbildung 4-2: Art und Umfang der implantologischen Tätigkeit in Anhängigkeit von der Berufserfahrung.** Gruppen: 1 – keine implantologische Tätigkeit; 2 – implantat-prothetische Tätigkeit; 3 – implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit; 4 – implantat-chirurgische Tätigkeit

Zwischen den Befragten der nicht implantologisch Tätigen, der ausschließlich implantat-prothetisch tätigen Gruppe und den kombiniert implantat-chirurgisch und –prothetischen Tätigen gibt es kaum Unterschiede hinsichtlich der Berufserfahrung, die in allen drei Gruppen bei circa 25 Jahren liegt. Lediglich in Gruppe 4 sind erst im Mittel 11 Jahre seit der Approbation vergangen.

Die Verteilung der befragten niedergelassenen Kollegen wird in Abbildung 4-3 präsentiert. Der Frauenanteil überwiegt lediglich in Gruppe 2 (implantat-prothetische Tätigkeit), während in Gruppe 1 (keine implantologische Tätigkeit) und Gruppe 3 (implantat-prothetische und implantat-chirurgische Tätigkeit) sowie im Gesamtkollektiv der Männeranteil jeweils geringfügig höher liegt. In Gruppe 4 (rein implantat-chirurgische Tätigkeit) ist der Frauen- und Männeranteil gleich.



**Abbildung 4-3: Geschlechterverteilung nach implantologischer Tätigkeit.** Gruppen: 1 – keine implantologische Tätigkeit; 2 – implantat-prothetische Tätigkeit; 3 - implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit

Insgesamt ist das Geschlechterverhältnis in den jeweiligen Gruppen ausgeglichen, mit einem Unterschied von unter 10 %. Die einzige Ausnahme stellt die Gruppe der implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätigen Befragten dar, mit 16,4 % mehr Männern. Der Frauenanteil überwiegt in der Gruppe der ausschließlich implantat-prothetisch Tätigen um 5 %.

#### Vergleich mit den persönlichen und beruflichen Angaben aus 2004

Im Vergleich zur vorherigen Umfrage aus dem Jahr 2004 fällt gleich zu Beginn die um circa zwei Drittel niedrigere Rücklaufquote der verschickten Fragebögen auf mit 413 eingetroffenen Fragebögen, davon 379 statistisch auswertbar. Die Betrachtung der implantologischen Tätigkeit zeigt, dass sich die Tätigkeitsschwerpunkte fast 15 Jahre später verschoben haben und inzwischen die zunehmende Integration der Implantologie in die Zahnmedizin abbilden. So hat sich der Anteil von implantat-chirurgisch und implantat-prothetischen Kollegen fast verdoppelt, nämlich von 36,7 % im Jahre 2004 auf 64,2 % im Jahre 2020. Im gleichen Zuge ist der Anteil niedergelassener Zahnärzte, die nicht implantologisch tätig waren von 43,5 % auf 18,7 %, um über die Hälfte geschrumpft. Ein leichter Rückgang ist bei den rein implantat-prothetischen Kollegen zu beobachten mit Anteilen von 19,3 % (2004) und 15,5 % (2020). Die rein implantat-chirurgische Tätigkeit nimmt nach wie vor mit unter zwei Prozent einen sehr geringen Stellenwert ein.

Im Vergleich zur Vorgängererhebung ist das Durchschnittsalter der befragten Zahnärzte im Gesamtkollektiv und in allen Tätigkeitsgruppen im Jahr 2020 zwischen 4,1 und 8,2 Jahren höher. Veränderungen gab es auch im Bereich der Geschlechterverteilung, die mit einer deutlichen Erhöhung des Frauenanteils bei entsprechender Reduktion des Männeranteils einherging. Während zuvor nur ein knappes Fünftel des Kollektivs weiblich gewesen war,

steigerte sich der Frauenanteil am Gesamtkollektiv auf 44,7 %. Frauen waren früher hauptsächlich nicht implantologisch tätig (34,5 % Frauenanteil) oder überwiegend implantatprothetisch (19,2 % Frauenanteil). Unter den implantatprothetisch und implantat-chirurgisch tätigen Befragten lag der Frauenanteil bei lediglich 6,4 %. Das bedeutet, dass sich der Anteil der implantatprothetisch tätigen Kolleginnen um den Faktor 2,7 und der Anteil der implantat-chirurgischen und implantatprothetisch tätigen Kolleginnen sogar um das 6,5-fache erhöht haben.

Eine Trendwende ist auch bei der Dauer der Berufserfahrung, Niederlassung und implantologischen Tätigkeit zu beobachten. Im Jahre 2004 folgte der Approbation in der Regel nach drei bis vier Jahren die Niederlassung und danach dauert es zwischen 4,7 und 7,0 Jahren, bis eine implantologische Tätigkeit aufgenommen wurde. Im Gegensatz dazu hat sich die Zeit zwischen der Approbation und der Niederlassung in eigener Praxis auf etwa vier bis sechs Jahre erhöht, wohingegen zur Aufnahme einer implantologischen Tätigkeit nur noch zwischen 2,3 bis 3,2 weitere Jahre vergehen. In Gruppe 4 lag der durchschnittliche Beginn der implantologischen Tätigkeit sogar ungefähr zwei Jahre vor der Niederlassung in eigener Praxis.

Veränderungen haben sich weiterhin im Bereich der Fort- und Weiterbildungen auf dem Gebiet der Implantologie zugetragen. Während im Jahre 2004 nur ungefähr jeder sechste Befragte eine zusätzliche Qualifizierung auf dem Gebiet der Implantologie vorweisen konnte, liegt dieser Prozentsatz heute bei über 60 %. Es zeigen sich auch Verschiebungen im Bereich der einzelnen Fortbildungen. So hatten lediglich 5 % der Zahnärzte eine Weiterbildung zum Oralchirurgen oder die Facharztausbildung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie absolviert und 10,6 % einen zertifizierten Tätigkeitsschwerpunkt „Implantologie“. Inzwischen können über 30 % der befragten Kollegen fundierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Implantologie vorweisen, die im Rahmen von mehrjährigen Weiterbildungen oder postgradualen Studiengängen erworben wurden. Weitere 30,9 % haben außerdem eine strukturierte Fortbildung mit festgelegten Modulhalten durchlaufen und die erforderlichen Fallzahlen als Nachweis ihrer nachhaltigen Tätigkeit auf dem Gebiet der Implantologie erbracht.

#### 4.2 Einwohnerzahl am Praxisstandort

Zur Einwohnerzahl am Praxisstandort konnten die Befragten zwischen den Antwortmöglichkeiten weniger als 10.000 Einwohner, 10.000 bis 50.000 Einwohner oder mehr als 50.000 Einwohner auswählen. Im Gesamtkollektiv geben 62 (50,4 %) Studienteilnehmer an, ihren Praxisstandort in einem Ort mit weniger als 10.000 Einwohner zu haben. Jeweils 30

(24,4 %) Kollegen haben sich in Gemeinden und Kleinstädten mit 10.000 bis 50.000 oder sogar über 50.000 Einwohnern niedergelassen. Der Anteil derer, die keine Angaben machten beträgt 0,8 % (n = 1).

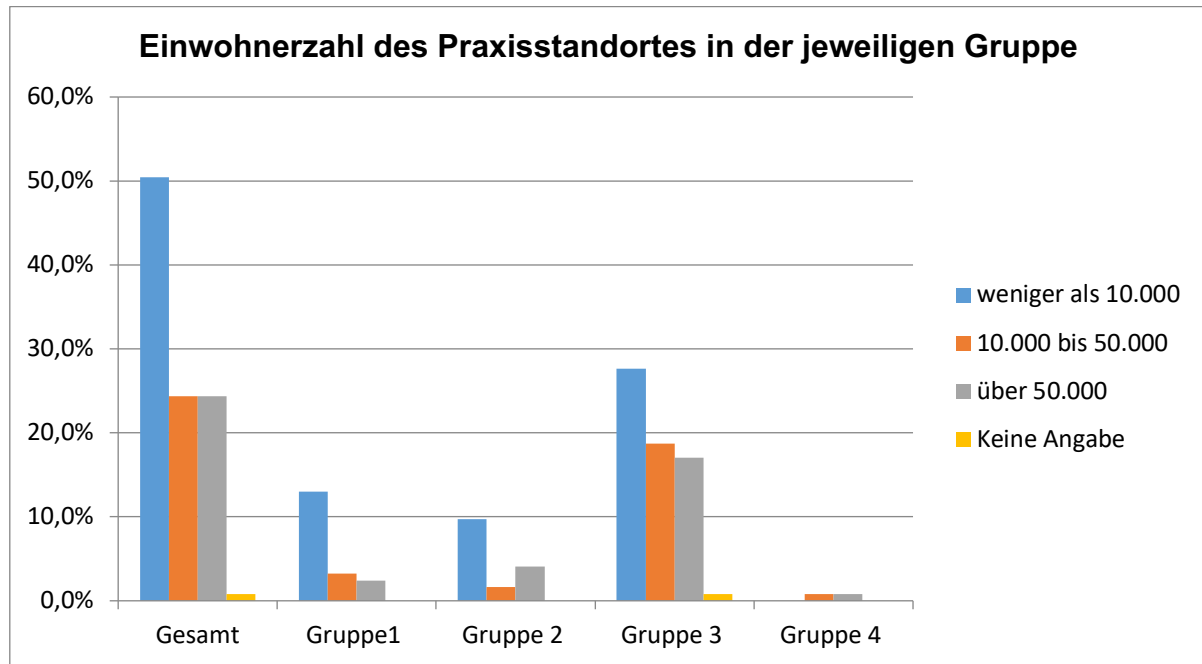
In Gruppe 1 (keine implantologische Tätigkeit) geben 69,6 % (n = 16) der Zahnärzte an, dass weniger als 10.000 Einwohner an ihrem Praxisstandort wohnhaft waren. Weitere 17,4 % (n = 4) erklären, an Praxisstandorten mit 10.000 bis 50.000 Einwohnern niedergelassen zu sein. Bei 13,0 % (n = 3) der Befragten befindet sich der Praxisstandort in einer Umgebung mit über 50.000 Einwohnern.

Unter den rein implantat-prothetisch tätigen Kollegen (Gruppe 2) überwiegt der Anteil der Praxen an Standorten mit weniger als 10.000 Einwohnern ebenfalls mit 63,2 % (n = 12). Im Gegensatz dazu sind nur 10,5 % (n = 2) der Befragten an Praxisstandorten mit zwischen 10.000 und 50.000 Einwohnern niedergelassen und 26,3 % (n = 5) geben an, mehr als 50.000 Einwohner am Praxisstandort zu haben.

Bei den Befragten der Gruppe 3 (implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätig) hat sich mit 43,1 % (n = 34) die Mehrheit der Zahnärzte in Gemeinden mit weniger als 10.000 Einwohnern niedergelassen. Weitere 29,1 % (n = 23) geben an, dass zwischen 10.000 und 50.000 Einwohner an ihrem Praxisstandort leben. Bei 26,5 % (n = 21) der Studienteilnehmer liegt die eigene Praxis an einem Standort mit über 50.000 Einwohnern. Der Anteil derer, die keine Angaben machten beträgt 1,3 % (n = 1).

Die beiden Personen in Gruppe 4 (rein implantat-chirurgisch tätig) haben ihren Praxissitz in einem Fall an einem Standort mit 10.000 bis 50.000 Einwohnern und im zweiten Fall in einem Ort mit über 50.000 Einwohnern.

Die Verteilung der unterschiedlichen Praxisstandorte nach Gruppen wurde in der Abbildung 4-4 visualisiert. Es lässt sich ein leichter Trend zur verstärkten implantat-chirurgischen Tätigkeit an Praxisstandorten mit entweder 10.000 bis 50.000 Einwohnern oder über 50.000 Einwohnern feststellen. Im gleichen Zuge nimmt mit zunehmender implantologischer Tätigkeit der Anteil an Praxen in kleineren Gemeinden mit weniger als 10.000 Einwohnern ab.



**Abbildung 4-4: Zusammenhang Einwohnerzahl am Praxisstandort und implantologische Tätigkeit.** Gruppen: 1 – keine implantologische Tätigkeit; 2 – implantat-prothetische Tätigkeit; 3 – implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit; 4 – implantat-chirurgische Tätigkeit  
Die meisten Befragten in Gruppe 1, 2 und 3 haben Praxen in Standorten mit weniger als 10.000 Einwohnern. Unter den kombiniert implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch Tätigen sind jeweils fast 20,0 % der Befragten an Orten mit über 10.000 oder über über 50.000 Einwohnern niedergelassen. Die rein implantat-chirurgische Tätigkeit wird nur an Standorten mit mindestens 10.000 Einwohnern ausgeübt.

#### Vergleich mit den Daten zur Einwohnerzahl am Praxisstandort 2004

Der Vergleich mit den Daten aus dem Jahre 2004 zeigt, dass sich im Laufe der Jahre kaum etwas in der Zusammensetzung des Praxisstandortes beim Gesamtkollektiv verändert hat. So waren knapp über die Hälfte der Kollegen in kleineren Städten mit unter 10.000 Einwohnern niedergelassen und jeweils ca. ein Viertel der Zahnärzte in Städten mit 10.000 bis 50.000 oder sogar mehr als 50.000 Einwohnern. Auffällig ist die Tatsache, dass zwischen dem Gesamtkollektiv aus 2004 und den einzelnen Gruppen 1, 2 und 3 keine wesentlichen Unterschiede bestehen. Etwaige Unterschiede bewegen sich im Bereich von bis zu fünf Prozent, während in der aktuellen Umfrage Abweichungen bis zu 20,0 % zwischen den Gruppen bestehen.

### 4.3 Überweisungsverhalten

Beim dem Punkt Überweisungsverhalten waren Mehrfachnennungen möglich. So konnten die Befragten angeben, ob sie Patienten aus ihrer Praxis jeweils ausschließlich an Fachzahnärzte für Oralchirurgie, Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie oder an

Universitätskliniken überweisen, oder an eine beliebige Kombination der drei genannten Optionen.

Im Gesamtkollektiv führen 38,2 % (n = 47) Kollegen alle implantologischen Eingriffe selbst durch, während 22,8 % (n = 28) an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen oder Oralchirurgen überweisen. Insgesamt 14,6 % (n=18) der Befragten überweisen ausschließlich an Oralchirurgen und weitere 9,8 % (n=12) ausschließlich an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen. Der Anteil derer, die ihre Patienten zur Implantation an Universitätskliniken überweisen liegt bei 8,9 %, wobei lediglich 0,8 % (n = 1) der Studienteilnehmer ausschließlich an Universitätskliniken verweisen. Insgesamt 5,7 % (n=7) verzichten auf Angaben zum Überweisungsverhalten.

Zwischen den einzelnen Gruppen gibt es deutliche Unterschiede. Unter den nicht implantologisch tätigen Studienteilnehmern aus Gruppe 1 führt ein Drittel der Befragten keine Überweisungen durch. Jeweils ein Fünftel überweist entweder ausschließlich an Oralchirurgen oder an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Oralchirurgen. Ein Sechstel überweist ihre Patienten an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, Oralchirurgen oder Universitätskliniken und weniger als 10 % leiten ihre Patienten zur Implantattherapie ausschließlich an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen weiter.

In Gruppe 2 liegt der Anzahl derer, die keine Überweisungen durchführten bei lediglich 5,3 %. Die Mehrheit (36,8 %) der rein implantat-prothetisch tätigen Kollegen überweist ihre Patienten entweder an Oralchirurgen oder an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, ausschließlich an Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen (31,6 %) oder nur an Oralchirurgen (15,8 %). Kein Studienteilnehmer dieser Gruppe überweist ausschließlich an eine Universitätsklinik.

Unter den Befragten in Gruppe 3 führt fast die Hälfte (46,8 %) der Zahnärzte alle implantologischen Eingriffe selbst durch. Im Überweisungsfall gehen die Patienten entweder zu einem Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen (20,3 %), oder ausschließlich zu Oralchirurgen (12,7 %) sowie ausschließlich zu Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen (5,1 %). Der Anteil der Befragten, die ihre Patienten an Universitätskliniken überweist beträgt 7,6 %, wobei lediglich 1,3 % der niedergelassenen Kollegen ausschließlich an eine Universitätsklinik überweisen.

In Gruppe 4 (rein implantat-chirurgische Tätigkeit) werden keine Patienten überwiesen. Die Aufstellung mit den vollständigen Zahlenangaben zu allen vier Gruppen ist der Tabelle 4-2 zu entnehmen.

### Vergleich mit den Angaben zum Überweisungsverhalten 2004

Der Abgleich mit den Daten aus 2004 zeigt, dass sich das Überweisungsverhalten im Laufe der Zeit verändert hat. Bei der Betrachtung des Gesamtkollektivs wird ersichtlich, dass sich der Anteil derer, die keine Patienten überweisen, von 18,2 % auf 38,2 % mehr als verdoppelt hat. Dies liegt zum einen an den geringfügigen Anstiegen in Gruppe 2 (von 4,1 % auf 5,3 %) und Gruppe 3 (von 44 % auf 47,5 %) und zum anderen am massiven Anstieg in der nicht implantologisch tätigen Gruppe 1 (von 1,2 % auf 30,4 %). Während in Gruppe 2 und 3 davon ausgegangen werden kann, dass die Kollegen selber mehr implantologische Eingriffe vornehmen, spricht die Zunahme in Gruppe 1 eher dafür, dass auf andere prothetische Konzepte ohne Implantate gesetzt wird.

Interessant ist außerdem das Überweisungsverhalten im Hinblick auf den weiterbehandelnden Kollegen. Wo früher primär der Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in circa 25 bis 50 % der Fälle aufgesucht wurde, wird heute mehrheitlich an Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen überwiesen. Demgegenüber werden teilweise fast doppelt so viele Patienten im Vergleich zu 2004 an Fachzahnärzten für Oralchirurgie überwiesen.

Der Anteil der Befragten, die ihre Patienten bei implantologischen Fragestellungen an Universitätskliniken überweist, ist im Vergleich zur Vorgängerstudie um fast die Hälfte gesunken. Diese Entwicklung scheint nur logisch, wenn bedacht wird, dass es zunehmend mehr implantologisch versierte Kolleginnen und Kollegen gibt, die zudem in Wohnortnähe der Patienten niedergelassen sind und mit denen oft bereits eine gute Zusammenarbeit von seitens des Überweisenden besteht.

Tabelle 4-2: Überweisungsverhalten nach Gruppenzugehörigkeit

	Gesamt- kollektiv	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		
		n / %	n / %	n / %	n / %	n / %	n / %			
Keine Überweisung	47	38,2	7	30,4	1	5,3	38	46,8	2	100
Ausschließlich Oralchirurgn	18	14,6	5	21,7	3	15,8	10	12,7	0	0
Ausschließlich MKG-Chirurg	12	9,8	2	8,7	6	31,6	4	5,1	0	0
Ausschließlich Universitätsklinik	1	0,8	0	0	0	0	1	1,3	0	0
MKG-Chirurg oder Oralchirurg	28	22,8	5	21,7	7	36,8	16	20,3	0	0
MKG-Chirurg oder Universitätsklinik	2	1,6	0	0	0	0	2	2,5	0	0
Oralchirurg oder Universitätsklinik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKG-Chirurg oder Oralchirurg oder Universitätsklinik	8	6,5	3	13,0	2	10,5	3	3,8	0	0
Keine Angabe	7	5,7	1	2,3	0	0	6	7,6	0	0

*MKG - Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie; Gruppen: 1 – keine implantologische Tätigkeit; 2 – implantat-prothetische Tätigkeit; 3 – implantat-chirurgische und implantat-prothetische Tätigkeit; 4 - implantat-chirurgische Tätigkeit*

Im Gesamtkollektiv werden 38,2 % aller implantologischen Eingriffe selbst durchgeführt. Bei den kombiniert implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch Tätigen werden fast die Hälfte der Patienten selber versorgt, wohingegen es bei den rein implantat-chirurgisch tätigen Befragten 100,0 % der Patientenfälle sind. Am häufigsten werden Patienten zur Implantation von den rein implantat-prothetischen überwiesen und zwar an die MKG oder an oralchirurgische Praxen. Von den Befragten ohne implantologische Tätigkeit verzichteten 30,4 % auf die Überweisung zur Implantattherapie.

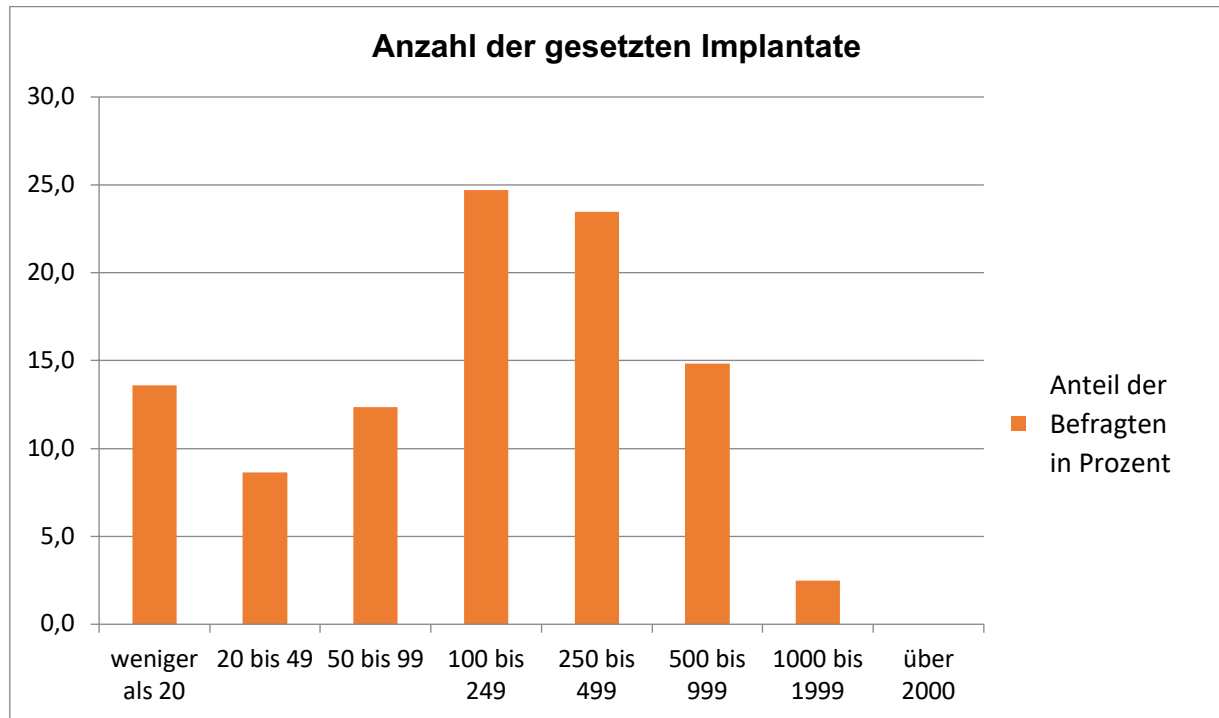
## 4.4 Angaben zu inserierten und entfernten Implantaten

### 4.4.1 Gesamtzahl der Implantatinsertionen

Nachdem aus dem Gesamtkollektiv lediglich die Kollegen aus Gruppe 3 (n = 79) und Gruppe 4 (n = 2) implantat-chirurgisch tätig sind, werden im Folgenden nur die Angaben dieser insgesamt 81 Personen berücksichtigt. Alle 81 implantat-chirurgisch tätigen Zahnärzte füllten den entsprechenden Fragebogen-Abschnitt vollständig aus, sodass 81 Fragebögen ausgewertet werden konnten.

Die Befragten geben an, im gesamten Fünf-Jahres-Zeitraum zwischen 2015 und 2019 im Mittel 272,1 Implantate selbst inseriert zu haben, bei einer Standardabweichung von  $\pm 280,4$ . Der Median beträgt 210,0 Implantate, wobei das Minimum bei 0 und das Maximum bei 1400 gesetzten Implantaten liegt. Oralchirurgen setzen im gleichen Zeitraum deutlich mehr Implantate. Hier liegt der Durchschnitt bei 489,1 Implantate und die Standardabweichung bei  $\pm 379,4$  Implantate (Median 294,0; Minimum 0 und Maximum 1400 Implantate). Der einzige Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie inseriert im Fünfjahres-Vergleichszeitraum insgesamt 970 Implantate selbst.

Die prozentuale Verteilung der 81 implantologisch tätigen Zahnärzte ist in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der inserierten Implantate in Abbildung 4-5 dargestellt. Die Mehrheit der Kollegen (n = 20; 24,7 %) haben bis zur Befragung zwischen 100 und 249 Implantate inseriert. An zweiter Stelle mit einem Anteil von 23,5 % (n = 19) liegen diejenigen, die zwischen 250 und 499 Implantate gesetzt haben. Der Anteil derer, die zwischen 500 und 999 Implantate inseriert haben folgt an dritter Stelle mit 14,8 % (n = 12). Immerhin 11 (13,6 %) Befragte geben an, weniger als 20 Implantate gesetzt zu haben. Den geringsten Anteil machen mit 2,5 % (n = 2) die Kollegen aus, die zwischen 1000 bis 1999 Implantate inseriert haben.



**Abbildung 4-5: Verteilung der Studienteilnehmer in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der selbst inserierten Implantate im 5-Jahreszeitraum 2015 - 2019.** Jeweils fast ein Viertel der implantat-chirurgisch tätigen Befragten hat im Zeitraum zwischen 2015 bis 2019 entweder 100 bis 249 oder 250 bis 499 Implantate inseriert. Immerhin knapp 15,0 % setzen über 500 Implantate im Erhebungszeitraum. Auffällig ist auch, dass es auch deutlich weniger implantologisch erfahrene Befragte gibt, wie beispielsweise die 13,6 %, die weniger als 20 Implantate im 5-Jahreszeitraum inseriert haben.

#### 4.4.2 Auswertung der inserierten Implantate für die Jahre 2015 bis 2019

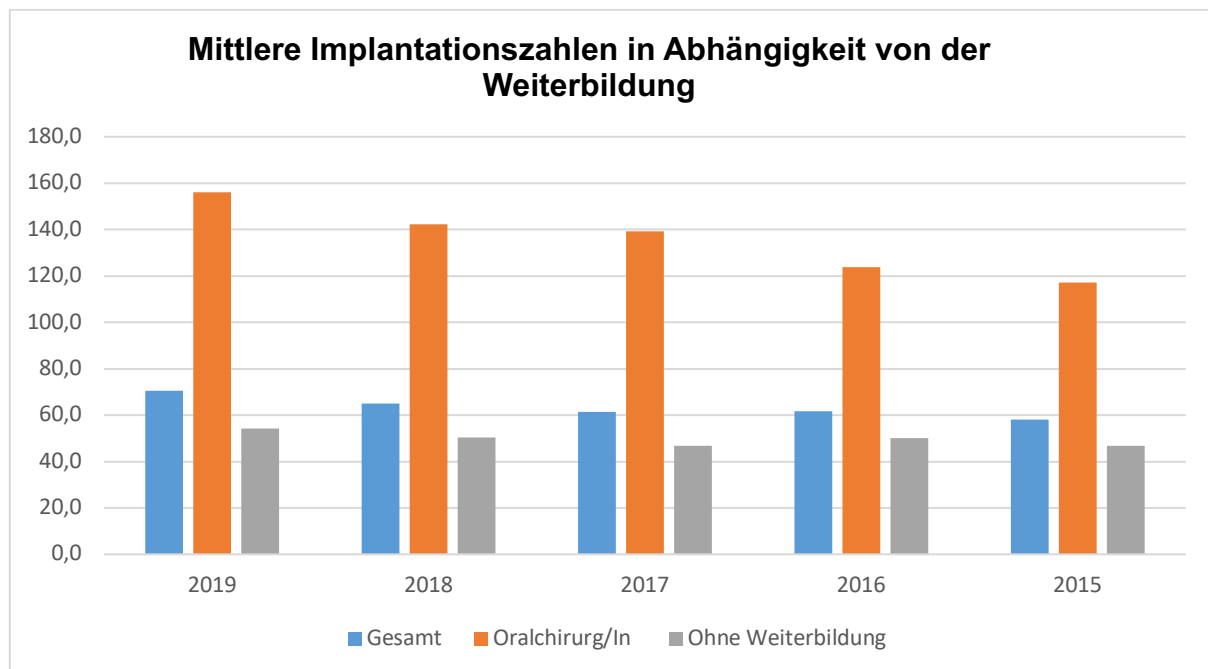
Im Rahmen der Erhebung erfolgte auch eine Abfrage über die Anzahl der in den jeweiligen Jahren 2015, 2016, 2017, 2018 und 2019 gesetzten Implantate. Mit der nachfolgenden Auswertung sollten Aussagen über die Entwicklung der Implantationszahlen über die fünf Jahre hinweg getroffen werden, weshalb nur Fragebögen mit vollständigen Angaben für jedes Jahr berücksichtigt werden konnten. Zudem mussten die Kollegen durchgängig implantologisch tätig gewesen sein. Somit konnten insgesamt 63 Fragebögen für die Analysen in diesem Abschnitt verwendet werden. Davon waren 10 Befragte Oralchirurgen und die übrigen 53 Kollegen ohne Weiterbildung.

