

Aus der Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Einsatz von regenerativen Techniken und Biomaterialien in der
zahnärztlichen Praxis: Eine Fragebogenstudie.**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Zahnmedizin

der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

Benjamin David Bahlmann
aus Gütersloh

Mainz, 2021

Wissenschaftlicher Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 06.07.2021

Für meine geliebte Ehefrau ♡

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
2. Literaturdiskussion	13
2.1. Übersicht der Parodontitistherapie	13
2.2. Übersicht der parodontalchirurgischen Techniken	14
2.3. Defektmorphologie und Behandlungsstrategie	16
2.4. Biomaterialien	19
2.4.1. Membranen	19
2.4.2. Knochenersatzmaterialien (KEM)	21
2.4.3. Schmelzmatrixproteine (SMP)	26
3. Material und Methoden	28
3.1. Studienziel und Studienaufbau	28
3.2. Befragungskollektiv	28
3.3. Fragebogen – Software und Datenschutz	28
3.4. Datenerhebung	29
3.4.1. Durchführung der Befragung	29
3.4.2. Emailanschreiben zur Teilnahme	30
3.4.3. Fragebogen	32
3.5. Statistische Auswertung	39
4. Ergebnisse	40
4.1. Ergebnisse der Fragen 1 bis 14	40
4.2. Ergebnisse zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes	46
4.3. Ergebnisse zur Behandlung eines zweiwandigen vertikalen Knochendefektes	52
4.4. Ergebnisse zur Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes	58
4.5. Ergebnisse zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II	64

4.6.	Ergebnisse der Fragen 19 bis 27	70
5.	Diskussion	79
5.1.	Übersicht der Behandlungsmethoden in der zahnärztlichen Praxis	79
5.2.	Resektive Parodontalchirurgie	80
5.3.	Regenerative Parodontalchirurgie	83
5.3.1.	Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von dreiwandigen vertikalen Knochendefekten	84
5.3.2.	Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekten	86
5.3.3.	Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von Furkationsdefekten Grad II	88
5.4.	Regenerative Wirkung von Biomaterialien	89
5.4.1.	Regenerative Wirkung von Schmelzmatrixproteinen	89
5.4.2.	Regenerative Wirkung von Membranen	90
5.4.3.	Regenerative Wirkung von autogenem Knochen	90
5.4.4.	Regenerative Wirkung von allogenen Knochenersatzmaterial	91
5.4.5.	Regenerative Wirkung von xenogenem Knochenersatzmaterial	91
5.4.6.	Regenerative Wirkung von alloplastischen Knochenersatzmaterial	92
6.	Zusammenfassung	93
7.	Literaturverzeichnis	95
8.	Danksagung	108
9.	Tabellarischer Lebenslauf	109

Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
AF	Access Flap
BCP	biphasisches Calciumphosphat
CAL	clinical attachment level
ePTFE	expandiertes Polytetrafluorethylen
FMBS	full-mouth bleeding score
FMPS	full-mouth plaque score
GTR	guided tissue regeneration
HA	Hydroxylapatit
ITM	interproximal tissue maintenance
KEM	Knochenersatzmaterial
MIST	minimally invasive surgical technique
MMIST	modified minimally invasive surgical technique
MPPF	modified papilla preservation flap
MVZ	medizinisches Versorgungszentrum
PEG	Polyethylen-Glykol-Hydrogel
PLA	Polylaktid
PLG	Polyglykolid
PPF	papilla preservation flap
PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR	Polyurethan
SPPF	simplified papilla preservation flap
SMP	Schmelzmatrixprotein
TCP	Tricalciumphosphat
TST	Taschensondierungstiefe

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 - Wechselwirkungen zwischen Dysbiose und entzündungsbedingter Parodontitis (12)	13
Abb. 2 - Handinstrumente (Hu-Friedy) und Ultraschallscaler (Dentsply)	14
Abb. 3 - Klinischer Fall	15
Abb. 4 - Entscheidungsbaum Patientenauswahl	16
Abb. 5 - Entscheidungsbaum Defektauswahl	17
Abb. 6 - Entscheidungsbaum für parodontalchirurgischen Zugang	18
Abb. 7 - Übersicht dentaler Membranen.....	19
Abb. 8 - Die wichtigsten Wachstumsfaktoren und ihre Phasen	22
Abb. 9 - Einteilung der Knochenersatzmaterialien.....	23
Abb. 10 - Klinischer Fall	27
Abb. 11 - Emailanschreiben	31
Abb. 12 - Fragebogen Seite 1	32
Abb. 13 - Fragebogen Seite 2	33
Abb. 14 - Fragebogen Seite 3	34
Abb. 15 - Fragebogen Seite 4	35
Abb. 16 - Fragebogen Seite 5	36
Abb. 17 - Fragebogen Seite 6	37
Abb. 18 - Fragebogen Seite 7	38
Abb. 19 - Verteilung der Fachdisziplinen.....	41
Abb. 20 - Persönliche Einschätzung über Häufigkeiten von parodontalchirurgischen Eingriffen	42
Abb. 21 - Persönliche Einschätzung über Häufigkeiten von regenerativen/augmentativen parodontalchirurgischen Eingriffen.....	43
Abb. 22 - Angaben zu angewendeten OP-Techniken	44
Abb. 23 - Aufzählung der Defektarten, die mit regenerativer Parodontalchirurgie behandelt werden.....	45
Abb. 24 - Therapieoptionen zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes.....	46
Abb. 25 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	47
Abb. 26 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	48

Abb. 27 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR.....	49
Abb. 28 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM.....	50
Abb. 29 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	51
Abb. 30 - Therapieoptionen zur Behandlung eines zweiwandigen vertikalen Knochendefektes.....	52
Abb. 31 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM.....	53
Abb. 32 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung bei der GTR + KEM.....	54
Abb. 33 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	55
Abb. 34 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	56
Abb. 35 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR.....	57
Abb. 36 - Therapieoptionen zur Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes.....	58
Abb. 37 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM.....	59
Abb. 38 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	60
Abb. 39 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	61
Abb. 40 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	62
Abb. 41 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR.....	63
Abb. 42 - Therapieoptionen zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II	64
Abb. 43 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM.....	65
Abb. 44 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	66
Abb. 45 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	67
Abb. 46 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten	68
Abb. 47 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR.....	69
Abb. 48 - Bevorzugtes Nahtmaterial in der regenerativen Parodontalchirurgie	70
Abb. 49 - Bevorzugte Fadenstärke in der regenerativen Parodontalchirurgie	71
Abb. 50 - Begründung zur Knochenwandperforation.....	72

Abb. 51 - Subjektive Einschätzung zu regenerationsfördernden Materialien/Techniken	72
Abb. 52 - Zusammenfassung von favorisierten Materialien/Produkten in der regenerativen Parodontalchirurgie	73
Abb. 53 - Zusammenfassung der Gründe für das jeweilige favorisierte Material/Produkt in der regenerativen Parodontalchirurgie	74
Abb. 54 - Subjektive Einschätzung zu Erfahrungen mit dem favorisiertem Material/Produkt	75
Abb. 55 - Subjektive Einschätzung über den Materialpreis	76
Abb. 56 - Subjektive Einschätzung über Kosten-Nutzen-Relation von Material/Produkt und Preis	77
Abb. 57 - Subjektive Einschätzung zur Einsatzhäufigkeit in Abhängigkeit vom Preis	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Übersicht der unternehmerischen Tätigkeit	40
---	----

1. Einleitung

Die Parodontitis ist eine bakteriell bedingte entzündliche Erkrankung des Zahnhalteapparates, die in allen Bevölkerungsschichten weit verbreitet ist.

Die Deutschen Mundgesundheitsstudien (DMS, 1991 bis 2016) zeigen, wie stark die Parodontitis in der Bundesrepublik Deutschland verbreitet war und ist (1-5). So ist heute laut der Mundgesundheitsstudie V jeder zweite jüngere Erwachsene (35- bis 44-Jährige) und bei den jüngeren Senioren (65- bis 74-Jährige) sogar 2 von 3 an einer moderaten bis schweren Parodontitis erkrankt (5). Diese hohe Anzahl an Fällen mit moderater bis schwere Parodontitis geben Anlass, dass ein Behandlungsbedarf klar gegeben ist.

Im Vergleich der Deutschen Mundgesundheitsstudien IV und V (DMS, 2006 und 2016) ist zu erkennen, dass die Anzahl der moderat bis schwer parodontal erkrankten Patienten abgenommen hat (von 71,0 % auf 51,6 % bei den 35- bis 44-Jährigen und von 92,0 % auf 64,6 % bei den 65- bis 74-Jährigen), doch weiterhin ein hoher Behandlungsbedarf vorliegt (4, 5).

Die Deutsche Gesellschaft für Parodontologie betreibt seit über 80 Jahren in diesem Bereich Aufklärung, bildet die Zahnärztinnen und Zahnärzte fort und treibt die Forschung zur Behandlung der Parodontopathien voran (6).

Die Forschung bringt hierbei Jahr für Jahr immer wieder neue und erfolgreiche Behandlungsstrategien zur Bekämpfung der Parodontitis hervor. So existieren heutzutage neben den konventionellen Therapieansätzen auch eine Vielzahl an regenerativen Therapieansätzen zur Behandlung von parodontal erkrankten Patienten. Ein weit verbreiteter Ansatz in diesem Zusammenhang ist die Anwendung von unterschiedlichen Techniken und Biomaterialien zur Regeneration von parodontalen Defekten. Es existiert bereits eine Vielzahl an Biomaterialien auf dem Dentalmarkt, deren klinische Wirksamkeit durch Studien nachgewiesen wurde. Diese gewonnenen Erkenntnisse aus der Evidenz fließen in die zahnmedizinische Aus- und Weiterbildung ein.

Die Vielzahl an chirurgischen Techniken und Biomaterialien machen es dem Behandler schwierig, den Überblick über deren Einsatz und Wirkungsweise in der regenerativen Parodontalchirurgie zu behalten. Es stellt sich hier konsequenterweise die Frage, ob die verfügbaren chirurgischen Techniken und Biomaterialien in der

regenerativen Parodontalchirurgie entsprechend der aktuell verfügbaren Evidenz genutzt werden?

Diese Untersuchung hatte als Ziel herauszufinden, welche chirurgischen Techniken und Biomaterialien als regenerative Maßnahmen von den Zahnärztinnen und Zahnärzten tatsächlich genutzt werden, um diese anschließend mit der bestehenden wissenschaftlichen Evidenz zu vergleichen.

2. Literaturdiskussion

2.1. Übersicht der Parodontitistherapie

Unter Parodontopathien werden alle entzündlichen und nichtentzündlichen Erkrankungen des Parodontiums zusammengefasst. Die Ursachen für Parodontopathien lassen sich in primäre und sekundäre Ursachenkomplexe unterscheiden (7).

Der primäre Ursachenkomplex beschreibt die plaquebedingte Entzündungsreaktion des Parodonts durch im Biofilm vorhandene Pathogene.

Der sekundäre Ursachenkomplex beschreibt die lokalen und systemischen Faktoren der Erkrankung, die Auswirkungen auf den primären Ursachenkomplex haben (7).

Das Krankheitsbild der Parodontitis beschreibt einen entzündlichen, destruktiven Prozess des Zahnhalteapparates mit dem Endergebnis des Zahnverlustes bei Nichtbehandlung. Heutzutage ist die orale Dysbiose ein zentraler Bestandteil der Pathogenese (Abb. 1). Diese beschreibt die Interaktion zwischen Wirtsabwehr und dem Biofilm und das daraus resultierende Ungleichgewicht (8-10). Das Immunsystem reagiert mit entzündungsfördernden Botenstoffen, die neutrophile Granulozyten, Monozyten und Makrophagen zum Ort der Entzündung leiten. Die bakterielle Last im Zustand der Dysbiose übersteigt die der Symbiose und führt im Verlauf zu den typischen klinischen Krankheitssymptomen (11).

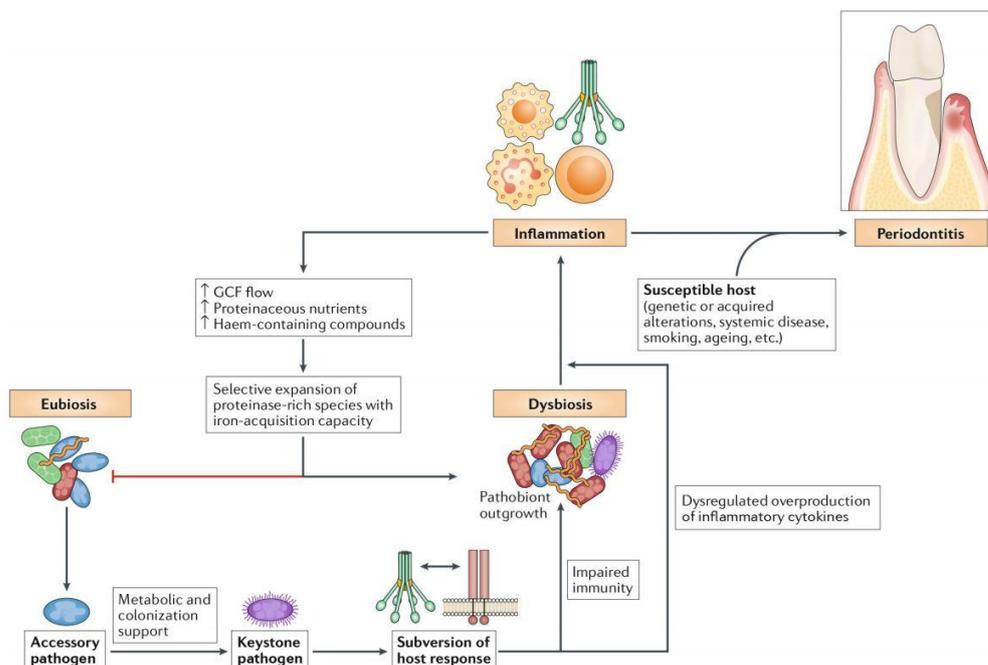


Abb. 1 - Wechselwirkungen zwischen Dysbiose und entzündungsbedingter Parodontitis (12)

Um diesem Entzündungsprozess entgegenzuwirken ist eine Parodontitistherapie notwendig. Das Ziel der konservativen nichtchirurgischen Parodontitistherapie ist es, die bakterielle Ursache so weit wie möglich zu reduzieren und im Idealfall zu eliminieren (13). Dies beinhaltet eine effektive mechanische Bearbeitung der Wurzeloberflächen in der antiinfektiösen Therapie. Hierfür existieren unterschiedliche Instrumente, wie Handküretten, Schall- und Ultraschallscaler (Abb. 2) sowie Pulver-Wasser-Strahlgeräte, die situationspezifisch zum Einsatz kommen können (14).

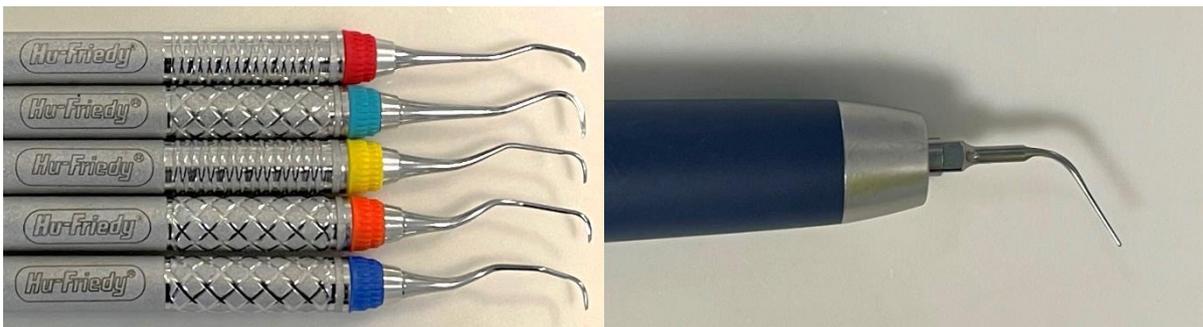


Abb. 2 - Handinstrumente (Hu-Friedy) und Ultraschallscaler (Dentsply)

Ist eine weiterführende Therapie zur Beseitigung von persistierenden/rezidivierenden Taschen nach erfolgter kausaler antiinfektiöser Therapie notwendig, so kann eine parodontalchirurgische Intervention in Erwägung gezogen werden. Hierbei werden unterschiedliche Behandlungsstrategien verfolgt, die sich in resektive und regenerative Verfahren unterteilen lassen.

2.2. Übersicht der parodontalchirurgischen Techniken

Parodontalchirurgische Techniken haben die Ziele einen Zugang zum parodontalen Defekt zu schaffen, unter Sicht die Wurzeloberfläche zu reinigen, ungünstige Morphologien dentalen (Odontoplastik) oder ossären Ursprungs (Osteoplastik) zu beseitigen und eine Regeneration von verlorenem parodontalen Gewebe zu fördern (15). Das Hauptziel der resektiven Parodontalchirurgie ist hierbei die Taschenelimination. Der modifizierte Widman-Lappen ist über viele Jahrzehnte das Standardvorgehen in der resektiven Parodontalchirurgie. Dieses resektive Verfahren zeichnet sich durch seine spezifische Schnittführung aus, wodurch das

Granulationsgewebe entfernt wird, unter Sicht die Depuration der Wurzeloberfläche stattfindet und eine primäre Wundheilung durch die Lappenadaptation generiert wird. Allerdings geht diese Technik mit einem schwierigem interdentalen Wundverschluss und Verlust von parodontalem Gewebe einher, wie bei allen resektiven Verfahren (15-17).

Regenerative parodontalchirurgische Techniken haben daher, nicht nur die Aufgabe einen Zugang zum parodontalen Defekt zu schaffen, damit unter Sicht instrumentiert werden kann, sondern verfolgen darüber hinaus das Ziel verloren gegangene parodontale Strukturen wiederherzustellen. Hierzu gehören die Neubildung von Wurzelzement, Desmodont und Alveolarknochen (18).

Während man sich hierzu in der Vergangenheit einen großflächigen Zugang zum Defekt verschafft hat (AF, Access Flap), liegt der heutige Trend in einem minimalinvasiven und defektorientierten Vorgehen (19). Die verschiedenen Zugänge reichen vom papilla preservation flap (20), modified papilla preservation flap (21), simplified papilla preservation flap (22), minimally invasive surgical technique (MIST, Abb. 3) (23), modified-MIST (24) bis hin zur connective tissue wall technique (25-28). Hierbei bestimmt die Defektmorphologie welche Zugangsart genutzt wird.

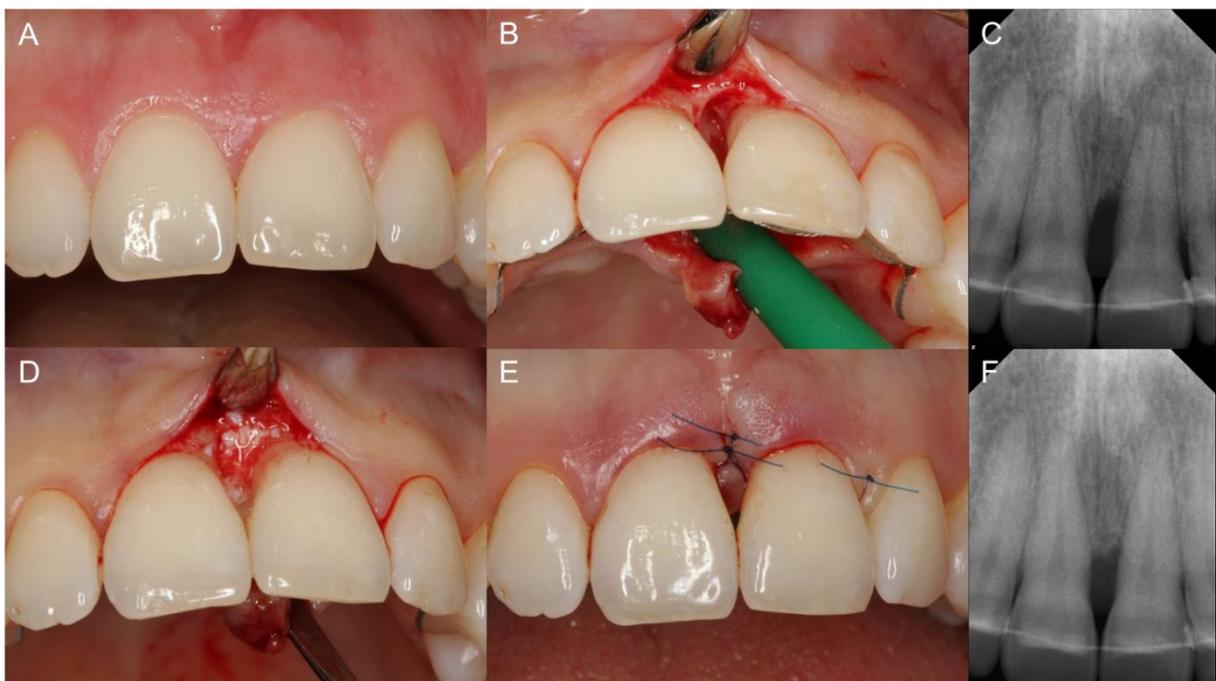


Abb. 3 - Klinischer Fall: minimalinvasiver Zugangslappen (MIST) mit Knochenersatzmaterial kombiniert mit Schmelzmatrixproteinen beim dreiwandigen Knochendefekt, A: entzündungsfreie Situation vor OP, B: intraoperative Darstellung des intraossären Defektes, C: intraossärer Defekt am Zahn 21 vor OP, D: Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterial kombiniert mit Schmelzmatrixproteinen, E: Wundverschluss, F: Röntgenkontrollbild 12 Monate nach OP, Quelle: mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Dr. h.c. Adrian Kasaj

2.3. Defektmorphologie und Behandlungsstrategie

Um die richtige Behandlungsstrategie anzuwenden, ist stets eine klinische und radiologische Befundung des Patienten im Vorfeld notwendig. Anhand dieser Parameter ist eine genaue Diagnose möglich, um die passende Indikation zu stellen.

Cortellini et al. 2000 zeigen uns mit drei Entscheidungsbäumen auf, wie die passende Behandlungsstrategie ausgewählt werden sollte (18). Der erste Entscheidungsbaum betrifft die patientenabhängigen Faktoren (Abb. 4).

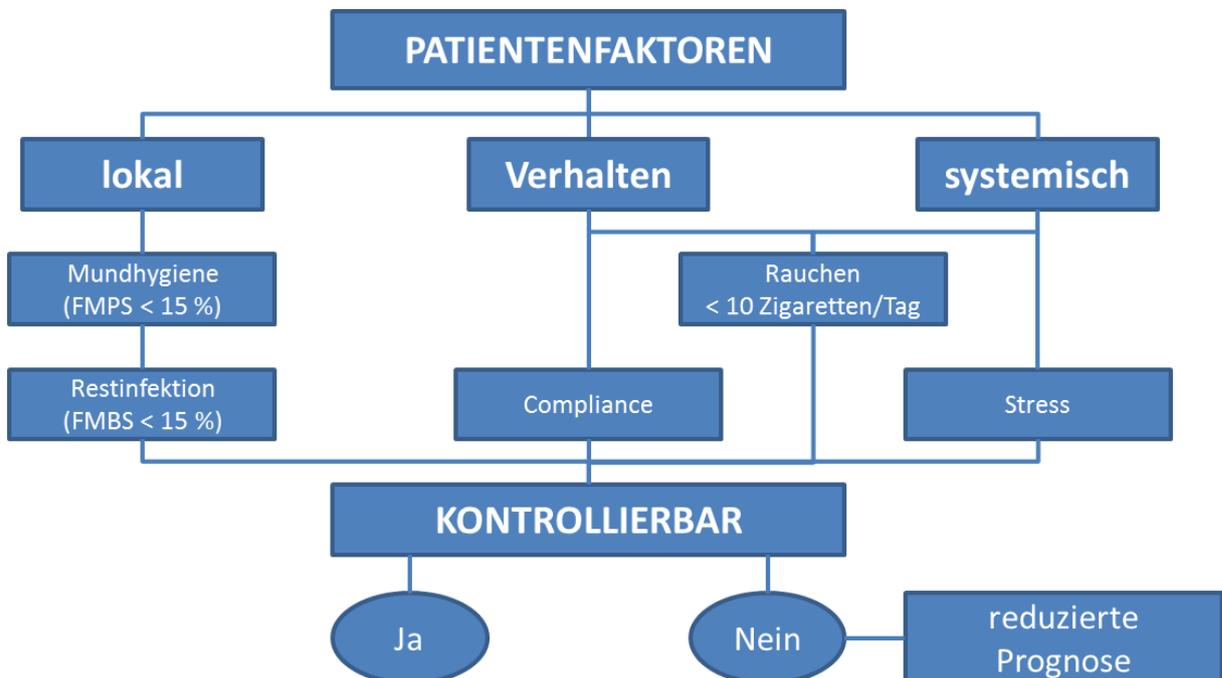


Abb. 4 - Entscheidungsbaum Patientenauswahl, modifiziert nach (29)

Sind die Patientenfaktoren im kontrollierbaren Bereich ist die Prognose als günstig einzuschätzen. Dies konnte durch Studien belegt werden, die zeigten, dass Patienten mit weniger als 15 % Plaque- und Restinfektion, Nichtraucher, guter Compliance und systemisch gesund, passende Kandidaten für eine GTR sind (18, 29, 30). Nach dieser Vorauswahl ist eine günstige Prognose gegeben, wodurch ein Ergebnis vorhersagbarer wird.

Der zweite Entscheidungsbaum bezieht sich auf die defektbezogenen Faktoren (Abb. 5). Zusammenfassend ist zu sagen, dass je höher die Anzahl der defektbegrenzenden Knochenwände und die Dicke der Gingiva (> 1 mm) ist, desto höher ist das regenerative Potenzial (18). Somit hat ein dreiwandiger Knochendefekt eine bessere Vorhersagbarkeit als ein zwei- bzw. einwandiger Knochendefekt.

Bei einer Gingivadicke von < 1 mm, nimmt die Vorhersagbarkeit ab und das Risiko der Membranexposition zu. Ist zudem der radiologisch feststellbare Winkel zwischen Knochendefekt und Zahn kleiner als 25 Grad, hat dieser ebenfalls eine bessere Vorhersagbarkeit als ein Winkel größer als 37 Grad (18). Hierzu wird noch die Knochendefekttiefe zur Entscheidung hinzugezogen, um die Vorhersagbarkeit zu erhöhen (18).

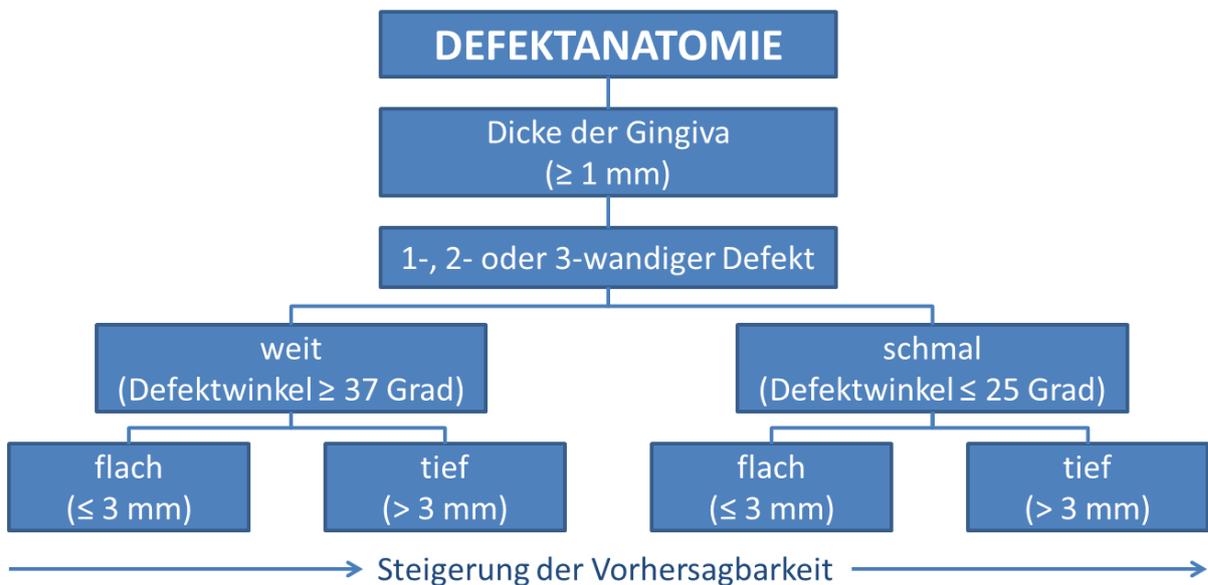


Abb. 5 - Entscheidungsbaum Defektauswahl, modifiziert nach (29)

Darüber hinaus gibt es neben den patienten- und defektbezogenen Faktoren, die Festlegung des chirurgischen Zugangs anhand der interdentalen Gingivabreite (Abb. 6) (18). Die Ziele der Behandlung bestehen darin, parodontale Unterstützung durch Reduktion der Taschentiefen zu gewinnen, verbunden mit einer vollständigen Auflösung des intraossären Defektes und minimaler oder keiner gingivalen Rezession (18).

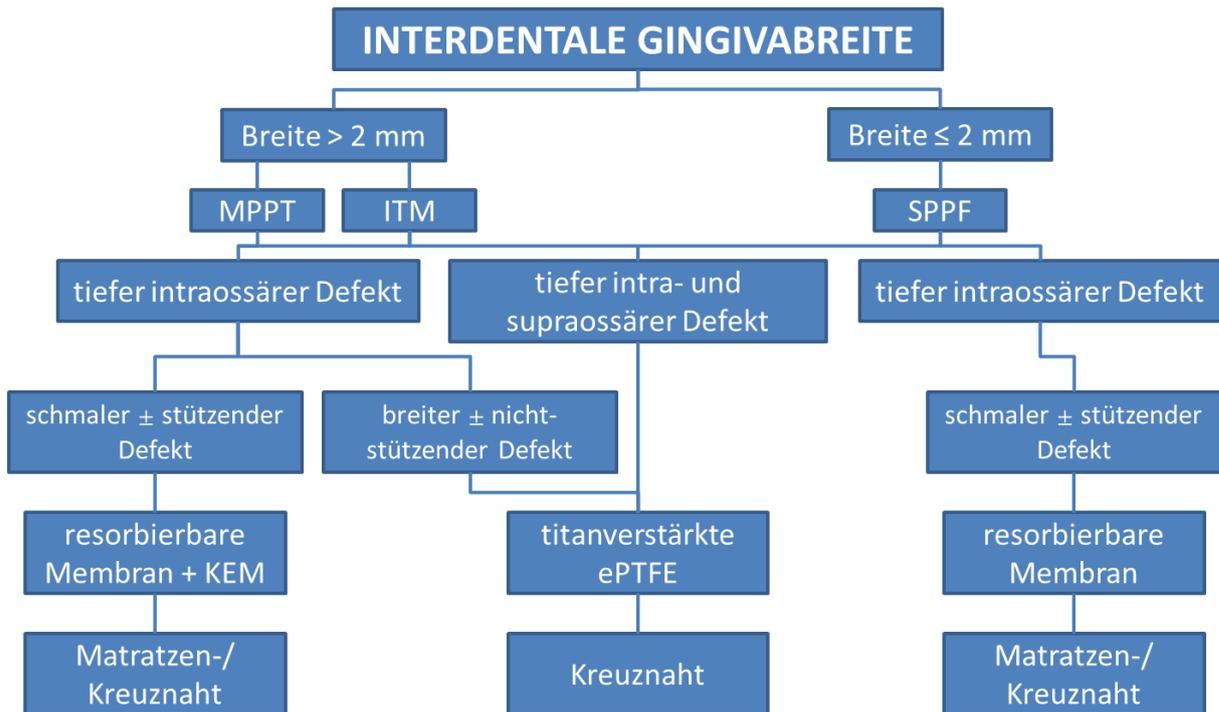


Abb. 6 – Entscheidungsbaum für parodontalchirurgischen Zugang (18)

Nach Berücksichtigung aller Entscheidungsbäume (Abb. 4 - 6), kann das passende chirurgische Verfahren und ein gezielter Einsatz von Biomaterialien ausgewählt werden (18).

2.4. Biomaterialien

2.4.1. Membranen

Nach parodontalchirurgischen Eingriffen kann Bindegewebe schneller in parodontale Defekte einwachsen, als sich Knochen bzw. Desmodont regeneriert.

Membranen nehmen daher die Funktion als Trenn- bzw. Barrierschicht zwischen diesen beiden Gewebestrukturen ein (31). Allgemein lassen sich die Membranen in zwei Kategorien einteilen: resorbierbare und nichtresorbierbare Membranen (Abb. 7).

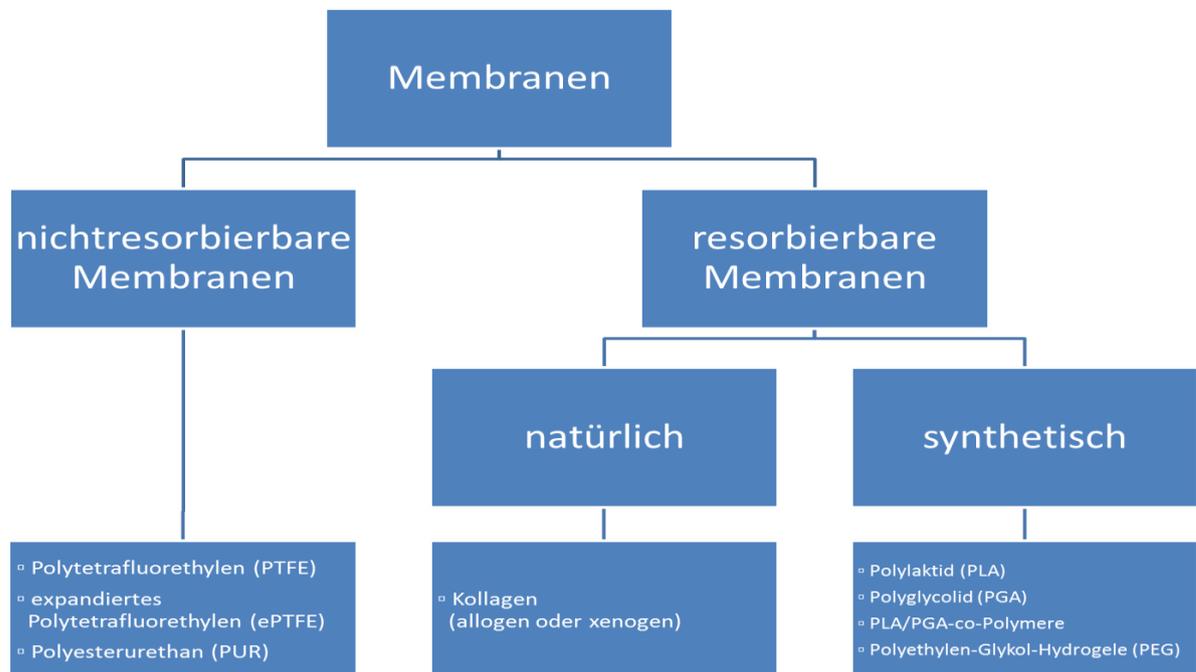


Abb. 7 - Übersicht dentaler Membranen, Quelle: (32)

Zu den nichtresorbierbaren Membranen gehören Polytetrafluorethylen (PTFE), expandiertes Polytetrafluorethylen (ePTFE) und Polyurethan (PUR) Membranen (31). Diese stellen eine undurchdringliche Barriere dar und können bei titanverstärkten Membranen den aufgespannten Raum stabil absichern. Als nachteilig gilt der Zweiteingriff zur Membranentfernung und ein erhöhtes Risiko der Membranexposition (33, 34).

Die resorbierbaren Membranen unterteilen sich in zwei Untergruppen: natürliche und synthetische Membranen. Die natürlichen resorbierbaren Kollagenmembranen sind allogener oder xenogener Herkunft und werden enzymatisch durch Kollagenasen oder Proteasen im Körper abgebaut (35). Die synthetischen resorbierbaren Membranen aus Polylaktid (PLA) oder Polyglykolid (PGA) werden im Körper zu Säuren abgebaut, hierdurch werden Entzündungsreaktionen angeregt und durch Hydrolyse entstandene Fragmente phagozytiert (36, 37). Bei einer zu schnellen Membranresorption ist die Barrierefunktion nicht ausreichend gegeben, wodurch das Infektionsrisiko steigt und die Regeneration im Defektbereich negativ beeinflusst wird. Um die Standzeit zu verlängern sind Quervernetzungen in den Kollagenmembranen notwendig. Dies kann durch UV-Licht oder enzymatischen Behandlungsverfahren erreicht werden (38). Durch eine verbesserte Standzeit kann der Defekt regenerieren, wodurch dann ein Zweiteingriff zur Membranentfernung vermieden werden kann (39-41). Mit steigendem Grad der Quervernetzung wird allerdings die enzymatische Resorption und Gewebeintegration verlangsamt. Dies kann zu einem gesteigerten Risiko für Wunddehiszenzen und Membranexposition führen (42-45).

Membranen sind als Trenn-/Barrierschicht ein wichtiger Bestandteil für die Geweberegeneration. Dabei haben resorbierbare und nichtresorbierbare Membranen unterschiedliche Vor- und Nachteile.

Somit sind Erfahrung und Präferenz des Behandlers in der Handhabung entscheidend für die Wahl der Membran und Erfolg der Therapie.

2.4.2. Knochenersatzmaterialien (KEM)

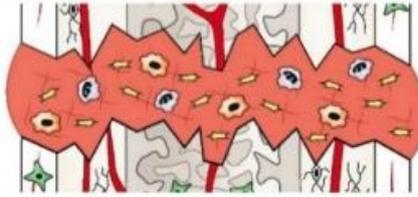
In einem stark parodontal geschädigten Gebiss mit komplexen intraossären Defekten kann ein parodontalchirurgischer Eingriff nach der antiinfektiösen Parodontitistherapie in Erwägung gezogen werden. Die regenerative Parodontalchirurgie hat das Ziel, verloren gegangene parodontale Strukturen in Form und Funktion wiederherzustellen (16).

Knochenersatzmaterialien haben dabei, wie in folgender Aufzählung, ein hohes Anforderungsprofil zu erfüllen:

- Sterilität
- Biokompatibilität
- Blutkoagelstabilisierung und Volumenaufbau
- Porosität
- Osteokonduktion und Osteoinduktion
- Resorbierbarkeit
- Funktionelle Belastungsstabilität

Knochenersatzmaterialien werden daher in der regenerativen Parodontalchirurgie als Gerüst zur Knochenneubildung (Osteokonduktion) genutzt. Wachstumsfaktoren (BMP 2, 3 - 7, 9) können ein Gewebewachstum induzieren, wodurch eine Differenzierung pluripotenter Mesenchymzellen in Osteoprogenitorzellen stattfindet (Abb. 8) (Osteoinduktion). (46).

A Inflammatory phase

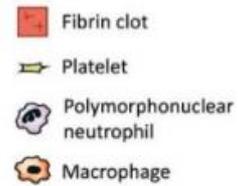


Inflammation

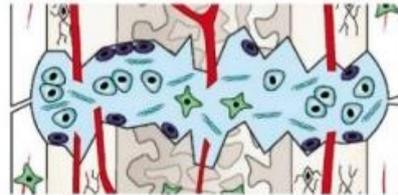
CCL-2 TGF- β
IL-1, -6 M-CSF

Recruitment of MSCs

PDGF-BB TNF- α
SDF-1
BMP-2, -4, -5, -6



B Soft callus formation

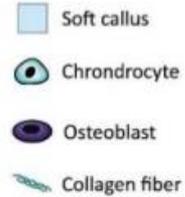


Angiogenesis

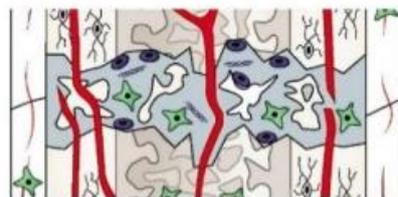
Ang-1, -2 FGF-2
VEGF-A PIGFs
PDGFs BMPs

Chondrogenesis and matrix production

TGF- β s IGF-1
PDGF-BB FGFs
GDF-5 BMPs



C Mineralization/resorption of the callus



Angiogenesis

VEGFs

Cartilage resorption

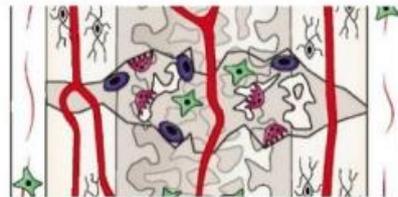
M-CSF RANKL
OPG TNF- α

MSCs differentiation and bone deposition

BMPs Wnt ligands



D Bone remodeling



Bone resorption

RANKL

New bone formation

BMP-2 PTH
IGF-1 Wnt ligands



Abb. 8 - Die wichtigsten Wachstumsfaktoren und ihre Phasen. Phase A: Entzündung; Phase B: Kallusbildung; Phase C: Mineralisierung und Resorption; Phase D: Knochenumbau (BMP: bone morphogenetic protein, FGF: fibroblast growth factor, GDF-5: growth/differentiation factor 5, IGF-1: Insulin-ähnlicher Wachstumsfaktor 1, PTH: Parathormon, M-CSF: Makrophagen-Koloniestimulierender Faktor, OPG: Osteoprotegerin, PDGF: platelet-derived growth factor, PIGF: placental growth factor, RANKL: Receptor Activator of Nuclear Factor κ B Ligand, SDF-1: Stromal Cell-Derived Factor 1, TGF- β : Transforming Growth Factor β , TNF- α : Tumor Necrosis Factor α , und VEGF: Vascular Endothelial Growth Factor), Quelle: (46)

Knochenersatzmaterialien lassen sich in biologische und synthetische Materialien unterteilen (Abb. 9).