Im Jahr 2015 werden durchschnittlich  $58,0 \pm 53,0$  (Median 40,0) Implantate inseriert und im darauffolgenden Jahr bereits im Mittel  $61,8 \pm 51,8$  (Median 48,0) Implantate. Das Jahr 2017 zeigt eine geringfügige Stagnation der mittleren Implantationszahlen mit  $61,4 \pm 58,0$  (Median 46) gesetzten Implantaten. Die beiden nachfolgenden Jahre sind von weiteren

Anstiegen der Implantationszahlen gekennzeichnet. So werden 2018 im Mittel  $65,0 \pm 59,4$  (Median 48,0) Implantate gesetzt und 2019 bereits  $70,4 \pm 68,5$  (Median 50,0) Implantate.

Der Anstieg der mittleren Implantationszahlen zwischen 2015 und 2019 beträgt für die Befragten ohne Weiterbildung 15,8 % (von durchschnittlich 46,8 auf 54,2 Implantate). Im Gegensatz dazu fällt die Zunahme der mittleren Implantationszahlen für den gleichen Zeitraum bei den Kollegen mit abgeschlossener Oralchirurgie-Weiterbildung mit 33,3 % fast doppelt so hoch aus (von durchschnittlich 117,1 auf 156,2 Implantate).

Die Abbildung 4-6 zeigt die Entwicklung der Mittelwertsangaben für die Jahre 2015 bis 2019. Dabei sind sowohl die Gesamtheit der implantat-chirurgisch tätigen Kollegen abgebildet, als auch die Untergruppen nach Weiterbildungsstand.



**Abbildung 4-6: Entwicklung der mittleren Insertionszahlen nach implantologischer Qualifikation.** Die mittleren Implantationszahlen steigen im Erhebungszeitraum von 2015 bis 2019 an. Bei den Befragten ohne Weiterbildung beträgt dieser Anstieg 15,8 % (von durchschnittlich 46,8 auf 54,2 Implantate). Im Gegensatz dazu fällt der Anstieg bei den Befragten mit Oralchirurgie-Weiterbildung mit 33,3 % fast doppelt so hoch aus (von durchschnittlich 117,1 auf 156,2 Implantate).

#### 4.4.3 Gesamtzahl der entfernten Implantate

Die Befragten sollten Angaben zur Gesamtzahl der entfernten Implantate machen sowie zur Gesamtzahl der selbst inserierten und entfernten Implantate.

Die Gesamtzahl der explantierten Implantate liegt im Mittel bei  $10,5 \pm 14,3$  (Median 6,0), was einer mittleren Verlustrate von 3,9 % entspricht. Das Maximum liegt bei 109 entfernten Implantaten und das Minimum bei 0. Zwischen 2015 und 2019 zeigt sich eine Zunahme der durchschnittlichen Explantationen von  $1,5 \pm 2,0$  auf  $2,8 \pm 3,4$ . Eine Detailaufstellung zu den in den jeweiligen Jahren durchgeführten Explantationen findet sich in der nachfolgenden Tabelle 4-3.

**Tabelle 4-3: Übersicht Explantationen von 2015 bis 2019**

	2019	2018	2017	2016	2015	Gesamt
Mittelwert	2,8	2,2	2,5	1,6	1,5	10,5
Standardabweichung	3,4	3,2	4,0	3,6	2,0	14,3
Median	2	1	2	1	1	6
Maximum	22	19	31	30	9	109
Minimum	0	0	0	0	0	0

Die Gesamtzahl der explantierten Implantate liegt im Fünfjahreszeitraum bei durchschnittlich  $10,5 \pm 14,3$ , was einer mittleren Verlustrate von 3,9 % entspricht. Zwischen 2015 und 2019 ist eine Verdoppelung der mittleren Explantationszahlen zu beobachten von  $1,5 \pm 2,0$  im Jahre 2015 auf  $2,8 \pm 3,4$  im Jahre 2019.

Auf eine Auswertung der selbst inserierten und entfernten Implantate wurde verzichtet als sich herausstellte, dass die meisten implantat-chirurgisch tätigen Studienteilnehmer die Frage falsch verstanden hatten. Ein Großteil der Befragten verzichtete komplett auf das Ausfüllen der Frage und bei vielen weiteren waren die getätigten Angaben nicht plausibel. In vielen Fällen wurden die Zahlen zu den Explantationen einfach eins zu eins in die nächste Zeile übernommen und bei einigen wenigen Fragebögen war die Zahl der selbst inserierten und explantierten Implantate sogar höher als die Gesamtzahl der zuvor angegebenen selbst durchgeführten Insertionen.

#### Vergleich der Im- und Explantationszahlen mit den Angaben 2004

Im Jahre 2004 lagen die Mittelwerte für die Gesamtzahl der selbst inserierten Implantate mit  $323,3 \pm 994,4$  deutlich über den Ergebnissen der aktuellen Erhebung. Auch die Mittelwerte für die Oralchirurgen und Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie fielen mit  $521,4 \pm 396,0$  und  $3866,7 \pm 5315,4$  bei der Vorgängererhebung wesentlich höher aus. Im Jahre 2004 wurde der Durchschnitt der Gesamtzahl der entfernten Implantate mit  $7,8 \pm 17,7$  Implantate angegeben.

Die Verteilung der Anzahl der gesetzten Implantate hat sich im Laufe der Jahre verschoben: Wo früher nur etwa 10 % der Zahnärzte 250 bis 499 Implantate inserierten waren es 2020 fast ein Viertel. Der Anteil derer, die 2004 weniger als 20, 20 bis 49 oder 50 bis 99 Implantate setzten lag jeweils zwischen circa 14 % und 18 % und ist bei der Umfrage aus dem Jahr 2020 auf 8,6 % bis 13,6 % gesunken.

Eine weitere Veränderung zeigt sich auch beim Vergleich der mittleren Insertionszahlen in Abhängigkeit von der Art der Weiterbildung. So waren die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen absolute Spitzenreiter bei den Implantationen, die sich von durchschnittlich 50 im Jahre 1999 auf 200 im Jahre 2003 steigerten. Die Oralchirurgen implantierten 1999 im Mittel ungefähr 70 Implantate und 2003 etwa 85 und lagen damit deutlich hinter ihren doppelapprobierten Kollegen. Bei den Befragten ohne Weiterbildung sowie bei der gesamten Gruppe steigerten sich die Implantationszahlen im Vergleichszeitraum nur geringfügig und lagen 2003 immer noch bei ungefähr 40 Implantaten. Demgegenüber hat bei der aktuellen Erhebung eine Verschiebung der „Null-Linie“ stattgefunden. So implantieren die Kollegen ohne Weiterbildung bereits 2015 durchschnittlich mehr als 45 Implantate pro Jahr, in der Gesamtgruppe sind es fast 60 Implantate im gleichen Jahr. Die Steigerung der mittleren Implantationszahlen über den Fünf-Jahres-Vergleichszeitraum ist hingegen ähnlich konstant wie bei der Umfrage aus dem Jahr 2004, auch für die Kollegen mit einer Weiterbildung auf dem Gebiet der Oralchirurgie.

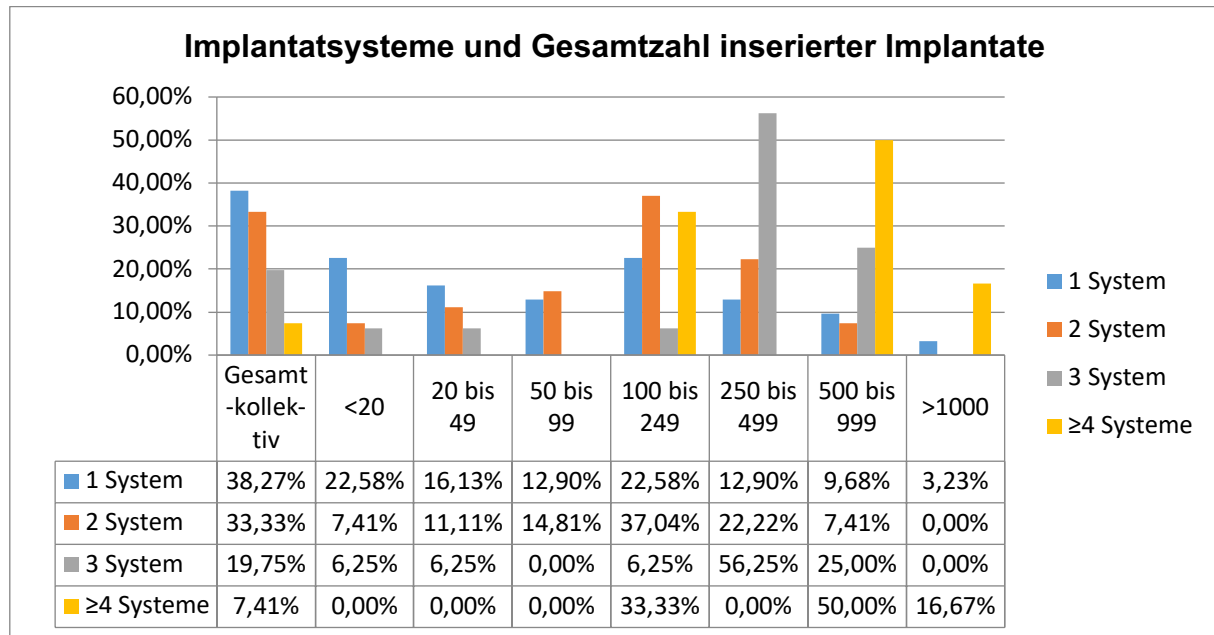
## 4.5 Implantatsysteme

### 4.5.1 Titanimplantate

Bei den Berechnungen zur Anzahl der verwendeten Implantatsysteme in der Praxis wurden zunächst die Angaben aller Kollegen aus Gruppe 3 (n = 79) und 4 (n = 2) berücksichtigt. Ein Fragebogen musste wegen fehlender Angaben von der Auswertung ausgeschlossen werden, sodass insgesamt 80 Fragebögen für die Analysen zur Verfügung standen. Bei der Umfrage konnte die Befragten zwischen den neun Implantatsystemen Ankylos, Astra, Brånemark System (Nobel Biocare), Camlog, Conelog, Replace (Nobel Biocare), Straumann BL, Straumann TL und XiVE wählen und entweder ein oder mehrere Möglichkeiten ankreuzen. Außerdem konnten weitere, davon abweichende verwendete Implantatsysteme unter dem Punkt „andere“ markiert und das genaue Implantatsystem als Freitextantwort angegeben werden. Durch die Option der Mehrfachnennungen war es möglich zu sehen, welcher Anteil der Befragten ein, zwei, oder sogar noch mehr Implantatsysteme in der Praxis verwendet.

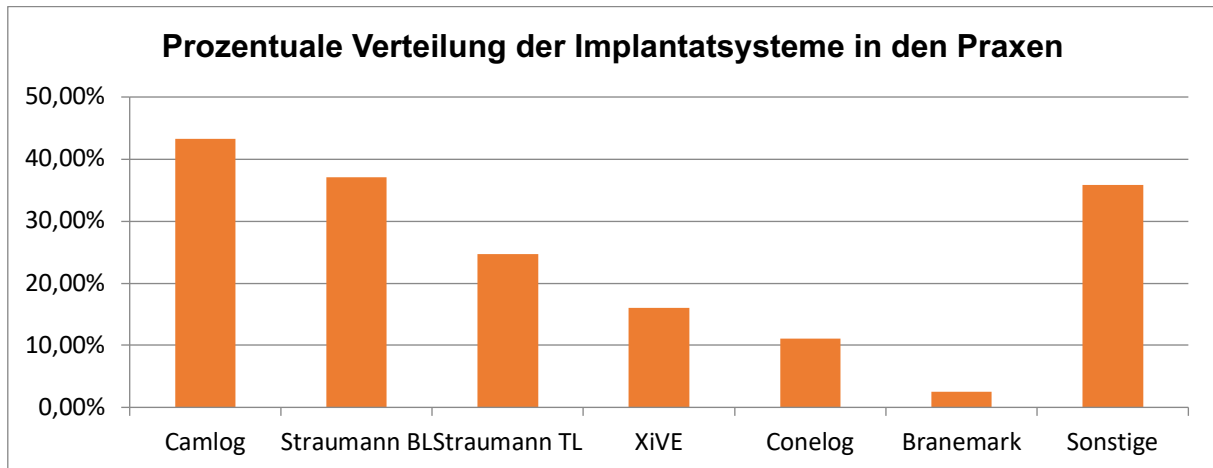
Die allermeisten Kollegen (n = 31; 38,3 %) geben an, nur ein Implantatsystem in ihrer Praxis zu verwenden, während ein weiteres Drittel (n=27; 33,3 %) mit zwei Implantatsystemen arbeitet. Etwa ein Viertel der niedergelassenen Zahnärzte (n =16; 19,8 %) hat drei verschiedene Implantatsysteme in der Praxis und nur eine kleine Minderheit (n = 6; 7,4 %) kann vier oder mehr Implantatsysteme aufweisen.

Die Betrachtung der Verteilung der Implantatsysteme in Abhängigkeit zur Gesamtzahl inserierter Implantate zeigt, dass die Anzahl der in der Praxis verwendeten Systeme mit zunehmendem Umfang der implantologischen Tätigkeit ansteigt. So setzen die Kollegen mit nur einem Implantatsystem am häufigsten entweder weniger als 20 Implantate (22,6 %) oder zwischen 100 bis 249 Implantate (22,6 %). Bei den Befragten mit zwei Implantatsystemen setzt die Mehrheit (37,0 %) zwischen 2015 und 2019 100 bis 249 Implantate, gefolgt von 250 bis 499 gesetzten Implantaten bei etwas mehr als einem Viertel (22,2 %) der Umfrageteilnehmer. Hingegen inseriert über die Hälfte (56,3 %) der Kollegen mit drei Implantatsystemen in der Praxis 250 bis 499 Implantate im Erhebungszeitraum und ein weiteres Viertel (25,0 %) sogar 500 bis 999 Implantate. Bei den Studienteilnehmern mit vier oder mehr Implantatsystemen in der Praxis hat die Hälfte (50,0 %) 500 bis 999 Implantate zwischen 2015 und 2019 inseriert und ein weiteres Drittel 100 bis 249 Implantate. Die graphische Darstellung dieser Zusammenhänge in Verbindung mit der ausführlichen Datentabelle ist in der Abbildung 4-7 dargestellt.



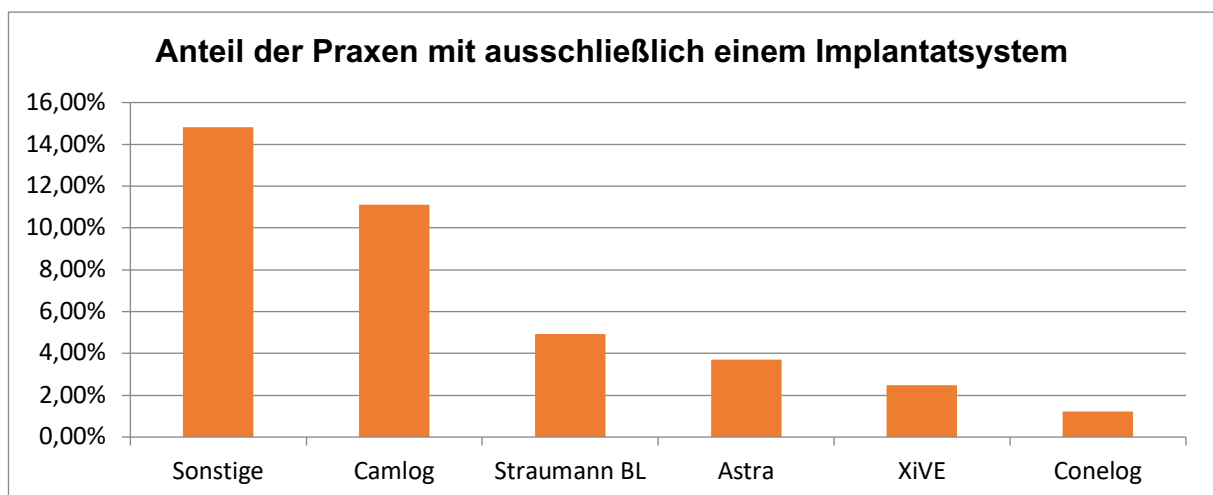
**Abbildung 4-7: Anzahl der in den Praxen verwendeten Implantatsysteme in Abhängigkeit von der Gesamtzahl jährlich inserierter Implantate.** Insgesamt lässt sich in den implantat-chirurgisch ausgerichteten Praxen eine Tendenz zu mehr Implantatsystemen mit steigender implantologischer Erfahrung ausmachen. Der prozentuale Anteil von Praxen mit nur einem Implantatsystem nimmt, bis auf den Ausreißer bei 100 bis 249 Implantaten, mit steigenden Implantationszahlen kontinuierlich ab. Zwei Implantatsysteme erfahren genau hier ihr Maximum. Drei Implantatsysteme werden in größerem Umfang (> 10,0 %) erst ab einer Anzahl von 250 bis 499 inserierten Implantaten vorgehalten. Vier oder mehr Implantatsysteme werden in der Hälfte aller Praxen mit 500 bis 900 Implantaten gefunden, aber auch in einem Drittel der Praxen mit 100 bis 249 Implantationen.

Das am weitesten verbreitete Implantatsystem ist Camlog, welches in 43,2 % der Praxen eingesetzt wird, gefolgt von Straumann Bone Level (37,0 %), Straumann Tissue Level (24,7 %), Astra (21,0 %), XiVE (16,1 %), Conelog (11,1 %), Ankylos (9,9 %), Brånemark (2,5 %) und Replace (1,2 %). Mehr als ein Drittel der Befragten gibt außerdem an, andere als die im Fragebogen aufgeführten Implantatsysteme zu verwenden (Kategorie ‚Sonstige‘ in der Abbildung 4-8). Als weitere Implantatsysteme werden Bredent, Bicon, Champions Implants, Zimmer Biomet, Neodent, SDS, Neoss 3i, TRI, Ihde Implantate, K3Pro, Trinon, Alphatech Procone, Sky, 3M Imtec, BEGO und Zeramex genannt, wobei der jeweilige Anteil der Nennungen bei unter 5 % liegt. In der Abbildung 4-8 ist die prozentuale Verteilung der Implantatsysteme in den jeweiligen Praxen dargestellt. Da Mehrfachnennungen möglich waren werden insgesamt mehr als 100 Prozent erreicht.



**Abbildung 4-8: Prozentuale Verteilung der Implantatsysteme in den Zahnarztpraxen.** Das am weitesten verbreitete Implantatsystem ist Camlog, welches in 43,2 % der Praxen vertreten ist. Straumann Bone Level und Straumann Tissue Level Implantate folgen an zweiter und dritter Stelle mit 37,0 % und 24,7 %. Das Bränemark-Implantatsystem wird nur in 2,5 % der Praxen eingesetzt. Knapp über ein Drittel verwendet andere als die im Fragebogen aufgeführten Implantatsysteme (Kategorie „Sonstige“).

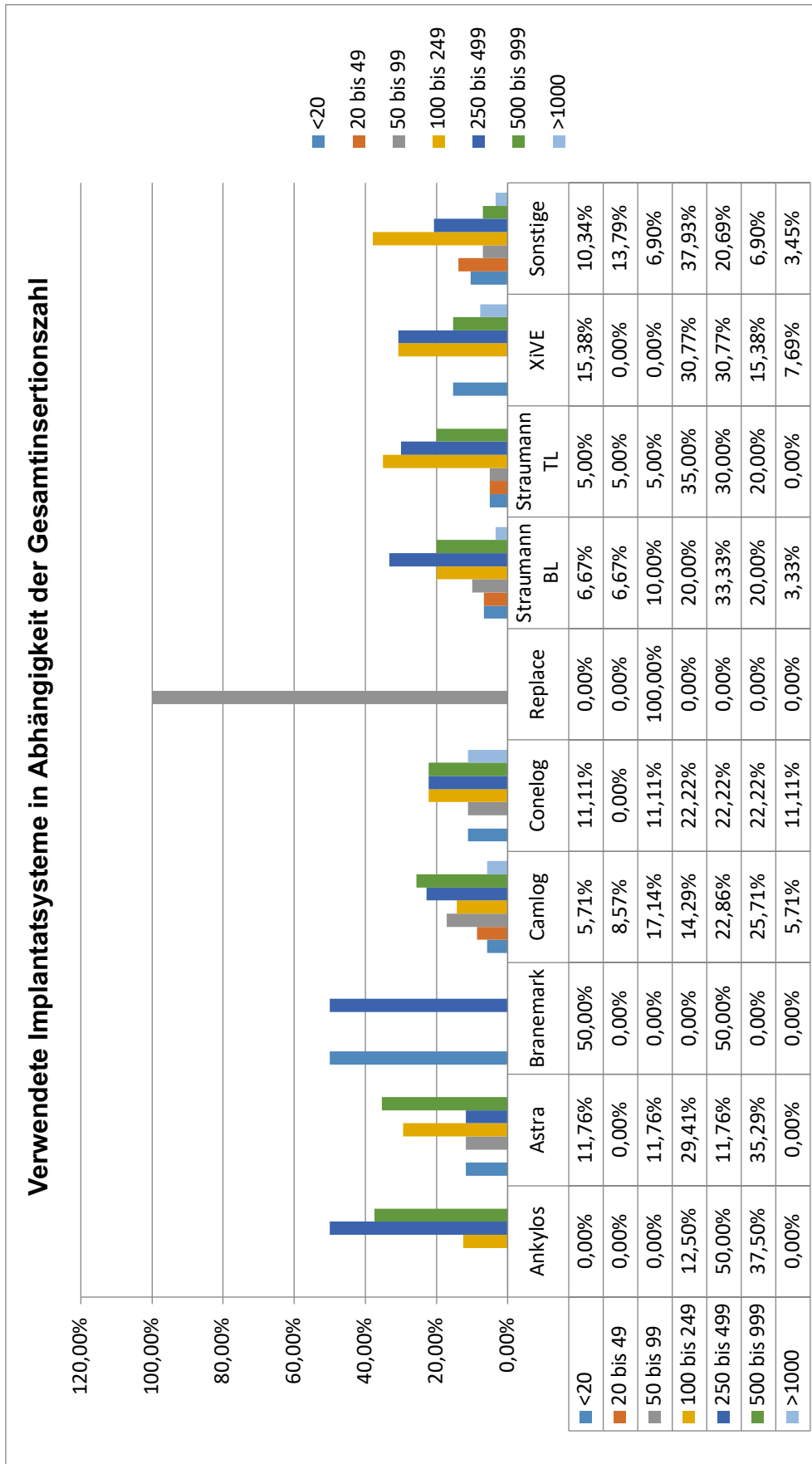
Lediglich fünf der im Fragebogen gelisteten Implantatsysteme, nämlich Camlog, Straumann Bone Level, Astra, XiVE und Conelog, finden als einziges System in den erfassten Praxen Anwendung. Auffällig ist die Tatsache, dass knapp ein Sechstel der Praxen weitestgehend unbekannte Implantatsysteme als alleiniges Implantatsystem nutzt. Die Abbildung 4-9 zeigt in Prozentangaben, in wie vielen Praxen ausschließlich diese Implantatsysteme verwendet werden.



**Abbildung 4-9: Anteil der rheinland-pfälzischen Praxen mit nur einem Implantatsystem.** Die fünf Implantatsysteme Camlog, Straumann BL, Astra, XiVE und Conelog finden als einziges Implantatsystem in den erfassten Praxen Anwendung. Interessanterweise verwendet fast ein Sechstel der Praxen weitestgehend unbekannte Implantatsysteme als alleiniges Implantatsystem (Kategorie „Sonstige“). Auffällig ist zudem die Tatsache, dass genau diese Implantatsysteme an erster Stelle stehen, noch vor den Camlog-Implantaten.

Die chirurgisch tätigen Kollegen wurden entsprechend ihrer implantologischen Erfahrung anhand der Gesamtinsertionszahl in Bezug zu den verwendeten Implantatsystemen gesetzt, um zu ermitteln, welche Implantatsysteme bevorzugt von erfahrenen oder unerfahrenen Kolleginnen und Kollegen zum Einsatz kommen.

Chirurgisch erfahrene Zahnärzte mit Gesamtinsertionszahlen von 500 bis 999 Implantaten oder  $\geq 1000$  Implantaten zwischen 2015 und 2019 verwenden am häufigsten Ankylos- (37,5 %) oder Astra-Implantate (35,3 %). Es folgen die Implantatsysteme Camlog (25,7 %) und Conelog (22,2 %) an dritter und vierter Stelle. Bei den chirurgisch weniger erfahrenen Kollegen mit entweder 100 bis 249 oder 250 bis 499 gesetzten Implantaten im Erhebungszeitraum zeigt sich ein recht ausgewogenes Bild mit der fast gleichmäßigen Verwendung aller Implantatsysteme. Chirurgisch unerfahrene Kollegen mit unter 20, 20 bis 49 oder 50 bis 99 von 2015 bis 2019 gesetzten Implantaten bevorzugen in erster Linie die Implantatsysteme Replace oder Brånemark, wohingegen Camlog oder Straumann Bone Level beziehungsweise Straumann Tissue Level Implantate kaum Anwendung fanden. Eine Übersicht über die Verteilung der Implantatsysteme in den jeweiligen Untergruppen kann der Abbildung 4-10 entnommen werden. Innerhalb der Untergruppen ergeben sich teilweise mehr als 100 Prozent, da Mehrfachnennungen möglich waren.



**Abbildung 4-10: Übersicht über die verwendeten Implantatsysteme in Abhängigkeit von der Gesamtinsertionszahl im Erhebungszeitraum 2015 – 2019.** Chirurgisch erfahrene Befragte mit Gesamtinsertionszahlen von über 500 Implantaten im Erhebungszeitraum verwenden am häufigsten die Implantatsysteme Ankylos, Astra, Camlog oder Conelog. Die Implantatsysteme Camlog, Conelog, Straumann BL und Straumann TL werden sowohl von erfahrenen als auch von weniger erfahrenen Implantologen fast gleichmäßig oft inseriert. Befragte mit weniger als 100 Implantaten im Erhebungszeitraum bevorzugen die Implantatsysteme Replace und Bränemark.

### Vergleich mit den Angaben aus der Umfrage 2004

Der Abgleich mit der vorherigen Erhebung 2004 zeigt, dass sich in Bezug auf die Anzahl der Implantatsysteme in Abhängigkeit von der Gesamtzahl inserierter Implantate kaum etwas verändert hat; nach wie vor steigt die Anzahl der verwendeten Systeme mit dem Umfang der implantologischen Tätigkeit an.

Deutliche Veränderungen sind jedoch bei den verwendeten Implantatsystemen ersichtlich. Wo früher Straumann Tissue Level Implantate mit einem Anteil von 43,3 % das am weitesten verbreitete System in den Praxen darstellte, gefolgt von Frialit mit 41,8 %, rangieren die Straumann Tissue Level Implantate heute - scheinbar - auf Platz eins und drei. Bei genauerer Betrachtung stellt sich heraus, dass eigentlich die Straumann Implantate heute immer noch das am weitesten verbreitete Implantatsystem darstellen – und zwar mit einem deutlich höheren Anteil von 61,7 %.

Das Frialit-Implantatsystem spielt bei der aktuellen Umfrage keine Rolle mehr und wurde daher weder als Antwortmöglichkeit zum Ankreuzen vorgeschlagen, noch von einem der teilnehmenden Zahnärztinnen und Zahnärzte als Freitextantwort genannt. Viele weitere Implantatsysteme wie IMZ, Zimmer, Compress, Replace und Tiolox waren früher in zwischen 3,5 und 17,0 Prozent der Praxen vertreten und sind bei der Umfrage aus dem Jahr 2020 ebenfalls nicht mehr relevant.

Den größten Zugewinn unter den Praxen konnte das Implantatsystem Camlog für sich verbuchen mit einer Anteilssteigerung von 9,2 auf 43,2 Prozent. Knapp dahinter folgt das XiVE-System, welches früher einen Anteil von 3,5 % hatte und inzwischen in 16,1 % der Praxen verwendet wird. Ankylos Implantate halten sich weiterhin konstant mit einem Anteil von unter zehn Prozent, während die Implantatsysteme von Brånemark und Replace (Nobel Biocare) inzwischen deutlich seltener eingesetzt werden (Brånemark: 7,8 % 2004 auf 2,5 % 2020; Replace: 3,5 % 2004 auf 1,2 % 2020).

Bei der Umfrage aus dem Jahre 2004 fanden insgesamt fünf Implantatsysteme, nämlich Straumann Tissue Level, Frialit 2, Camlog, Ankylos und Brånemark, als einziges System in den rheinland-pfälzischen Zahnarztpraxen Verwendung. Dabei hatten die Straumann-Implantate einen Anteil von über 20 %, gefolgt von Frialit 2 mit ungefähr 11 %, während die anderen drei genannte Implantatsysteme jeweils nur in unter fünf Prozent der Praxen mit ausschließlich einem Implantatsystem vorhanden waren. Im Gegensatz dazu machten die unter „Sonstiges“ zusammengefassten Implantate in der aktuellen Erhebung mit über 14 % den größten Anteil unter den Praxen mit nur einem Implantatsystem aus.