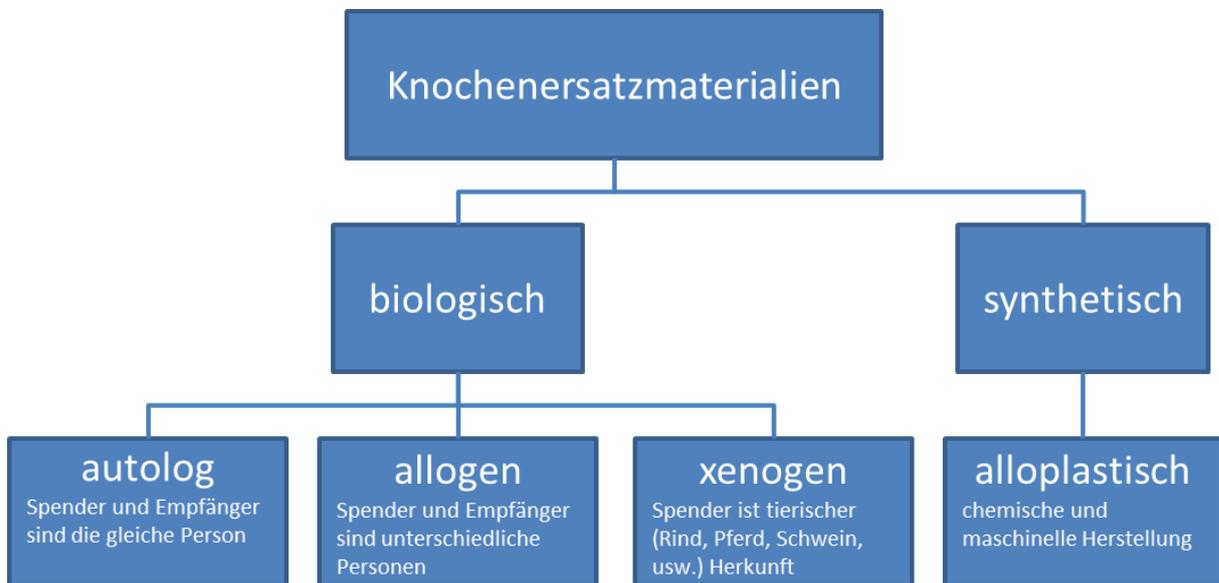


Abb. 9 - Einteilung der Knochenersatzmaterialien, Quelle: (16)

Biologische Knochenersatzmaterialien

Autologer Knochen - hierbei handelt es sich um körpereigenen Knochen des Patienten, d.h. Spender und Empfänger sind die gleiche Person. Dabei wird spongioser und kortikaler Knochen aus zahnlosen Kieferbereichen, wie der Oberkiefer Tuber- oder der Unterkiefer Retromolarregion, entnommen. Hierfür eignen sich Knochenkollektoren, Knochenschaber und Knochenmühlen. Die Vorteile liegen in der risikolosen Transplantation (allergenfrei, keine fremden Infektionserreger) und dadurch einer optimalen Einheilung (47-50). Nachteilig fallen Komorbiditäten durch die Entnahmestelle eines zweiten Operationsgebietes, limitierte Verfügbarkeit des Transplantates und eine verlängerte Operationszeit auf (49-51).

Allogene Knochenersatzmaterialien - diese Materialien werden von Individuen gleicher Spezies gewonnen, verarbeitet und in einem Empfänger eingesetzt. Hierbei wird spongioser und kortikaler Knochen von humanen Lebend- oder Leichenspender nach verschiedenen Aufbereitungsprozessen als mineralisiertes (FDBA, freeze-dried bone allograft) und demineralisiertes, gefriergetrocknetes, allogenes

Knochenersatzmaterial (DFDBA, demineralized freeze-dried bone allograft) angeboten (52). DFDBA können auf die knöcherne Ausheilung beim Empfänger nahezu die gleichen Ergebnisse wie autologer Knochen liefern (50, 53-60).

Ein nicht vollständig auszuschließendes Risiko durch Übertragung von Krankheitserregern durch die Herstellung besteht weiterhin. Dieses Risiko soll aufgrund hoher Standards in der Verarbeitung (chemische, enzymatische und physikalische) und strenger Zulassungskriterien nur noch theoretisch existieren (61). Eine vollständige Patientenaufklärung ist jedoch in jedem Fall unerlässlich (62).

Xenogene Knochenersatzmaterialien - diese Materialien werden von Individuen anderer Spezies gewonnen. Der Hauptbestandteil der anorganischen Matrix besteht überwiegend aus porösem Hydroxylapatit mit tierischem (Rinder, Schweine, Pferde, Korallen) oder pflanzlichem (Algen) Ursprung. Auch hier durchlaufen die entnommenen Materialien verschiedene Verarbeitungs- und Aufbereitungsprozesse (49, 50). Das osteokonduktive Knochenersatzmaterial wird in den Defekt des Empfängers eingebracht, um den Defektraum aufzufüllen und das Blutkoagel zu stabilisieren (63).

Deproteiniertes Knochen bovines Ursprungs ist das am meistuntersuchte xenogene Material in der regenerativen Parodontalchirurgie und zeigte in vielen Studien eine klinische Verbesserung der Ausgangssituation (64-68).

Auch hier ist ein nicht vollständig auszuschließendes Risiko durch Übertragung von Krankheitserregern (z.B. Prionen) durch die Herstellung weiterhin gegeben (49, 50). Dieses Risiko soll auch hier durch hohe Verarbeitungsstandards und strenger Zulassungskriterien nur noch theoretisch existieren (69). Dennoch ist auch bei der Verwendung von xenogenem Material eine vollständige Patientenaufklärung notwendig (62).

Synthetische/alloplastische Knochenersatzmaterialien

Zu der Gruppe der alloplastischen Knochenersatzmaterialien gehören synthetische oder teilsynthetisch hergestellte Knochenersatzmaterialien. Daher gelten sie immunologisch und infektiös als unbedenklich (70).

Zu Ihnen zählen zum Beispiel Hydroxylapatit (HA), α - und β -Tricalciumphosphate (α -/ β -TCP), biphasische Calciumphosphate (BCP) und bioaktive Gläser (Glaskeramiken). Diese unterschiedlichen alloplastischen Knochenersatzmaterialien lassen sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Resorbierbarkeit, Bioaktivität und Knochenbindung) voneinander unterscheiden.

Die Vorteile von alloplastischen Knochenersatzmaterialien sind die unbegrenzte Verfügbarkeit und die Vermeidung einer Entnahmemorbidität (69, 71). Allerdings wurde in verschiedenen Studien die Unterlegenheit von alloplastischen gegenüber xenogenen Knochenersatzmaterialien herausgestellt (72-75).

Synthetisch hergestelltes Hydroxylapatit ähnelt sehr dem natürlichen Hydroxylapatit im menschlichen Knochen und Zähnen. Diese Biokeramik weist durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften eine hohe Biokompatibilität und eine reduzierte Biodegradierbarkeit auf. Da sie nur in einer stark sauren Umgebung löslich sind, haben diese eine lange Resorptionszeit und lassen sich noch nach Jahren histologisch nachweisen (49, 76-79).

Tricalciumphosphate existieren in zwei Gitterformern (α - und β -TCP). Ihre chemischen Eigenschaften ähneln sehr dem menschlichen Knochen, sind allerdings nur osteokonduktiv und durch ihre herabgesetzte Löslichkeit auch schwer resorbierbar. Die poröse Struktur beim β -TCP bietet allerdings Hohlräume für das Ein- und Durchspinnen von Zellen bei der Osteoneogenese. Somit tragen β -TCP zum klinischen Attachmentgewinn bei, allerdings fehlen hierzu histologische Nachweise einer parodontalen Regeneration (78, 80, 81).

Biphasisches Calciumphosphat (BCP) besteht aus einer Mischung aus HA und β -TCP und wird in einem Sinterungsprozess zwischen 1.000 bis 1.500°C zu einer Keramik geformt (50). Eine höhere Temperatur erwirkt zwar eine größere Stabilität im Material, geht allerdings mit einer größer werdenden Kompaktheit bzw. geringer

werdenden Anzahl an Poren einher (49, 50, 52, 82). Zu 60 % HA und 40 % β -TCP bestehen viele auf dem Markt erhältlichen Produkte (83). Die Vorteile beider Grundmaterialien, die schnelle knöchernen Integration beim β -TCP sowie das langfristig volumenstabile HA, werden hier zusammengefügt, um einen Synergieeffekt zu erzielen. Es zeigt sich somit, dass β -TCP nicht nur als Ersatzgerüst dient, sondern auch einen osteoinduktiven Effekt auslösen kann.

Bioaktive Gläser sind Knochenersatzmaterialien auf Basis von Glaskeramiken. Sie bestehen aus sauren (z.B. Aluminium-, Silizium-, Phosphorpentoxid) und basischen Oxiden (z.B. Natrium-, Calcium-, Magnesium-, Zinkoxid) (50). Diese Ausgangsstoffe werden bei einer Temperatur von ca. 1500 °C zu einer Glaskeramik geschmolzen. Siliziumoxid fungiert hierbei als Netzwerkbildner und die basischen Oxide als Netzwerkmodifikatoren, welche verschiedene chemische Eigenschaften und Bindungsfähigkeit zum menschlichen Gewebe generieren (49, 78, 83). Beim Einsatz kommt es zur Bildung einer siliziumreichen Gelschicht mit einer Calciumphosphatoberfläche, die eine Absorption von Proteinen und extrazellulärer Matrix fördert und die Knochenneubildung generiert (49, 52).

2.4.3. Schmelzmatrixproteine (SMP)

Wachstumsfaktoren bzw. Schmelzmatrixproteine sind heutzutage in der regenerativen Parodontaltherapie nicht mehr wegzudenken. Aktuell existiert nur ein kommerzielles Produkt auf dem Markt, Emdogain® (Straumann), das aus einem Komplex aus nativen Proteinen besteht (84). Hauptbestandteil im Emdogain® ist das porcine Amelogenin (ca. 90% Amelogenin). Das humane Amelogenin wird nur während der Zahnentwicklung gebildet und steuert die Entstehung des Zahnhalteapparates (85-88). Das porcine Amelogenin (Emdogain®, SMP) übernimmt auch später in der regenerativen Parodontaltherapie eine Schlüsselrolle (Abb. 10). SMP leitet die Neubildung von azellulärem Wurzelzement ein und stimuliert eine beschleunigte Fibroblastenanlagerung an der Wurzeloberfläche, wodurch sich weitere Zellen anlagern und sich damit ein neues parodontales Attachment bilden kann (88-93). Der Knochendefekt beginnt erst in den darauffolgenden Monaten und Jahren zu regenerieren (94).

Somit existiert ein sicheres Produkt mit einem hohen Regenerationspotenzial in der Parodontaltherapie.

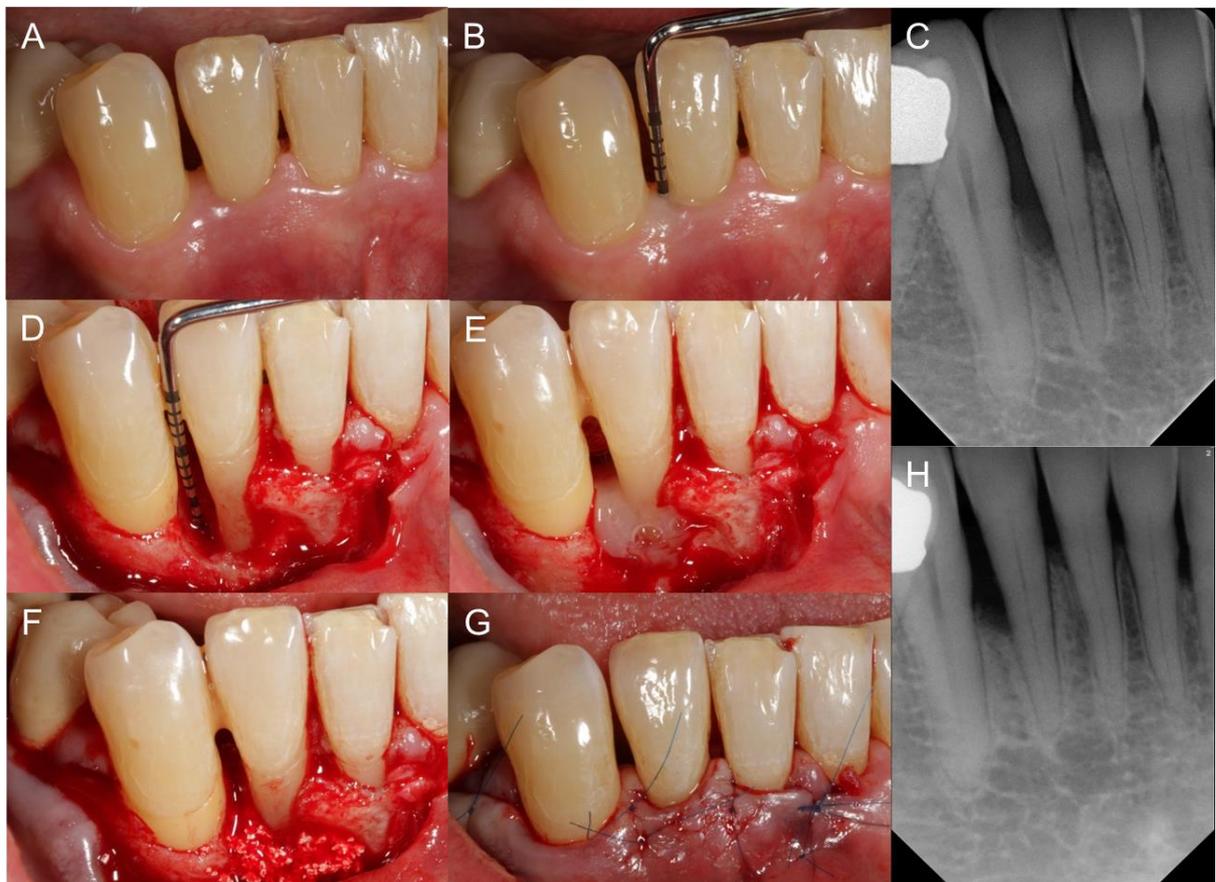


Abb. 10 - Klinischer Fall: Schmelzmatrixproteine kombiniert mit Knochenersatzmaterial bei einem zweiwandigen Knochendefekt, A: entzündungsfreie Situation vor der OP, B: Taschensondierungstiefe 9 mm, C: distaler intraossärer Defekt am Zahn 42 vor OP, D: intraoperative Darstellung des intraossären Defektes, E: Applikation von Schmelzmatrixproteinen, F: Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterial, G: Wundverschluss, H: Röntgenkontrollbild 12 Monate nach OP, Quelle: mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Dr. h.c. Adrian Kasaj

3. Material und Methoden

3.1. Studienziel und Studienaufbau

Das Ziel der vorliegenden Fragebogenstudie war es, den Einsatz von chirurgischen Techniken und Biomaterialien im Rahmen der regenerativen Parodontaltherapie in der zahnmedizinischen Praxis zu untersuchen und mit der heute verfügbaren wissenschaftlichen Evidenz zu vergleichen. Hierfür wurden parodontalchirurgisch tätige Zahnärztinnen und Zahnärzte in der niedergelassenen Praxis befragt.

Zu diesem Zwecke wurde ein Fragebogen konzipiert, um den Einsatz von chirurgischen Techniken und Biomaterialien bei bestimmten klinischen Indikationen zu untersuchen.

3.2. Befragungskollektiv

Für diese Untersuchung wurden 3287 Zahnärztinnen und Zahnärzte verschiedener Fachrichtungen (außer Kinderzahnheilkunde und Kieferorthopädie) befragt, die parodontalchirurgische Behandlungen durchführen. Eine postgraduelle Ausbildung oder Tätigkeitsschwerpunkt hatten keinen Einfluss bei der Auswahl des Befragungskollektivs. Diese wurden ausschließlich über öffentlich zugängliche Emailadressen angeschrieben und zur Teilnahme motiviert.

3.3. Fragebogen – Software und Datenschutz

Zur Erstellung von Fragebögen und Verwaltung einer Online-Befragung wurde eine kommerzielle, online-basierte Software (www.Unipark.de) genutzt. Die jeweiligen Fragen konnten über eine Weboberfläche angelegt werden, sowie die Verwaltung der laufenden Befragung betreut werden. Diese Software bot viele unterschiedliche Fragetypen an. Die erfassten Daten wurden im Anschluss in SPSS (IBM, SPSS Statistics 23, Deutschland) und andere Datenformate exportiert.

Mit einer anonymen Weiterleitung durch einen allgemeinen Link,

https://ww2.unipark.de/uc/universitaetsmedizin_mainz/Parodontologie/kasaj/fragebogenstudie/

waren die Identitäten der Besucher dieser Seite nicht mehr nachverfolgbar und einem Fragebogen nicht mehr zuordenbar. Anonymisiert wurden die Teilnehmenden über die Datenschutzrichtlinien und Teilnahmebedingungen aufgeklärt. Erst nach Einwilligung zur Teilnahmebedingung und Datenschutzerklärung durfte der nicht-personifizierte Fragebogen ausgefüllt werden. Jeder Fragebogen wurde mit seinem Bearbeitungsstand gezählt. Nach Abschluss der Umfrage wurden die gesammelten Daten zur Überprüfung und Auswertung in SPSS exportiert.

3.4. Datenerhebung

3287 Zahnärztinnen und Zahnärzte konnten in dem Zeitraum vom 21.01.2019 bis zum 18.03.2019 freiwillig an der Online-Fragebogenstudie teilnehmen. Nach Einwilligung zur Teilnahme an der Fragebogenstudie, wurden die Teilnehmenden zum Einsatz von chirurgischen Techniken und Biomaterialien im Rahmen der regenerativen Parodontitistherapie befragt. 404 Personen nahmen an der Umfrage teil und 127 Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt.

3.4.1. Durchführung der Befragung

Die jeweiligen Zahnärztinnen und Zahnärzte wurden durch eine E-Mail mit der Bitte um Teilnahme an der Fragebogenuntersuchung angeschrieben. In dieser Email war ein allgemeiner Link zu einem Online-Fragebogen, durch dessen Nutzung eine Rückverfolgung auf den Teilnehmenden an der Fragebogenstudie nicht möglich war. Dieser Link führte den Teilnehmenden anonym zum Online-Fragebogen dieser Studie bei der Online-Umfrageseite www.unipark.de. Hier wurden die jeweiligen Zahnärztinnen und Zahnärzte zunächst befragt, ob diese nach ausreichender Aufklärung über Datenschutzrichtlinien und Teilnahmebedingungen, an der Befragung zur regenerativen Parodontitistherapie teilnehmen möchten. Erst nach der

Zustimmung, wurden die Teilnehmenden zum Fragebogen geleitet. Anonym konnten die Befragten den nicht-personifizierten Fragebogen ausfüllen. Zunächst wurden Geschlecht, Geburtsjahr und Erhalt der zahnärztlichen Approbation festgestellt und anschließend verwendete chirurgische Techniken und Biomaterialien zur regenerativen Parodontitistherapie dokumentiert. Nach vollständiger Beantwortung des Fragebogens beendete der Teilnehmende selbst die Befragung mittels Bestätigung zum Ende der Befragung.

3.4.2. Emailanschreiben zur Teilnahme

Mit diesem Anschreiben wurden alle Kolleginnen und Kollegen gebeten an der Fragebogenstudie teilzunehmen (Abb. 11).

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

die parodontologische Abteilung der Universitätsmedizin Mainz möchte im Rahmen einer Dissertation eine Fragebogenuntersuchung / Übersichtsarbeit zum Thema Biomaterialien in der regenerativen Parodontalchirurgie durchführen und benötigt hierzu Ihre Hilfe.

Es gibt bereits viele Studien zu Techniken und Materialien in der Parodontalchirurgie, nur bei der Vielzahl an Materialien, fällt es schwer den Überblick zu behalten. Dieser Überblick soll den Kolleginnen/-en bei der Entscheidungsfindung helfen, welche Materialien bei welchen Defekten in der Parodontalchirurgie bevorzugt benutzt werden.

Für diese kollegiale Unterstützung benötigen wir ca. 10 min Ihrer Zeit, um den Fragebogen vollständig auszufüllen.

Sie werden durch einen allgemeinen Link anonym zu unserem Fragebogen weitergeleitet, wodurch Sie nicht mehr Ihren Fragebogen zugeordnet werden können. Im Fragebogen werden bis auf Geburtsjahr, Geschlecht und Erhalt der Approbation keine weiteren persönlichen oder sensiblen Daten erfragt.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie uns bei dieser Untersuchung unterstützen würden.

https://ww2.unipark.de/uc/universitaetsmedizin_mainz/Parodontologie/kasaj/fragebogenstudie/

Mit kollegialen Grüßen

Prof. Dr. Dr. A. Kasaj, M.Sc.
Leitender Oberarzt

ZA Benjamin Bahlmann
wissenschaftlicher Mitarbeiter, Studiendurchführung

UNIVERSITÄTSMEDIZIN

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung

Augustusplatz 2, 55131 Mainz

Homepage: <https://www.unimedizin-mainz.de/parodontologie>

Telefon: +49 (0) 6131 17-7157

E-Mail: adrian.kasaj@unimedizin-mainz.de

benjamin.bahlmann@unimedizin-mainz.de

 UNIVERSITÄTSMEDIZIN.
MAINZ

Abb. 11 – Emailanschreiben

3.4.3. Fragebogen

Der Fragebogen ist insgesamt mit 27 Fragen aufgebaut. (Abb. 12-18)



UNIVERSITÄTSmedizin.