Auf einen Vergleich der verwendeten Implantatsysteme in Abhängigkeit von der Gesamtinsertionszahl wurde wegen der zu großen Veränderungen im Bereich der verwendeten Implantatsysteme verzichtet.

#### 4.5.2 Keramikimplantate

Ein völlig neuer Aspekt in dieser Erhebung war die Frage nach der Verwendung von Keramikimplantaten. Immerhin 13 von 81 (16,0 %) Kollegen geben an, Keramikimplantate zu verwenden. Der prozentuale Anteil der Fälle bei denen Keramikimplantate eingesetzt werden reicht dabei von einem bis 100 Prozent. Im Mittel liegt der prozentuale Anteil bei 31,2 % (Median 15), mit einer Standardabweichung von  $\pm 34,4$  %. Bei acht Befragten liegt der Anteil unter 50 Prozent, während sieben weitere Kollegen Keramikimplantate bei 50 bis 100 ihrer implantologischen Patienten inserieren.

Zwölf Zahnärzte verwenden zweiteilige Systeme und sechs Befragte inserieren einteilige Keramikimplantate. Lediglich ein einziger Studienteilnehmer gibt an, nur einteilige Keramikimplantate zu verwenden, während alle anderen fünf Kollegen sowohl ein- als auch zweiteilige Systeme verwenden.

Einige Befragte nutzten die Möglichkeit einer Freitextantwort zum verwendeten Keramikimplantatsystem und nannten als einteilige Systeme Straumann PURE Ceramic (4x) sowie das Champions BioWin! Keramikimplantat (1x). Unter den zweiteiligen Systemen wurden die folgenden genannt: Straumann PURE Ceramic (3x), Champions BioWin! Keramikimplantat (2x), Camlog CERALOG® Implantat (2x) und Zeramex (4x).

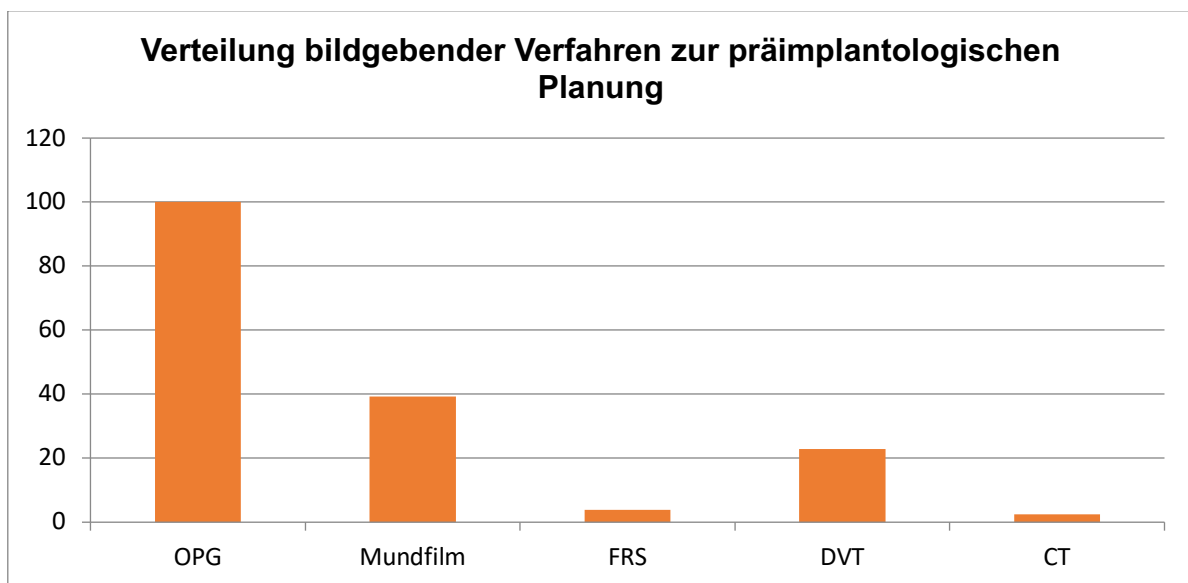
### 4.6 Implantatdiagnostik

#### 4.6.1 Bildgebende Verfahren

Für die Analyse der bildgebenden Verfahren standen die Daten von n = 79 Fragebögen aus Gruppe 3 und 4 zur Verfügung. Die befragten Zahnärzte konnten zur Frage nach den verwendeten konventionellen bildgebenden Verfahren zur Implantatdiagnostik zwischen der Panoramaschichtaufnahme (OPTG), dem Mundfilm und dem Fernröntgenseitenbild (FRS) auswählen. Außerdem war die Möglichkeit einer Freitextantwort gegeben, falls davon abweichend zusätzliche Verfahren eingesetzt wurden. Die zweite Frage befasste sich mit dem Einsatz der Auswerthilfen Messkugeln, Messzylinder, Millimeterraster und Zinnfolie. Bei den ersten beiden Fragen waren jeweils Mehrfachnennungen möglich. In der nächsten Frage wurden die Zahnärzte nach dem Einsatz der dentalen Volumentomographie beziehungsweise

der Computertomographie im Rahmen der Implantatdiagnostik befragt. Neben den Antwortmöglichkeiten „ja“ und „nein“ konnte im Falle einer positiven Antwort auch der prozentuale Anteil der Fälle als Schätzwert (Zirca-Angabe) angegeben werden.

Alle 79 (100 %) Befragten geben an, das OPTG im Rahmen ihrer Implantatdiagnostik zu verwenden. 31 (39,2 %) Zahnärzte nutzen Zahnfilme, während lediglich 3 (3,8 %) das FRS zu implantat-diagnostischen Zwecken einsetzen. Bei der Freitextantwortmöglichkeit geben 18 (22,8 %) Kollegen an, Gebrauch von der DVT zu machen und zwei weitere (2,5 %) Befragte nutzen computertomographische Aufnahmen. Die Verteilung der bildgebenden Verfahren zur Implantatdiagnostik kann der Abbildung 4-11 entnommen werden.

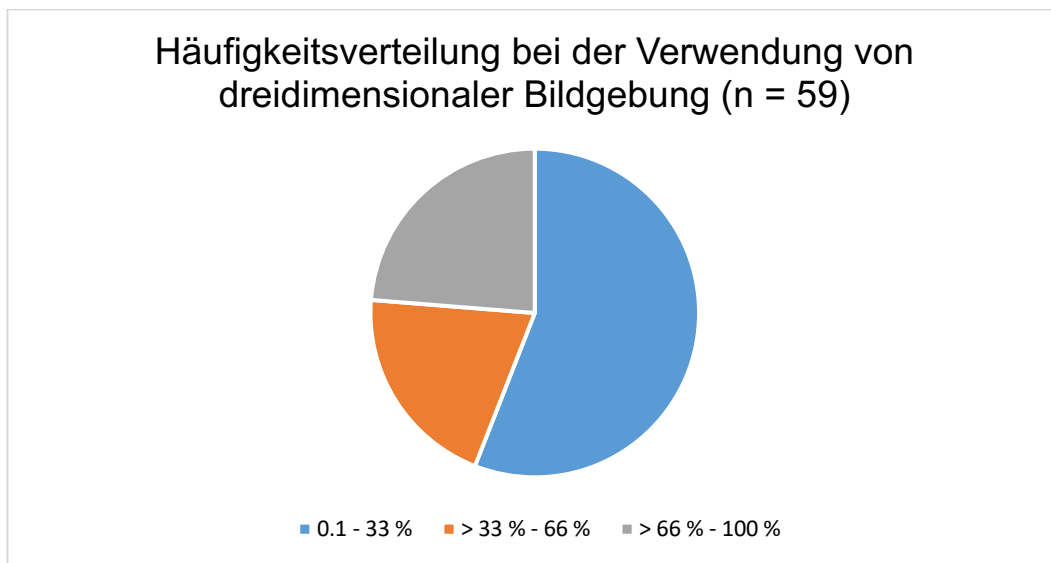


**Abbildung 4-11: Verteilung bildgebender Verfahren zur Implantatdiagnostik.** Das OPTG steht an erster Stelle bei der Implantatplanung und wird von allen Befragten eingesetzt. Es folgt der Zahnfilm an zweiter Stelle mit 39,2 %, während lediglich 3,8 % das FRS nutzen. Insgesamt 22,8 % der Befragten nennen zusätzlich die DVT für die Implantatplanung, wohingegen nur 2,5 % auf CT-Aufnahmen zurückgreifen.

Bei der Frage nach der Verwendung von Auswerthilfen konnten 77 ausgefüllte Fragebögen mit in die Auswertung genommen werden. Dabei gibt die überwiegende Mehrheit ( $n = 74$ ; 93,5 %) an, Messkugeln einzusetzen. Deutlich seltener kommen die Auswerthilfen Millimeterraster ( $n = 8$ ; 10,4 %) und Messzylinder ( $n = 6$ ; 7,8 %) zum Einsatz. Die Zinnfolie wird von keinem einzigen Befragten verwendet.

Insgesamt machten 79 implantat-chirurgisch tätige Kollegen Angaben zum Einsatz der DVT oder CT im Rahmen der Implantatdiagnostik. Fast drei Viertel der Befragten ( $n = 59$ ; 74,7 %) bejahten die Frage nach der Verwendung von dreidimensionalen bildgebenden Verfahren zu

implantat-diagnostischen Zwecken. Die Spanne bei der Angabe des prozentualen Anteils der Fälle reicht von 0,1 % bis 100 %. Im Mittel wurden die dreidimensionalen bildgebenden Verfahren in 35,7 % (Median 20) der Fälle eingesetzt, bei einer Standardabweichung von  $\pm 33,5$  %. Interessant ist auch noch die Häufigkeitsverteilung, wonach 33 von 59 (55,9 %) Kollegen die dreidimensionale Bildgebung in bis zu 33 % der Fälle einsetzen. Zwölf von 59 (20,3 %) Befragte verwenden die DVT- oder CT-Bildgebung in bis zu 66 % ihrer implantologischen Fälle und bei 14 von 59 Befragten (23,7 %) kommen dreidimensionale bildgebende Verfahren bei mehr als zwei Drittel ihrer implantologischen Fällen zum Einsatz. Die graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung ist der Abbildung 4-12 zu entnehmen.



**Abbildung 4-12: Histogramm zur Übersicht über den Einsatz von DVT und CT in der Praxis.** Etwas mehr als die Hälfte (55,6 %) der Befragten verwendet die dreidimensionale Bildgebung bei bis zu einem Drittel ihrer implantologischen Patientenfälle. Ein Fünftel (20,3 %) setzt sie in bis zu 66 % ihrer implantologischen Fälle ein und bei 23,7 % kommen die dreidimensionalen Verfahren bei mehr als zwei Drittel der Patientenfälle zum Einsatz.

#### 4.6.2 Digitale Implantatplanung, Schleimhautdickenmessung und Titan-Verträglichkeitstestung

Insgesamt machten 79 Befragte Angaben zur digitalen Implantatplanung. Davon verneint die überwiegende Mehrheit (n = 48; 60,8 %) die Durchführung von digitalen Implantatplanungen, während die übrigen 31 (39,2 %) diese in die Behandlung integrieren. Bezüglich des Anteils des Einsatzes der digitalen Implantatplanung liegt der Mittelwert bei 37,5 % der Fälle, mit einer Standardabweichung von  $\pm 38,9$  % (Median 9 %). Die Spanne reicht dabei von mindestens zwei Prozent der Fälle bis zum Einsatz bei sämtlichen Fällen (100 %). Insgesamt 27 Kollegen nennen im Freitextbereich die folgenden verwendeten digitalen Planungssysteme (in

absteigender Reihenfolge nach der Häufigkeit der Nennungen gelistet): coDiagnostix™ (7x; 24,1 %), CliniView™ (4x; 13,8 %), SICAT Implant/Galileos Implant (4x; 13,8 %), SIMPLANT® (3x; 10,3 %), implant3D (2x; 6,9 %), CAMLOG® Guide System (2x; 6,9 %), DEDICAM® (2x; 6,9 %), ICX-Magellan (2x; 6,9 %), Sidexis (1x; 3,4 %), CEREC Software (1x; 3,4 %) und OnDemand3D™ (1x; 3,4 %).

Für die Schleimhautdickenmessung konnten die Angaben von 78 Teilnehmern an der Umfrage berücksichtigt werden. Lediglich 15 (19,2 %) der implantologisch tätigen Kollegen führen Schleimhautdickenmessungen durch, wovon einer (1,3 %) diese nur im Oberkiefer durchführt. Insgesamt 79 Zahnärzte beantworten die Frage zur Durchführung von Tests auf Titanunverträglichkeiten. Nur etwa jeder fünfte Befragte (n = 15; 19,0 %) setzt derartige Tests bei den behandelten Patienten ein. Der prozentuale Anteil der Fälle, bei denen Tests auf Titanunverträglichkeiten durchgeführt werden reicht von 0,1 Prozent bis hin zu 100 Prozent. Im Mittel werden die Tests bei 19,7 % ± 29,4 % (Median 5 %) der Patientenfälle eingesetzt.

#### Vergleich der Implantatdiagnostik mit den Angaben 2004

Im Bereich der Implantatdiagnostik haben sich zwischen der Umfrage 2004 und 2020 nur geringfügige Veränderungen ergeben. Bei der Verteilung bildgebender Verfahren wurde 2004 das OPTG in 97,9 % der Fälle eingesetzt, gefolgt von Zahnfilm in 46,1 % der Fälle. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen der aktuellen Umfrage, wonach das OPTG als wichtigstes konventionelles bildgebendes Verfahren von allen befragten Kollegen verwendet wird, gefolgt von Zahnfilm mit 39,2 %. Veränderungen hat es jedoch beim Einsatz von CT, FRS und DVT gegeben. Wo früher die CT bei immerhin 22 % der Patientenfälle an dritter Stelle der verwendeten bildgebenden Verfahren stand, spielt die CT bei der Implantatdiagnostik heute keine Rolle mehr. Im Gegenzug hat die DVT, die 2004 mit 2,4 % noch das Schlusslicht unter den bildgebenden Verfahren darstellte, deutlich an Bedeutung gewonnen und ist mit 22,8 % im Jahre 2020 zur dritthäufigsten Aufnahmeart avanciert. FRS-Aufnahmen wurden früher immerhin bei fast jedem fünften Patienten angefertigt und spielen heute mit nur 3,8 % ebenfalls eine untergeordnete Rolle.

Bei der Frage nach den Auswerthilfen stellen Messkugeln unverändert das am häufigsten eingesetzte Messbehelf dar (2004: 90,8 % vs. 2020: 93,5 %). Die Verwendung eines Millimeterrasters hat um ungefähr zwei Drittel abgenommen (2004: 29,8 % vs. 2020: 10,4 %), wohingegen der Messzylinder bei der aktuellen Umfrage zum ersten Mal mit 7,8 % bei einigen wenigen Kollegen Anklang findet.

Die computergestützte Implantatplanung wurde 2004 noch von einer kleinen Minderheit (5,7 %) von Zahnärzten eingesetzt und hat einen deutlichen Anstieg auf 39,2 % bei der 2020 durchgeführten Umfrage erlebt. Dies entspricht einer Zunahme des Einsatzes der digitalen Implantatplanung um den Faktor 6,9. Die aktuell verwendeten Systeme zur digitalen Implantatplanung entsprechen größtenteils nicht mehr der in 2004 eingesetzten Planungssoftware. Bei der Vorgängererhebung wurden insgesamt fünf Planungssysteme genannt, wovon lediglich zwei, nämlich coDiagnostix™ und SIMPLANT® bei der aktuellen Umfrage genannt werden. Die drei übrigen im Jahr 2004 genannten Implantatplanungssysteme Friacom®, Med-3-D® und MedSol® sind inzwischen längst weiterentwickelt und umbenannt worden, zumeist im Rahmen von Fusionen von Implantatherstellern.

Mit der verstärkten Anwendung der computergestützten Implantatplanung hat sich noch eine weitere Entwicklung auf diesem Gebiet ergeben. Während 2004 lediglich vier unterschiedliche digitale Planungssysteme aufgeführt wurden, zeigt sich im Jahr 2020 mit der Nennung von elf separaten Planungssystemen von unterschiedlichen Herstellern die zunehmende Diversifizierung der Produktpalette.

#### 4.7 Chirurgisches Vorgehen

Zu diesem Aspekt wurden die Zahnärzte nach Angaben zur Verwendung von Operationsschablonen, zum Einsatz von Begleitmedikation, augmentativen Begleitmaßnahmen, Knochenersatzmaterialien, Membranen und dem PRP-Verfahren gebeten. Auch hier wurden wieder die Antworten der Kollegen von Gruppe 3 und 4 berücksichtigt, wobei lediglich 80 Fragebögen hierzu ausgefüllt wurden.

##### 4.7.1 Perioperative Begleitmaßnahmen

Die Operationsschablone wird von 66,3 % (n = 53) der Behandler eingesetzt. Der prozentuale Anteil der Patientenfälle, bei denen die Schablone verwendet wird, reicht dabei von zwei bis 100 Prozent. In den Praxen, wo sie Einsatz findet, wird die Operationsschablone bei durchschnittlich  $45,3 \pm 33,5$  % der Fälle eingesetzt.

Neu in der Umfrage aus 2020 war die Frage nach der Anwendung des „Guided Surgery“-Verfahrens, die von 28,8 % (n = 23) bejaht wird. Hier reicht die Spannweite beim prozentualen Anteil der Patientenfälle von einem bis 100 Prozent. Im Mittel werden damit  $30,6 \pm 37,0$  % der Patientenfälle behandelt.

Eine Unterteilung und Änderung der Fragen zur perioperativen Antibiose oder perioperativen Glukokortikoidgabe und Anästhesieform erlaubte erstmalig tiefere Einblicke in das chirurgische Vorgehen der Befragten. Die überwiegende Mehrheit (88,8 %; n=71) der chirurgisch tätigen Kollegen verordnen regelmäßig eine perioperative antibiotische Abschirmung. Davon geben 49 Befragte an, die perioperative Antibiose bei mindestens 70 % ihrer implantologischen Patientenfälle zu verordnen. Das häufigste verordnete Präparat ist Amoxicillin (76,1 %; n = 54), gefolgt von Clindamycin (36,6 %; n = 26), Penicillin (4,2 %; n = 3) und Cephalexin (1,4 %; n = 1). Aufgrund zahlreicher Mehrfachantworten ergeben sich Gesamtwerte von über 100 Prozent.

Die perioperative Glukokortikoidgabe wird von deutlich weniger Behandlern, nämlich von 17 (21,3 %) verordnet. Diejenigen Zahnärzte, die Glukokortikoide als Begleitmedikation verschreiben, tun dies bei durchschnittlich  $54,6 \pm 39,6$  % ihrer Patienten. Neun Befragte geben an, Glukokortikoidpräparate bei mindestens 80 Prozent ihrer implantologischen Fälle zu verordnen. Als Präparate werden am häufigsten Prednisolon (13x) genannt, gefolgt von Decortin (3x), Fortecortin (1x) und Urbason (1x).

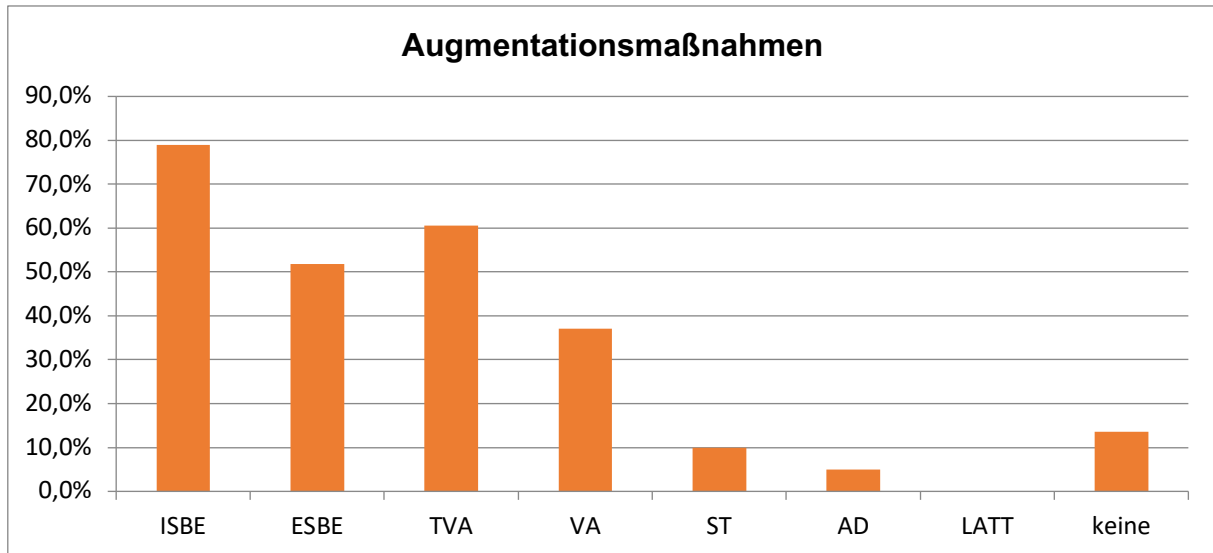
Die am häufigsten verwendete Anästhesieform ist die Lokalanästhesie, von der 97,5 % (n = 78) der Befragten Gebrauch machen. Im Mittel wird die Lokalanästhesie bei 95,3 % der Patientenfälle verwendet. Die Frage nach der Sedierung haben 21,3 % (n = 17) der Kollegen bejaht und setzen sie im Durchschnitt bei 16,3 % ihrer implantologischen Fälle ein. Am seltensten wird die Intubationsnarkose durchgeführt, nämlich von nur 16,3 % der Befragten. Der Anteil der Patientenfälle ist mit durchschnittlich 7,8 % ebenfalls gering.

#### 4.7.2 Augmentative Begleitmaßnahmen

Bei den augmentativen Begleitmaßnahmen konnten eine oder mehrere Antworten unter den folgenden Möglichkeiten ausgewählt werden: Interne Sinusbodenelevation, externe Sinusbodenelevation, transversale Kieferkammaugmentation, vertikale Kieferkammaugmentation, autologe Kieferkammaugmentation mit Hilfe der Schalenteknik, Alveolarfortsatzdistraktion, laterale Transposition des Nervus alveolaris inferior oder keine der hier genannten.

Es ergab sich folgende Auswertung: Eine interne Sinusbodenelevation führen 78,8 % der Kollegen durch und 51,3 % eine externe Sinusbodenelevation. Die transversale Kieferkammaugmentation wird weiterhin von 61,3 % der Befragten durchgeführt und 37,5 % wenden die vertikale Kieferkammaugmentation an. Deutlich seltener werden die autologe Kieferkammaugmentation mit Hilfe der Schalenteknik (10,0 %) und die

Alveolarfortsatzdistraktion (5,0 %) durchgeführt. Keiner der Befragten führt eine laterale Transposition des Nervus alveolaris inferior durch und immerhin 13,8 % der chirurgisch tätigen Kollegen geben an, keine der genannten augmentativen Verfahren anzuwenden. Eine Übersicht über die Verteilung angewandter Augmentationsmaßnahmen findet sich in Abbildung 4-13.

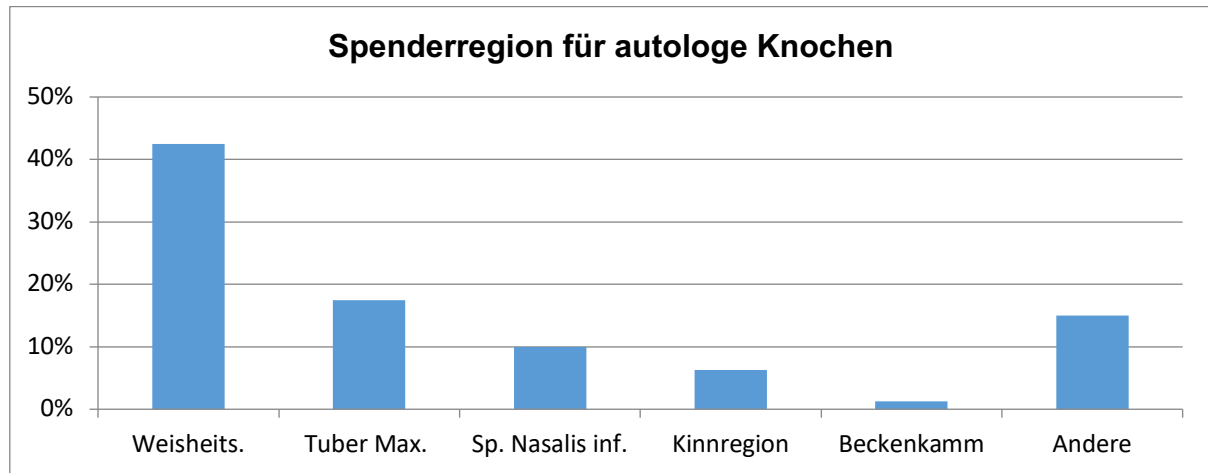


**Abbildung 4-13: Verteilung angewandter Augmentationsmaßnahmen.** *ISBE – interne Sinusbodenelevation; ESBE – externe Sinusbodenelevation; TVA - transversale Kieferkammaugmentation; VA - vertikale Kieferkammaugmentation in Schalentchnik; AD – Alveolarfortsatzdistraktion; LATT - laterale Transposition des Nervus alveolaris inferior*

Die interne Sinusbodenelevation wird von fast 80 % der Befragten durchgeführt und die externe Sinusbodenelevation von etwas mehr als der Hälfte. Die transversale Kieferkammaugmentation stellt mit einem Anteil von 61,3 % die zweithäufigste Augmentationsform dar, während die vertikale Kieferkammaugmentation mit 37,5 % an vierter Stelle rangiert. Komplexere Augmentationstechniken wie die autologe Kieferkammaugmentation in Schalentchnik und die Alveolarfortsatzdistraktion werden von weniger als 10 % der Befragten vorgenommen. Die laterale Transposition des Nervus alveolaris inferior kommt gar nicht zur Anwendung.

#### 4.7.3 Augmentationsmaterialien

Nach den in der Praxis herangezogenen Spenderregionen für autologen Knochen gefragt, geben 42,5 % die Weisheitszahnregion an, 17,5 % die Tuber-Region und 10,0 % die Spina nasalis anterior an. Die Kinnregion wird von 6,3 % für autologen Knochen herangezogen und Beckenkamm von 1,3 %. 15 Prozent der Befragten geben an, entweder Bohrspäne aus dem unmittelbaren Operationsgebiet oder die zerkleinerten extrahierten Zähne des Patienten zu verwenden. Die graphische Darstellung kann der Abbildung 4-14 entnommen werden.

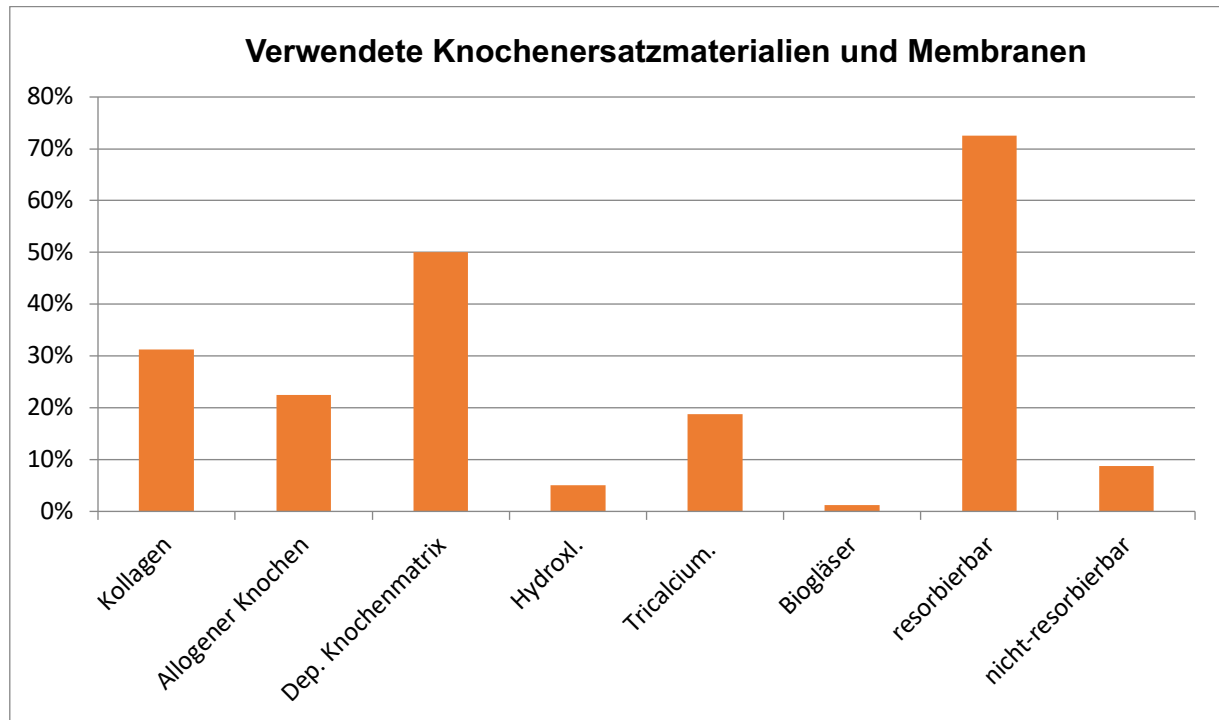


**Abbildung 4-14: Übersicht Verteilung der Spenderregionen für Augmentationen mit autologen Knochen.** Am häufigsten wird die Linea obliqua externa als Spenderregion für autologe Knochen herangezogen, nämlich von 42,5 % der Befragten. Mit 17,5 % deutlich seltener wird die Tuber-Region angesteuert oder auch die Spina nasalis anterior (10,0 %). Am seltensten wird die Beckenkammregion verwendet (1,3 %). Weitere 15,0 % (Kategorie „Andere“) verwenden Bohrspäne aus dem Operationsgebiet oder zerkleinerte extrahierte Zähne des Patienten.

Im Bereich der Knochenersatzmaterialien wird an erster Stelle die deproteinisierte Knochenmatrix (50 %; n = 40) verwendet, wobei hier das Produkt Bio-Oss® (40 %; n = 32) prozentual am stärksten vertreten ist. Es folgt an zweiter Stelle Kollagen, welches von 31,3 % (n = 25) der Befragten eingesetzt wird. Das häufigste aufgeführte Produkt ist das Bio-Oss® Collagen, welches von 12 Befragten genannt wird. Allogener Knochen wird von 22,5 % (n = 18) der Kollegen eingesetzt. Drei Zahnärzte geben an, Puros® Allograft zu verwenden. Trikalziumphosphat wird von 18,8 % (n = 15) der Umfrageteilnehmer eingesetzt und Hydroxylapatit bei 5,0 % (n = 4). Lediglich ein einziger Befragter (1,3 %) gibt an, Biogläser als Knochenersatzmaterial einzusetzen.

Fast drei Viertel der chirurgisch tätigen Kollegen (72,5 %; n = 58) bejahen den Einsatz von resorbierbaren Membranen, während nur eine kleine Minderheit (8,8 %; n = 7) nicht-resorbierbare Membranen verwendet. Die meist verwendete resorbierbare Membran mit 29 Nennungen stellt dabei die Bio-Gide® Membran dar.

Die graphische Darstellung der verwendeten Knochenersatzmaterialien und Membranen wird in Abbildung 4-15 präsentiert.



**Abbildung 4-15: Anteil verwendeter Knochenersatzmaterialien und Membranen.** Die Hälfte der Befragten verwendet deproteinisierte Knochenmatrix bei Augmentationen und 31,3 % greifen auf Kollagen zurück. Jeweils ungefähr ein Fünftel verwendet entweder allogenen Knochen oder Trikalziumphosphat, während Hydroxylapatit und Biogläser von weniger als 5,0 % der Befragten eingesetzt werden. Die resorbierbare Membran wird von den Befragten deutlich favorisiert (72,5 %), wohingegen nicht-resorbierbare Membranen von lediglich 8,8 % Anwendung findet.

Zum Schluss wurde beim chirurgischen Vorgehen nach der Verwendung des PRP-Verfahrens gefragt. Lediglich sieben (8,8 %) Zahnärzte wenden dieses Verfahren in der Praxis an. Vier setzen das System des Herstellers BTI ein und die übrigen drei verwenden das System von Mectron.

#### Vergleich chirurgisches Vorgehen 2004 und 2020

Im Vergleich zur Vorgängererhebung wird die Operationsschablone inzwischen etwas häufiger verwendet (2004: 58,2 % versus 2020: 66,3 %). Einen deutlichen Anstieg hingegen ist bei der Verordnung perioperativer Begleitmedikamente zu verzeichnen. Wo früher 61 % der Kollegen perioperativ eine antibiotische Abschirmung vornahmen, wird sie inzwischen bei fast 90 Prozent der Implantationen verordnet.

Früher wurde das Präparat Clindamycin am häufigsten verordnet (62 %), gefolgt von Amoxicillin (22,4 %) und Penicillin V (13,8 %). Inzwischen ist Amoxicillin in Verbindung mit Clavulansäure als Breitspektrumantibiotikum zum gängigsten Präparat avanciert. Seit

geraumer Zeit wird Amoxicillin mit Clavulansäure als Antibiotikum der ersten Wahl bei Infektionen oder Eingriffen in der Mundhöhle empfohlen. Die Schwellungsprophylaxe mit Glukokortikoiden wurde 2004 lediglich in 4,3 % der Praxen durchgeführt und hat sich nahezu verfünffacht. Es wird davon ausgegangen, dass die Zunahme der Glukokortikoidgabe am ehesten auf den Anstieg der Implantationszahlen insgesamt zurückzuführen ist.

Im Bereich der durchgeführten Augmentationsmaßnahmen gab es zwischen 2004 und 2020 einige deutliche Veränderungen. Insgesamt scheinen die chirurgisch tätigen Zahnärzte heute versierter zu sein, was ihre implantologische Kompetenz angeht. So führten 2004 lediglich 39 % der Befragten interne Sinuslifts und 32,6 % externe Sinuslifts durch. Transversale Kieferkammaugmentationen wurden von 33 % durchgeführt und weitere 29,8 % wandten die vertikale Kieferkammaugmentation an. Außerdem gaben 23,4 % an, keine Augmentationen durchzuführen. In der Erhebung aus 2020 hat sich der Anteil derer, die die eben genannten Augmentationsmaßnahmen durchführen, überall fast verdoppelt. Der Anteil derer, die keine Augmentationen anbieten, hat sich hingegen halbiert.

Im Hinblick auf die Spenderregionen für autologe Knochen haben sich kaum Veränderungen zugetragen hinsichtlich der jeweiligen Anteile der zur Augmentation verwendeten Regionen. Die Ausnahme stellt die Kinnregion dar, welche früher mit 23,4 % die zweithäufigste Spenderregion war und inzwischen mit 6,3 % auf Rang 4 zurückgefallen ist.

In der Vorgängererhebung gaben jeweils fast 30 % der Befragten an, Trikalziumphosphat oder deproteinisierte Knochenmatrix als Knochenersatzmaterialien zu verwenden. Im Gegensatz dazu wurden Hydroxylapatit, Kollagen und Biogläser von weniger als zehn Prozent der rheinland-pfälzischen Zahnärzte eingesetzt. Ähnlich verhält es sich mit dem Einsatz von nicht-resorbierbaren versus resorbierbaren Membranen. Während früher resorbierbare Membranen von knapp über der Hälfte der Kollegen verwendet wurden, hatte die nicht-resorbierbare Membran einen Anteil von nahezu 30 %. Das PRP-Verfahren spielt unter den chirurgisch tätigen Kollegen nach wie vor eine verschwindend geringe Rolle (2004: 2,1 % versus 2020: 8,8 %).

#### 4.8 Implantations- und Belastungszeitpunkt

Die Befragten wurden gebeten, den jeweiligen Anteil von Sofortimplantationen, verzögerten Sofortimplantationen und Spätimplantationen in ihrem Behandlungsspektrum in Prozent anzugeben. Anschließend sollten Angaben zu den eingehaltenen Einheilzeiten im Ober- und Unterkiefer eingetragen werden. Außerdem wurden die Kollegen dazu befragt, ob sie Sofortbelastungen oder Sofortversorgungen durchführen. Falls dies zutraf, wurde der

prozentuale Anteil der Patientenfälle abgefragt sowie die jeweilige Indikation. Die Auswertung basierte auf den Daten von 80 Fragebögen aus Gruppe 3 und 4.

Die Spätimplantation ist der gängigste Implantationszeitpunkt und wird von 87,5 % (n = 70) der Zahnärzte favorisiert. Die verzögerte Sofortimplantation wird von 55,0 % (n = 44) durchgeführt und die Sofortimplantation von 50,0 % (n = 40). Interessant ist zudem der Blick auf den Anteil der Patientenfälle. So werden Spätimplantationen bei durchschnittlich 60,1 % der implantologischen Fälle durchgeführt und verzögerte Sofortimplantationen bei 29,2 % der Patienten. Im Gegensatz dazu ist der Anteil derjenigen Patienten, bei denen unmittelbar nach der Zahnextraktion sofort implantiert wird, mit im Mittel 4,6 % sehr gering.

Im Unterkiefer wird eine Einheilzeit von im Mittel 3,2 Monaten eingehalten, wobei die Spanne von 1,5 bis 9 Monaten reicht. Am häufigsten werden jedoch drei Monate Einheilzeit als ausreichend angesehen. Für den Oberkiefer sind die Einheilzeiten mit durchschnittlich 4,4 Monaten etwas länger. Die Spanne der Oberkiefer-Einheilzeiten reicht von 1,5 bis 11 Monaten und der Modalwert liegt bei sechs Monaten.

Die Frage nach der Sofortbelastung oder –versorgung wurde von 76 Kollegen beantwortet. Dabei geben 21 (27,6 %) Befragte an, auch Sofortversorgungen durchzuführen. Der prozentuale Anteil der Patientenfälle, die auf diese Weise versorgt wird, reicht von zwei Prozent bis maximal 20 Prozent. Im Schnitt wird bei 8,4 % der implantologischen Fälle so verfahren. Die häufigste Indikation ist die Versorgung des zahnlosen Unterkiefers, welche 16 Mal genannt wird, gefolgt von der Rehabilitation des zahnlosen Oberkiefers mit 11 Nennungen. Die Einzelzahnlücke wird von acht Kollegen und die Schalllücke im Frontzahnbereich von sieben Kollegen als Indikation für die Sofortbelastung von Implantaten angegeben. Von jeweils nur einem einzigen Befragten werden die Indikationen Freundsituation und Schalllücke Seitenzahngebiet angekreuzt.

#### Vergleich der Angaben zum Implantations- und Belastungszeitpunkt

Der Implantationszeitpunkt hat sich zwischen 2004 und 2020 nur geringfügig verändert. Wo früher fast ausnahmslos die Spätimplantation (99,3 %) gewählt wurde, wird sie heute noch von der großen Mehrheit (87,5 %) der Kollegen favorisiert. Die verzögerte Sofortimplantation hat ebenfalls geringfügig an Bedeutung verloren und sinkt von 61,5 auf 55,0 Prozentpunkten. Dahingegen ist ein leichtes Plus bei den Sofortimplantationen zu verzeichnen (2004: 46,7 % versus 2020: 50,0 %).

Im Vergleich zur vorherigen Erhebung aus dem Jahr 2004 haben sich die Einheilzeiten sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer verkürzt. Für den Unterkiefer bedeutet die Verkürzung, dass

die Einheitszeiten ungefähr eine Woche kürzer ausfallen, im Oberkiefer sind es sogar zwei Wochen.

Vor 16 Jahren wurde eine Sofortbelastung beziehungsweise Sofortversorgung von 20,6 % der Befragten durchgeführt, und zwar bei 11,1 % der Patienten. Im Vergleich dazu haben mehr als ein Viertel der Befragten aus der aktuellen Erhebung angegeben, die Sofortversorgung in ihrem Behandlungsspektrum aufgenommen zu haben und sie weiterhin bei fast jedem zwölften implantologischen Patientenfall anzuwenden. Eine wesentliche Veränderung hat sich bei den Hauptindikationen für die Sofortbelastung ergeben. Wo früher die Versorgung des zahnlosen Unterkiefers sowie die Einzelzahnlücke im Frontzahnbereich die häufigsten Indikationen waren, stellen heute die Hauptindikationen die Versorgung des zahnlosen Ober- und Unterkiefers dar.

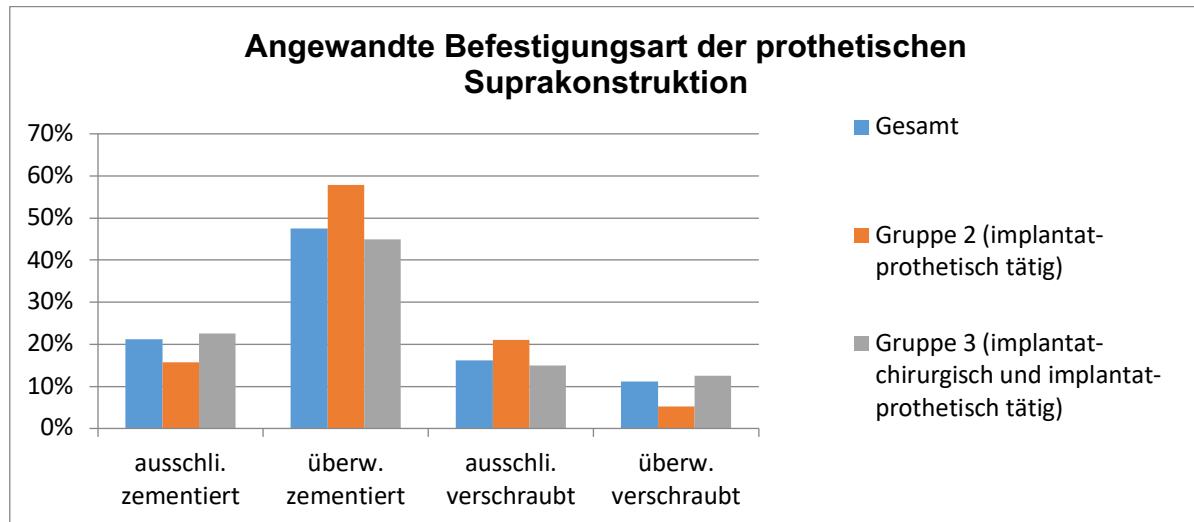
## 4.9 Prothetische Versorgung

### 4.9.1 Befestigung von festsitzenden Implantatsuprakonstruktionen

Die Betrachtung der Befestigungsarten für festsitzende Implantatsuprakonstruktionen erfolgte einmal für die gesamte Gruppe und zudem für Gruppe 2 und 3 getrennt, da sich deutliche Unterschiede zwischen den rein implantat-prothetisch tätigen Kollegen und den implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätigen Zahnärzten ergaben. Es standen die Daten von 99 Fragebögen zur Verfügung.

Die hauptsächlich angewandte Befestigungsart ist das Zementieren, wobei fast die Hälfte ( $n = 47$ ; 47,5 %) der Befragten angibt, überwiegend zu zementieren. Immerhin ein knappes Fünftel ( $n = 21$ ; 21,2 %) zementiert ausschließlich, während ein Sechstel ( $n = 16$ ; 16,2 %) ausschließlich verschraubt. Lediglich 11,1 % ( $n = 11$ ) der Umfrageteilnehmer geben an, überwiegend zu verschrauben.

Bei den sowohl chirurgisch als auch prothetisch Tätigen geben 45,0 % an, überwiegend zu zementieren, 22,5 % ausschließlich zu zementieren, 15,0 % ausschließlich zu verschrauben und 12,5 % überwiegend zu verschrauben. Bei den rein implantat-prothetisch tätigen Kollegen geben 57,9 % an, überwiegend zu zementieren, 15,8 % ausschließlich zu zementieren, 21,1 % ausschließlich zu verschrauben und 5,3 % überwiegend zu verschrauben. In der Abbildung 4-16 ist die Verteilung der angewandten Befestigungsarten graphisch dargestellt.



**Abbildung 4-16: Anteil der Befestigungsarten der Suprakonstruktionen im Überblick.** Die häufigste Befestigungsart ist das Zementieren, was von 68,7 % der Befragten praktiziert wird. Demgegenüber werden die Suprakonstruktionen von 27,3 % der Befragten verschraubt. Bei der Wahl der Befestigungsart lassen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den rein implantat-prothetisch Tätigen und den kombiniert chirurgisch und prothetisch Tätigen feststellen.

#### 4.9.2 Implantat-prothetische Konzepte im zahnlosen Oberkiefer

Die zusammengefassten Daten aus der Gruppe 2 und 3 zeigen, dass im Oberkiefer die Kombination von vier Implantaten mit Teleskopen die mit Abstand (21,3 %) häufigste Therapieform ist, gefolgt von „mehr als vier Implantaten“ und Teleskopkronen (13,8 %). Die Option „5 – 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierten Kronen und/oder Brücke(n)“ ist mit 9,0 % der Nennungen die dritthäufigste Option, gefolgt von „4 Implantate mit Kugelkopfattachments“ (7,8 %) an vierter Stelle. Die seltensten Therapieoptionen im Oberkiefer stellen mit jeweils 0,2 % gleich zwei Versorgungsarten dar, nämlich „2 Implantate mit Magneten“ und „4 Implantate mit Magneten“.

Der prozentuale Anteil der mit „anderen“ als die angegebenen prothetischen Konzepte versorgten Oberkiefern liegt bei 4,4 % und ist damit die siebthäufigste Therapieoption. Zwölf Zahnärzte nutzten die Möglichkeit der Freitextantwort um zusätzlich in der Praxis verwendete implantat-prothetische Konzepte zu nennen. Davon geben sechs Kollegen an, Locatorversorgungen in ihr Behandlungsspektrum für den Oberkiefer zu integrieren, mit zwei oder auch drei bis vier Locatoren. Fünf Befragte führen aus, dass sie sechs bis acht Miniimplantate mit Kugelkopf verwenden. Das letzte Konzept ist die Kombination aus sechs Implantaten in Verbindung mit je zwei getrennten individuellen Stegen, die von diesem

Behandler in circa fünf Prozent der Patientenfälle eingesetzt wird. Die weiteren Zahlenangaben zu den Oberkieferversorgungen sind der Tabelle 4-4 zu entnehmen.

**Tabelle 4-4: Angewandte Behandlungskonzepte bei der Versorgung des zahnlosen Oberkiefers**

Das mit 35,1 % beliebteste prothetische Versorgungskonzept für den zahnlosen Oberkiefer stellt die Teleskopprothese dar, mit mindestens vier Implantaten. Es folgen bedingt abnehmbare Brücken und Kronen auf 5 bis 6 Implantaten mit einer Häufigkeit von 9,0 %. Versorgungskonzepte mit Magneten stellen, unabhängig von der Anzahl der inserierten Implantate, die seltensten Anwendungen dar.

<b>Prothetisches Versorgungskonzept</b>	<b>Anteil</b>
4 Implantate mit Teleskopen	21,3 %
Mehr als 4 Implantate mit Teleskopkronen	13,8 %
5 – 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierte(r) Krone(n) und/oder Brücke(n)	9,0 %
4 Implantate mit Kugelkopfattachments	7,8 %
4 Implantate mit Steg	5,1 %
2 Implantate mit Kugelkopfattachments	5,0 %
andere	4,4 %
4 Implantate mit Extensionssteg	4,2 %
All-on-Four-Konzept	3,2 %
Mehr als 4 Implantate mit Steg	3,1 %
2 Implantate mit Teleskopen	2,6 %
Mehr als 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierte(r) Krone(n) und/oder Brücke(n)	2,3 %
2 Implantate mit Steg	0,6 %
2 Implantate mit Magneten	0,2 %
4 Implantate mit Magneten	0,2 %

#### 4.9.3 Implantat-prothetische Konzepte im zahnlosen Unterkiefer

Im zahnlosen Unterkiefer ist die häufigste Versorgungsart ebenfalls die Option „4 Implantate mit Teleskopen“ (25,6 %), gefolgt von „2 Implantate mit Kugelkopfattachments“ (16,2 %). Die Therapiealternative „4 Implantate mit Kugelkopfattachments“ ist mit 11,8 % der Nennungen die dritthäufigste Option, gefolgt von „4 Implantate mit Steg“ (9,0 %). Fast genauso oft (8,5 %) wird der zahnlose Unterkiefer mit „2 Implantate mit Teleskopen“ versorgt. Die beiden seltensten implantat-prothetischen Therapieoptionen im Unterkiefer stellen mit 0,3 % der Nennungen das All-on-Four-Konzept dar, gefolgt vom Schlusslicht „4 Implantate mit Magneten“ (0,1 %).

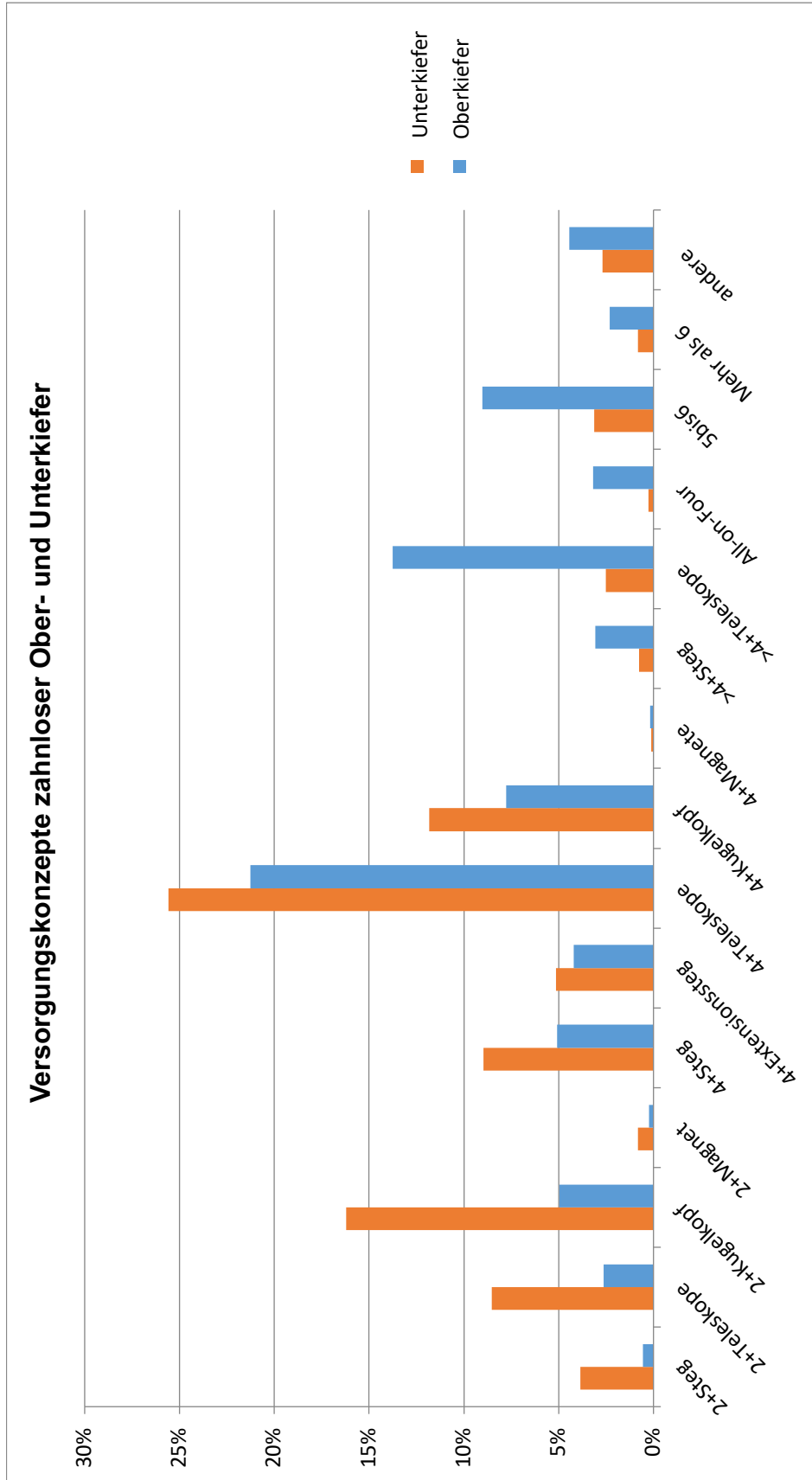
Der Anteil der mit „anderen“ Konzepten versorgten zahnlosen Unterkiefern liegt bei 2,7 %. Sechs Kollegen nutzen die Gelegenheit der Freitextantwort, um die zusätzlich verwendeten implantat-prothetischen Konzepte anzugeben. Alle sechs Zahnärzte geben an, Locatorversorgungen in ihrem Behandlungsspektrum für den zahnlosen Unterkiefer zu integrieren, mit entweder zwei oder vier Locatoren. Die weiteren Zahlenangaben zu den Unterkieferversorgungen sind der Tabelle 4-5 zu entnehmen.

**Tabelle 4-5: Angewandte Behandlungskonzepte bei der Versorgung des zahnlosen Unterkiefers**

Mehr als ein Viertel der Befragten versorgt den zahnlosen Unterkiefer mit 4 Implantaten und Teleskopen. Das am häufigsten angewandte Versorgungskonzept (28,0 %) stellt jedoch die Kombination von Implantaten mit Kugelkopfattachments dar. Am seltensten kommen im zahnlosen Unterkiefer das All-on-Four-Konzept und Versorgungen mit Magneten zum Einsatz.

<b>Prothetisches Versorgungskonzept</b>	<b>Anteil</b>
4 Implantate mit Teleskopen	25,6 %
2 Implantate mit Kugelkopfattachments	16,2 %
4 Implantate mit Kugelkopfattachments	11,8 %
4 Implantate mit Steg	9,0 %
2 Implantate mit Teleskopen	8,5 %
4 Implantate mit Extensionssteg	5,1 %
2 Implantate mit Steg	3,9 %
5 – 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierte(r) Krone(n) und/oder Brücke(n)	3,1 %
Andere	2,7 %
Mehr als 4 Implantate mit Teleskopkronen	2,5 %
2 Implantate mit Magneten	0,8 %
Mehr als 4 Implantate mit Steg	0,8 %
Mehr als 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierte(r) Krone(n) und/oder Brücke(n)	0,8 %
All-on-Four-Konzept	0,3 %
4 Implantate mit Magneten	0,1 %

In der Abbildung 4-17 sind die Anteile angewandter Versorgungskonzepte für zahnlose Ober- und Unterkiefer graphisch anhand eines Säulendiagramms dargestellt.



**Abbildung 4-17: Gegenüberstellung Anteil angewandter Versorgungskonzepte im zahnlosen Ober- und Unterkiefer.** Das häufigste Versorgungskonzept stellt für beide Kiefer gleichermaßen die Teleskopprothese auf 4 Implantaten dar. Im zahnlosen Oberkiefer liegt die Teleskopprothese mit mehr als 4 Implantaten an zweiter Stelle und im Unterkiefer Kugelkopftattachments mit 2 Implantaten. Es folgt an dritter Stelle im Oberkiefer die bedingt abnehmbare Versorgung mit 5 bis 6 Implantaten und im Unterkiefer Kugelkopftattachments mit 4 Implantaten. Alle weiteren prothetischen Versorgungskonzepte des zahnlosen Ober- und Unterkiefers nehmen einen Anteil von unter 10 % ein. Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer und unabhängig von der Zahl der Implantate spielen die Magnet-verankerten Versorgungen eine geringe Rolle

#### 4.9.4 Provisorische Implantate

Die letzte Frage im Kapitel „Angaben zum prothetischen Vorgehen“ galt der Verwendung von provisorischen Implantaten. Hierbei konnten die Befragten mit „ja“ oder „nein“ antworten. Nur eine kleine Minderheit bestehend aus insgesamt sechs (6,1 %) der Kollegen gibt an, provisorische Implantate zu verwenden.

#### Vergleich prothetischer Versorgungen 2004 und 2020

Der Vergleich zwischen den prothetischen Versorgungen 2004 und 2020 zeigt, dass sich einige deutliche Veränderungen in unterschiedlichen Bereichen ergeben haben, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

In Bezug auf die Befestigungsform von implantatgetragenen Suprakonstruktionen haben früher über drei Viertel (76,6 %) der sowohl implantat-chirurgisch als auch implantat-prothetisch tätigen Kollegen entweder überwiegend oder ausschließlich zementiert, während es bei der aktuellen Erhebung nur noch circa zwei Drittel (67,5 %) sind. Dadurch hat sich auch eine Verschiebung hin zu mehr verschraubten Restaurationen ergeben. Im Gegensatz dazu haben in der Umfrage aus 2004 knapp über die Hälfte (53,6 %) der rein implantat-prothetisch tätigen Zahnärzte angegeben entweder überwiegend oder ausschließlich zu zementieren, wohingegen die andere Hälfte (46,4 %) das Verschrauben von Suprakonstruktionen bevorzugte. Inzwischen werden fast drei Viertel der von implantat-prothetisch tätigen Kollegen eingegliederten Suprakonstruktionen entweder überwiegend oder ausschließlich zementiert.

Bei der prothetischen Versorgung des zahnlosen Oberkiefers war die mit Abstand beliebteste Therapieoption früher die Option „4 Implantate mit Teleskopen“, welche in fast einem Viertel der Fälle eingesetzt wurde. An zweiter Stelle rangierte die Option „Mehr als 4 Implantate mit Steg“. Es folgten mit Anteilen zwischen 9,1 und 10,1 % weitere drei Behandlungsalternativen, allesamt jedoch in Verbindung mit vier Implantaten. An siebter Stelle mit 7,2 % war die Behandlungsoption „5 – 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder zementierten Kronen und/oder Brücke(n)“ zu finden. Die magnetgetragenen Restaurationen und die Option „andere“ nahmen die letzten drei Positionen ein.