MAINZ

Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung

Fragebogenstudie

„Der Einsatz von Biomaterialien zur parodontalen Regeneration“

Sehr geehrte Kollegin, sehr geehrter Kollege,

die Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung der Universitätsmedizin Mainz führt mit Hilfe wissenschaftlich anerkannten Fragebögen eine Untersuchung zum Thema Biomaterialien in der regenerativen Parodontalchirurgie durch. Aus diesem Grund möchten wir mit Ihrer Hilfe einige Daten zu diesem Thema erheben.

Zahlreiche Techniken (gesteuerte Geweberegeneration, Konditionierung der Wurzeloberfläche, Implantation von Knochen und Knochenersatzmaterialien, Wachstumsfaktoren) zur Wundheilung und Regeneration parodontaler Defekte sind heute im klinischen Gebrauch, jedoch ist der Therapieerfolg der meisten dieser Verfahren immer noch schwer vorhersehbar. Insbesondere der Einsatz von Knochenersatzmaterialien zur Regeneration parodontaler Knochendefekte stellt heute eine weit verbreitete Behandlungsmethode dar, lässt sich jedoch bei mehr als 100 zugelassenen Materialien kaum noch überblicken. Das Ziel dieser Fragebogenstudie ist die Erfassung der Erfahrungen und Präferenzen der Zahnärzte mit unterschiedlichen Biomaterialien im Rahmen der regenerativen Parodontalchirurgie. Das Forschungsvorhaben dient dem unmittelbaren Interesse des Patienten und wird aus rein wissenschaftlichen Zwecken durchgeführt.

Die von Ihnen erhobenen Daten werden anonym, das heißt ohne Namensnennung, Anschrift oder ähnlichen Angaben dokumentiert und zur Speicherung und statistischen Auswertung weitergegeben.

Wenn Sie sich nun entschlossen haben, an dieser Studie teilzunehmen, ist es wichtig, alle Fragen zu beantworten, da nur ein vollständig ausgefüllter Untersuchungsbogen verwertbar ist. Die vorliegende Fragebogenuntersuchung wird durch LOA Prof. Dr. Dr. Adrian Kasaj, M.Sc. (email: adrian.kasaj@unimedizin-mainz.de) von der Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung der Universitätsmedizin Mainz betreut.

Wir möchten uns vorab schon einmal recht herzlich für Ihre Mitarbeit bedanken.

Prof. Dr. Dr. A. Kasaj, M.Sc.
Leitender Oberarzt

ZA Benjamin Bahlmann
wissenschaftlicher Mitarbeiter, Studiendurchführung

Abb. 12 - Fragebogen Seite 1

1.) Geb.-Jahr: _____, 2.) Geschlecht: M W , 3.) Approbation (Jahr): _____

4.) Wie sind Sie tätig: selbstständig ja nein , Praxis ja nein , Klinik ja nein ,
angestellt ja nein , Universität ja nein

5.) Haben Sie sich spezialisiert? nein , wenn ja - Parodontologie Endodontie Implantologie Oralchirurgie

6.) Wie lange haben Sie chirurgische Erfahrungen? _____ (Jahre)

7.) Haben Sie spezielle Räumlichkeiten für chirurgische Eingriffe? ja nein

8.) Wie oft führen Sie parodontalchirurgische Eingriffe durch?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
Sehr selten sehr oft →

9.) Wie hoch ist der Anteil an parodontalchirurgischen Eingriffen in Ihrer Praxis?

Praxis: _____ (%) Persönlich: _____ (%)

10.) Wie oft führen Sie regenerative/augmentative parodontalchirurgische Eingriffe durch?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
Sehr selten sehr oft →

11.) Wie hoch ist der Anteil an regenerativen/augmentativen parodontalchirurgischen Eingriffen in Ihrer Praxis?

Praxis: _____ (%) Persönlich: _____ (%)

12.) Benutzen Sie im Rahmen der parodontalchirurgischen Eingriffe Vergrößerungshilfen?

keine Lupenbrille Mikroskop

13.) Welche parodontalchirurgische Eingriffe führen Sie durch? (Mehrfachantwort möglich)

- Lappenoperation (offene Kürettage, modifizierter Widman-Lappen)
- apikaler Verschiebelappen
- interne/externe Gingivektomie
- chirurgische Kronenverlängerung
- Wurzelamputation, Prämolarisierung, Hemisektion
- Tunnelierung
- regenerative/augmentative Verfahren
- mukogingivale/plastische Parodontalchirurgie

14.) Welche Art von parodontalen Defekten behandeln Sie mittels regenerativer Parodontalchirurgie?

horizontale Defekte ja nein

vertikale Defekte ja nein

Wenn ja, welche? einwandig, zweiwandig, dreiwandig, schüsselförmig

Furkationsdefekte ja nein

Wenn ja, welche? Grad I Grad II Grad III

Abb. 13 - Fragebogen Seite 2

15.) Welche Materialien/Techniken setzen Sie im Rahmen der parodontalchirurgischen Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes ein?

- Lappenoperation (z.B. modifizierter Widman-Flap)
- Schmelzmatrixprotein (Emdogain®)

Defektauffüllung mit *autogenem* Knochen

Entnahmestelle: _____

Defektauffüllung mit *allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

Defektauffüllung mit *xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

Defektauffüllung mit *alloplastischen (synthetischen)* Materialien

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

15.1) Bei Kombinationstherapie - Defektauffüllung mit Schmelzmatrixproteinen in Verbindung mit:

autogenem Knochen

▪ Entnahmestelle: _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

allogennem Knochen (humaner Herkunft)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

xenogenem Knochen (z.B. Rinderknochen)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

alloplastischen (synthetischen) Materialien:

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

15.2.) Behandlung mit einer Membran (GTR – guided tissue regeneration)

Lappenoperation mit Membran alleine

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

15.3.) Behandlung mit Membranen (GTR – guided tissue regeneration) in Verbindung mit Ersatzmaterial:

autogenem Knochen

▪ Entnahmestelle: _____

allogennem Knochen (humaner Herkunft)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

xenogenem Knochen (z.B. Rinderknochen)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

alloplastischen (synthetischen) Materialien:

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

15.4.) Sonstige Techniken/Materialien: _____

Abb. 14 - Fragebogen Seite 3

16.) Welche Materialien/Techniken setzen Sie im Rahmen der parodontalchirurgischen Behandlung eines zweiwandigen vertikalen Knochendefektes ein?

- Lappenoperation (z.B. modifizierter Widman-Flap)
- Schmelzmatrixprotein (Emdogain®)

- Defektauffüllung mit *autogenem* Knochen

Entnahmestelle: _____

- Defektauffüllung mit *allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Defektauffüllung mit *xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Defektauffüllung mit *alloplastischen (synthetischen)* Materialien

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

16.1) Bei Kombinationstherapie - Defektauffüllung mit Schmelzmatrixproteinen in Verbindung mit:

- autogenem* Knochen

- Entnahmestelle: _____

- Mischungsverhältnis: _____

- allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

- xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

- alloplastischen (synthetischen)* Materialien:

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

16.2.) Gesteuerte Geweberegeneration (GTR – guided tissue regeneration)

- Lappenoperation mit Membran alleine

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

16.3.) Behandlung mit Membranen (GTR – guided tissue regeneration) in Verbindung mit Ersatzmaterial:

- autogenem* Knochen

- Entnahmestelle: _____

- allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- alloplastischen (synthetischen)* Materialien:

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

16.4.) Sonstige Techniken/Materialien: _____

Abb. 15 - Fragebogen Seite 4

17.) Welche Materialien/Techniken setzen Sie im Rahmen der parodontalchirurgischen Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes ein?

- Lappenoperation (z.B. modifizierter Widman-Flap)
- Schmelzmatrixprotein (Emdogain®)

Defektauffüllung mit *autogenem* Knochen

Entnahmestelle: _____

Defektauffüllung mit *allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

Defektauffüllung mit *xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

Defektauffüllung mit *alloplastischen (synthetischen)* Materialien

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

17.1) Bei Kombinationstherapie - Defektauffüllung mit Schmelzmatrixproteinen in Verbindung mit:

autogenem Knochen

▪ Entnahmestelle: _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

allogennem Knochen (humaner Herkunft)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

xenogenem Knochen (z.B. Rinderknochen)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

alloplastischen (synthetischen) Materialien:

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

▪ Mischungsverhältnis: _____

17.2.) Gesteuerte Geweberegeneration (GTR – guided tissue regeneration)

Lappenoperation mit Membran alleine

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

17.3.) Behandlung mit Membranen (GTR – guided tissue regeneration) in Verbindung mit Ersatzmaterial:

autogenem Knochen

▪ Entnahmestelle: _____

allogennem Knochen (humaner Herkunft)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

xenogenem Knochen (z.B. Rinderknochen)

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

alloplastischen (synthetischen) Materialien:

▪ Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

17.4.) Sonstige Techniken/Materialien: _____

Abb. 16 - Fragebogen Seite 5

18.) Welche Materialien/Techniken setzen Sie im Rahmen der parodontalchirurgischen Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II ein?

- Lappenoperation (z.B. modifizierter Widman-Flap)
- Schmelzmatrixprotein (Emdogain®)

- Defektauffüllung mit *autogenem* Knochen

Entnahmestelle: _____

- Defektauffüllung mit *allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Defektauffüllung mit *xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Defektauffüllung mit *alloplastischen (synthetischen)* Materialien

Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

18.1) Bei Kombinationstherapie - Defektauffüllung mit Schmelzmatrixproteinen in Verbindung mit:

- autogenem* Knochen

- Entnahmestelle: _____

- Mischungsverhältnis: _____

- allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

- xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

- alloplastischen (synthetischen)* Materialien:

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- Mischungsverhältnis: _____

18.2) Gesteuerte Geweberegeneration (GTR – guided tissue regeneration)

- Lappenoperation mit Membran alleine

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

18.3) Behandlung mit Membranen (GTR – guided tissue regeneration) in Verbindung mit Ersatzmaterial:

- autogenem* Knochen

- Entnahmestelle: _____

- allogennem* Knochen (humaner Herkunft)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- xenogenem* Knochen (z.B. Rinderknochen)

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

- alloplastischen (synthetischen)* Materialien:

- Materialbezeichnung (Produkt, Hersteller): _____

18.4) Sonstige Techniken/Materialien: _____

Abb. 17 - Fragebogen Seite 6

**19.) Welche Art von Nahtmaterial verwenden Sie im Rahmen der regenerativen Parodontalchirurgie?
(Mehrfachantwort möglich)**

synthetisch monofil resorbierbar Fadenstärken: _____
natürlich multifil nicht resorbierbar

20.) Mischen Sie beim Einsatz von Knochenersatzmaterialien diese vorher mit Eigenblut an? ja nein

21.) Perforieren Sie im Rahmen regenerativer parodontalchirurgischer Eingriffe die defektbegrenzenden Knochenwände? ja nein , wenn ja, wann: _____

22.) Welche Erfahrungswerte haben Sie mit regenerationsfördernden Materialien/Techniken bis jetzt im Allgemeinen gemacht?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
schlechte sehr gute →

23.) Welches Material/Produkt favorisieren Sie im Rahmen der regenerativen Parodontalchirurgie?

Warum? _____

24.) Welche Erfahrungswerte haben Sie mit Ihrem favorisierten Material/Produkt gemacht?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
schlechte sehr gute →

25.) Halten Sie den Preis der Materialien für gerechtfertigt?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
gar nicht völlig →

26.) Halten Sie die Kosten-Nutzen-Relation für angemessen?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
gar nicht völlig →

27.) Hält Sie der Preis vom häufigeren Einsatz ab?

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
trifft gar nicht zu trifft völlig zu →

Vielen Dank für ihre Mitarbeit!

Prof. Dr. Dr. A. Kasaj, M.Sc.
Leitender Oberarzt

ZA Benjamin Bahlmann
wissenschaftlicher Mitarbeiter, Studiendurchführung

3.5. Statistische Auswertung

Nach Ablauf des Befragungszeitraumes und Datenerhebung hatten von 3287 angeschriebenen Personen 404 teilgenommen und 127 den Fragebogen vollständig ausgefüllt. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) in Mainz wurden nur vollständig ausgefüllte Fragebögen berücksichtigt, da 277 Fragebögen einen Bearbeitungsstand von unter 10% aufwiesen. 127 vollständig ausgefüllte Fragebögen wurden mittels SPSS (IBM, SPSS Statistics 23, Deutschland) deskriptiv analysiert.

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik konnten die gesammelten Daten der Umfrage in aussagekräftige Kennziffern dargestellt werden, um diese anschließend mit der Evidenz der vorliegenden Literatur zu vergleichen.

In dieser Arbeit umfasste die Stichprobe 127 Zahnärztinnen und Zahnärzte in der Bundesrepublik Deutschland. Von dieser Grundgesamtheit ausgehend, wurden alle weiteren Kennziffern ermittelt. Zur einfacheren Interpretierung wurden die absoluten Häufigkeiten von den jeweiligen Skalen (metrische, ordinale und nominale Skalen) in relative Häufigkeiten umgerechnet. Diese wurden anschließend zur besseren Übersicht in Balken- und Säulendiagrammen (Histogramme) dargestellt. Hierbei wurden der Mittelwert und die dazugehörige Standardabweichung ermittelt und in einer Verteilungskurve in die jeweiligen Abbildungen eingefügt.

4. Ergebnisse

In dieser Studie wurden 127 vollständig ausgefüllte Fragebögen mit Hilfe von SPSS (IBM, SPSS Statistics 23, Deutschland) ausgewertet und deskriptiv analysiert. Die Grundgesamtheit dieser Stichprobe umfasst 127 Teilnehmende.

4.1. Ergebnisse der Fragen 1 bis 14

Das Durchschnittsalter der Befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte lag bei $49,1 \pm 9,3$ Jahren. Von den durchschnittlich mit $25,9 \pm 9,9$ Jahren approbierten Zahnärztinnen und Zahnärzten waren 32,3 % weiblich und 67,7 % männlich.

Von den befragten Teilnehmenden waren 83,5 % selbstständig in einer Praxis oder MVZ und 16,5 % in einem Angestelltenverhältnis in einer Praxis oder MVZ. Die Aufteilung der unternehmerischen Tätigkeitsform der einzelnen Teilnehmenden ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

<i>Tätigkeitsform</i>	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit in [%]
<i>selbstständig in einer Praxis</i>	101	79,5
<i>selbstständig in einem MVZ</i>	5	3,9
<i>selbstständig (Gesamt)</i>	106	83,5
<i>angestellt in einer Praxis</i>	13	10,2
<i>angestellt in einem MVZ</i>	7	5,5
<i>angestellt an einer Universitätsklinik</i>	1	0,8
<i>angestellt (Gesamt)</i>	21	16,5
Gesamt	127	100,0

Tabelle 1 - Übersicht der unternehmerischen Tätigkeit

Somit sind von den 83,5 % Selbstständigen 95,3 % selbstständig in einer Praxis und 4,7 % selbstständig in einer MVZ tätig. Bei den 16,5 % Angestellten sind 61,9 % in einer Praxis, 33,3 % in einem MVZ und 4,8 % an einer Universität tätig.

Von den 83,5 % Selbstständigen sind 26,4 % weiblich und 73,6 % männlich und bei den 16,5 % Angestellten sind 38,1 % weiblich und 61,9 % männlich.

Bei der Befragung der Teilnehmenden hinsichtlich ihrer Spezialisierung gaben 83,5 % an, eine oder mehrere Spezialisierungen und 16,5 % keine Spezialisierung zu haben.

Die Verteilung der einzelnen Fachdisziplinen von den 83,5 % die eine oder mehrere Spezialisierungen haben, ist der Abb. 19 zu entnehmen.

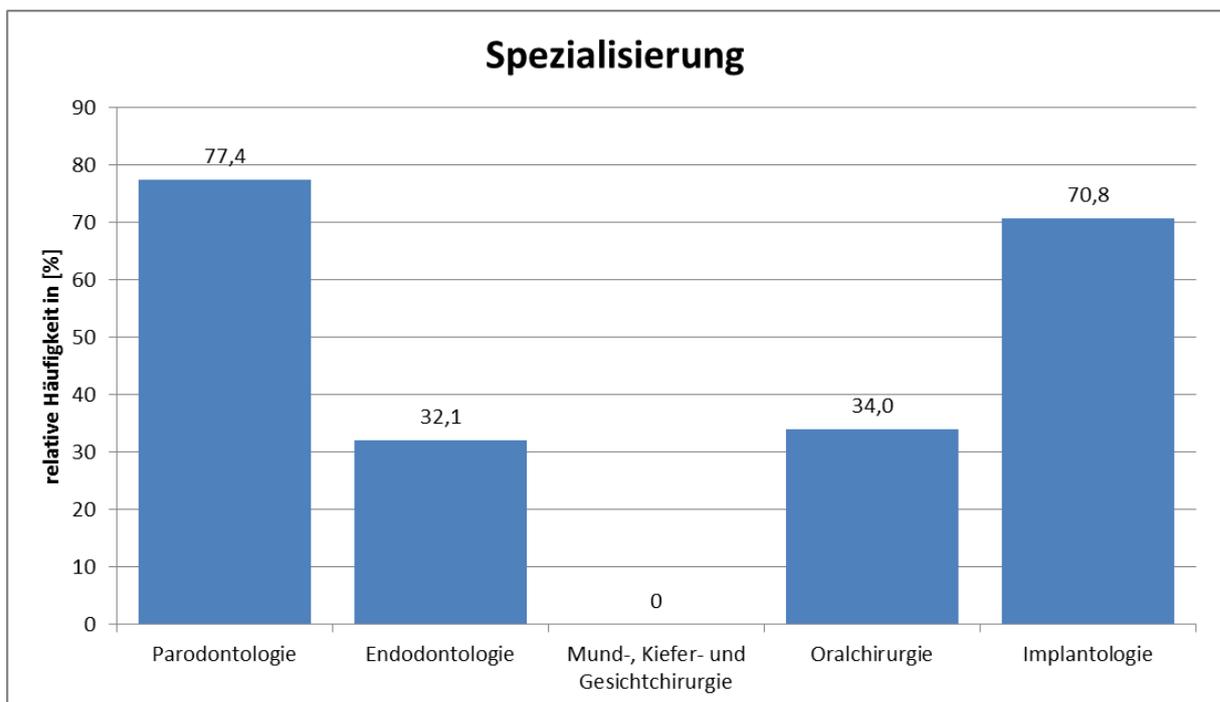


Abb. 19 - Verteilung der Fachdisziplinen (Mehrfachantworten waren möglich)

Bei einer weitergehenden Analyse der spezialisierten Zahnärztinnen und Zahnärzte fiel auf, dass 20,8 % eine Spezialisierung, 47,2 % zwei Spezialisierungen, 29,2 % drei Spezialisierungen und 2,8 % vier Spezialisierungen hatten.

Die Parodontologie war mit 77,4 % die am häufigsten gewählte Fachdisziplin unter den Spezialisierungen. Danach gaben 70,8 % der Befragten die Implantologie, 34,0 % die Oralchirurgie und 32,1 % die Endodontologie als Spezialisierung an.

Keiner der im Rahmen dieser Erhebung Befragten hatte eine Spezialisierung im Bereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.

Weiterhin zeigte sich, dass die durchschnittliche chirurgische Erfahrung der Befragten bei $21,2 \pm 9,92$ Jahren lag. So gaben 42,5 % der Teilnehmenden spezielle Räumlichkeiten für chirurgische Eingriffe an, wohingegen dies bei 57,5 % nicht der Fall war.

Die Befragten konnten bei der nächsten Frage auf einer Skala von 1 (sehr selten) bis 10 (sehr oft) angeben, wie oft sie parodontalchirurgische Eingriffe durchführen. Hierbei kam ein Mittelwert von $5,09 \pm 2,44$ heraus. Die genaue Verteilung ist der Abb. 20 zu entnehmen.