Während „4 Implantate mit Teleskopen“ nach wie vor die beliebteste Versorgungsart des zahnlosen Oberkiefers darstellt, geht der Trend eindeutig zu mehr Implantaten. Auffällig ist der Rückgang der steggetragenen Versorgungen von 33,3 % auf nunmehr 13,0 %. Als ursächlich für den Rückgang sind die verbesserte Reinigbarkeit von Teleskopkronen anzusehen, sowie die Möglichkeit der grazileren Basisgestaltung der Suprakonstruktion, die damit sowohl

positive ästhetische Effekte als auch einen gesteigerten Tragekomfort des Zahnersatzes bewirken.

Interessant ist auch die Tatsache, dass sich die unter der Option „andere“ zusammengefassten Versorgungsarten vom vorletzten Platz bei der Vorgängererhebung auf den siebten Rang in der aktuellen Umfrage gesteigert haben. Dies zeigt, dass es inzwischen weitere gängige implantat-prothetischen Konzepte zur Versorgung des zahnlosen Oberkiefers gibt, die so noch keine Berücksichtigung in der Liste der Behandlungsoptionen fanden. Es handelt sich demnach um vollkommen neue Entwicklungen und Therapieansätze in der Zahnmedizin, die sich seit 2004 vollzogen haben.

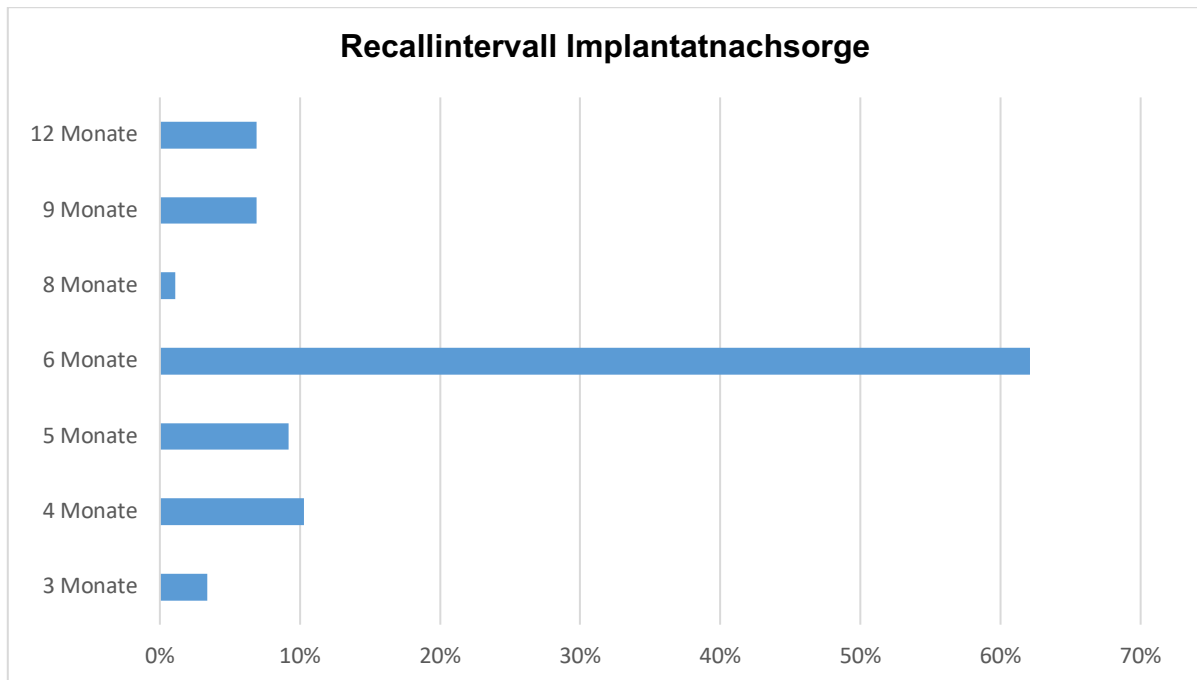
Bei der Versorgung des zahnlosen Unterkiefers wurden 2004 noch etwas mehr als ein Drittel (36,6 %) der Patienten mit entweder zwei oder vier Implantaten mit Steg versorgt. Insgesamt machten die unterschiedlichen Steg-Konstruktionen einen Anteil von 51,2 % der Restaurationen aus und waren damit die beliebteste Therapieoption. Suprakonstruktionen mit Teleskopkronen wurden in 19,5 % der Fälle eingegliedert. Demgegenüber stellen Suprakonstruktionen mit Teleskopkronen bei der Umfrage aus 2020 mit einem Anteil von 41,7 % die häufigste Therapieoption dar, während der Anteil der Steg-Versorgungen deutlich auf 18,8 % abgenommen hat. Die Gründe hierfür wurden bereits bei den Oberkieferversorgungen thematisiert.

Bei der Vorgängererhebung wurde ebenfalls nach der Verwendung von provisorischen Implantaten gefragt, jedoch keine Auswertung vorgenommen. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Kollegen sehr gering war. Der Vergleich mit der aktuellen Umfrage zeigt, dass nach wie vor nur eine unbedeutende Minderheit provisorische Implantate in der Praxis verwendet. Als mögliche Gründe hierfür sind mit Sicherheit die strenge Indikationsstellung anzusehen, insbesondere dann, wenn eine Explantation der provisorischen Implantate vorgesehen ist, sowie der zusätzliche Kostenfaktor.

#### 4.10 Implantatnachsorge und Komplikationen

Zum Thema Implantatnachsorge machen elf Kollegen keine Angaben. Von den verbliebenen 112 Umfrageteilnehmern geben 80,4 % (n = 90) der Befragten an, ein strukturiertes Implantatrecallprogramm in ihrer Praxis durchzuführen, während es in 19,6 % (n=22) der Praxen kein gesondertes Implantatrecallprogramm gibt. Insgesamt 87 Kollegen machen eine genaue Angabe zum Recallintervall in ihrer Praxis. Das Recallintervall liegt bei durchschnittlich sechs Monaten mit einer Standardabweichung von  $\pm 1,9$  Monaten. Das kürzeste

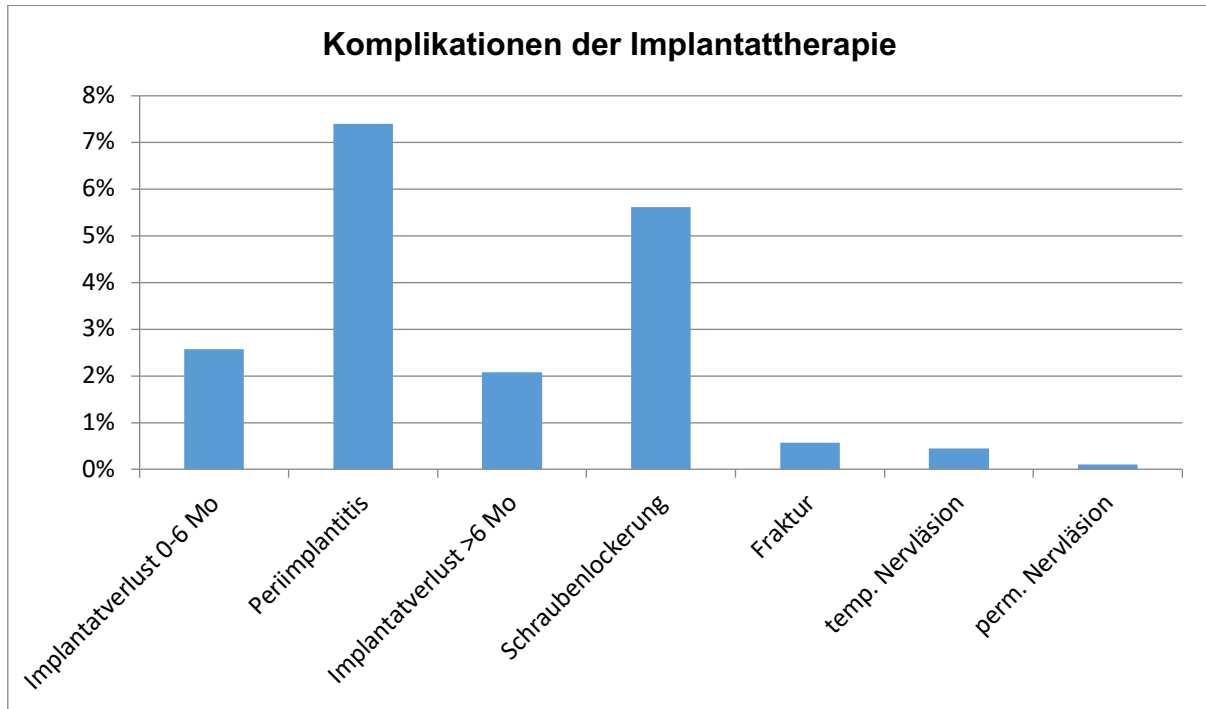
Nachsorgeintervall liegt bei drei Monaten, während das längste Recallintervall 12 Monate beträgt. Fast zwei Drittel (62,1 %; n = 54) der Zahnärzte haben ein sechsmonatiges Recallintervall für die Implantatnachsorge festgelegt, wohingegen ein Fünftel der Befragten ein engeres Intervall von drei, vier oder fünf Monaten präferiert (22,9 %; n = 20). Deutlich seltener sind längere Zeiträume von acht, neun oder zwölf Monaten zwischen den Nachsorgeterminen (14,9 %; n = 13). Eine Detailaufstellung der Häufigkeiten zu den einzelnen Recallintervallen findet sich in der nachfolgenden Abbildung 4-18.



**Abbildung 4-18: Übersicht Implantatnachsorgeintervalle in den rheinland-pfälzischen Zahnarztpraxen.** Am häufigsten wird die Implantatnachsorge im 6-Monats-Intervall durchgeführt mit einer Häufigkeit von 62,1 %. Kürzere Intervalle von drei, vier oder fünf Monaten sowie längere Intervalle von acht, neun oder zwölf Monaten werden jeweils von weniger als 10,0 % der Befragten empfohlen.

Die Kollegen wurden gebeten, die Häufigkeit von ausgewählten Komplikationen in Bezug zur Gesamtzahl der von ihnen inserierten Implantate zu setzen. Ausgehend von der durchschnittlichen Gesamtzahl der gesetzten Implantate von 272 (Mittelwert), liegt der Anteil an Einheilungsstörungen mit Implantatverlust nach weniger als sechs Monaten bei 2,6 %. Implantatverluste nach mehr als sechs Monaten treten bei 2,1 % der Implantate auf. Die mit Abstand häufigste Komplikation ist das Auftreten einer Periimplantitis, welche bei 7,4 % der Implantate auftritt. Als zweithäufigste Komplikation werden Schraubenlockerungen erfasst, die bei 5,6 % der Implantate vorkommen. Implantatfrakturen gehören mit einem Anteil von 0,57 % zu den selteneren Komplikationsarten, gefolgt von temporären Nervläsionen, die bei 0,45 %

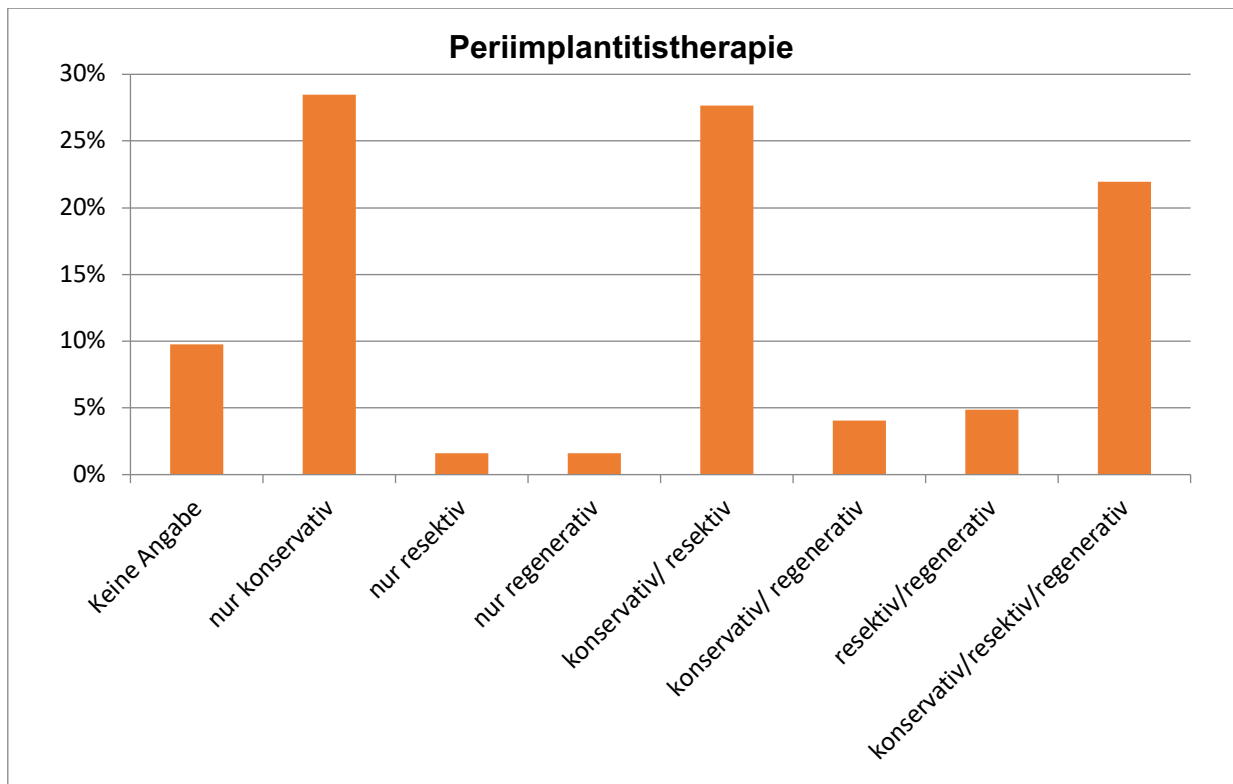
der inserierten Implantate vorzufinden sind. Die seltenste Komplikation ist die permanente Nervläsion, welche 0,1 % der Implantate betrifft. Die Übersicht zu den Komplikationsraten bezogen auf die mittlere Gesamtinsertionszahl von 272 Implantaten findet sich in der Abbildung 4-19.



**Abbildung 4-19: Komplikationsraten in Bezug zur Gesamtinsertionszahl.** Die häufigste Komplikation ist mit 7,4 % das Auftreten einer Periimplantitis, gefolgt von der Schraubenlockerung mit 5,6 % als zweithäufigste Komplikation. Die seltensten Komplikationsarten sind die Implantatfraktur (0,57 %), die vorübergehende Nervläsion (0,45 %) sowie die dauerhafte Nervläsion (0,1 %).

Die Befragung zur Periimplantitistherapie ergab folgendes Ergebnis: Eine rein konservative Therapie mit lokaler antiseptischer und antibiotischer Behandlung wird von 28,5 % (n = 35) der Zahnärzte durchgeführt. Die rein resektive Therapie mit Glättung der Implantatoberfläche und chirurgischer Taschenelimination sowie die rein regenerative Therapie inklusive Dekontamination der Implantatoberfläche und Defektauffüllung werden jeweils von nur 1,6 % (n = 2) der Kollegen praktiziert. Ein häufiger Behandlungsansatz bei der Periimplantitistherapie ist die Kombination aus konservativer und resektiver Therapie, welche in 27,6 % der Fälle durchgeführt wird. Ein konservativ-regenerativer Ansatz wird lediglich von 4,1 % (n = 5) der Befragten angeboten, während 4,9 % (n = 6) einen resektiv-regenerativen Behandlungsansatz vorziehen. Die Dreifachkombination aus konservativer, resektiver und regenerativer Periimplantitistherapie wird von 22,0 % (n = 27) der befragten Kollegen durchgeführt. Die

graphische Darstellung der Antworten zur Periimplantitistherapie ist der Abbildung 4-20 zu entnehmen.



**Abbildung 4-20: Prozentualer Anteil der Behandlungsstrategien bei der Periimplantitistherapie.** Die rein konservative Therapie wird von 28,5 % und die konservativ-resektive Therapie von 27,6 % der Befragten durchgeführt. Mit 22,0 % am dritthäufigsten wird die Dreifachkombination aus konservativ-resektiv-regenerativer Therapie gewählt. Sämtliche andere Therapieansätze werden jeweils von weniger als 5 % der Befragten durchgeführt.

#### Vergleich Implantatnachsorge, Komplikationsraten und Periimplantitistherapie 2004 und 2020

Im Vergleich zur Erhebung 2004 ist der Anteil der Praxen mit strukturiertem Implantatrecall von 86 % auf 80,4 % geringfügig gesunken und das mittlere Intervall zwischen den Nachsorgeterminen im gleichen Zuge länger geworden (2004:  $5,3 \pm 2,0$  Monate versus 2020:  $6 \pm 1,9$  Monate).

Die Betrachtung der Häufigkeiten der 2004 aufgetretenen Komplikationen zeigt, dass es hier bei allen Komplikationsarten einen deutlichen Anstieg gegeben hat. So machte sogar die häufigste Komplikation der Schraubenlockerung bei der Umfrage 2004 lediglich 1,1 % der implantat-bezogenen Probleme aus, dies bezogen auf eine größere mittlere Gesamtinsertionszahl von 323 Implantaten. Ein früher Implantatverlust innerhalb von sechs Monaten trat bei 1,0 % der inserierten Implantate auf, während die dritthäufigste Komplikation

die Periimplantitis mit 0,9 % darstellte. Der späte Implantatverlust nach sechs Monaten trat in der vorherigen Erhebung bei 0,5 % der Implantate auf, wohingegen der Anteil an Implantatfrakturen bei 0,1 % lag. Temporäre Nervläsionen kamen zu 0,2 % vor und eine permanente Nervläsion trat lediglich bei einem einzigen Implantat auf.

Im Vergleich zur Umfrage aus 2004 hat die Bedeutung, um die Notwendigkeit der Periimplantitistherapie um befallene Implantate zu erhalten, deutlich zugenommen. So führten früher fast ein Drittel der Zahnärzte rein konservative Therapien durch, während 18,2 % die kombiniert konservativ-resektive Behandlung anboten und 11,2 % eine Dreifachkombination aus konservativer, resektiver und regenerativer Periimplantitistherapie. Andere Behandlungsstrategien machten jeweils nur weniger als 5 % der Periimplantitistherapien aus.

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussion der Methodik

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, alle in Rheinland-Pfalz niedergelassenen Zahnärzte, Oralchirurgen und Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zu ihrer implantologischen Tätigkeit zu befragen. Dazu wurden die insgesamt 2990 in Rheinland-Pfalz niedergelassenen Kollegen angeschrieben und um ihre Teilnahme an einer anonymen Briefumfrage gebeten. Insgesamt gingen bis zum Stichtag 30.04.2020 130 Umfragen ein, was einer Rücklaufquote von 4,5 % entsprach. Lediglich 123 Fragebögen konnten statistisch ausgewertet werden, demnach umfasste das Gesamtkollektiv der Studienteilnehmer 123 in Rheinland-Pfalz niedergelassene Kollegen.

Schriftliche Befragungen bieten sowohl Vor- als auch Nachteile, auf die im Folgenden eingegangen werden soll. Im Vergleich zu anderen Befragungsformen lassen sich mit der Durchführung einer schriftlichen Befragung mit postalischer Zustellung große aber genau definierte räumliche Gebiete abdecken. Bei der Befragung selbst findet keine Beeinflussung durch einen Interviewer statt, außerdem sind Briefumfragen kostengünstiger durchzuführen als beispielsweise telefonische Befragungen. Wesentliche Nachteile der schriftlichen Befragung sind die Tatsache, dass die Adressen der Zielgruppe vorhanden sein müssen sowie die teilweise geringen Rücklaufquoten von meisten nur fünf bis 30 Prozent. Zudem sind der Fragebogenumfang limitiert und die Komplexität der Fragebögen eingeschränkt und eine Kontrolle der Ausfüllsituation ist nicht möglich (Wright 2005; Sinclair et al. 2012).

Die vorliegende Studie basierte auf einer schriftlichen Befragung via Briefumfrage, welche allen 2990 in Rheinland-Pfalz niedergelassenen Zahnärzten einmalig zugeschickt wurde. Die gezielte Befragung der genannten Zielgruppe war aufgrund der engen Zusammenarbeit mit der Landeszahnärztekammer Rheinland-Pfalz möglich, welche einen Zugriff auf die Melderegister sämtlicher Pflichtmitglieder hat. Durch diese Kooperation konnte jedoch gleichzeitig sichergestellt werden, dass nur die Zielgruppe - nämlich in Rheinland-Pfalz niedergelassene Zahnärzte - auch tatsächlich erreicht wurde.

Generell sind Fragebögen bei postalischen Befragungen hinsichtlich ihres Umfangs und ihrer Komplexität eingeschränkt. Ohne die Anwesenheit eines Interviewers kann in der Regel nur eine geringe Anzahl von Befragten dazu motiviert werden, aufwendige Fragebögen mit einer Vielzahl von Fragen zu beantworten. Nachdem keine Rückfragen bei Verständnisproblemen möglich sind, waren auch der Komplexität des Fragebogens enge Grenzen gesetzt. In dieser

Untersuchung kam zwar ein recht langer Fragebogen zum Einsatz, jedoch war davon auszugehen, dass ein besonders hohes Themen-Involvement seitens der befragten Zahnärzte zu erwarten war. Die Fragen selbst waren einfach konzipiert, sodass nicht vom Auftreten von Verständnisschwierigkeiten ausgegangen wurde. Dafür spricht auch, dass nur sieben der 130 eingesandten Fragebögen wegen fehlender Seiten und damit unvollständigen Antworten ausgeschlossen werden mussten.

Ein Manko der schriftlichen Befragung bleibt, dass keine Kontrolle der Ausfüllsituation möglich ist. So kann letztendlich nicht mit absoluter Sicherheit bestätigt werden, ob tatsächlich alle Fragebögen von Mitgliedern der Zielgruppe selbst beantwortet wurden. Denkbar ist auch eine Delegation an angestellte Zahnärzte oder Assistenzzahnärzte, quasi „im Auftrag“ des jeweiligen Praxisinhabers. Es muss davon ausgegangen werden, dass dies in einigen Fällen so gehandhabt wurde. Beispielhaft wären die Fragebögen von männlichen Kollegen zu nennen, die jedoch in einer auffallend weiblichen Handschrift ausgefüllt worden waren.

Die geringe Teilnahme an der Briefumfrage durch die niedergelassenen Kollegen stellt die größte Limitation der Untersuchung dar, da sich damit die Ergebnisse nur bedingt mit denen aus anderen Studien vergleichen lassen. Außerdem stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach der generellen Übertragbarkeit der Ergebnisse – sowohl auf das Bundesland Rheinland-Pfalz als auch auf Deutschland.

Als mögliche Gründe für die fehlende Rückmeldung der angeschriebenen Zahnärzte konnten mehrere Faktoren eine Rolle gespielt haben. So war der Zeitpunkt der Erhebung mit der Versendung der Umfragen am 27.03.2020 und der Bitte, diese bis zum 30.04.2020 zurück zu senden, in Anbetracht der Corona-Pandemie als eher ungünstig einzustufen. Im besagten Zeitraum hatten zwar viele Kollegen ihre Praxen womöglich gänzlich geschlossen oder nur auf die Notfallversorgung reduziert und damit mehr „freie“ Zeit als während des normalen Praxisalltags, dennoch dürfte der Fokus bei der Mehrheit der Befragten auf der wirtschaftlichen Bedeutung der Pandemie gelegen haben. In Anbetracht ausbleibender Patienten, Kurzarbeit und finanziellen Sorgen wegen laufender Kosten und Verpflichtungen ist dies mehr als verständlich.

Ein weiterer Grund für die geringe Rücklaufquote könnte in der Gestaltung des Fragebogens selbst zu suchen sein: Aufgrund der Komplexität der Fragestellung waren Aufbau und Inhalt des Fragebogens deutlich umfangreicher als in vergleichbaren Untersuchungen. Mit einer Länge von sechs Seiten, sieben thematischen Unterabschnitten und 45 Fragen beziehungsweise über 80 einzelne Zeilen zum Ausfüllen wurde den Kollegen einiges an Geduld abverlangt. Hinzu kam, dass es sich um viele Detailfragen handelte mit

Freitextantworten, die ein Nachdenken erforderten und weniger Ankreuzantworten. Es ist denkbar, dass einige Zahnärzte den Fragebogen zwar begonnen, aber bereits beim zweiten Abschnitt zur Zahl der gesetzten Implantate der vergangenen Jahre 2015 bis 2019 wieder zur Seite gelegt haben. Weitere Aspekte werden als unwahrscheinlich erachtet, da den angeschriebenen Kollegen mit dem beigefügten vorfrankierten und adressierten Rückumschlag, außer ihrem zeitlichen Engagement für das Ausfüllen des Fragebogens, keine weiteren Unkosten oder Aufwände entstanden sind.

In einer ähnlichen Untersuchung unter 145 Zahnärzten aus dem Vereinigten Königreich im Jahre 1999 wurden 109 (75 %) ausgefüllte Fragebögen an die erhebende Klinik zurückgesandt (Butterworth et al. 2001). Rückumschläge waren vorfrankiert und beigefügt. Allerdings umfasste der Fragebogen lediglich fünf thematische Unterabschnitte mit insgesamt 12 Fragen. In der 2004 durchgeführten Vorgängererhebung zu dieser Umfrage betrug die Rücklaufquote noch 13,8 %, obwohl sich der Umfang des Fragebogens nicht wesentlich von der modifizierten Version aus der hiesigen Studie unterschied (Kreisler et al. 2005). In einer thematisch ähnlich gelagerten postalischen Umfrage mit implantat-prothetischem Schwerpunkt wurden Fragebögen und vorfrankierte Rückumschläge an 350 in Leipzig niedergelassene Zahnärzte verschickt (Glücker et al. 2020). Die Rücklaufquote lag bei 17,7 %, allerdings wurde weder der Erhebungszeitraum noch die Anzahl der Fragen angegeben. Es findet sich lediglich die Information, dass der Fragebogen in drei Abschnitte gegliedert war und fast ausschließlich geschlossene Fragen enthielt. Eine in den Vereinigten Staaten durchgeführte Umfrage zum Stellenwert der Implantologie in endodontologischen Praxen unter 1500 zufällig ausgewählten Allgemein Zahnärzten erzielte eine deutlich höhere Rücklaufquote von 24,4 % (Crawford et al. 2011). Der Fragebogen bestand jedoch aus nur 29 Fragen und war nicht anonymisiert. Auf diese Weise konnten all diejenigen Zahnärzte, die beim ersten Mal noch nicht geantwortet hatten, vier Wochen später ein weiteres Mal gezielt angeschrieben werden.

Mit Online-Umfragen ließen sich bisher die höchsten Rücklaufquoten erreichen. Eine zufällig ausgewählte Stichprobe von 4264 aktiven Mitgliedern der größten implantologischen Gesellschaften weltweit wurde als Zielgruppe für eine Umfrage zu Implantaten aus zahnärztlicher Sicht avisiert (Al-Wahadni et al. 2018). Der Fragebogen enthielt 19 Einzelfragen, welche in sechs thematische Unterabschnitte gegliedert waren. Die Rücklaufquote lag bei 46,9 %. Eine nationale Erhebung unter allen 280 aktiven Mitgliedern der *Canadian Academy of Periodontology* konnte sogar mit einer Rücklaufquote von 58,6 % aufwarten (Patel et al. 2016). Es handelte sich dabei um eine Online-Umfrage mit drei

thematischen Unterabschnitten und insgesamt 45 Fragen, zu deren Teilnahme die Parodontologen per Brief und E-Mail aufgefordert wurden. Zusätzlich wurden Erinnerungs-E-Mails an Tag 7, 21 und 49 verschickt.

Bei der Methodendiskussion muss auf den Begriff der Erinnerungsverzerrung (sogenanntes *Recall Bias*) eingegangen werden. Es handelt sich dabei um Verzerrungen, welche dadurch entstehen, dass sich die Befragten nicht mehr korrekt an Begebenheiten erinnern oder bestimmten Begebenheiten nachträglich mehr oder weniger Bedeutung als ursprünglich zumessen (Althubaiti 2016). Es ist anzunehmen, dass ein großer Teil der Fragebögen-Angaben in dieser Studie auf Schätzungen beruht. So dürften sich nur die wenigsten Befragten tatsächlich die Zeit genommen haben, um eigene Statistiken aufzustellen. Besonders deutlich wird dieser beim Aspekt „eigene Misserfolge“, wo kaum differenzierte Angaben gemacht wurden.