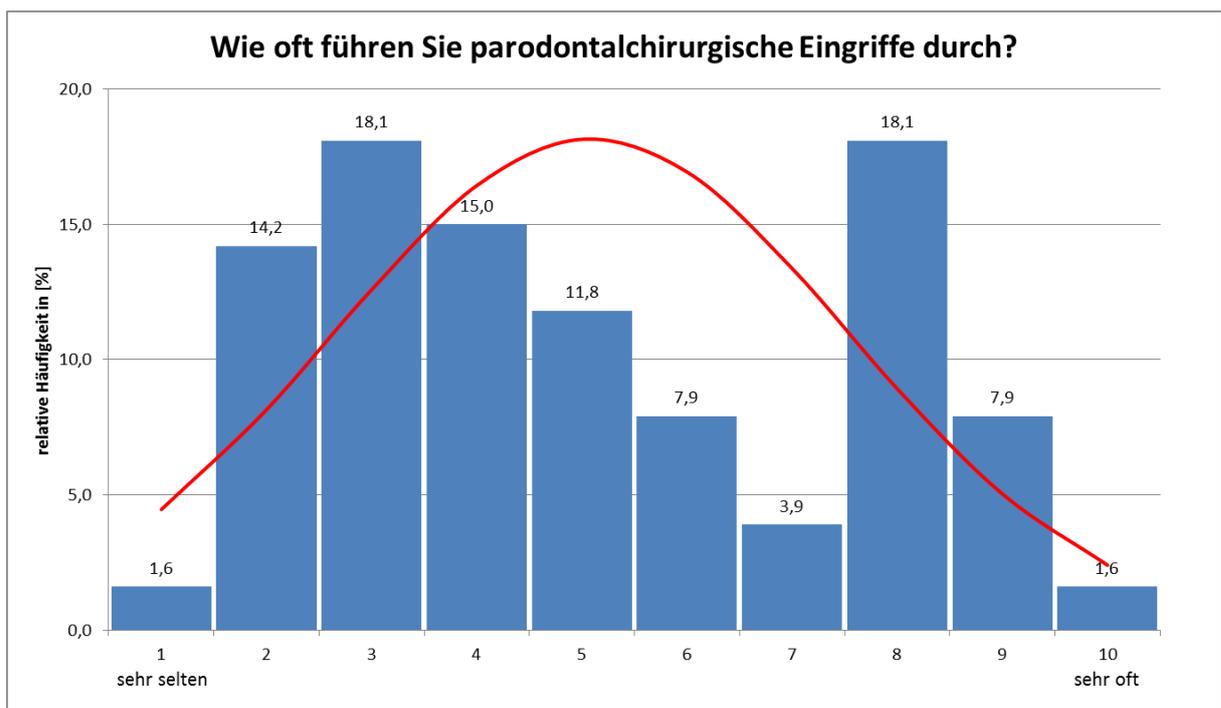


Abb. 20 - Persönliche Einschätzung über Häufigkeiten von parodontalchirurgischen Eingriffen

Unter der Gewichtung, dass nur Zahnärztinnen und Zahnärzte mit der Spezialisierung Parodontologie befragt wurden, ergab dies einen Mittelwert von $5,98 \pm 2,30$. Hierdurch ergaben sich für die Spezialisierungen Implantologie ein Mittelwert von $5,91 \pm 2,37$, für die Oralchirurgie von $5,61 \pm 2,45$ und die Endodontologie von $5,24 \pm 2,38$. Dementsprechend wurden auch die Teilnehmenden analysiert, die keine Spezialisierung angaben. Hierbei kam ein Mittelwert von $3,19 \pm 1,33$ heraus.

Weiterhin wurde im Fragebogen erhoben, wie hoch der prozentuale Gesamtanteil an parodontalchirurgischen Eingriffen in der Praxis und für die Teilnehmenden persönlich ist. Der Gesamtanteil an parodontalchirurgischen Behandlungen ergab in der Praxis einen Mittelwert von $21,33 \pm 16,88 \%$ und der persönliche Anteil an diesen Eingriffen in der Praxis ergab einen Mittelwert von $81,98 \pm 27,05 \%$.

Die weiterführende Frage, wie oft die Befragten regenerative/augmentative parodontalchirurgische Eingriffe durchführen, konnte ebenfalls auf einer Bewertungsskala von 1 (sehr selten) bis 10 (sehr oft) beantwortet werden. Der Mittelwert lag hier bei $3,64 \pm 2,20$ und die genaue Verteilung ist der Abb. 21 zu entnehmen.

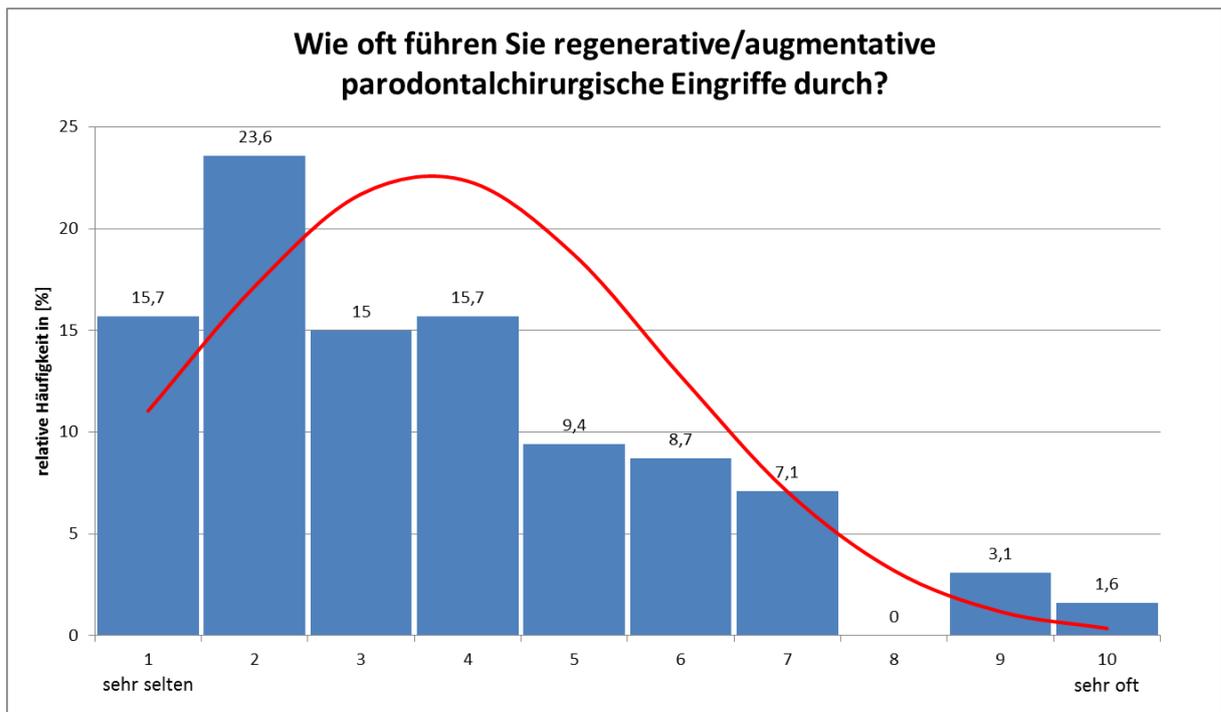


Abb. 21 - Persönliche Einschätzung über Häufigkeiten von regenerativen/augmentativen parodontalchirurgischen Eingriffen

Anschließend sollte eruiert werden, wie hoch der prozentuale Gesamtanteil an regenerativen/augmentativen Eingriffen in der Praxis und je Behandler ist.

Der Gesamtanteil an diesen Eingriffen in der Praxis lag bei einem Mittelwert von $12,4 \pm 15,85$ % und je Behandler bei $83,07 \pm 30,04$ %.

Im Vergleich mit den Werten vom prozentualen Gesamtanteil an parodontalchirurgischen Eingriffen ($21,33 \pm 16,88$ %) fällt auf, dass der Gesamtanteil an regenerativen/augmentativen Eingriffen ($12,4 \pm 15,85$ %) sich in der Praxis verringerte. Der persönliche Anteil von parodontalchirurgischen Eingriffen ($83,07 \pm 30,04$ %) ist im Vergleich zu regenerativen/augmentativen Eingriffen ($81,98 \pm 27,05$ %) nahezu unverändert.

Bei der Frage nach dem Einsatz von Vergrößerungshilfen im Rahmen von parodontalchirurgischen Eingriffen zeigte sich, dass 92,9 % der Befragten eine oder mehrere Vergrößerungshilfen nutzen. Dabei bevorzugten 74,58 % die Lupenbrille, 2,54 % das Mikroskop und 22,88 % verwendeten beides bei ihren Eingriffen.

Nun sollte eruiert werden, welche parodontalchirurgischen Techniken die Befragten anwenden bzw. beherrschen. Hierbei wurden mit 90,6% am häufigsten regenerative/augmentative Verfahren genannt und mit 66,9% am seltensten die Tunnelierung (Abb. 22).

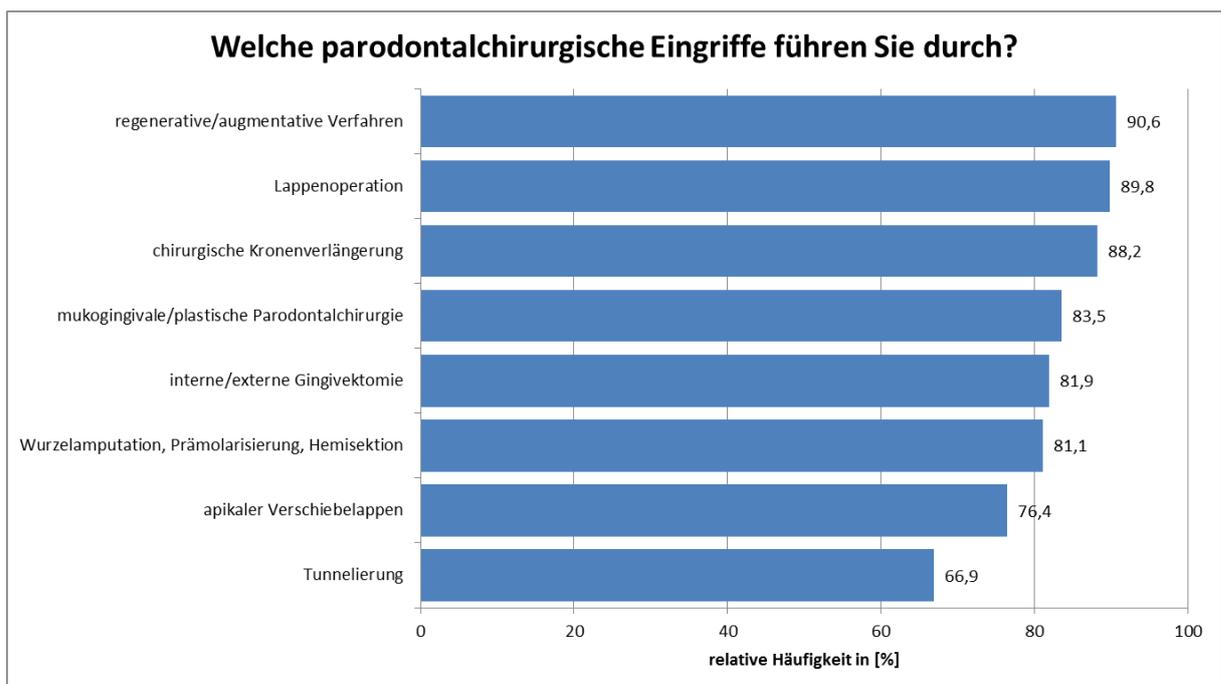


Abb. 22 - Angaben zu angewendeten OP-Techniken (Mehrfachantworten war möglich)

Darüber hinaus wurde erfragt, welche Defektarten die Zahnärztinnen und Zahnärzte mit regenerativer Parodontalchirurgie behandeln. Die Abb. 23 gibt hierzu einen Überblick.

Fast alle Teilnehmenden (99,2%) gaben an, dass sie vertikale Knochendefekte mit regenerativer Parodontalchirurgie behandeln. Von den Teilnehmenden behandelten 94,4 % dreiwandige, 85,0 % zweiwandige, 59,8 % einwandige und 56,4 % schüsselförmige vertikale Knochendefekte.

Furkationsdefekte wurden von 92,9 % der Befragten behandelt. Hierbei wurden zu 71,2 % Defekte mit Furkationsgrad II, 55,1 % mit Furkationsgrad I und 2,5 % mit Furkationsgrad III regenerativ therapiert.

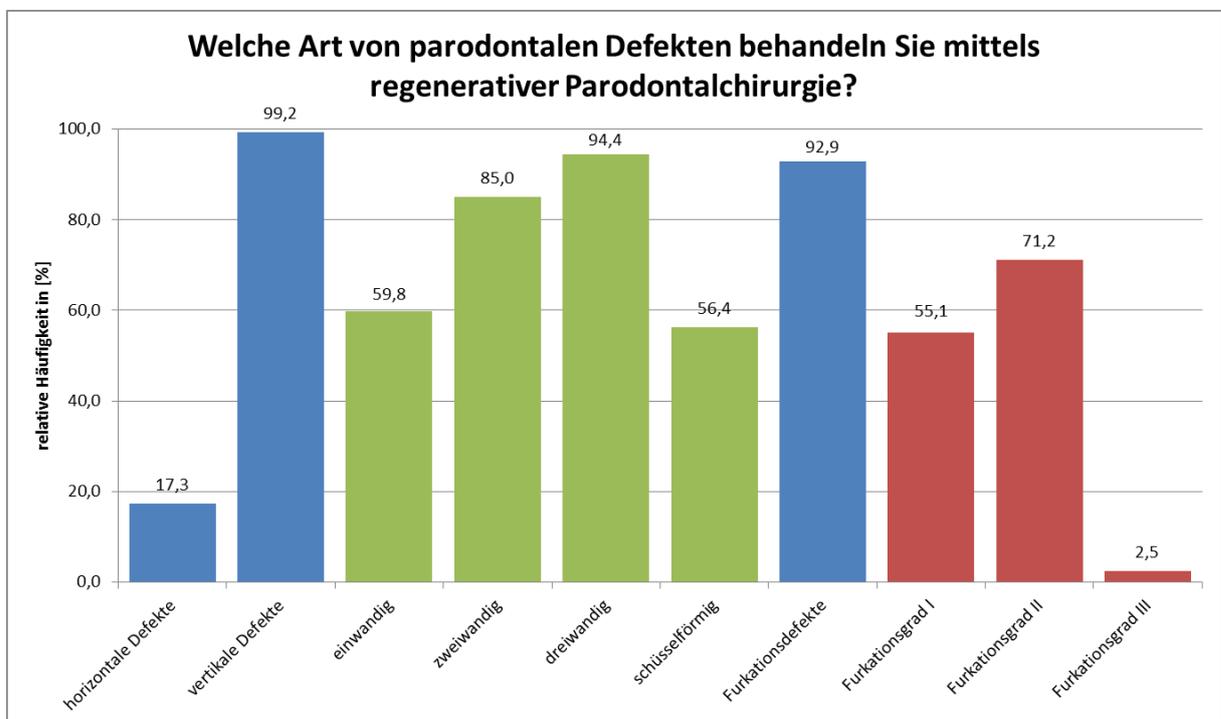


Abb. 23 - Aufzählung der Defektarten, die mit regenerativer Parodontalchirurgie behandelt werden (Mehrfachantworten waren möglich)

4.2. Ergebnisse zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes

Mit welchen regenerativen Therapieansätzen Defekte behandelt wurden, sollte herausgefunden werden. Die umfangreichen Fragen 15 bis 18, die sich mit vertikalen Knochen- und Furkationsdefekten befassen, haben daher mehrere Frageebenen mit Mehrfachantwortmöglichkeiten enthalten, die alle nach dem gleichen Schema aufgebaut waren. Jeder Teilnehmer hatte die Möglichkeiten zu einem Defekt eine oder mehrere Therapieansätze zu wählen. Dies waren die alleinige Lappenoperation, Einsatz von Schmelzmatrixproteinen, Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterialien, Schmelzmatrixproteine in Kombination mit Defektfüllmaterialien, die GTR, die GTR in Kombination mit Knochenersatzmaterialien und sonstige Therapieoptionen.

Zuerst wurden die Teilnehmenden zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes befragt. Hierbei ist zu erkennen (Abb. 24), dass der Einsatz von Schmelzmatrixproteinen mit 90,8 % die meistgewählte Behandlungsform beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt war. Danach folgte als nächste Behandlungsform die Lappen-OP mit 69,7 %. Die dritthäufigste Therapieoption war mit 63,0 % die Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterialien (KEM), bei der autogener Knochen, allogene, xenogene und alloplastische Knochenersatzmaterialien zum Einsatz kamen.

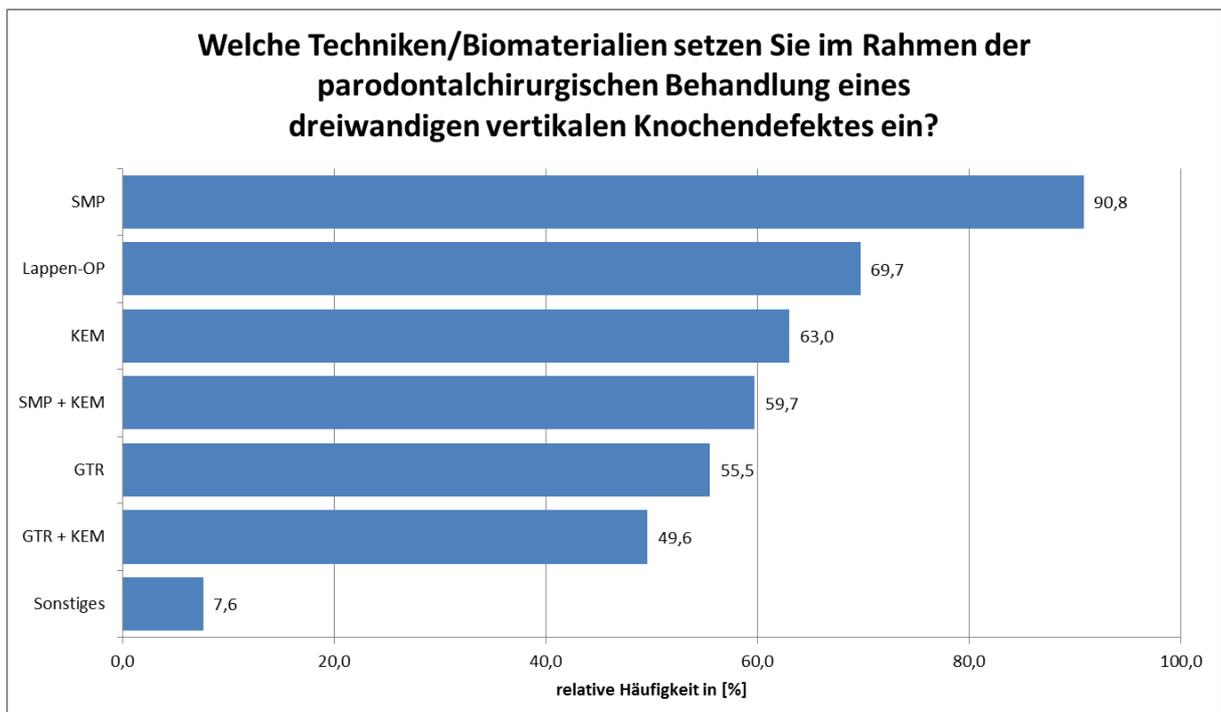


Abb. 24 - Therapieoptionen zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes (Mehrfachantworten waren möglich)

Bei der Befragung hinsichtlich der eingesetzten Knochenersatzmaterialien bei der Therapie mit KEM, präferierten 58,5 % der Befragten den patienteneigenen Knochen, der zu 92,1 % aus der OP-Umgebung, zu 36,8 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 7,9 % aus dem corpus mandibulae und zu 5,3 % aus dem tuber maxillae gewonnen wurde.

3,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 50 % das Produkt maxgraft® (botiss) und 50 % das Produkt Puros® (Zimmer).

64,6 % von diesen Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 83,3 % Bio-Oss® (Geistlich), 26,2 % cerabone® (botiss), 2,4 % creos (Nobel Biocare) und 4,8 % BEGO-Oss (BEGO).

15,4 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 60,0 % maxresorb® (botiss), 30,0 % Cerasorb® (Curasan) und 20,0 % BoneCeramic® (Straumann) (Abb. 25).

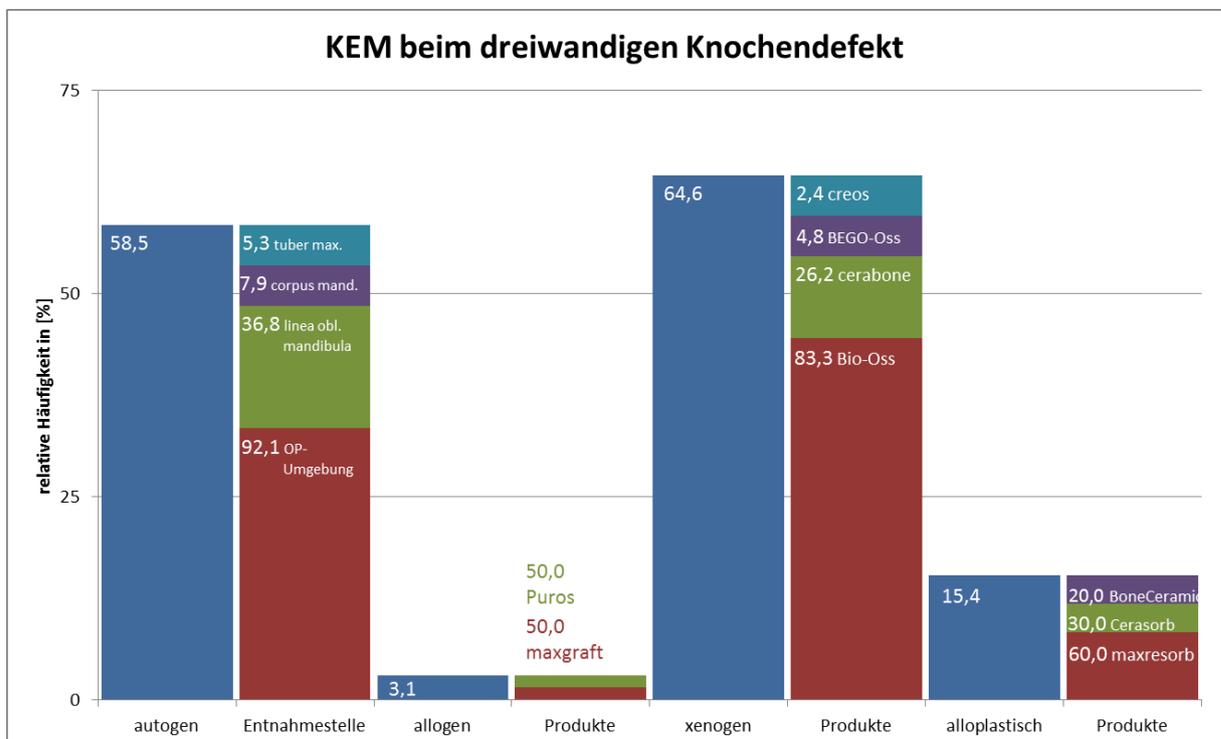


Abb. 25 – Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Für die Kombination von Schmelzmatrixproteinen mit Knochenersatzmaterialien entschieden sich 59,7 % der Befragten. Bei der Frage nach dem jeweils eingesetzten Knochenersatzmaterial gaben 35,2% den patienteneigenen Knochen an, der zu 72,0 % aus der OP-Umgebung, zu 40,0 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 8,0 % aus dem corpus mandibulae und zu 4,0 % aus dem tuber maxillae gewonnen wurde.