Für die Zukunft wäre eine Anpassung des Fragebogens wünschenswert, damit bereits durch den Aufbau und den Inhalt des Fragebogens mehr Kollegen stärker zur Teilnahme motiviert werden. In diesem Zuge stellt sich auch die Frage, ob papierbasierte Umfragen noch zeitgemäß sind oder ob mit Online-Umfragen perspektivistisch nicht eher bessere Ergebnisse mit weniger Ressourceneinsatz erzielt werden können.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

### 5.2.1 Personen und berufliche sowie implantologische Erfahrung

Die prothetische Rehabilitation mit dentalen Implantaten hat sich inzwischen zu einem festen Bestandteil vieler Behandlungskonzepte etabliert. Dies ist einerseits ersichtlich an der Ausweitung des Angebots im Bereich von Fort- und Weiterbildungen auf dem Gebiet der Implantologie und andererseits an der stark gestiegenen Inanspruchnahme derartiger Angebote. Außerdem hat sich der Anteil von implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätigen Kollegen im Zeitraum von 2004 bis 2020 fast verdoppelt, während im gleichen Zuge der Anteil niedergelassener Zahnärzte ohne implantologische Tätigkeit um die Hälfte zurückgegangen ist. Die zunehmende Feminisierung der Zahnmedizin ist auch in dieser Umfrage deutlich erkennbar (Wilcke et al. 2016).

Die Vielzahl an Fort- und Weiterbildungen mit implantologischer Ausrichtung ist notwendig, weil die Implantattherapie derzeit noch unzureichend in den Ausbildungsplänen des Zahnmedizinistudiums berücksichtigt wird. Einer Umfrage unter 101 britischen Zahnärzten zufolge bewerteten 77 % ihre implantologische Ausbildung während des

Zahnmedizinstudiums als nicht adäquat, da sie lediglich über theoretische Aspekte der Implantattherapie informiert wurden (Jayachandran et al. 2015). In der ersten europäischen Konsensuskonferenz zur Implantologie in der universitären Ausbildung, welche 2008 stattfand, wurden die Kompetenzen sowie praktischen und theoretischen Ausbildungsinhalte im Bereich der Implantologie festgelegt (Donos et al. 2009; Hicklin et al. 2009). Fünf Jahre später waren die Ausbildungsziele in europäischen Hochschulen nur zu 25 bis 100 % umgesetzt worden (Koole et al. 2014). Als die größten Hindernisse wurden die fehlende Zeit für die Integration der Implantattherapie im Lehrplan, sowie materielle und finanzielle Restriktionen aufgeführt. Es bleibt zu hoffen, dass mit Inkrafttreten der neuen Approbationsordnung für Zahnärzte die universitären Lehrpläne hinsichtlich der Implantattherapie erweitert und damit einheitliche Ausbildungsstandards für die Absolventinnen und Absolventen des Zahnmedizinstudiums geschaffen werden.

### 5.2.2 Überweisungsverhalten

Zum Überweisungsverhalten waren Mehrfachnennungen möglich, somit war die Summe der Prozentangaben höher als 100 %. Im Gegensatz zur Erhebung aus 2004, in der noch bevorzugt die Überweisung zu Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie erfolgte, gibt fast die Hälfte der Befragten in dieser Umfrage an, an Oralchirurgen oder Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zu überweisen. Über die möglichen Gründe für diese Veränderung kann nur gemutmaßt werden. Denkbar ist einerseits die Überweisung zu diesen Spezialisten wegen ihrer besonderen Zusatzqualifikationen, ihrer Berufserfahrung auf dem Gebiet der Implantologie oder die Beobachtung besserer chirurgischer Ergebnisse. Andererseits könnte das Verhindern von Abwerben von Patienten im Vordergrund stehen, wie sie im Falle einer Überweisung an eher allgemein Zahnärztlich tätige Kollegen oft befürchtet wird.

In der Literatur wurden mangelnde chirurgische Erfahrung und das Fehlen von chirurgischem Instrumentarium als Hauptgründe für die Überweisung von Patienten angegeben (Cottrell et al. 2007). Insbesondere komplexere Fälle mit der Notwendigkeit einer Augmentation werden häufiger überwiesen (Gupta et al. 2017). Das Überweisungsverhalten war zudem abhängig vom Geschlecht, Fort- und Weiterbildungen, wöchentlich geleistete Stundenzahl in der Praxis und Art der Praxis (Gilbert et al. 2015). Die Auswahl der weiterbehandelnden Kollegen war außerdem abhängig vom Kenntnisstand des Überweisers zum Behandlungsspektrum von beispielsweise Oralchirurgen oder Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Jarosz et al. 2013). In der Zukunft sind hier weitere Studien notwendig, um die Hintergründe für die Überweisung zu bestimmten Kolleginnen und Kollegen genauer zu eruieren.

### 5.2.3 Inserierte Implantate und Entwicklung implantologischer Tätigkeit

Die Entwicklung der implantologischen Tätigkeit zwischen 2015 und 2019 ist von dynamischem Wachstum gekennzeichnet. Dabei ist nicht nur ein Anstieg der Implantationszahlen im Gesamtkollektiv über den genannten Zeitraum zu beobachten; auch die Aktivität der Oralchirurgen und der Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie weist ein starkes Wachstum auf. Generell zeigt sich eine Verschiebung der „Null-Linie“, bei der sogar Kollegen ohne Weiterbildung 2019 im Mittel fast 60 Implantate pro Jahr inserieren. Daraus kann insgesamt geschlussfolgert werden, dass die Implantologie inzwischen eine etablierte Behandlungsoption darstellt. Die offensichtlich hohe Patientenakzeptanz hat dazu geführt, dass sich das frühere Indikationsspektrum für Implantate zunehmend erweitert hat und nun auch vielen Risikopatienten eine sichere Implantattherapie angeboten werden kann. Es ist davon auszugehen, dass die gesteigerte Patientennachfrage nach Implantaten in Kombination mit der erhöhten Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen auf dem Gebiet maßgeblich dazu beigetragen haben, dass sich zukunftsorientierte Berufskollegen mindestens mit dem Thema Implantologie auseinandergesetzt, oder aber die Implantattherapie bereits in ihr Behandlungsspektrum aufgenommen haben.

Dieser Trend lässt sich auch in anderen Ländern beobachten. So ergab eine Auswertung von nationalen Gesundheitsdaten in den Vereinigten Staaten eine gestiegene Prävalenz der dentalen Implantate von 0,7 % auf 5,7 % im Zeitraum von 1999 bis 2016. Insbesondere in der Altersgruppe der 55- bis 64-Jährigen wurde die Implantattherapie gut angenommen mit einer Prävalenz von 12,9 %. Konservativen Schätzungen zufolge wird die Prävalenz von dentalen Implantaten in den USA allein im Jahre 2026 bei 23 % liegen (Elani et al. 2018).

### 5.2.4 Implantatverluste

Die Gesamtzahl der explantierten Implantate im Fünf-Jahres-Zeitraum 2015 bis 2019 liegt bei durchschnittlich  $10,5 \pm 14,3$  Implantaten, was relativ zu den in diesem Zeitraum gesetzten Implantaten einer mittleren Verlustquote von 3,9 % entspricht. Zwischen 2015 und 2019 zeigt sich eine Zunahme der durchschnittlichen Explantation von  $1,5 \pm 2,0$  auf  $2,8 \pm 3,4$  Implantaten. Diese Zahl ist vergleichbar mit den Werten aus der aktuellen Literatur, bei der Implantatüberlebensraten von 95 % bis 98 % beschrieben werden (Asali et al. 2018; Beschnidt et al. 2018), wobei diese Zahlen aus statistischen Überlebensanalysen stammen. Der Vergleich mit älteren Studien ist an dieser Stelle nicht zielführend, da die Implantatverlustraten früher deutlich höher lagen. Bei der Betrachtung der Verlustraten muss allerdings beachtet

werden, dass es sich bei den Angaben zu den durchgeführten Explantationen um reine Schätzungen seitens der Befragten handelte und keinesfalls um genaue Statistiken.

Ursprünglich wurden die Befragten um Angaben zur Gesamtzahl der selbst inserierten und entfernten Implantate gebeten. Auf die Auswertung musste jedoch verzichtet werden als sich herausstellte, dass die meisten implantat-chirurgisch tätigen Studienteilnehmer die Frage falsch oder gar nicht verstanden hatten. Ein Großteil der Befragten verzichtete komplett auf das Ausfüllen der Frage und bei vielen weiteren waren die getätigten Angaben nicht plausibel. In vielen Fällen wurden die Zahlen zu den Explantationen einfach eins zu eins in die nächste Zeile übernommen und bei einigen wenigen Fragebögen war die Zahl der selbst inserierten und explantierten Implantate sogar höher als die Gesamtzahl der zuvor angegebenen selbst durchgeführten Insertionen. An dieser Stelle wäre also für zukünftige Erhebungen die Überarbeitung des Fragebogens und Änderung der Fragestellung notwendig.

#### 5.2.5 Implantatsysteme

Die Umfrage ergab, dass über 70 % der implantat-chirurgisch tätigen Kollegen sich in der Praxis auf ein oder zwei Implantatsysteme beschränken. Mit zunehmender implantologischer Erfahrung und steigender Anzahl von Implantatinserktionen steigt die Zahl der verwendeten Implantatsysteme. Über 60 % der Befragten setzen Straumann Bone- oder Tissue-Level-Implantate ein und 43,2 % inserieren Camlog-Implantate.

Die Präferenzen von implantologisch tätigen Zahnärzten bei der Implantatauswahl sind den Implantatherstellern aufgrund der Marketing- und Vertriebsinteressen womöglich besser bekannt als ihrer Zielgruppe selbst. Zumindest ließen sich nur wenige wissenschaftliche Studien ausfindig machen, welche sich mit der Wahl des Implantatsystems beschäftigen. Bereits Eckert et al. verglichen die Implantatsysteme sechs Implantathersteller mit hohen Marktanteilen in den Vereinigten Staaten (Astra Tech, Centerpulse, Dentsply/Friadent, Implant Innovations, Nobel Biocare und Straumann) hinsichtlich ihrer Fünf-Jahres-Überlebensraten (Eckert et al. 2005). Es konnte eine Fünf-Jahres-Überlebensrate von 96 % (95 % KI: 93 % - 98 %) für 7398 Implantate ermittelt werden, wobei kaum Unterschiede zwischen den Überlebensraten einzelner Implantatsysteme gefunden wurden.

Aufgrund der hohen Anforderungen an Medizinprodukte ist davon auszugehen, dass es bezüglich der Überlebens- und Komplikationsraten oder auch Osseointegrationsverhalten kaum noch Unterschiede gibt zwischen den verschiedenen Implantatsystemen. Vielmehr müssen andere Kriterien bei der Wahl des Implantatsystems eine Rolle spielen, wobei hierzu lediglich zwei Publikationen identifiziert werden konnten. Eine 2015 durchgeführte Umfrage

unter 4264 zufällig ausgewählten Mitgliedern weltweit bekannter implantologischer Gesellschaften mit 2001 Rückantworten ergab, dass die Implantat-Abutment-Verbindung von 84,7 % und die verfügbare Evidenz zu einem Implantatsystem von 82,8 % als wesentliche Entscheidungskriterien bei der Wahl des Implantatsystems dienten (Al-Wahadni et al. 2018). Ebenfalls von großer Bedeutung war die Einfachheit der prothetischen Schritte (81,4 %) und die Beschaffenheit der Implantat-Oberfläche (77,8 %). Für weniger als die Hälfte spielten die Aspekte Preis (47,3 %), Wünsche/Präferenzen des Überweisers (43,8 %) und Beliebtheit des Implantatsystems bei anderen Zahnärzten (40,6 %) eine Rolle. Der Patientenwunsch zum Implantatsystem machte lediglich 19,8 % aus. Am häufigsten wurden Implantate der Hersteller Nobel Biocare (16,5 %) und Straumann (14,2 %) inseriert.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Deutschland ist fraglich, da lediglich 19,0 % aller Befragten in der beschriebenen Studie aus Europa stammten. Dies wird bestätigt durch eine weitere Studie, welche im Iran in Form einer einfachen Umfrage unter 120 implantologisch tätigen Zahnärzten (Raesi Estabragh et al. 2019) durchgeführt wurde. Anhand von vorgegebenen Antwortmöglichkeiten sollten die Befragten angeben, welcher für sie der wichtigste und unwichtigste Grund für die Wahl eines Implantatsystems darstellt. Als häufigster Grund für die Auswahl des Implantatsystems wurde der Kundenservice genannt, während der Preis des Implantats sowie die Zufriedenheit bisher behandelter Patienten mit fast gleichen Prozentwerten an zweiter Stelle folgten. Keinen Einfluss auf die Entscheidung für ein Implantatsystem hatte hingegen das Herkunftsland.

Insgesamt zeigt sich, dass in diesem Bereich noch viel Forschung notwendig ist. Einerseits, um die Entscheidungsbasis und einfließenden Faktoren bei der Wahl eines Implantatsystems zu identifizieren und andererseits um mögliche klinische Auswirkungen der Entscheidung zu evaluieren.

#### 5.2.6 Präoperative Implantatdiagnostik

Im Rahmen der röntgenologischen Diagnostik wird das OPTG von allen Befragten eingesetzt. Immerhin fast 40,0 % verwenden zusätzliche Zahnfilme und knapp drei Viertel machen von der dreidimensionalen Bildgebung Gebrauch. Digitale Implantatplanungen werden von 39,2 % der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer durchgeführt und 19,0 % fordern Tests zum Ausschluss von Titanunverträglichkeiten an.

Die Tatsache, dass fast ein Fünftel der Befragten Tests zum Ausschluss von Titanunverträglichkeiten durchführt erscheint eher unlogisch gemessen an der Tatsache, dass die Titanunverträglichkeit sehr selten auftritt und bislang nur vereinzelt in Fallstudien

beschrieben wurde (Comino-Garayoa et al. 2020). Die Literaturübersicht kommt daher zum Schluss, dass das routinemäßige Testen auf mögliche Titanhypersensitivitäten nicht empfehlenswert ist. In Zukunft wäre also zu prüfen, wieso implantologisch tätige Zahnärzte das Testen so häufig anfordern. Mit diesem Wissen und in Verbindung mit entsprechender Aufklärungsarbeit ließen sich somit unnötige diagnostische Tests mit fraglichem Nutzen für den Patienten vermeiden.

Die Daten zur röntgenologischen Diagnostik stehen größtenteils im Einklang mit den Empfehlungen der *European Association for Osseointegration* (Harris et al. 2012). Einzig die Angaben zum Einsatz der dreidimensionalen Bildgebung stehen im Widerspruch zu den Empfehlungen auf europäischer Ebene. Grundsätzlich sieht das Papier der Konsensuskonferenz eine DVT als sinnvolle Ergänzung in den Fällen an, in denen die konventionelle Bildgebung keine ausreichenden Informationen liefert. Jedoch müssen in jedem Fall, insbesondere bei der digitalen Implantatplanung, Risiken und Nutzen für den Patienten sorgfältig gegeneinander abgewägt werden. Ähnlich sieht es auch der *International Congress of Oral Implantologists*, deren Konsensuspapier die dreidimensionale Bildgebung lediglich zusätzlich zur konventionellen Bildgebung in komplexeren Fällen vorsieht (Benavides et al. 2012).

Der hohe Nutzungsgrad bei der dreidimensionalen Bildgebung und Implantatplanung in dieser Umfrage lässt den Schluss zu, dass genau diese Risiko-Nutzen-Erwägung oft nicht streng genug durchgeführt wird. Der wissenschaftliche Nachweis einer für den Patienten sichereren Implantattherapie mit dreidimensionaler Bildgebung im Vergleich zu konventionellen Verfahren steht noch aus. Trotzdem empfiehlt die *American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology* in ihrem Positionspapier den standardmäßigen Einsatz der Schnittbildgebung bei der präoperativen Implantatplanung um die geplante Implantatregion in allen drei Ebenen beurteilen zu können (Tyndall et al. 2012). Gleichwohl soll die initiale Implantatplanung mit konventionellen Verfahren durchgeführt werden.

Hier kommt der Wissenschaft der bedeutenden Aufgabe zu, einen adäquaten Vergleich konventioneller versus dreidimensionaler Bildgebung zu realisieren. Dies ist insbesondere wichtig vor dem Hintergrund, dass sich die jüngeren und nachkommenden Zahnärzte-Generationen zunehmend mehr mit digitalen Workflows vertraut fühlen und daher auch zu dieser Arbeitsweise tendieren.

### 5.2.7 Chirurgisches Vorgehen

Insgesamt scheinen die Angaben zum chirurgischen Vorgehen im Einklang mit der Literatur zu stehen. Ein Grund für die vergleichsweise hohe Akzeptanz der Implantattherapie ist – neben dem Wunsch nach einer feststehenden Versorgung – der geringe operative Aufwand und die Durchführbarkeit der Operation in Lokalanästhesie. Im Zuge der gesteigerten Patientennachfrage nach Implantaten wurde das Indikationsspektrum stetig erweitert. Der hohe Anteil an durchgeführten Maßnahmen zur Verbesserung des Implantatlagers in Form von Augmentationen zeugt einerseits von der guten Evidenzlage zu den Eigenschaften der zu implantierenden Region. Andererseits wird daran ersichtlich, dass bei nur wenigen Patienten optimale Bedingungen für die Implantation vorherrschen. Bei den Augmentationsmaterialien scheinen sich autologe und körperfremde Knochenersatzmaterialien (noch) weitestgehend die Waage zu halten. Es bleibt abzuwarten mit welchen weiteren Entwicklungen hier in Zukunft zu rechnen ist.

Die Operationsschablone stellt inzwischen einen festen Bestandteil der Implantation dar, verleiht sie dem Operateur während Eingriff doch zusätzliche Sicherheit bei vergleichsweise geringem zusätzlichem Aufwand. Dies insbesondere dann, wenn ohnehin bereits eine digitale Implantatplanung erfolgt ist. Im Sinne des *Backward Planning* in komplexeren Fällen stellt die Bohrschablone zudem die einfachste Möglichkeit dar, die virtuell geplante Position präzise auf den Patientenkiefer zu übertragen (Walter 2018). Der Trend hin zu mehr (gefühlter) Sicherheit wird auch durch die vermehrte Anwendung des „Guided Surgery“-Verfahrens bestätigt. Gefühlte Sicherheit deshalb, weil implantologisch erfahrene Kollegen durchaus um die Fallstricke und Probleme der geführten Implantatchirurgie wissen (D'haese et al. 2017). Die einfachere Handhabung, dadurch dass bereits von der Hersteller-Seite die Reihenfolge der Bohrhülsen und Bohrer sowie die Tiefe der Bohrung vorgegeben werden, macht die Implantation jedoch auch für weniger chirurgisch versierte Kollegen attraktiv. Ähnliche „Erfolgskonzepte“ gibt es bereits in der Kieferorthopädie, wo die Zahnstellung mit einer Serie von Schienen korrigiert wird. Dem behandelnden Zahnarzt wird über computergenerierte Simulationen die überwiegende Arbeit bei der Behandlungsplanung im Vorfeld abgenommen; seine Aufgabe besteht im Wesentlichen darin, die Behandlungsplanung zu kontrollieren und deren Umsetzung mit regelmäßigem Slicing oder Stripping der Zähne sowie dem Aufkleben und Versetzen von sogenannten Composite-Attachments zu begleiten (Torres et al. 2011; Azaripour et al. 2015).

Bei der perioperativen Antibiotikagabe stellt Amoxicillin in dieser Umfrage das am häufigsten verordnete Präparat dar. Zu prüfen bleibt indes, ob die Antibiotikaprophylaxe nicht stellenweise

doch zu häufig, nämlich auch bei einfachen Implantationen bei gesunden Patienten, verordnet wird. Die antibiotische Abschirmung wird zwar aufgrund des geringeren Risikos eines Implantatverlustes in aktuellen Metaanalysen befürwortet (Kim et al. 2020), birgt jedoch auch das Risiko unerwünschter Nebenwirkungen und fördert die Resistenz-Entwicklung (Lund et al. 2015; Park et al. 2018).

Clindamycin stellt mit 36,6 % das Präparat mit dem zweitgrößten Verordnungsanteil dar. In der Vergangenheit wurde immer wieder Kritik an der deutschen Zahnärzteschaft ausgeübt, da Clindamycin von dieser Berufsgruppe entgegen aller Empfehlungen unverhältnismäßig häufig verordnet wird (Halling 2017; Rostetter et al. 2017). Clindamycin wird derzeit nur als alternatives Antibiotikum bei Patienten mit Penicillinallergie empfohlen. Zwar geben bis zu zehn Prozent der Patienten an auf Penicillin allergisch zu reagieren, jedoch handelt es sich in vielen Fällen lediglich um Unverträglichkeiten. Zumindest verbleiben nach der allergologischen Diagnostik nur noch 15 bis 25 % dieser Patienten mit einer tatsächlich nachweisbaren Penicillinallergie (Halling 2014). Die in dieser Studie ermittelten Verordnungszahlen zeigen, dass sich die Clindamycin-Verordnungsrate in den 16 Jahren seit der Vorgängererhebung bereits halbiert hat. Allerdings wird auch deutlich, dass die Verordnungsrate des Präparats nach wie vor zu hoch und dahingehend mehr Aufklärungsarbeit unter den Zahnärztinnen und Zahnärzten von Nöten ist.

#### 5.2.8 Implantations- und Belastungszeitpunkt

Die Spätimplantation ist mit 87,5 % der gängigste Implantationszeitpunkt und wird bei über 60 % der Patienten gewählt. Jedoch führen mindestens 50,0 % der Befragten in bestimmten Fällen auch verzögerte Sofortimplantationen bei knapp 30,0 % ihrer Patienten durch. Sofortimplantationen werden in weniger als fünf Prozent der Patientenfälle für sinnvoll erachtet. Im Unterkiefer werden üblicherweise Einheilzeiten von etwas über drei Monaten eingehalten, während im Oberkiefer im Mittel 4,4 Monate vor der Freigabe für die Belastung vergehen. Sofortversorgungen werden von etwas mehr als einem Viertel der Befragten durchgeführt, allerdings nur bei einer sehr geringen Zahl von Patienten (8,4 %). Die häufigste Indikation für die Sofortbelastung ist die Versorgung des zahnlosen Unter- oder Oberkiefers.

Die Umfrageergebnisse lassen den Schluss zu, dass die implantologisch tätigen Zahnärzte hinsichtlich dem Implantationszeitpunkt die aktuellen Empfehlungen der *European Federation of Periodontology* befolgen (Tonetti et al. 2019). In dem Konsensuspapier wird die Spätimplantation in den meisten Fällen empfohlen, jedoch auch auf mögliche Ausnahmen mit Raum für die Sofort- oder verzögerte Sofortimplantation eingegangen. Beim

Belastungszeitpunkt zeigt sich, dass die Mehrheit der Befragten die vollständige Einheilung und Osseointegration von Implantaten abwarten, bevor die prothetische Suprakonstruktion angefertigt und eingegliedert wird. Ausnahmen stellen dabei die Versorgung des zahnlosen Kiefers und die Versorgung von Einzelzahnlücken dar. Hier muss sorgfältig zwischen einer deutlich größeren Patientenzufriedenheit bei der schnelleren prothetischen Versorgung auf der einen Seite und zusätzlichen Unterfütterungsmaßnahmen sowie einer erhöhten Gefahr des Implantatverlustes auf der anderen Seite abgewägt werden (Bruyn et al. 2014). In einer systematischen Literaturübersicht zum Einfluss unterschiedlicher Kombinationen von Implantations- und Belastungszeitpunkt bei der Versorgung von zahnlosen Kiefern konnten Überlebensraten zwischen 96,0 % (Sofortimplantation und Spätbelastung) und 98,4 % (Sofortimplantation und Sofortbelastung) ermittelt werden (Gallucci et al. 2018). Der genaue Einfluss unterschiedlicher Kombinationen von Implantations- und Belastungszeitpunkten ist jedoch noch nicht hinreichend geklärt.

Alles in allem zeigte sich eine sehr geringe Evidenzlage mit einem Mangel an methodisch hochwertigen Primärstudien, sodass hier in Zukunft noch Forschungsbedarf besteht.

#### 5.2.9 Prothetische Versorgung und implantat-prothetische Konzepte

Die hauptsächlich angewandte Befestigungsart bei den implantat-getragenen Restaurationen ist das Zementieren. Die häufigsten Versorgungsarten des zahnlosen Oberkiefers sind die Teleskopprothese mit vier Implantaten (21,3 %) und die Teleskopprothese mit mehr als vier Implantaten (13,8 %). Festsitzende oder bedingt abnehmbare Oberkiefer-Versorgungen machen mit 9,0 % die dritthäufigste Versorgungsform aus. Im Unterkiefer werden ebenfalls am häufigsten Teleskopprothesen auf vier Implantaten eingegliedert (25,6 %). Weit verbreitet sind außerdem Prothesen, welche mit zwei (16,2 %) oder vier Kugelkopfattachments (11,8 %) verankert sind. Provisorische Implantate werden lediglich von einer kleinen Minderheit von Kollegen inseriert.

Wie in der Einleitung bereits beschrieben, existiert nach wie vor keine generelle Empfehlung für die Wahl einer bestimmten Befestigungsart von Implantat-Suprakonstruktionen (Wittneben et al. 2014), sodass die Entscheidung für das Verschrauben oder das Zementieren rein von den Vorlieben des Behandlers abhängen dürfte. Ebenfalls auf sich alleine gestellt sind die implantat-prothetisch tätigen Kollegen bei der Wahl des Verankerungssystems (DGI und DGZMK 2017). Die Wahl des Verankerungssystems dürfte wohl regionalen Unterschieden und/oder den vorhandenen Kenntnissen oder vorherrschenden Lehrmeinungen über bestimmte Verankerungselemente unterliegen. So ergab eine ähnliche Umfrage unter

Berufskollegen aus Leipzig, dass 46,8 % Locator als Verbindungselement bei der Versorgung des zahnlosen Oberkiefers favorisieren, während 24,2 % sich für Doppel- oder Teleskopkronen aussprachen und weitere 9,7 % sich entweder für Stege oder Kugelkopfattachments entscheiden würden (Glücker et al. 2020).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Befragten dieser Untersuchung bei der Versorgung zahnloser Kiefer weitestgehend der empfohlenen Anzahl von Implantaten folgen. Mit der Wahl von Teleskopkronen als Verankerungselemente lassen sich die Prothesen grazil gestalten, jedoch geht aus vergangenen Studien hervor, dass die Wahl des Verankerungssystems wenig Einfluss auf die Patientenzufriedenheit hat (Stoumpis und Kohal 2011; Brandt et al. 2019). Allerdings machten weitere Untersuchungen darauf aufmerksam, dass vor allem einfachere Verankerungssysteme in der Regel mit erhöhtem Verschleiß und öfter notwendig werdenden kleineren Wiederherstellungsmaßnahmen verbunden sind (Engelhardt et al. 2016; Hahnel et al. 2018). Wünschenswert sind in diesem Zusammenhang weitere klinische Studien, um einen Vergleich der unterschiedlichen Versorgungsarten untereinander besser realisieren zu können.

#### 5.2.10 Implantatnachsorge und Komplikationen

Lediglich 80,4 % der Befragten geben an, ein strukturiertes Implantatrecallprogramm in ihrer Praxis durchzuführen. Welche Bestandteile das Implantatrecall umfasst wurde nicht abgefragt. Der relativ hohe Prozentsatz spiegelt die Kenntnis um die Tatsache, dass der Erfolg der implantologischen Therapie langfristig nur in Verbindung mit einer systematischen Nachsorge gesichert werden kann. Denkbar ist, dass einige Zahnärzte ihren Implantatpatienten zwar eine regelmäßige Nachsorge anbieten und die Implantate bei der Routineuntersuchung mit kontrollieren, dies jedoch nicht explizit als ein Implantatrecall erachten und daher eine abweichende Antwort abgegeben haben.

In einer ähnlichen Umfrage mit niedergelassenen Zahnärzten in Leipzig mit 350 Befragten und 62 Rückantworten gaben 85,5 % an, ein Implantatrecallprogramm in ihrer Praxis anzubieten. Davon führten 84,9 % halbjährliche Kontrolluntersuchungen durch, 11,3 % beschränkten sich auf jährliche Implantatkontrollen und 1,9 % führten sogar engmaschigere Kontrollen im Abstand von jeweils drei Monaten durch. Achtundfünfzig Prozent der Befragten fertigten halbjährliche Röntgenaufnahmen zur Verlaufskontrolle und Beurteilung der periimplantären Knochensituation an, während 38,7 % Röntgenbilder sporadisch anfertigen ließen. Zweiundachtzig Prozent bei jeder Sitzung zudem die periimplantären

Sondierungstiefen unter Verwendung einer Kunststoffsonde (46,8 %), WHO-Sonde (35,5 %) oder einfachen druckkalibrierten Sonden (1,6 %) (Glücker et al. 2020).

Bislang gibt es noch keine einheitliche Empfehlung zur Durchführung eines Implantatrecalls, sodass sich die Nachsorge Praxis individuell gestaltet. Der Vergleich von Anbietern von Fort- und Weiterbildungsangeboten im Bereich der Implantatnachsorge zeigt ein hohes Maß an Heterogenität hinsichtlich der jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkte auf (Cheung et al. 2020). Eine Umfrage unter britischen Zahnärzten ergab, dass diejenigen Kollegen, welche selber implantierten auch ihren Patienten stets ein Recall anboten (Jayachandran et al. 2015). Eine Studie mit australischen Berufskollegen zeigte signifikante Unterschiede zwischen dem Recall- und Nachsorge-Angebot von implantologisch tätigen Zahnärzten auf, wobei mit steigender implantologischer Erfahrung mehr Diagnostik und Nachsorge betrieben wurden (Cheung et al. 2021). Ein zusätzliches Hindernis für Patienten stellte eine vorherige Implantatbehandlung bei anderen Kollegen dar. In den meisten Fällen sank dann nämlich die Bereitschaft des nachfolgenden Behandlers, bereits gesetzte Implantate in gleichem Umfang wie die selbst inserierten zu begutachten oder therapieren (Jayachandran et al. 2020).

Für die Zukunft wäre hier die Entwicklung von einheitlichen Standards wünschenswert, wie es sie in Form von Leitlinien bereits für die Diagnostik und Therapie von periimplantären Erkrankungen gibt. Damit wären auch für implantologisch weniger erfahrene Kollegen verbindliche Handlungskorridore und Hilfestellungen für den Umgang mit Implantaten gegeben.

Im Bereich der Komplikationen der Implantattherapie waren die Ergebnisse der Umfrage vergleichbar mit der aktuellen Literatur. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Befragten die Frage objektiv und wahrheitsgemäß beantwortet haben. Einzig die Periimplantitis-Prävalenz von 7,4 % erscheint zu niedrig. In der Vergangenheit zeigten Studien zur Periimplantitis-Prävalenz große Spannen zwischen einem und 47 % auf (DGI und DGZMK 2016). Die große Bandbreite resultiert aus der Vielzahl von unterschiedlichen diagnostischen Kriterien, die in den Primärstudien verwendet wurden. Außerdem erhöhte sich die Prävalenz zunehmend mit der Länge der Nachsorge. In einer retrospektiven Untersuchung von 2127 Implantat-Patienten einer US-amerikanischen Hochschule wurde nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von zwei Jahren bei 34 % der Patienten eine Periimplantitis festgestellt (Kordbacheh Changi et al. 2019). Obgleich eine einzelne Studie kaum die Basis für einen fundierten Vergleich darstellen kann, so dient sie doch als Referenz für eine der wenigen Studien mit einer vergleichsweise kurzen Nachsorge von unter fünf Jahren. Es ist nämlich

davon auszugehen, dass die tatsächliche Periimplantitis-Prävalenz in der vorliegenden Studie deutlich höher liegt als angegeben.

Als möglichen Grund für eine höhere Dunkelziffer werden Abweichungen bei der Diagnosestellung vermutet, zu der insbesondere implantologisch weniger erfahrene Kollegen zögern. In Kombination mit den Angaben zur im Vergleich zur Umfrage von 2004 wesentlich häufiger durchgeführten Periimplantitistherapie spricht jedoch vieles dafür, dass das Bewusstsein um die Erkrankung in den letzten Jahren gestiegen ist. Die Tatsache, dass die rein konservative Periimplantitistherapie von den Befragten jedoch am häufigsten durchgeführt wird, wird als Bestätigung des Verdachts einer späten Diagnosestellung angesehen. Zwar werden Probleme am Implantat erkannt und konsequenterweise konservativ therapiert, aber ohne korrekte Periimplantitis-Diagnose kann dabei weder vom Vorhandensein eines konkreten Behandlungsziels noch der frühzeitigen Zuführung einer chirurgischen Periimplantitistherapie ausgegangen werden. Hier bleibt nur zu hoffen, dass sich das Wissen um die Progredienz der Periimplantitis und die Bedeutung der frühzeitigen Diagnosestellung möglichst schnell verbreitet.

#### 5.2.11 Fazit

Die Studienergebnisse zeigen auf eindrucksvoller Weise, dass in den 16 Jahren zwischen den beiden Erhebungen im Jahre 2004 und 2020 eine zunehmende Integration der Implantologie in den zahnärztlichen Praxen stattgefunden hat. So hat sich die Implantattherapie als sichere, vorhersagbare und minimalinvasive Therapieoption etabliert, die zumeist unter Lokalanästhesie durchgeführt wird und dem Patienten ein hohes Maß an Lebensqualität bietet. Dementsprechend ist die Nachfrage nach Implantaten seitens der Patienten so hoch wie nie zuvor. Dies spiegelt sich einerseits in den kontinuierlich gestiegenen Implantationszahlen wieder und lässt sich andererseits auch an der Zunahme der implantologisch tätigen Zahnärzte ablesen. Inzwischen gibt es auch einige Indikationsgebiete, wo Implantate aus den gängigen prothetischen Versorgungskonzepten nicht mehr wegzudenken sind. Ein derartiges Beispiel ist die Versorgung des zahnlosen Ober- oder Unterkiefers.

Anhand dieser Untersuchung lassen sich noch einige weitere, zentrale Entwicklungen auf dem Gebiet der Implantologie ausmachen. An erster Stelle ist die zunehmende Feminisierung in der Zahnmedizin zu nennen, die zu einem fast ausgewogenen 1:1 Geschlechterverhältnis in den befragten Praxen geführt hat. Gleichzeitig sind die Männer- und Frauenanteile in den einzelnen Gruppen nun fast gleich groß, was dafür spricht, dass die Implantologie mit ihren vielen Facetten beide Geschlechter gleichermaßen anspricht.

Weiterhin zeigt sich innerhalb der Zahnärzteschaft eine außerordentlich hohe Bereitschaft zur postgradualen Fort- und Weiterbildung, um die Therapiequalität der implantologischen Behandlung zu sichern. Insbesondere hat das Berufsbild des Fachzahnarztes für Oralchirurgie eine Aufwertung erhalten, indem zum einen die Weiterbildung nun verstärkt nachgefragt wird und zum anderen weitere Zahnärzte ihre Patienten bei implantologischen Fragestellungen immer häufiger zu Oralchirurgen überweisen.

Abschließend muss noch der Trend zu mehr Digitalisierung aufgeführt werden, die eine immer größere Rolle in den Zahnarztpraxen spielt. Hier stellt die präimplantologische Planung und Diagnostik in Form von 3D-Bildgebung, *Backward Planning* und *Guided Surgery* eine Erleichterung im Praxisalltag dar und führt gleichzeitig zu einem hohen Maß an Therapiesicherheit und Behandlungsqualität für den Patienten.

## 6 Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit war die Erfassung der implantologischen Tätigkeit in der freien zahnärztlichen Praxis anhand einer anonymen Briefumfrage und der Vergleich mit der in domo durchgeführten Umfrage aus dem Jahr 2004. Dazu wurde ein Fragebogen an 2990 in Rheinland-Pfalz niedergelassene Kollegen verschickt. Insgesamt 130 Fragebögen gingen bis zum Ablauf der Frist bei der Universitätsmedizin Mainz ein, was einer Rücklaufquote von 4,3 % entspricht.

Der Anteil der implantat-chirurgisch und implantat-prothetisch tätigen Kollegen hat sich fast verdoppelt, nämlich von 36,7 % im Jahre 2004 auf 64,2 % im Jahre 2020. Im gleichen Zuge ist der Anteil niedergelassener Zahnärzte, die nicht implantologisch tätig waren, von 43,5 % auf 18,7 % zurückgegangen. Veränderungen gab es auch im Bereich der Geschlechterverteilung, mit einer deutlichen Erhöhung des Frauenanteils. Während im Jahre 2004 nur ungefähr jeder sechste Befragte eine zusätzliche Qualifizierung auf dem Gebiet der Implantologie vorweisen konnte, liegt dieser Prozentsatz heute bei über 60 %.

Während früher nur etwa 10 % der Zahnärzte 250 bis 499 Implantate in einem 5-Jahres-Zeitraum inserierten, waren es 2020 fast ein Viertel. Bei der Zahl der jährlichen Implantationen hat eine Verschiebung der „Null-Linie“ stattgefunden. So implantieren Zahnärzte ohne Weiterbildung bereits 2015 durchschnittlich mehr als 45 Implantate pro Jahr. In der Gesamtgruppe sind es fast 60 Implantate im gleichen Jahr. Das am weitesten verbreitete Implantatsystem ist unverändert Straumann, mit einem Anstieg von 43,3 % auf 61,7 % in den befragten Praxen.

Das Orthopantomogramm stellt nach wie vor das wichtigste konventionelle bildgebende Verfahren dar. Im Gegenzug hat die DVT, die 2004 mit 2,4 % noch das Schlusslicht unter den bildgebenden Verfahren darstellte, deutlich an Bedeutung gewonnen und ist mit 22,8 % im Jahre 2020 zur dritthäufigsten Aufnahmeart avanciert. Die computergestützte Implantatplanung wurde 2004 noch von einer kleinen Minderheit (5,7 %) von Zahnärzten eingesetzt und hat einen deutlichen Anstieg auf 39,2 % bei der im Jahre 2020 durchgeführten Umfrage erlebt. Dies entspricht einer Zunahme des Einsatzes der digitalen Implantatplanung um den Faktor 6,9.

Während vor 15 Jahren 61 % der Behandler perioperativ eine antibiotische Abschirmung vornahmen, wird sie inzwischen bei fast 90 % der Implantationen verordnet. Früher wurde das

Präparat Clindamycin am häufigsten verordnet (62 %), gefolgt von Amoxicillin (22,4 %). Inzwischen ist Amoxicillin in Verbindung mit Clavulansäure als Breitspektrumantibiotikum zum gängigsten Präparat avanciert (76,1 %). Die postoperative Schwellungsprophylaxe mit Glukokortikoiden wurde 2004 lediglich in 4,3 % der Praxen durchgeführt und hat sich in 15 Jahren nahezu verfünffacht.

In der Erhebung aus dem Jahr 2020 hat sich der Anteil derer, die Augmentationsmaßnahmen durchführten, überall fast verdoppelt. Der Anteil der Befragten, die keine Augmentationen anbieten, hat sich hingegen halbiert. Die bevorzugten Spenderregionen für autologe Knochen sind mit denen aus dem Jahr 2004 vergleichbar. Der Anteil der Praxen mit resorbierbaren Membranen hat deutlich zugenommen (von ca. 50 % auf über 75 %).

Die gängigste Implantationsart ist unverändert die Spätimplantation, allerdings haben sich die eingehaltenen Einheilzeiten um ein bis zwei Wochen verkürzt. Es konnte ein geringer Anstieg bei der Sofortbelastung von 20,6 % auf 27,6 % verzeichnet werden. Während „4 Implantate mit Teleskopen“ nach wie vor die häufigste Versorgungsart des zahnlosen Oberkiefers darstellt, geht der Trend eindeutig zu mehr Implantaten. Auffällig ist der Rückgang der Steggetragenen Versorgungen von 33,3 % auf nunmehr 13,0 %. Die Entwicklung war auch im Unterkiefer zu beobachten.

Die Betrachtung der Häufigkeiten der 2004 aufgezählten Komplikationen zeigt, dass es bei allen Komplikationsarten einen deutlichen Anstieg gegeben hat. Früher stellte die Periimplantitis mit 0,9 % die dritthäufigste Komplikation hinter Schraubenlockerungen und dem frühen Implantatverlust dar. Ihr Anteil ist auf 7,4 % angestiegen. Im Vergleich zur Umfrage aus dem Jahr 2004 hat die Bedeutung um die Notwendigkeit der Periimplantitistherapie deutlich zugenommen und der Anteil der Praxen, die eine Periimplantitistherapie anbieten, ist von 60 % auf fast 80 % gestiegen.

Die Umfrage demonstriert, dass die Implantologie zu einem festen Bestandteil der praktizierten Zahnmedizin geworden ist.

## 7 Literaturverzeichnis

Abayev, B.; Juodzbaly, G. (2015): Inferior alveolar nerve lateralization and transposition for dental implant placement. Part II: A systematic review of neurosensory complications. In: *Journal of Oral & Maxillofacial Research* 6 (1), e3.

Abdalla, R.; Alqutaibi, A.; Kaddah, A. (2018): Does the adjunctive use of platelet-rich plasma to bone graft during sinus augmentation reduce implant failure and complication? Systematic review and meta-analysis. In: *Quintessence International* 49 (2), S. 139–146.

Almeida, E.; Filho, H.; Goiatto, M. (2011): The use of transitional implants to support provisional prostheses during the healing phase: a literature review. In: *Quintessence International* 42 (1), S. 19–24.

Althubaiti, A. (2016): Information bias in health research: definition, pitfalls, and adjustment methods. In: *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 9, S. 211–217.

Al-Wahadni, A.; Barakat, M.; Abu Afifeh, K.; Khader, Y. (2018): Dentists' most common practices when selecting an implant system. In: *Journal of Prosthodontics* 27 (3), S. 250–259.

Anner, R.; Grossmann, Y.; Anner, Y.; Levin, L. (2010): Smoking, diabetes mellitus, periodontitis, and supportive periodontal treatment as factors associated with dental implant survival: a long-term retrospective evaluation of patients followed for up to 10 years. In: *Implant Dentistry* 19 (1), S. 57–64.

Arisan, V.; Bölükbaşı, N.; Ersanli, S.; Ozdemir, T. (2010): Evaluation of 316 narrow diameter implants followed for 5-10 years: a clinical and radiographic retrospective study. In: *Clinical Oral Implants Research* 21 (3), S. 296–307.

Asali, E.; Özden, M.; Guenbay, T.; Isik, G. (2018): Retrospective evaluation of the success rates of different dental implants. In: *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, S. 174–181.

Azaripour, A.; Weusmann, J.; Mahmoodi, B.; Peppas, D.; Gerhold-Ay, A.; van Noorden, C. J. F.; Willershausen, B. (2015): Braces versus Invisalign®: gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. In: *BMC oral health* 15, S. 69.

Begić, A.; Obreja, K.; Ramanauskaite, A.; Schwarz, F. (2020): Chirurgische Therapie der Periimplantitis. In: *Wissen Kompakt* 14 (1), S. 35–45.

Benavides, E.; Rios, H.; Ganz, S.; An, C.; Resnik, R.; Reardon, G.; Felden, S.; Mah, J.; Hatcher, D.; Kim, M.; Sohn, D.; Palti, A.; Perel, M.; Judy, K.; Misch, C.; Wang, H. (2012): Use

of cone beam computed tomography in implant dentistry: The International Congress of Oral Implantologists consensus report. In: *Implant Dentistry* 21 (2), S. 78–86.

Beneke, M. (2017): Die Geschichte der Implantologie in der Bundeswehr. Die Einführung neuer Therapiemethoden und Verteilungsgerechtigkeit in einem „geschlossenen“ Gesundheitssystem. Inaugural-Dissertation. Medizinische Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität, Würzburg. Institut für Geschichte der Medizin. Online verfügbar unter [https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/15952/file/beneke\\_matthias\\_implantologie\\_bundeswehr.pdf](https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/15952/file/beneke_matthias_implantologie_bundeswehr.pdf), zuletzt geprüft am 23.01.2021.

Beschnidt, S.; Cacaci, C.; Dedeoglu, K.; Hildebrand, D.; Hulla, H.; Iglhaut, G.; Krennain, G.; Schlee, M.; Sipos, P.; Stricker, A.; Ackermann, K. (2018): Implant success and survival rates in daily dental practice: 5-year results of a non-interventional study using CAMLOG SCREW-LINE implants with or without platform-switching abutments. In: *International Journal of Implant Dentistry* 4 (1), S. 33.

Bidra, A.; Daubert, D.; Garcia, L.; Kosinski, T.; Nenn, C.; Olsen, J.; Platt, J.; Wingrove, S.; Chandler, N.; Curtis, D. (2016): Clinical practice guidelines for recall and maintenance of patients with tooth-borne and implant-borne dental restorations. In: *Journal of the American Dental Association* (1939) 147 (1), S. 67–74.

Bornstein, M.; Cionca, N.; Mombelli, A. (2009): Systemic conditions and treatments as risks for implant therapy. In: *The International journal of oral & maxillofacial implants* 24 Suppl, S. 12–27.

Brandt, S.; Brandt, J.; Ketabi, A.; Lauer, H.; Kunzmann, A. (2019): Locator® versus ceramic/electroplated double-crown attachments: a prospective study on the intraindividual comparison of implant-supported mandibular prostheses. In: *Clinical Oral Investigations* 23 (2), S. 763–770.

Bruyn, H.; Raes, S.; Ostman, P.; Cosyn, J. (2014): Immediate loading in partially and completely edentulous jaws: a review of the literature with clinical guidelines. In: *Periodontology 2000* 66 (1), S. 153–187.

Budenhofer, P.; Eichinger, R. (2017): Der Einsatz von einteiligen Keramikimplantaten im Praxisalltag. Hg. v. ZWP online (Implantologie). Online verfügbar unter <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/implantologie/prothetik/der-einsatz-von-einteiligen-keramikimplantaten-im-praxisalltag>, zuletzt aktualisiert am 17.08.2017, zuletzt geprüft am 16.05.2021.

Butterworth, C.; Baxter, A.; Shaw, M.; Bradnock, G. (2001): The provision of dental implants in the National Health Service Hospital dental services--a national questionnaire. In: *British Dental Journal* 190 (2), S. 93–96.

BZÄK und KZBV (2016): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) – Kurzfassung. BZÄK und KZBV. Berlin, Köln. Online verfügbar unter <https://www.kzbv.de/fuenfte-deutsche-mundgesundheitsstudie-dms-v.8.de.html>, zuletzt aktualisiert am August 2016, zuletzt geprüft am 27.01.2021.

Cheung, M.; Hopcraft, M.; Darby, I. (2020): Dental implant maintenance teaching in Australia - A survey of education providers. In: *European Journal of Dental Education* 24 (2), S. 310–319.

Cheung, M.; Hopcraft, M.; Darby, I. (2021): Dentists' preferences in implant maintenance and hygiene instruction. In: *Australian Dental Journal*. Feb 4 Epub ahead of print. PMID: 33538341.

Comino-Garayoa, R.; Cortés-Bretón Brinkmann, J.; Peláez, J.; López-Suárez, C.; Martínez-González, J.; Suárez, M. (2020): Allergies to titanium dental implants: What do we really know about them? A scoping review. In: *Biology* 9 (11), e404.

Cottrell, D.; Reebye, U.; Blyer, S.; Hunter, M.; Mehta, N. (2007): Referral patterns of general dental practitioners for oral surgical procedures. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 65 (4), S. 686–690.

Crawford, J.; McQuistan, M.; Williamson, A.; Qian, F.; Potter, K. (2011): Should endodontists place dental implants? A national survey of general dentists. In: *Journal of Endodontics* 37 (10), S. 1365–1369.

DGI (2011): Indikationen zu implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützten Implantologie. S2-k-Leitlinie (AWMF, 083-011). Online verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien/II-liste/deutsche-gesellschaft-fuer-implantologie-im-zahn-mund-und-kieferbereich-dgi.html>, zuletzt aktualisiert am 12/2011, zuletzt geprüft am 24.01.2021.

DGI (2018): In Deutschland werden jährlich 1,3 Millionen Implantate gesetzt. Hg. v. ZWP online. DGI (Branchenmeldungen). Online verfügbar unter <https://www.zwp-online.info/zwpnews/dental-news/branchenmeldungen/zahnimplantate-zunehmend-ersterwahl-13-millionen-werden-in-deutschland-pro-jahr-eingepflanzt>, zuletzt aktualisiert am 04.12.2018, zuletzt geprüft am 27.01.2021.

DGI (2021): Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie. DGI. Online verfügbar unter <https://www.dginet.de/web/dgi/p-taetigkeitsschwerpunkt-implantologie>, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

DGI und DGZMK (2016): Periimplantäre Infektionen an Zahnimplantaten, Behandlung (AWMF, 083-023). Online verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-023.html>, zuletzt aktualisiert am 31.05.2016, zuletzt geprüft am 24.01.2021.

DGI und DGZMK (2017): Implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Oberkiefers. S3-Leitlinie (Langversion). DGI und DGZMK (AWMF, 083-010). Online verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-010.html>, zuletzt aktualisiert am 03/2017, zuletzt geprüft am 27.01.2021.

DGI und DGZMK (2020): Knochenersatzmaterialien zur Verwendung bei Kieferkammdefiziten und -defekten. S2k-Leitlinie Langversion 2020 (AWMF, 083-009). Online verfügbar unter [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/083-009I\\_S2K\\_Implantologische-Indikationen-Anwendung-Knochenersatzmaterialien\\_2020-11.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-009I_S2K_Implantologische-Indikationen-Anwendung-Knochenersatzmaterialien_2020-11.pdf), zuletzt aktualisiert am 01.07.2020, zuletzt geprüft am 27.01.2021.

DGMKG (o. J.): Gesamtverband der Deutschen Fachärzte für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie e. V. DGMKG. Online verfügbar unter <https://www.dgmkg.com/newpage2>, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

D'haese, J.; Ackhurst, J.; Wismeijer, D.; Bruyn, H.; Tahmaseb, A. (2017): Current state of the art of computer-guided implant surgery. In: *Periodontology 2000* 73 (1), S. 121–133.

Di Murro, B.; Papi, P.; Passarelli, P.; D'Addona, A.; Pompa, G. (2020): Attitude in Radiographic Post-Operative Assessment of Dental Implants among Italian Dentists: A Cross-Sectional Survey. In: *Antibiotics (Basel, Switzerland)* 9 (5).

Donos, N.; Mardas, N.; Buser, D. (2009): An outline of competencies and the appropriate postgraduate educational pathways in implant dentistry. In: *European Journal of Dental Education* 13 Suppl 1, S. 45–54.

Düchting, A.; Becker, K.; Schwarz, F.; Sader, R. (2019): Digitale Technologien in der Implantologie. Spielerei oder echter Fortschritt? zm online. Online verfügbar unter <https://www.zm-online.de/archiv/2019/22/zahnmedizin/spielerei-oder-echter-fortschritt/seite/alle/>, zuletzt aktualisiert am 16.11.2019, zuletzt geprüft am 24.01.2021.

Eckert, S.; Choi, Y.; Sánchez, A.; Koka, S. (2005): Comparison of dental implant systems: quality of clinical evidence and prediction of 5-year survival. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 20 (3), S. 406–415.

- Egusa, H.; Ko, N.; Shimazu, T.; Yatani, H. (2008): Suspected association of an allergic reaction with titanium dental implants: A clinical report. In: *The Journal of Prosthetic Dentistry* 100 (5), S. 344–347.
- Elani, H.; Starr, J.; Da Silva, J.; Gallucci, G. (2018): Trends in dental implant use in the U.S., 1999-2016, and projections to 2026. In: *Journal of Dental Research* 97 (13), S. 1424–1430.
- Elgali, I.; Omar, O.; Dahlin, C.; Thomsen, P. (2017): Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. In: *European Journal of Oral Sciences* 125 (5), S. 315–337.
- Engelhardt, F.; Zeman, F.; Behr, M.; Hahmel, S. (2016): Prosthetic complications and maintenance requirements in Locator-attached implant-supported overdentures: A Retrospective Study. In: *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 24 (1), S. 31–35.
- Fortin, T.; Bosson, J.; Isidori, M.; Blanchet, E. (2006): Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 21 (2), S. 298–304.
- Gaddale, R.; Mishra, S.; Chowdhary, R. (2020): Complications of screw- and cement-retained implant-supported full-arch restorations: a systematic review and meta-analysis. In: *International Journal of Oral Implantology* 13 (1), S. 11–40.
- Fritzsche, K. (2009): Mathematik für einsteiger. Vor- und brückenkurs zum studienbeginn. 4. Aufl., [Nachdr.]. Berlin: Springer (Für Bachelor und Diplom).
- Gaddale, R.; Mishra, S.; Chowdhary, R. (2020): Complications of screw- and cement-retained implant-supported full-arch restorations: a systematic review and meta-analysis. In: *International journal of oral implantology (Berlin, Germany)* 13 (1), S. 11–40.
- Gallucci, G.; Hamilton, A.; Zhou, W.; Buser, D.; Chen, S. (2018): Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. In: *Clinical Oral Implants Research* 29 Suppl 16, S. 106–134.
- Gay, I.; Tran, D.; Weltman, R.; Parthasarathy, K.; Diaz-Rodriguez, J.; Walji, M.; Fu, y.; Friedman, L. (2016): Role of supportive maintenance therapy on implant survival: a university-based 17 years retrospective analysis. In: *International Journal of Dental Hygiene* 14 (4), S. 267–271.
- Gernet, W.; Biffar, R.; Schwenzer, N.; Ehrenfeld, M. (Hg.) (2011): Zahnärztliche Prothetik. 4., unveränderte Auflage. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde).

Gilbert, G.; Gordan, V.; Korelitz, J.; Fellows, J.; Meyerowitz, C.; Oates, T.; Rindal, D.; Gregory, R.; National Dental PBRN Collaborative Group. (2015): Provision of specific dental procedures by general dentists in the National Dental Practice-Based Research Network: questionnaire findings. In: *BioMed Central Oral Health* 15, S. 11.

Glücker, C.; Rauch, A.; Hahnel, S. (2020): Attitude and treatment options in implant-supported prosthetics: A survey among a cohort of German dentists. In: *The Journal of Advanced Prosthodontics* 12 (1), S. 15–21.

Greenstein, G.; Carpentieri, J.; Cavallaro, J. (2015): Nerve damage related to implant dentistry: incidence, diagnosis, and management. In: *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 36 (9), S. 652-9.

Gupta, B.; Shadbolt, B.; Hyam, D. (2017): Referral patterns of general dental practitioners for bone grafting and implant placement. In: *Australian Dental Journal* 62 (3), S. 311–316.

Hahnel, S.; Alamanos, C.; Schneider-Feyrer, S.; Stöckle, M.; Rosentritt, M. (2018): Investigation of clinical and laboratory wear in Locator-supported, implant-retained overdentures. In: *The International Journal of Prosthodontics* 31 (4), S. 334–337.

Guptra, S.; Patril, N.; Solankri, J.; Singhi, R.; Lallier, S. (2015): Oral Implant Imaging: A Review. In: *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS* 22 (3), S. 7–17.

Gutwald, R.; Gellrich, N.; Schmelzeisen, R. (Hg.) (2019): Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. Für Studium, Examen und Beruf. Deutscher Ärzte-Verlag GmbH. 3. überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag.

Hahnel, S.; Alamanos, C.; Schneider-Feyrer, S.; Stöckle, M.; Rosentritt, M. (2018): Investigation of Clinical and Laboratory Wear in Locator-Supported, Implant-Retained Overdentures. In: *The International journal of prosthodontics* 31 (4), S. 334–337.

Halling, F. (2014): Antibiotika in der Zahnmedizin. In: *Zahnmedizin Up2date* 8 (01), S. 67–82.

Halling, F. (2017): Zahnärztliche Arzneiverordnungen. In: Ulrich Schwabe, Dieter Paffrath, Wolf-Dieter Ludwig und Jürgen Klauber (Hg.): Arzneiverordnungs-Report 2017. 1. Auflage 2017. Berlin: Springer, S. 759–769.

Hameed, M.; Gul, M.; Ghafoor, R.; Khan, F. (2019): Vertical ridge gain with various bone augmentation techniques: A systematic review and meta-analysis. In: *Journal of Prosthodontics* 28 (4), S. 421–427.

Harris, D.; Horner, K.; Gröndahl, K.; Jacobs, R.; Helmrot, E.; Benic, G.; Bornstein, M.; Dawood, A.; Quirynen, M. (2012): E.A.O. guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry

2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. In: *Clinical Oral Implants Research* 23 (11), S. 1243–1253.
- Hausamen, J. (Hg.) (2012): Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Operationslehre und -atlas. 4., vollständig überarbeitete Aufl. Berlin: Springer. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=884905>.
- Haussen, T.; Al-Nawas, B. (2016): Perioperative Medikation bei Implantationen. In: *Implantologie* 67 (3), S. 301–307.
- Heitz-Mayfield, L.; Huynh-Ba, G. (2009): History of treated periodontitis and smoking as risks for implant therapy. In: *The International journal of oral & maxillofacial implants* 24 Suppl, S. 39–68.
- Herzklotz, I.; Kunz, A.; Beuer, F. (2017): Verschraubt oder zementiert - ist das die Frage? In: *Implantologie* 68 (9), S. 1023–1029.
- Hicklin, S.; Albrektsson, T.; Hämmerle, C. (2009): Theoretical knowledge in implant dentistry for undergraduate students. In: *European Journal of Dental Education* 13 Suppl 1, S. 25–35.
- Horner, K.; Shelley, A (2016): Preoperative radiological evaluation of missing single teeth: A review. In: *European Journal of Oral Implantology* 9 Suppl 1, S. 69-88.
- Hosoki, M.; Nishigawa, K.; Miyamoto, Y.; Ohe, G.; Matsuka, Y. (2016): Allergic contact dermatitis caused by titanium screws and dental implants. In: *Journal of Prosthodontic Research* 60 (3), S. 213–219.
- Hosoki, M.; Nishigawa, K.; Tajima, T.; Ueda, M.; Matsuka, Y. (2018): Cross-sectional observational study exploring clinical risk of titanium allergy caused by dental implants. In: *Journal of Prosthodontic Research* 62 (4), S. 426–431.
- Hundeshagen, B. (2019): Komplikationsmanagement in der Implantatprothetik. ZMK. ZMK (Implantologie). Online verfügbar unter [https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/implantologie/story/komplikationsmanagement-in-der-implantatprothetik\\_\\_7748.html](https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/implantologie/story/komplikationsmanagement-in-der-implantatprothetik__7748.html), zuletzt aktualisiert am 05.06.2019, zuletzt geprüft am 16.05.2021.
- Hwang, D.; Wang, H. (2006): Medical contraindications to implant therapy: part I: absolute contraindications. In: *Implant dentistry* 15 (4), S. 353–360.
- Hwang, D.; Wang, H. (2007): Medical contraindications to implant therapy: Part II: Relative contraindications. In: *Implant dentistry* 16 (1), S. 13–23.