4,2 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % das Produkt maxgraft® (botiss) und 33,3 % das Produkt Puros® (Zimmer).

76,1 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 88,9 % Bio-Oss® (Geistlich), 24,1 % cerabone® (botiss) und 1,9 % creos (Nobel Biocare).

5,6 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 50,0 % BoneCeramic® (Straumann), 50,0 % Cerasorb® (Curasan) und 25,0 % maxresorb® (botiss) (Abb. 26).

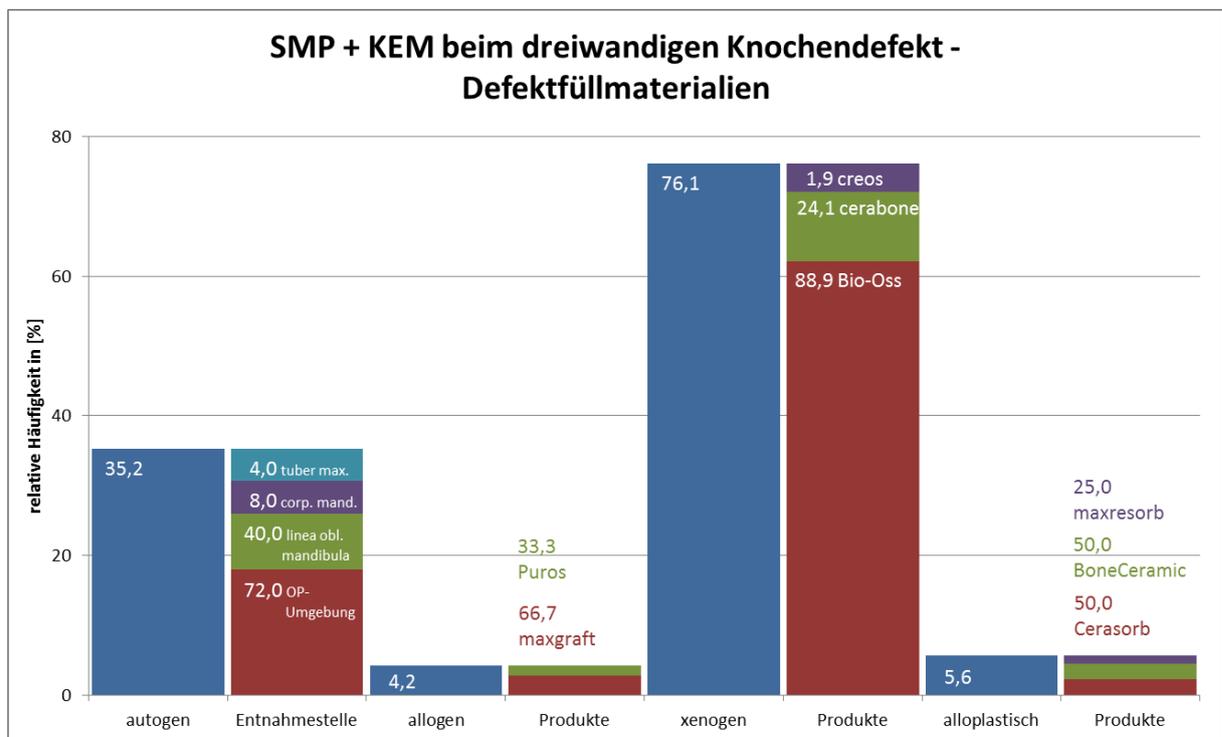


Abb. 26 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Als weitere Therapieform bei dreiwandigen vertikalen Knochendefekten, präferierten 55,5 % die GTR. Hierbei verwendeten die Teilnehmenden ausschließlich resorbierbare Membranen. Es wurde zu 50,0 % Bio-Gide® (Geistlich) und zu 36,4 % jason® membrane (botiss) genutzt. Weitere Membranen sind der Abb. 27 zu entnehmen.

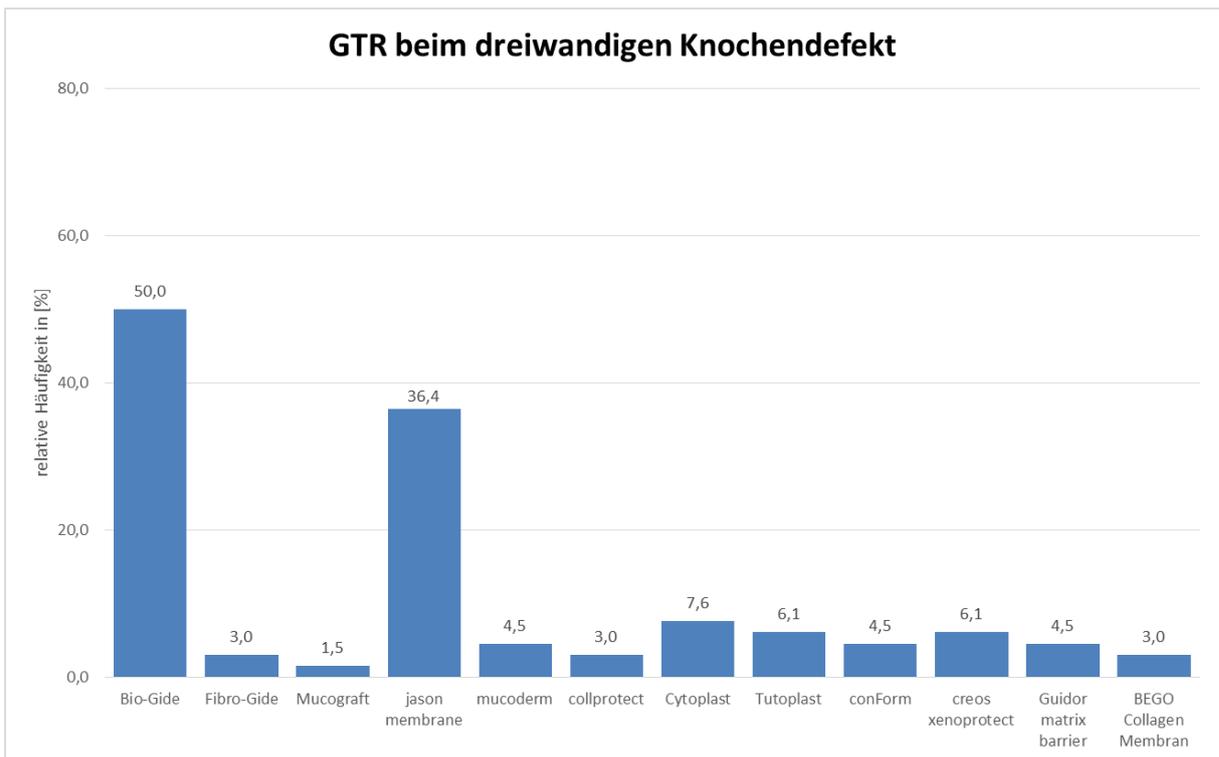


Abb. 27 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR (Mehrfachantworten waren möglich)

49,6 % der Befragten wählten die GTR mit Knochenersatzmaterialien (GTR + KEM) als nächste Therapieform aus.

Auch hier kamen ausschließlich resorbierbare Membranen zum Einsatz. Hierbei wurden häufig Bio-Gide® (Geistlich) mit 55,2 % und jason® membran (botiss) mit 37,9 % genutzt. Die weiteren Membranen sind der Abb. 28 zu entnehmen.

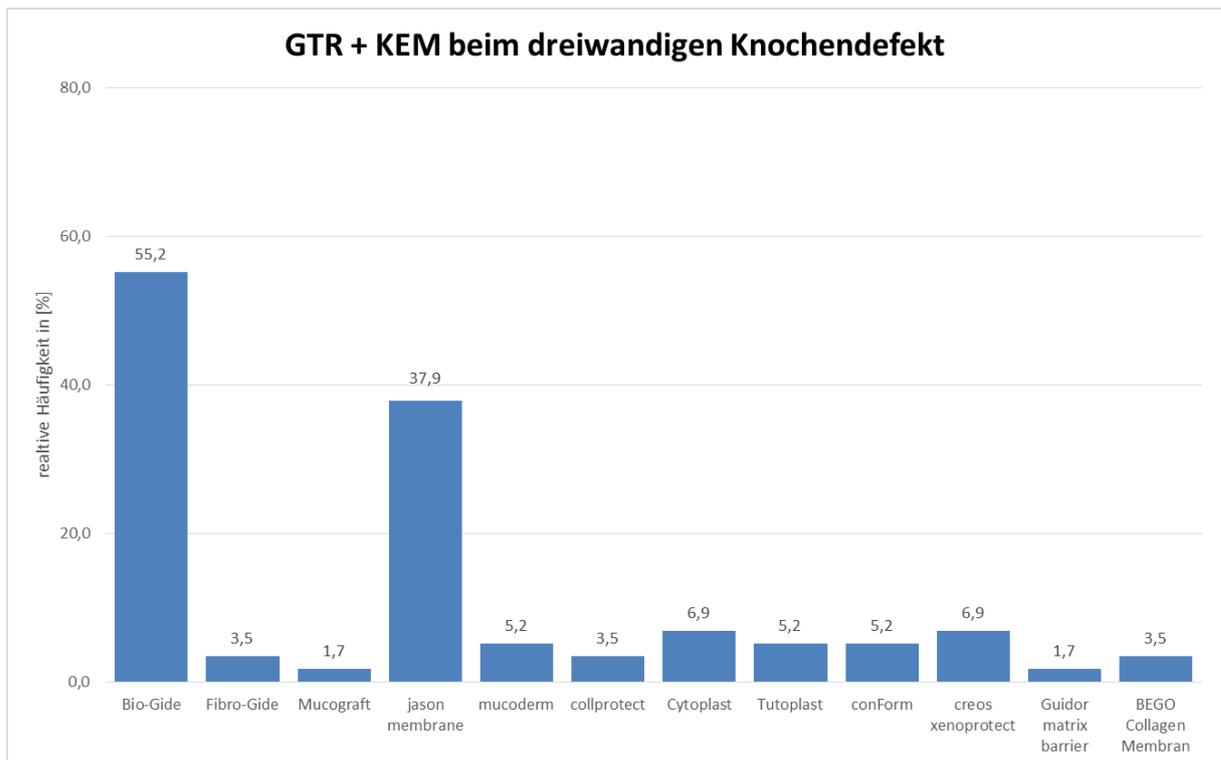


Abb. 28 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM (Mehrfachantworten waren möglich)

Als Defektauffüllmaterial bei der Kombinationstherapie GTR + KEM (Abb. 29) entschieden sich 50,8 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 70,0 % aus der OP-Umgebung, zu 70,0 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 20,0 % aus dem corpus mandibulae und zu 6,7 % aus dem tuber maxillae gewonnen wurde.

5,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros® (Zimmer).

81,4 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 70,8 % Bio-Oss® (Geistlich), 20,8 % cerabone® (botiss), 4,2 % BEGO-Oss (BEGO), 4,2 % creos (Nobel Biocare), 4,2 % NuOss® (ACE) und 2,1 % Osbone® (Curasan).

15,4 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 33,3 % maxresorb® (botiss), 33,3 % EthOss® (demident), 22,2 % Cerasorb® (Curasan) und 22,2 % BoneCeramic® (Straumann).

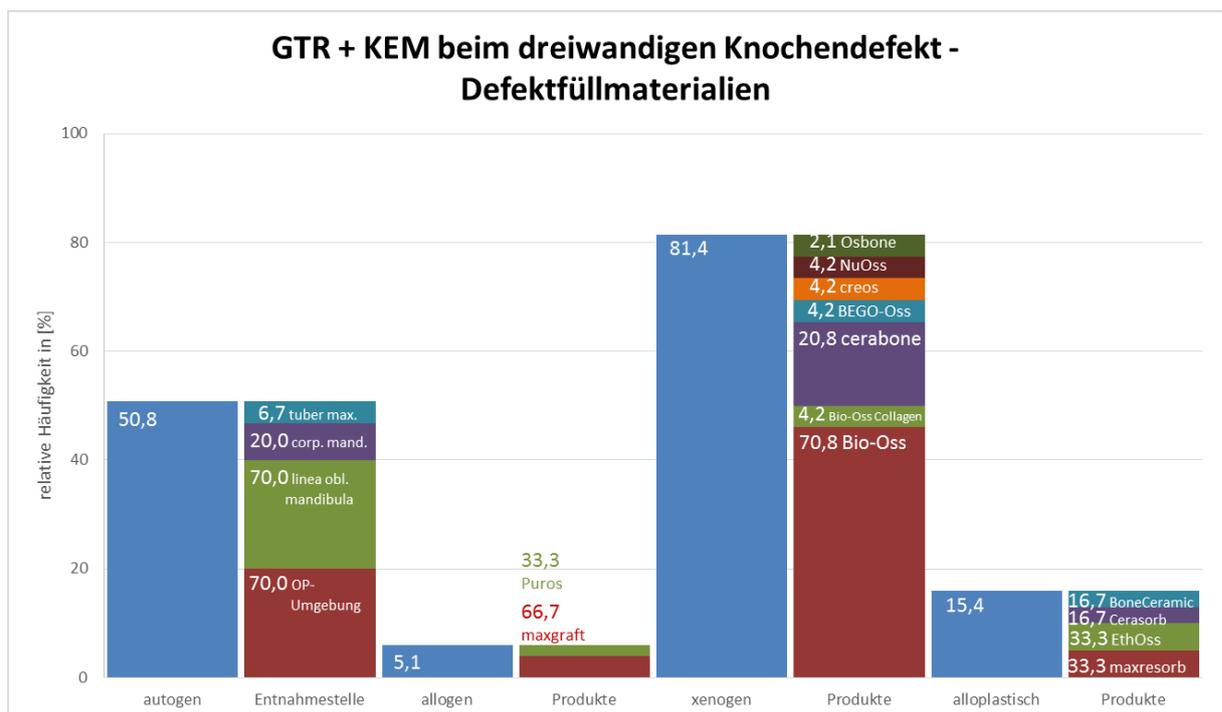


Abb. 29 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

7,6 % der Befragten gaben zur Behandlung eines dreiwandigen vertikalen Knochendefektes noch sonstige Techniken, wie z.B PRF-Techniken (66,7%), Hyaluronsäure (22,2%) und Emdogain®-Flapless (11,1%) an.

4.3. Ergebnisse zur Behandlung eines zweiwandigen vertikalen Knochendefektes

Als nächstes wurden die Zahnärztinnen und Zahnärzte hinsichtlich der Behandlung von zweiwandigen vertikalen Knochendefekten befragt.

Hierbei ist zu erkennen (Abb. 30), dass die Lappen-OP mit 88,0 % die meistgewählte Behandlungsform bei zweiwandigen vertikalen Knochendefekten darstellte.

Danach folgten die Nutzung von Schmelzmatrixproteinen mit 86,1 % und die GTR + KEM mit 80,6 %.

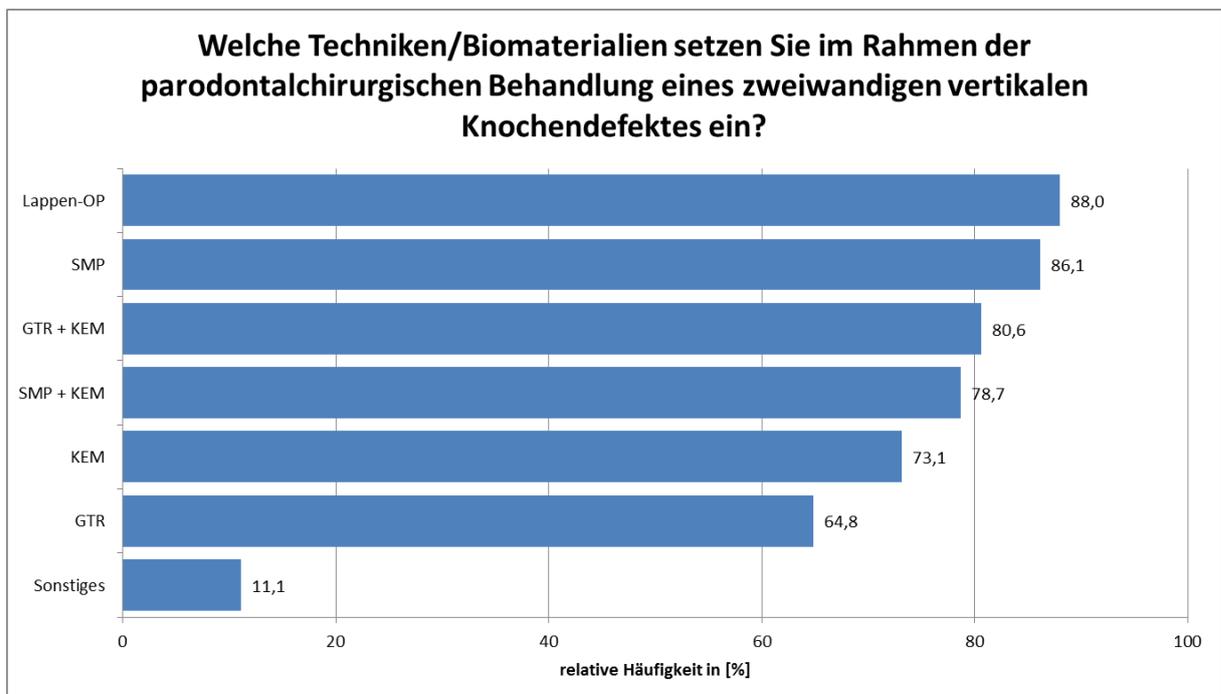


Abb. 30 - Therapieoptionen zur Behandlung eines zweiwandigen vertikalen Knochendefektes (Mehrfachantworten waren möglich)

Die Kombinationstherapie aus GTR mit Knochenersatzmaterialien (GTR + KEM) präferierten 80,6 % der Teilnehmenden. Hierbei kamen nur resorbierbare Membranen zum Einsatz. Als Membran wurde am meisten Bio-Gide® (Geistlich) mit 62,1 % und jason® membrane (botiss) mit 29,9 % eingesetzt. Die weiteren Membranen sind der Abb. 31 zu entnehmen.

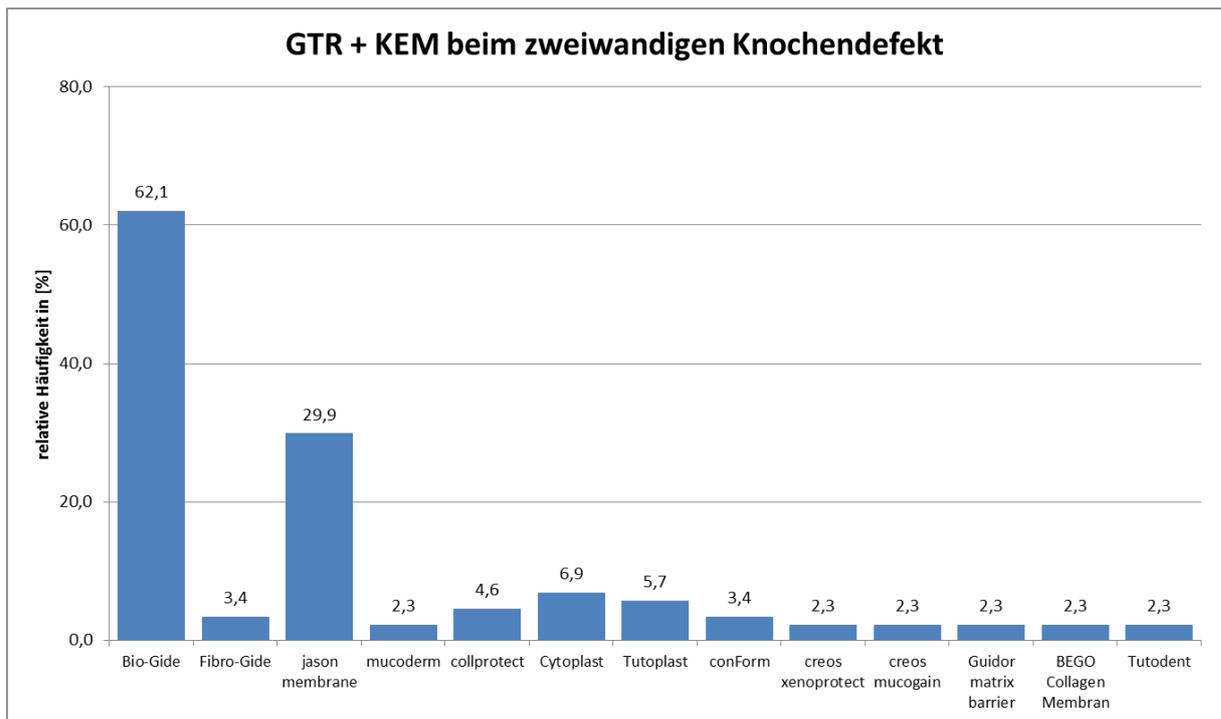


Abb. 31 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM (Mehrfachantworten waren möglich)

Als Defektauffüllmaterial bei der GTR + KEM (Abb. 32) entschieden sich 50,6 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 77,3 % aus der OP-Umgebung, zu 61,4 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 6,8 % aus dem corpus mandibulae und zu 2,3 % aus dem tuber maxillae gewonnen wurde.