IMD Labor Berlin (2021): Titan-Unverträglichkeit. IMD Labor Berlin (Diagnostikinformation, 210). Online verfügbar unter <https://www.imd-berlin.de/index.php?id=602#top>, zuletzt aktualisiert am 2021, zuletzt geprüft am 24.01.2021.

Institut Straumann AG (2016): Phase 2 Chirurgische Verfahren: Schritt 1 Implantatchirurgie. Institut Straumann AG. Online verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj73f7Cqs7wAhWTNewKHZ4dBI4QFjAEegQICRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.straumann.com%2Fcontent%2Fdam%2Fmedia-center%2Fstraumann%2Fde%2Fdocuments%2Fsmart%2F490.082-Smart1-2-1-de-de.pdf&usg=AOvVaw1sEQh4J2QAXn4bnOBSvHs>, zuletzt aktualisiert am 2016, zuletzt geprüft am 16.05.2021.

Jacobi-Gresser, E.; Huesker, K.; Schütt, S. (2013): Genetic and immunological markers predict titanium implant failure: a retrospective study. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 42 (4), S. 537–543.

Jarosz, K.; Ziccardi, V.; Aziz, S.; Sue-Jiang, S. (2013): Dental student perceptions of oral and maxillofacial surgery as a specialty. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 71 (5), S. 965–973.

Jayachandran, S.; Bhandal, B.; Hill, K.; Walmsley, A. (2015): Maintaining dental implants - Do general dental practitioners have the necessary knowledge? In: *British Dental Journal* 219 (1), S. 25–28.

Jayachandran, S.; Walmsley, A.; Hill, K. (2020): Challenges in dental implant provision and its management in general dental practice. In: *Journal of Dentistry* 99, S. 103414.

Juodzbaly, G.; Kubilius, M. (2013): Clinical and radiological classification of the jawbone anatomy in endosseous dental implant treatment. In: *Journal of oral & maxillofacial research* 4 (2), e2.

Kern, J.; Kern, T.; Wolfart, S.; Heussen, N. (2016): A systematic review and meta-analysis of removable and fixed implant-supported prostheses in edentulous jaws: post-loading implant loss. In: *Clinical Oral Implants Research* 27 (2), S. 174–195.

Khawaja, N.; Renton, T. (2009): Case studies on implant removal influencing the resolution of inferior alveolar nerve injury. In: *British Dental Journal* 206 (7), S. 365–370.

Kheur, M. (2011): Transitional implants: An asset to implantology. In: *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 1 (1), S. 4–9.

- Khoury, F.; Hanser, T. (2015): Mandibular bone block harvesting from the retromolar region: a 10-year prospective clinical study. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 30 (3), S. 688–697.
- Khoury, F.; Hanser, T. (2019): Three-dimensional vertical alveolar ridge augmentation in the posterior maxilla: A 10-year clinical study. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 34 (2), S. 471–480.
- Kim, A.; Abdelhay, N.; Levin, L.; Walters, J.; Gibson, M. (2020): Antibiotic prophylaxis for implant placement: a systematic review of effects on reduction of implant failure. In: *British Dental Journal* 228 (12), S. 943–951.
- Konsensuskonferenz Implantologie (2014): Indikationsklassen für die Implantatversorgung zur Regelversorgung. Online verfügbar unter <https://www.konsensuskonferenz-implantologie.eu/indikationsklassen-fuer-implantatversorgung-zur-regelversorgung/>, zuletzt aktualisiert am 07.10.2014, zuletzt geprüft am 23.01.2021.
- Koole, S.; Vandeweghe, S.; Mattheos, N.; Bruyn, H. (2014): Implant dentistry education in Europe: 5 years after the Association for Dental Education in Europe consensus report. In: *European Journal of Dental Education* 18 Suppl 1, S. 43–51.
- Kordbacheh Changi, K.; Finkelstein, J.; Papapanou, P. (2019): Peri-implantitis prevalence, incidence rate, and risk factors: A study of electronic health records at a U.S. dental school. In: *Clinical Oral Implants Research* 30 (4), S. 306–314.
- Kreisler, M.; Samsam-Bakhtyari, M.; Weihe, C.; d'Hoedt, B. (2005): Implantologische Tätigkeit in der freien zahnärztlichen Praxis in Rheinland-Pfalz. Eine Standortanalyse aus dem Jahr 2004. In: *Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie* 21 (3), S. 180–188.
- Lund, B.; Hultin, M.; Tranaeus, S.; Naimi-Akbar, A.; Klinge, B. (2015): Complex systematic review - Perioperative antibiotics in conjunction with dental implant placement. In: *Clinical Oral Implants Research* 26 Suppl 11, S. 1–14.
- Lutz, R.; Neukam, F. (2012): Chirurgische Aspekte der Implantologie. In: Jarg-Erich Hausamen (Hg.): *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Operationslehre und -atlas*. 4., vollständig überarbeitete Aufl. Berlin: Springer, S. 95–119.
- LZK Rheinland-Pfalz (2021): Schwerpunkte setzen. Online verfügbar unter <https://www.lzk.de/zahnaerzte/taetigkeitsschwerpunkte/>, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

LZKH (2013): Weiterbildung Oralchirurgie. LZKH. Online verfügbar unter <https://www.lzkh.de/zahnaerzte/weiterbildung/oralchirurgie>, zuletzt aktualisiert am 29.11.2013, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

LZKH (2021): Ankündigung besonderer Fortbildungsleistungen in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. LZKH. Online verfügbar unter <https://www.lzkh.de/pruefwesen/zahnaerzte/anererkennung-fortbildungsleistungen>, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

Majzoub, J.; Ravida, A.; Starch-Jensen, T.; Tattan, M.; Del Suárez-López Amo, F. (2019): The influence of different grafting materials on alveolar ridge preservation: A systematic review. In: *Journal of Oral & Maxillofacial Research* 10 (3), e6.

Manor, Y.; Oubaid, S.; Mardinger, O.; Chaushu, G.; Nissan, J. (2009): Characteristics of early versus late implant failure: a retrospective study. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 67 (12), S. 2649–2652.

Mombelli, A.; Cionca, N. (2006): Systemic diseases affecting osseointegration therapy. In: *Clinical oral implants research* 17 Suppl 2, S. 97–103.

Montes, C.; Alvim-Pereira, F.; Castilhos, B.; Sakurai, M.; Olandoski, M.; Trevilatto, P. (2009): Analysis of the association of IL1B (C+3954T) and IL1RN (intron 2) polymorphisms with dental implant loss in a Brazilian population. In: *Clinical Oral Implants Research* 20 (2), S. 208–217.

Moukrioti, J.; Al-Nawas, B.; Kreisler, M. (2019): Evaluation of the split bone technique for lateral ridge augmentation: A retrospective case-control study. In: *The International journal of oral & maxillofacial implants* 34 (5), S. 1152–1160.

Moustafa A., Ramy M.; Alqutaibi, A.; El-Din Gomaa, A.; Abdallah, M. (2018): Effect of Submerged vs Nonsubmerged Implant Placement Protocols on Implant Failure and Marginal Bone Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *The International journal of prosthodontics* 31 (1), S. 15–22.

Munack, J.; Becker, J. (2014): Die Aufnahme eines neuen Implantatsystems in die Praxis: Schritt für Schritt Abwägen und Prüfen. In: *Praktische Implantologie und Implantatprothetik* 4 (1), S. 12–20.

- Naenni, N.; Lim, H.; Papageorgiou, S.; Hämmerle, C. (2019): Efficacy of lateral bone augmentation prior to implant placement: A systematic review and meta-analysis. In: *Journal of Clinical Periodontology* 46 Suppl 21, S. 287–306.
- Nkenke, E.; Neukam, F. (2014): Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. In: *European Journal of Oral Implantology* 7 Suppl 2, S203-17.
- Ott, R.; Vollmer, D.; Krug, S. (Hg.) (2003): Klinik- und Praxisführer Zahnmedizin. 113 Tabellen. Unter Mitarbeit von Rudolf W. Ott und Axel Bumann. Stuttgart, New York: Thieme.
- Padmanabhan, H.; Kumar, S.; Kumar, V. (2020): Single implant retained overdenture treatment protocol: A systematic review and meta-analysis. In: *Journal of Prosthodontics* 29 (4), S. 287–297.
- Park, J.; Tennant, M.; Walsh, L. J.; Kruger, E. (2018): Is there a consensus on antibiotic usage for dental implant placement in healthy patients? In: *Australian Dental Journal* 63 (1), S. 25–33.
- Patel, A.; Matthews, D.; Ghiabi, E. (2016): Practice profile of periodontists in Canada: A national survey. In: *Journal of the Canadian Dental Association* 82, g5.
- Paykush, V.; Dydyk, N. (2018): Application of analgosedation in adults with reduced pain threshold in dentistry. In: *Emergency Medicine* 1, S. 39–43.
- Pjetursson, B.; Asgeirsson, A.; Zwahlen, M.; Sailer, I. (2014): Improvements in implant dentistry over the last decade: comparison of survival and complication rates in older and newer publications. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 29 Suppl, S. 308–324.
- Quantius, B. (2011): Die Nervverlagerung in der Implantologie (Implantologie). Online verfügbar unter <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/implantologie/chirurgie/die-nervverlagerung-der-implantologie#:~:text=Diskussion-,Die%20Lateralisation%20des%20N.,feststehenden%20Zahnersatz%20im%20Unterkiefer%20herzustellen.&text=Die%20Patienten%20m%C3%BCssen%20von%20einer,bis%20achtw%C3%B6chigen%20Par%C3%A4sthesie%20des%20N.,zuletzt%20aktualisiert%20am%2021.02.2011,zuletzt%20gepr%C3%BCft%20am%2027.01.2021>.
- Raesi Estabragh, A.; Golestaneh, A.; Maleki Gorji, M.; Kheiri, L. (2019): Effective factors in implant system selection by dentists in Kerman in 2018: A cross-sectional study. In: *Journal of Research in Dento and Maxillofacial Sciences* 4 (4), S. 28–42.

- Rathee, M.; Bhoria, M. (2015): Basics of clinical diagnosis in implant dentistry. In: *J Int Clin Dent Res Organ* 7 (3), S. 13.
- Richter, E.; Knapp, W. (2010): Auf zwei Eckzahnimplantaten abgestützte Oberkiefer-Coverdentureprothesen - Ergebnisse einer klinischen Studie. In: *Implantologie* 18 (2), S. 165–174.
- Rostetter, C.; Schenkel, J.; Rücker, M.; Lübbers, H. (2017): Amoxicillin mit Clavulansäure. Standardantibiotikum im allgemein Zahnärztlichen Alltag. In: *Swiss Dental Journal* 127 (7-8), S. 654–655.
- Ruppin, J.; Popovic, A.; Strauss, M.; Spüntrup, E.; Steiner, A.; Stoll, C. (2008): Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. In: *Clinical Oral Implants Research* 19 (7), S. 709–716.
- Sader, R.; Nentwig, G.; Krebs, M.; Gräfin von Krockow, N. (2013): Vorteile, Risiken und Grenzen der digitalen Implantologie. ZWP online (Implantologie). Online verfügbar unter <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/implantologie/digitale-verfahren/vorteile-risiken-und-grenzen-der-digitalen-implantologie>, zuletzt aktualisiert am 28.11.2013, zuletzt geprüft am 24.01.2021.
- Sánchez-Pérez, A.; Moya-Villaescusa, M.; Jornet-Garcia, A.; Gomez, S. (2010): Etiology, risk factors and management of implant fractures. In: *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal* 15 (3), e504-8.
- Shavit, I.; Juodzbalys, G. (2014): Inferior alveolar nerve injuries following implant placement - importance of early diagnosis and treatment: a systematic review. In: *Journal of Oral & Maxillofacial Research* 5 (4), e2.
- Sicilia, A.; Cuesta, S.; Coma, G.; Arregui, I.; Guisasola, C.; Ruiz, E.; Maestro, A. (2008): Titanium allergy in dental implant patients: A clinical study on 1500 consecutive patients. In: *Clinical Oral Implants Research* 19 (8), S. 823–835.
- Sinclair, M.; O'Toole, J.; Malawaraarachchi, M.; Leder, K. (2012): Comparison of response rates and cost-effectiveness for a community-based survey: postal, internet and telephone modes with generic or personalised recruitment approaches. In: *BioMed Central Medical Research Methodology* 12, S. 132.

- Staedt, H.; Rossa, M.; Lehmann, K.; Al-Nawas, B.; Kämmerer, P.; Heimes, D. (2020): Potential risk factors for early and late dental implant failure: a retrospective clinical study on 9080 implants. In: *International journal of implant dentistry* 6 (1), S. 81.
- Stähli, A.; Strauss, F.; Gruber, R. (2018): The use of platelet-rich plasma to enhance the outcomes of implant therapy: A systematic review. In: *Clinical Oral Implants Research* 29 Suppl 18, S. 20–36.
- Stoumpis, C.; Kohal, R.-J. (2011): To splint or not to splint oral implants in the implant-supported overdenture therapy? A systematic literature review. In: *Journal of Oral Rehabilitation* 38 (11), S. 857–869.
- Stumbras, A.; Krukis, M.; Januzis, G.; Juodzbaly, G. (2019): Regenerative bone potential after sinus floor elevation using various bone graft materials: a systematic review. In: *Quintessence International* 50 (7), S. 548–558.
- Tahmaseb, A.; Wu, V.; Wismeijer, D.; Coucke, W.; Evans, C. (2018): The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. In: *Clinical Oral Implants Research* 29 Suppl 16, S. 416–435.
- Thomason, J.; Feine, J.; Exley, C.; Moynihan, P.; Müller, F.; Naert, I.; Ellis, J.; Barclay, C.; Butterworth, C.; Scott, B.; Lynch, C.; Stewardson, D.; Smith, P.; Welfare, R.; Hyde, P.; McAndrew, R.; Fenlon, M.; Barclay, S.; Barker, D. (2009): Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients - The York Consensus Statement. In: *British Dental Journal* 207 (4), S. 185–186.
- Tonetti, M.; Jung, R.; Avila-Ortiz, G.; Blanco, J.; Cosyn, J.; Fickl, S.; Figuero, E.; Goldstein, M.; Graziani, F.; Madianos, P.; Molina, A.; Nart, J.; Salvi, G.; Sanz-Martin, I.; Thoma, D.; Van Assche, N.; Vignoletti, F. (2019): Management of the extraction socket and timing of implant placement: Consensus report and clinical recommendations of group 3 of the XV European Workshop in Periodontology. In: *Journal of Clinical Periodontology* 46 Suppl 21, S. 183–194.
- Torres, F.; Jórias, R.; Cepera, F.; Paranhos, L.; Sanders, D. (2011): A clinical case treated with clear aligners. In: *International journal of orthodontics (Milwaukee, Wis.)* 22 (3), S. 11–15.
- Tröltzsch, M.; Kauffmann, P.; Brockmeyer, P.; Tröltzsch, M. (2017): Augmentationsverfahren und -materialien in der dentalen Implantologie – Eine Übersicht. In: *Quintessenz* 68 (12), S. 1363–1375.

- Tröltzsch, M.; Tröltzsch, M.; Kauffmann, P.; Gruber, R.; Brockmeyer, P.; Moser, N.; Rau, A.; Schliephake, H. (2016): Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: A systematic review. In: *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 44 (10), S. 1618–1629.
- Tyndall, D.; Price, J.; Tetradis, S; Ganz, S.; Hildebolt, C.; Scarfe, W. (2012): Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* 113 (6), S. 817–826.
- Valentin, R.; Tuna, A.; Baysal, U. (2014): Vertikale Distraktionsosteogenese des Alveolarfortsatzes (Implantologie). Online verfügbar unter <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/implantologie/gtr-und-gbr/vertikale-distraktionsosteogenese-des-alveolarfortsatzes>, zuletzt aktualisiert am 21.01.2014, zuletzt geprüft am 27.01.2021.
- Walter, C. (2018): Die einfache Bohrschablone. In: *Z Zahnärztliche Implantologie* 34 (4), S. 308–312. Online verfügbar unter <https://www.online-zzi.de/archiv/ausgabe/artikel/zzi-4-2018/2228-die-einfache-bohrschablone/>, zuletzt geprüft am 16.05.2021.
- Wilcke, A.; Buchmann, M.; Reißmann, D.; Pohontsch, N.; Aarabi, G.; Heydecke, G. (2016): „Feminisierung“ der Zahnmedizin: Herausforderungen an einen Wandel des Berufsbildes. In: *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 71 (3), S. 217–224.
- Wittneben, J.; Joda, T.; Weber, H.; Brägger, U. (2017): Screw retained vs. cement retained implant-supported fixed dental prosthesis. In: *Periodontology 2000* 73 (1), S. 141–151.
- Wittneben, J.; Millen, C.; Brägger, U. (2014): Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions--a systematic review. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 29 Suppl, S. 84–98.
- Wright, K. (2005): Researching internet-based populations: Advantages and disadvantages of online survey research, online questionnaire authoring software packages, and web survey services. In: *Journal of Computer-Mediated Communication* 10 (3), S. 0.
- Zembic, A.; Kim, S.; Zwahlen, M.; Kelly, J. (2014): Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. In: *The International Journal of Oral & Maxillofacial implants* 29 Suppl, S. 99–116.

zm online (2017): Lohnt sich der Master? Studium. Online verfügbar unter [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6XiSi\\_hDy5oJ:https://www.zm-online.de/zm-starter/junge-zahnmedizin/lohnt-sich-der-master/+&cd=4&hl=de&ct=clnk&gl=de&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6XiSi_hDy5oJ:https://www.zm-online.de/zm-starter/junge-zahnmedizin/lohnt-sich-der-master/+&cd=4&hl=de&ct=clnk&gl=de&client=firefox-b-d), zuletzt aktualisiert am 05.09.2017, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

zm starter (2017): Tabellarische Übersicht zu Masterstudiengängen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. zm starter. Online verfügbar unter [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6XiSi\\_hDy5oJ:https://www.zm-online.de/zm-starter/junge-zahnmedizin/lohnt-sich-der-master/+&cd=4&hl=de&ct=clnk&gl=de&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6XiSi_hDy5oJ:https://www.zm-online.de/zm-starter/junge-zahnmedizin/lohnt-sich-der-master/+&cd=4&hl=de&ct=clnk&gl=de&client=firefox-b-d), zuletzt aktualisiert am 01.09.2017, zuletzt geprüft am 23.01.2021.

## **8 Anhang**

### **Fragebogen**



**Welche(s) Implantatsystem(e) verwenden Sie?:**

- Ankylos     Astra     Brånemark System (Nobel Biocare)     Camlog     Conelog  
 Replace (Nobel Biocare)     Straumann BL     Straumann TL     XiVE     andere: \_\_\_\_\_

**Verwenden Sie Keramikimplantate?**

- nein                             ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**wenn ja**

- einteilige Keramikimplantate;    ja und zwar mit folgendem System \_\_\_\_\_  
 zweiteilige Keramikimplantate;    ja und zwar mit folgendem System \_\_\_\_\_

**3. Angaben zur Implantatdiagnostik**

**Welche konventionellen bildgebenden Verfahren setzen Sie zur Implantatdiagnostik ein?**

- Panoramaschichtaufnahme (OPG)     Mundfilm     Fernröntgenseitenbild (FRS)  
 andere: \_\_\_\_\_

**Welche der folgenden Auswerthilfen verwenden Sie dabei?**

- Messkugeln     Messzylinder     Millimeterraster     Zinnfolie

**Greifen Sie bei der Diagnostik auf die Dentale Volumetomographie/Computertomographie zurück?**

- nein                             ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**Führen Sie eine digitale Implantatplanung durch?**

- nein                             ja, und zwar mit folgendem System: \_\_\_\_\_  
 in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**Führen Sie eine Schleimhautdickenmessung (bone mapping) durch?**

- ja                             nur im OK                     nein

**Lassen Sie einen Test auf Titanverträglichkeit durchführen?**

- nein                             ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**4. Angaben zum chirurgischen Vorgehen**

**Verwenden Sie Operationsschablonen?**

- nein                             ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**Führen Sie das Verfahren der „Guided Surgery“ durch?**

- nein                             ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**Die Implantation erfolgt überwiegend/ausschließlich unter:**

- Perioperative Antibiose; in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle Präparate: \_\_\_\_\_  
 Perioperativer Glucocorticoidgabe; in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle Präparate: \_\_\_\_\_

**Anästhesieform**

- Sedierung, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle  
 LA, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle  
 ITN, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

**Augmentative Begleitmaßnahmen:**

**Welche der folgenden augmentativen Verfahren führen Sie durch?**

- Interne Sinusbodenelevation  Externe Sinusbodenelevation  
 Transversale Kieferkammaugmentation  Vertikale Kieferkammaugmentation  
 Autologe Kieferkammaugmentation mit Hilfe der Schalenteknik  
 Alveolarfortsatzdistraktion, welches System: \_\_\_\_\_  
 Laterale Transposition des N. alveolaris inferior  keine der hier genannten

**Welche Materialien verwenden Sie für den Knochenaufbau?**

**Autologe Knochen kommen aus folgenden Spendergebieten:**

- Kinnregion  Weisheitszahnregion (bzw. Linea obliqua)  Spina nasalis inferior  
 Beckenkamm  Tuber maxillae  andere \_\_\_\_\_

**Knochenersatzmaterialien:**

- Kollagen Produkt(e) \_\_\_\_\_  
 Allogener Knochen Produkt(e) \_\_\_\_\_  
 Deproteinisierte Knochenmatrix (Bovin) Produkt(e) \_\_\_\_\_  
 Hydroxylapatitmatrix Produkt(e) \_\_\_\_\_  
 Tricalciumphosphatkeramik Produkt(e) \_\_\_\_\_  
 Biogläser Produkt(e) \_\_\_\_\_

**Membranen:**

- resorbierte Produkt(e) \_\_\_\_\_  nicht resorbierte Produkt(e) \_\_\_\_\_

**Wenden Sie das PRP-Verfahren an?**

- nein  ja, mit folgendem System \_\_\_\_\_

## 5. Angaben zum Implantations - und Belastungszeitpunkt

Geben Sie den prozentualen Anteil der folgenden Implantationsformen in Ihrem Behandlungsspektrum an:

Direkt nach der Extraktion (Sofortimplantation) \_\_\_\_\_ %

Nach Abklingen der akuten Entzündung bzw. Abheilung der Weichteile (verzögerte Sofortimplantation) \_\_\_\_\_ %

Nach Knöcherner Regeneration des Knochens (Spätimplantation) \_\_\_\_\_ %

Welche Einheilzeiten halten Sie in der überwiegenden Zahl der Fälle ein:

Unterkiefer: \_\_\_\_\_ Oberkiefer: \_\_\_\_\_

Führen Sie eine Sofortbelastung bzw. Sofortversorgung durch?

nein  ja, in ca. \_\_\_\_\_ % der Fälle

wenn ja, bei welchen Indikationen:

- Zahnloser Unterkiefer  Schallücke Frontzahnggebiet  Freundsituation  
 Zahnloser Oberkiefer  Schallücke Seitenzahnggebiet  Einzelzahnlücke

## 6. Angaben zum prothetischen Vorgehen

Festsitzende Konstruktion auf Implantaten werden:

- ausschließlich zementiert  überwiegend zementiert  
 überwiegend verschraubt  ausschließlich verschraubt

### UNTERKIEFER:

Geben Sie den prozentualen Anteil der folgenden implantat-prothetischen Konzepte in Ihrem Behandlungsspektrum bei der Versorgung des zahnlosen Unterkiefers an:

2 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %

2 Implantate mit Teleskopen \_\_\_\_\_ %

2 Implantate mit Kugelkopfattachments \_\_\_\_\_ %

2 Implantate mit Magneten \_\_\_\_\_ %

4 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %

4 Implantate mit Extensionssteg \_\_\_\_\_ %

4 Implantate mit Teleskopen \_\_\_\_\_ %

4 Implantate mit Kugelkopfattachments \_\_\_\_\_ %

4 Implantate mit Magneten \_\_\_\_\_ %

Mehr als 4 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %

Mehr als 4 Implantate mit Teleskopkronen \_\_\_\_\_ %  
All-on-Four-Konzept \_\_\_\_\_ %  
5-6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder  
zementierten Kronen und/oder Brücke(n) \_\_\_\_\_ %  
  
Mehr als 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder  
zementierten Kronen und/oder Brücke(n) \_\_\_\_\_ %  
andere \_\_\_\_\_ %

**OBERKIEFER:**

**Geben Sie den prozentualen Anteil der folgenden implantat-prothetischen Konzepte  
in Ihrem Behandlungsspektrum bei der Versorgung des zahnlosen Oberkiefers an:**

2 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %  
2 Implantate mit Teleskopen \_\_\_\_\_ %  
2 Implantate mit Kugelkopfattachments \_\_\_\_\_ %  
2 Implantate mit Magneten \_\_\_\_\_ %  
4 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %  
4 Implantate mit Extensionssteg \_\_\_\_\_ %  
4 Implantate mit Teleskopen \_\_\_\_\_ %  
4 Implantate mit Kugelkopfattachments \_\_\_\_\_ %  
4 Implantate mit Magneten \_\_\_\_\_ %  
Mehr als 4 Implantate mit Steg \_\_\_\_\_ %  
Mehr als 4 Implantate mit Teleskopkronen \_\_\_\_\_ %  
All-on-Four-Konzept \_\_\_\_\_ %  
5-6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n) oder  
zementierten Kronen und/oder Brücke(n) \_\_\_\_\_ %  
Mehr als 6 Implantate mit bedingt abnehmbare(n)  
oder zementierten Kronen und/oder Brücke(n) \_\_\_\_\_ %  
andere \_\_\_\_\_ %

**Verwenden Sie provisorische Implantate?**

nein  ja

## 7. Angaben zur Nachsorge:

### Führen Sie in Ihrer Praxis ein Implantatrecall durch?

- nein  ja, die Patienten werden alle \_\_\_\_\_ Monate einbestellt

### Bezogen auf die in den letzten 5 Jahren von Ihnen durchgeführten Implantationen kam es in wie vielen Fällen zu folgenden Komplikationen:

- Einheilungsstörung mit Implantatverlust nach 0-6 Monaten \_\_\_\_\_
- Auftreten von Periimplantitis (entzündlich-bedingter periimplantärer Knochenabbau)  
\_\_\_\_\_
- Implantatverlust nach mehr als 6 Monaten: \_\_\_\_\_
- Schraubenlockerungen: \_\_\_\_\_
- Implantatfraktur: \_\_\_\_\_
- Nervläsion temporär: \_\_\_\_\_
- Nervläsionen permanent: \_\_\_\_\_

### Welche der folgenden Formen der Periimplantitistherapie führen Sie durch?

- Konservative Therapie (lokale antiseptische und antibiotische Behandlung)
- Resektive Therapie (Glättung der Implantatoberfläche und chirurgische Taschenelimination)
- Regenerative Therapie  
(Dekontamination der Implantatoberfläche und Defektauffüllung mit \_\_\_\_\_)

## **9 Danksagung**

Mein Dank gilt:

Der Landes Zahnärztekammer Rheinland-Pfalz für die Unterstützung bei der Durchführung der Briefumfrage.

Allen teilnehmenden Kolleginnen und Kollegen.

Meinem Mann Georg Bellinger und meiner Schwester Eden Merhawi, die mich tatkräftig während meines gesamten Studiums unterstützt haben.

## 10 Lebenslauf

Azeib Bellinger

### **Personalien:**

Geburtsdatum: 30.04.1986  
Geburtsort: Addis Abeba  
Familienstand: verheiratet  
Staatsangehörigkeit: Deutsch

### **Akademischer und beruflicher Werdegang:**

10/2020 – heute Vorbereitungsassistentin in Frankfurt  
1/2020 Beginn der Dissertation an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
15.11.2019 Zahnmedizinische Staatsexamen  
03.04.2017 Zahnärztliche Vorprüfung (Physikum)  
05.10.2015 Naturwissenschaftliche Vorprüfung  
WS 2013/2014 Beginn des Studiums der Zahnmedizin  
an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

### **Schulischer Werdegang:**

2006-2013 Angestellte als Zahnmedizinische Fachangestellte  
2003-2006 Ausbildung zur Zahnmedizinischen Fachangestellten  
2000-2003 Burgwaldschule Frankenberg  
1995-1999 Schimelis Happte School  
1992-1995 Vorschule  
1990-1992 Grundschule