3,5 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros® (Zimmer).

87,4 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 77,0 % Bio-Oss® (Geistlich) , 28,4 % cerabone® (botiss), 13,5 % Bio-Oss® Collagen, 3,9 % creos (Nobel Biocare), 2,6 % BEGO-Oss (BEGO), 2,6 % NuOss (ACE) und 1,3 % Osbone (Curasan).

12,6 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 54,5 % Cerasorb® (Curasan), 36,4 % BoneCeramic® (Straumann), 18,2 % Guidor® easy-graft (Sunstar), 9,1 % maxresorb® (botiss) und 9,1 % EthOss® (demendi-dent).

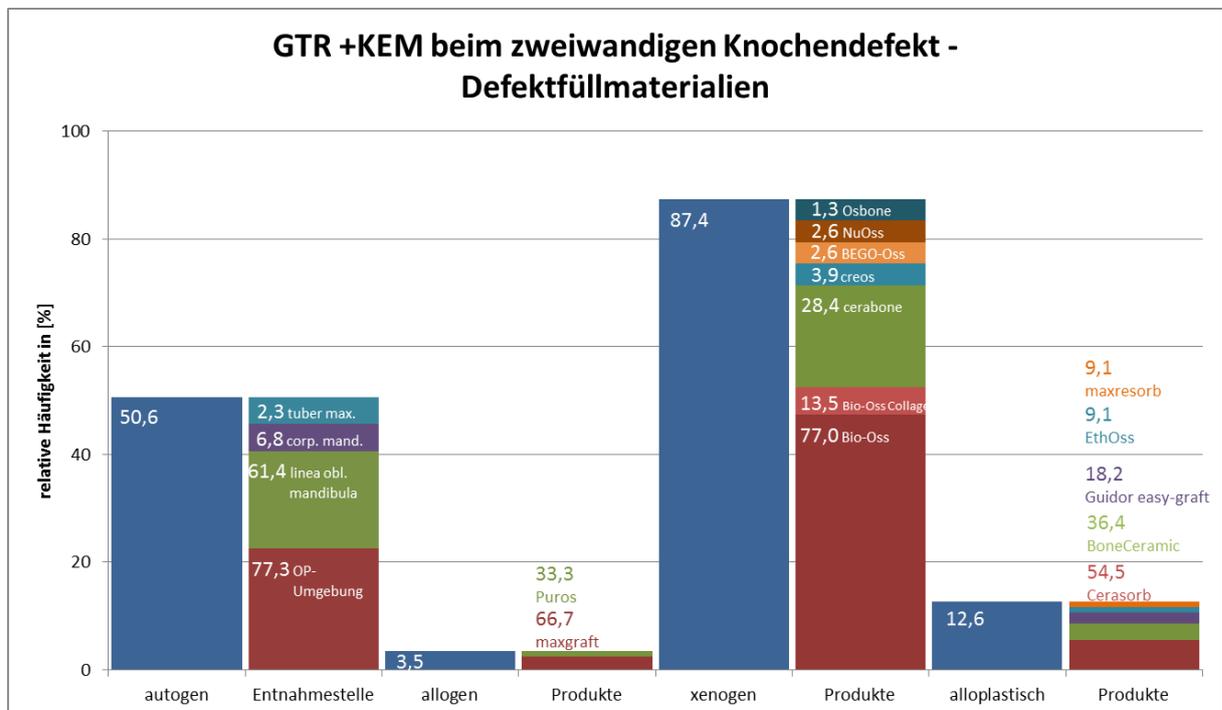


Abb. 32 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung bei der GTR + KEM (Mehrfachantworten waren möglich)

Eine weitere Behandlungsform stellte die Kombinationstherapie von Schmelzmatrixproteinen mit Knochenersatzmaterialien dar (Abb. 33). Hierfür entschieden sich insgesamt 78,7% der Befragten.

Dabei entschieden sich 40,0 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 67,6 % aus der OP-Umgebung, zu 61,8 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 5,9 % aus dem corpus mandibulae und zu 2,9 % aus dem tuber maxillae gewonnen wurde.

3,5 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros® (Zimmer).

87,1 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 75,7 % Bio-Oss® (Geistlich), 28,4 % cerabone® (botiss), 13,5 % Bio-Oss® Collagen, 5,4 % Osteobiol® GTO (Tecross) und 5,4 % Osteobiol® Putty (Tecross).

7,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 50,0 % BoneCeramic® (Straumann), 50,0 % Cerasorb® (Curasan) und 25,0 % maxresorb® (botiss).

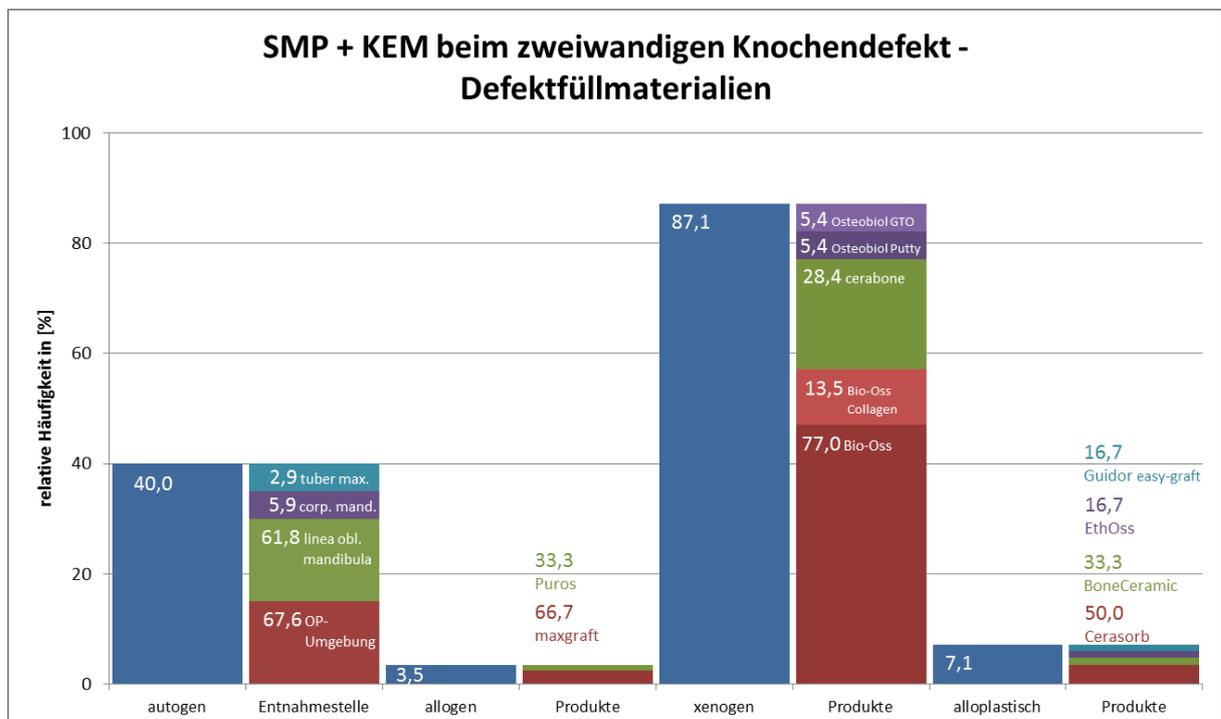


Abb. 33 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Als weitere Therapieform wurde mit 73,1 % die Defektauffüllung mit KEM präferiert. Es kamen autogener Knochen, allogene, xenogene und alloplastische Knochenersatzmaterialien zum Einsatz (Abb. 34).

Hierbei entschieden sich 53,2 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 60,0 % aus der OP-Umgebung, zu 73,8 % aus der linea obliqua mandibulae und zu 11,9 % aus dem corpus mandibulae gewonnen wurde.

3,8 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros (Zimmer).

77,2 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 77,0 % Bio-Oss® (Geistlich), 31,1 % cerabone® (botiss), 8,2 % Bio-Oss® Collagen, 3,3 % NuOss® (ACE), 1,6 % creos (Nobel Biocare), CompactBone® B (Dentegris), 1,6 % Osbone® (Curasan) und 1,6 % BEGO-Oss (BEGO).

8,9 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 42,9 % maxresorb® (botiss), 28,6 % Cerasorb® (Curasan), 28,6 % BoneCeramic® (Straumann) und 14,3 % EthOss (demendi-dent).

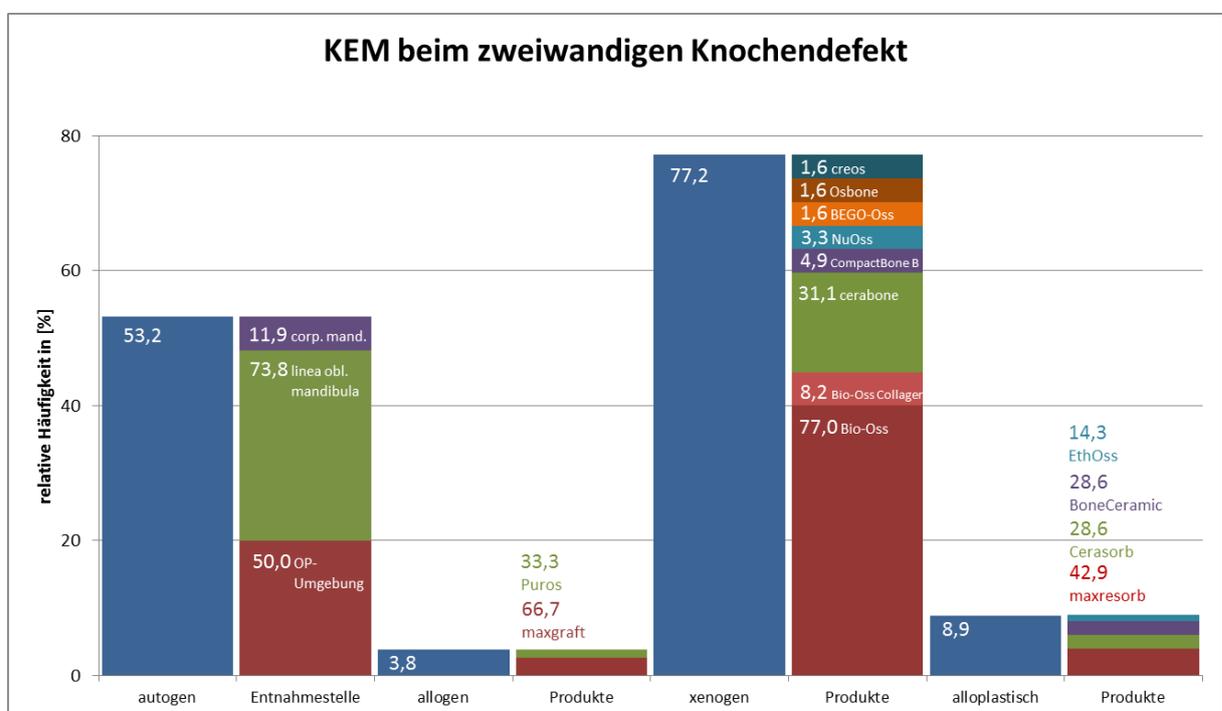


Abb. 34 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Anschließend folgte mit 64,8 % die GTR als weitere Therapieform bei zweiwandigen vertikalen Knochendefekten. Hier wurden ausschließlich resorbierbare Membranen genutzt. Oft kamen dabei mit 54,3 % die Bio-Gide® (Geistlich) und mit 35,7 % die jason® membrane (botiss) zum Einsatz. Weitere Membrane sind der Abb. 35 zu entnehmen.

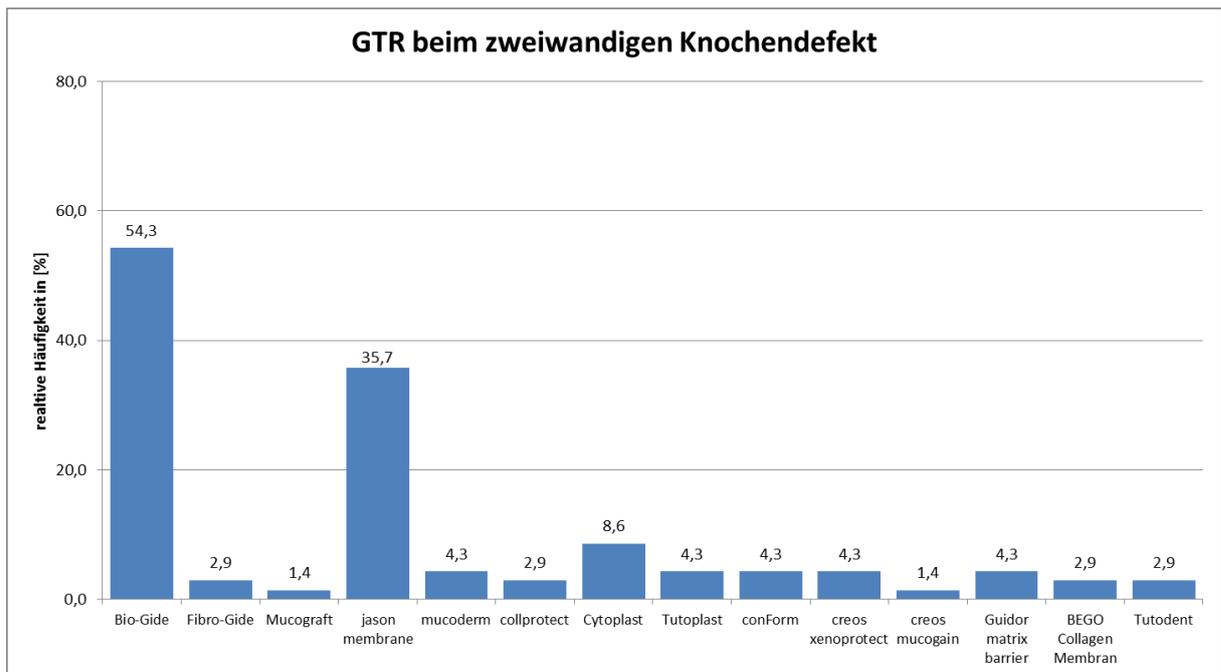


Abb. 35 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR (Mehrfachantworten waren möglich)

9,5 % der Befragten gaben beim zweiwandigen vertikalen Knochendefekt noch sonstige Techniken an. Dabei kamen mit 50,0 % PRF-Techniken, mit 16,7 % Hyaluronsäure und mit 33,3 % Schalentechniken zum Einsatz.

4.4. Ergebnisse zur Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes

Als nächstes wurden die Teilnehmer zur Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes befragt (Abb. 36).

Hier ist zu erkennen, dass die Lappen-OP mit 100,0 % die meistgewählte Behandlungsform beim einwandigen vertikalen Knochendefekt war.

Darauf folgten die Nutzung von Schmelzmatrixproteinen mit 68,4 % und die GTR + KEM mit 64,5 %.

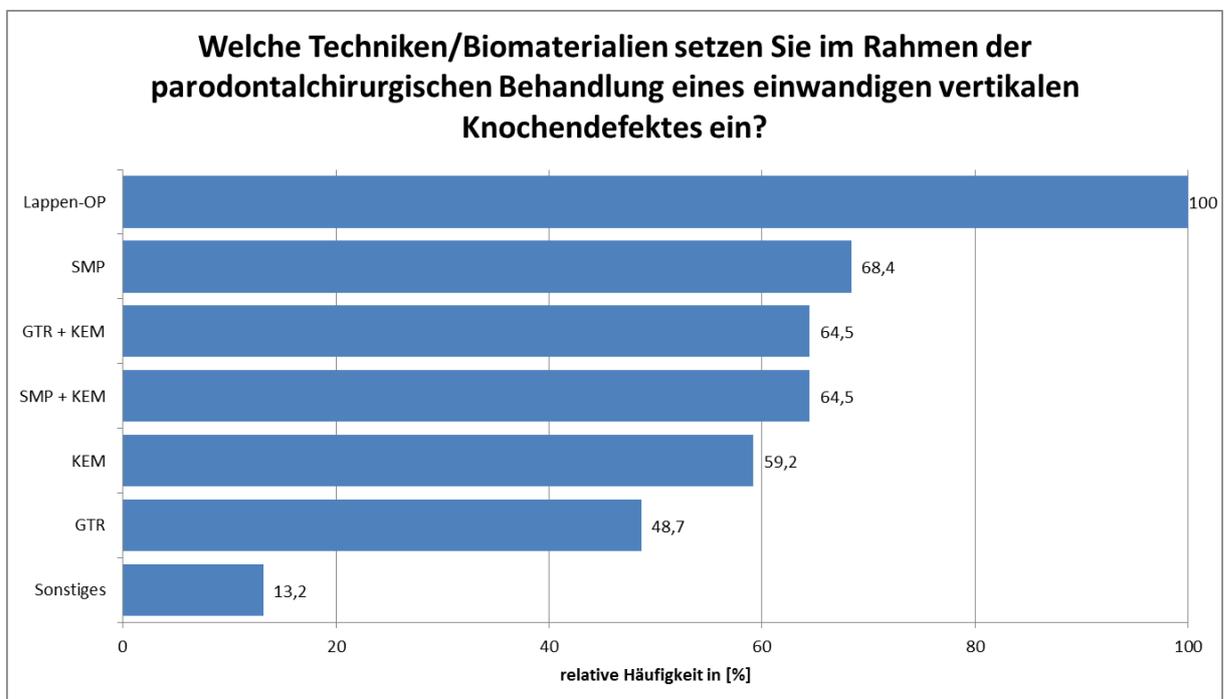


Abb. 36 - Therapieoptionen zur Behandlung eines einwandigen vertikalen Knochendefektes (Mehrfachantworten waren möglich)

Als nächste Therapieform nutzten die Teilnehmer zu 64,5 % die GTR in Kombination mit Knochenersatzmaterialien (GTR + KEM).

Hierbei kamen nur resorbierbare Membranen zum Einsatz. Als Membran wurde am meisten Bio-Gide® (Geistlich) mit 59,2 % und mit 32,7 % die jason® membrane (botiss) eingesetzt. Die weiteren Membranen sind der Abb. 37 zu entnehmen.

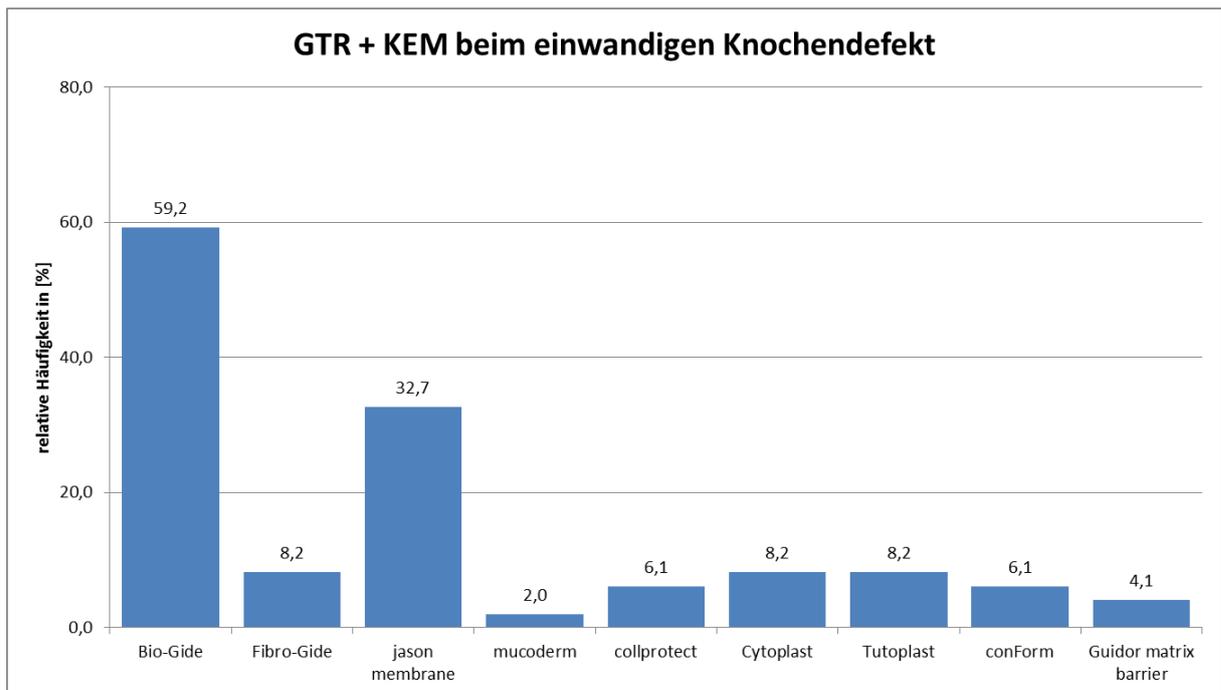


Abb. 37 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM (Mehrfachantworten waren möglich)

Als Defektauffüllmaterial bei der GTR + KEM entschieden sich 53,1 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 56,5 % aus der OP-Umgebung, zu 100,0 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 19,2 % aus dem corpus mandibulae, zu 11,5 % von der crista zygomaticoalveolaris und zu 7,7 % vom tuber maxillae gewonnen wurde.

6,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros® (Zimmer).

95,9 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 78,7 % Bio-Oss® (Geistlich), 25,5 % cerabone (botiss), 14,9 % Bio-Oss® Collagen, 2,1 % NuOss (ACE) und 2,1 % Osbone® (Curasan).

4,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 50,0 % Cerasorb® (Curasan) und 50,0 % EthOss® (demendi-dent) (Abb. 38).

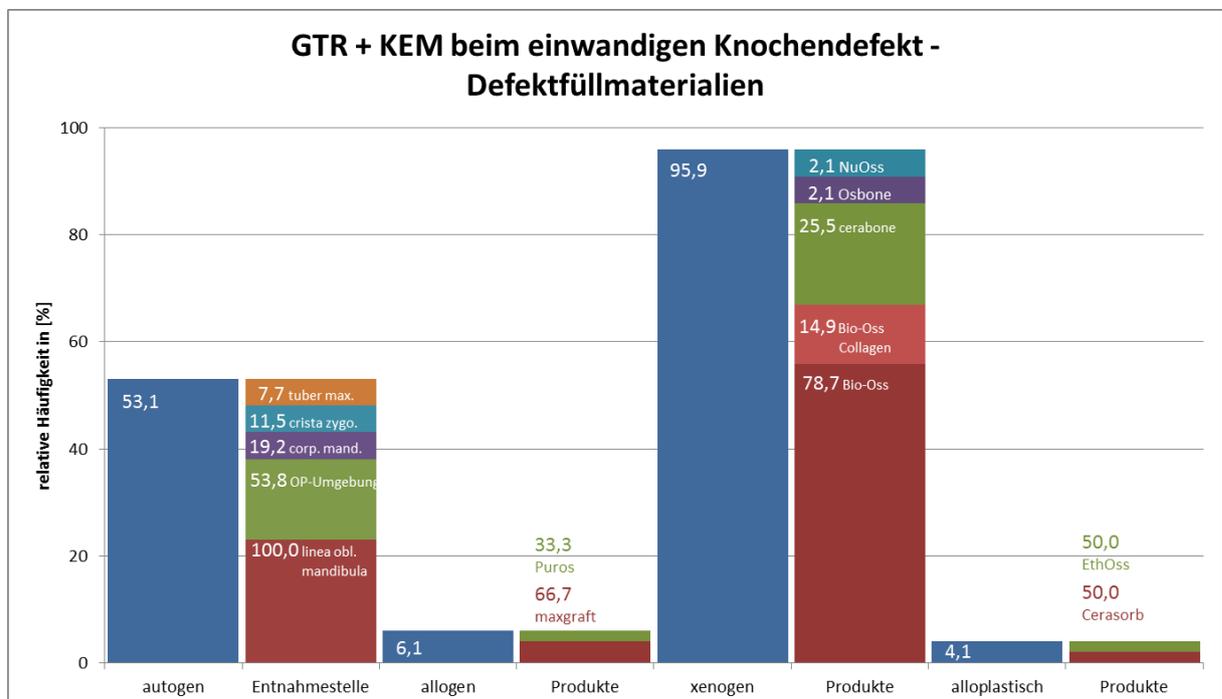


Abb. 38 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Schmelzmatrixproteine in Kombination mit Knochenersatzmaterialien wurde mit 64,5 % als weitere Behandlungsform präferiert. Dabei entschieden sich 46,9 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 56,5 % aus der OP-Umgebung, zu 100,0 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 21,7 % aus dem corpus mandibulae, zu 13,0 % von der crista zygomaticoalveolaris und zu 13,0 % vom tuber maxillae gewonnen wurde.

6,1 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros® (Zimmer).

89,8 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 81,8 % Bio-Oss® (Geistlich), 25,0 % cerabone® (botiss), 11,4 % Bio-Oss® Collagen, 6,8 % Osteobiol® GTO (Tecross) und 6,8 % Osteobiol® Putty (Tecross).

2,0 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 100,0 % Cerasorb® (Curasan) (Abb. 39).

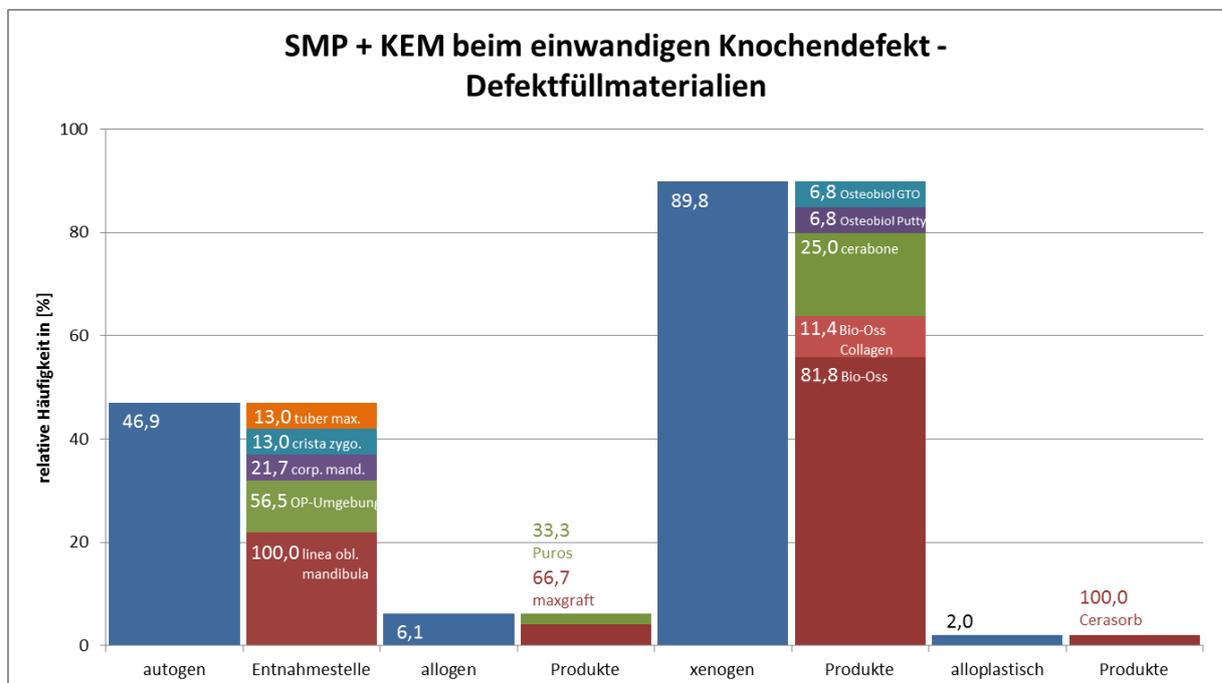


Abb. 39 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Eine weitere Therapieform ist die Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterialien. 59,2 % der Befragten nutzten diese Option.

Hierbei entschieden sich 48,9 % der Teilnehmenden für den patienteneigenen Knochen, der zu 15,9 % aus der OP-Umgebung, zu 48,9 % aus der linea obliqua mandibulae, zu 13,3 % aus dem corpus mandibulae, zu 13,3 % von der crista zygomaticoalveolaris und zu 8,9 % vom tuber maxillae gewonnen wurde.

6,7 % von den Teilnehmenden verwendeten hierbei allogene Knochenersatzmaterialien – 66,7 % maxgraft® (botiss) und 33,3 % Puros (Zimmer).

91,1 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 85,4 % Bio-Oss® (Geistlich), 26,8 % cerabone® (botiss), 12,2 % Bio-Oss® Collagen, 4,9 % NuOss® (ACE) und 2,4 % Osbone® (Curasan).

Hierbei kamen keine alloplastischen Knochenersatzmaterialien bei den Teilnehmenden zum Einsatz (Abb. 40).

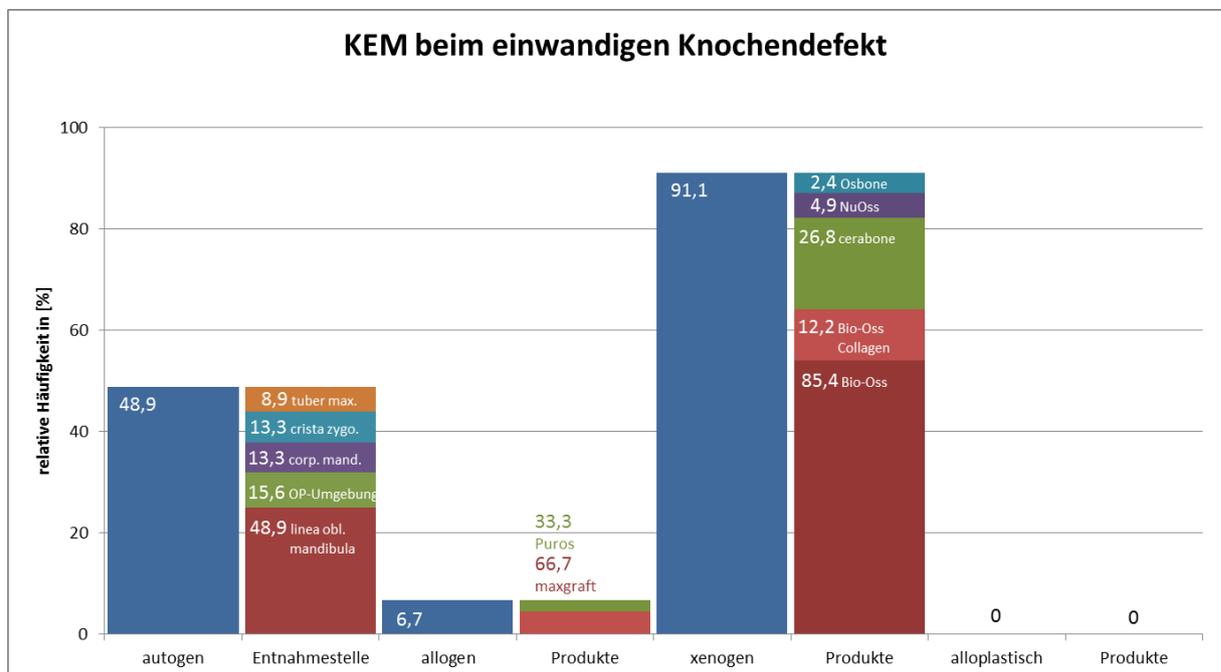


Abb. 40 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Anschließend folgte die GTR mit 48,7 %, als weitere Therapieform bei einwandigen vertikalen Knochendefekten. Es wurden ausschließlich resorbierbare Membranen genutzt. Am häufigsten zum Einsatz kamen mit 64,9 % die Bio-Gide® (Geistlich) und mit 21,6 % die jason® membrane (botiss). Weitere Membranen sind der Abb. 41 zu entnehmen.

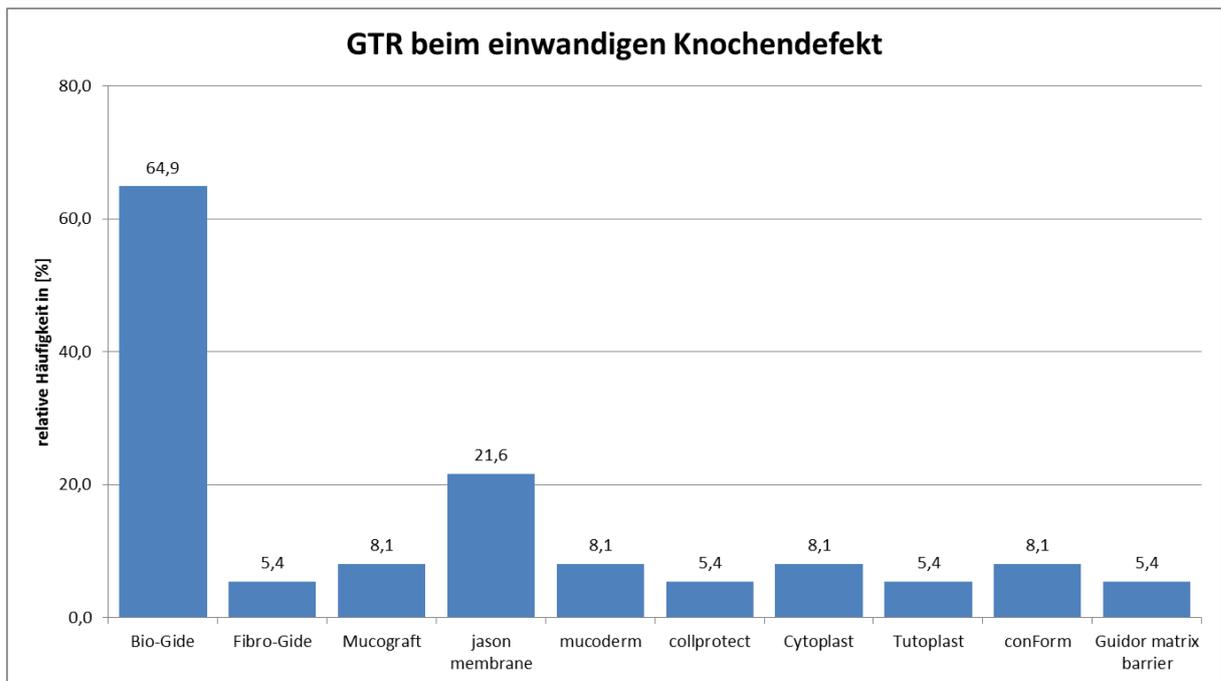


Abb. 41 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR (Mehrfachantworten waren möglich)

13,2 % der Befragten gaben beim einwandigen vertikalen Knochendefekt noch sonstige Techniken an. Sie nutzten dabei mit 50,0 % PRF-Techniken, 10,0 % Hyaluronsäure und 40,0 % Schalentechniken.

4.5. Ergebnisse zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II

Zuletzt wurden die Teilnehmer zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II befragt.

In Abb. 42 ist zu erkennen, dass die Lappen-OP mit 71,2 % die meistgewählte Behandlungsform beim Furkationsdefekt Grad II war.

Danach folgten die Nutzung von Schmelzmatrixproteinen mit 66,1 % und die GTR + KEM mit 51,7 %.

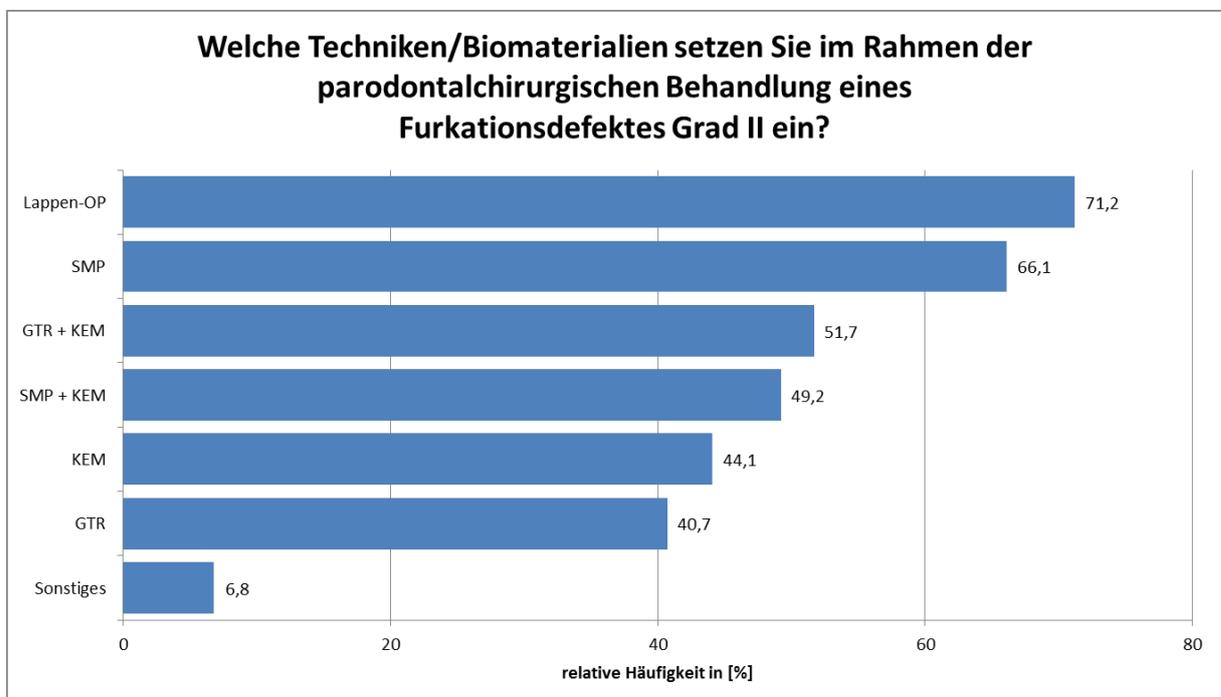


Abb. 42 - Therapieoptionen zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II (Mehrfachantworten waren möglich)

Als nächste Therapieform wurde von 51,7% der Teilnehmenden die Kombination von GTR mit Knochenersatzmaterialien präferiert.

Hierbei kamen ausschließlich resorbierbare Membranen zum Einsatz. Als Membran wurde am meisten Bio-Gide® (Geistlich) mit 55,7 % und jason® membrane (botiss) mit 37,7 % genutzt. Die weiteren Membranen sind der Abb. 43 zu entnehmen.

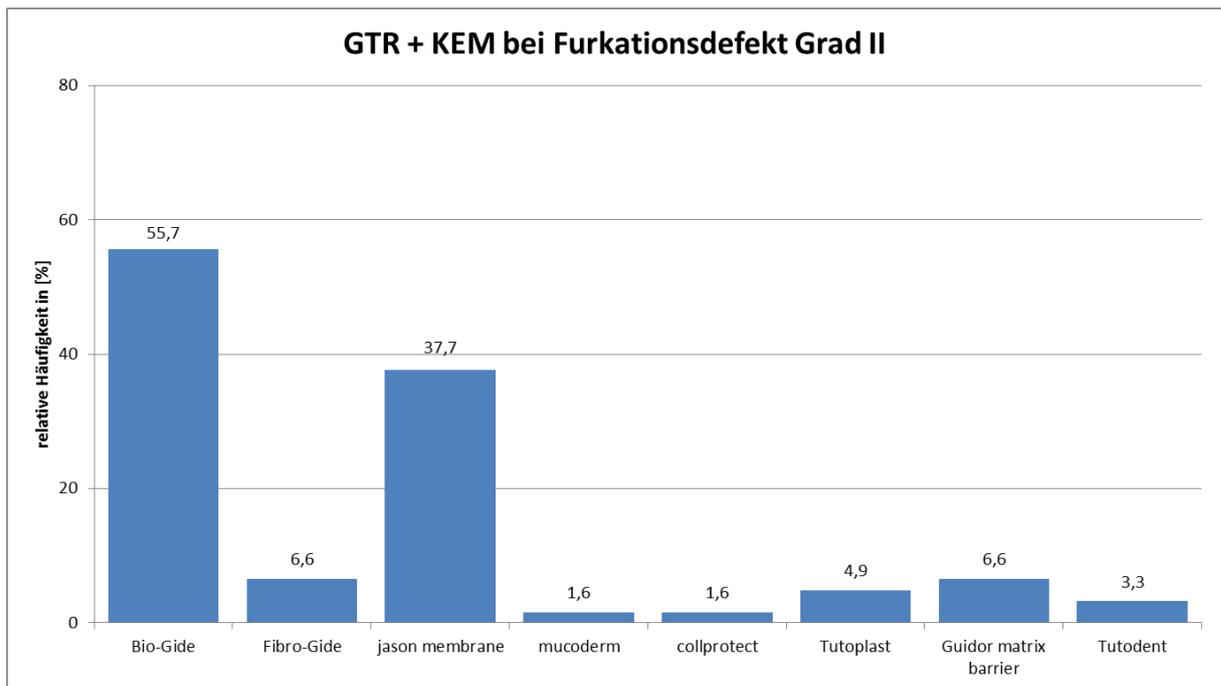


Abb. 43 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR + KEM (Mehrfachantworten waren möglich)

Als Defektauffüllmaterial bei der GTR + KEM entschieden sich 45,9 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 100,0 % aus der OP-Umgebung und zu 25,0 % aus der linea obliqua mandibulae gewonnen wurde.

Keiner der Befragten gab an allogene Knochenersatzmaterialien für diese Indikation einzusetzen.

78,7 % von den Teilnehmenden nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 72,9 % Bio-Oss® (Geistlich), 31,3 % cerabone® (botiss) und 16,7 % Bio-Oss® Collagen.

9,8 % der Befragten verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 50,0 % Cerasorb® (Curasan), 33,3 % BoneCeramic® (Straumann) und 33,3 % Guidor® easy-graft (Sunstar) (Abb. 44).

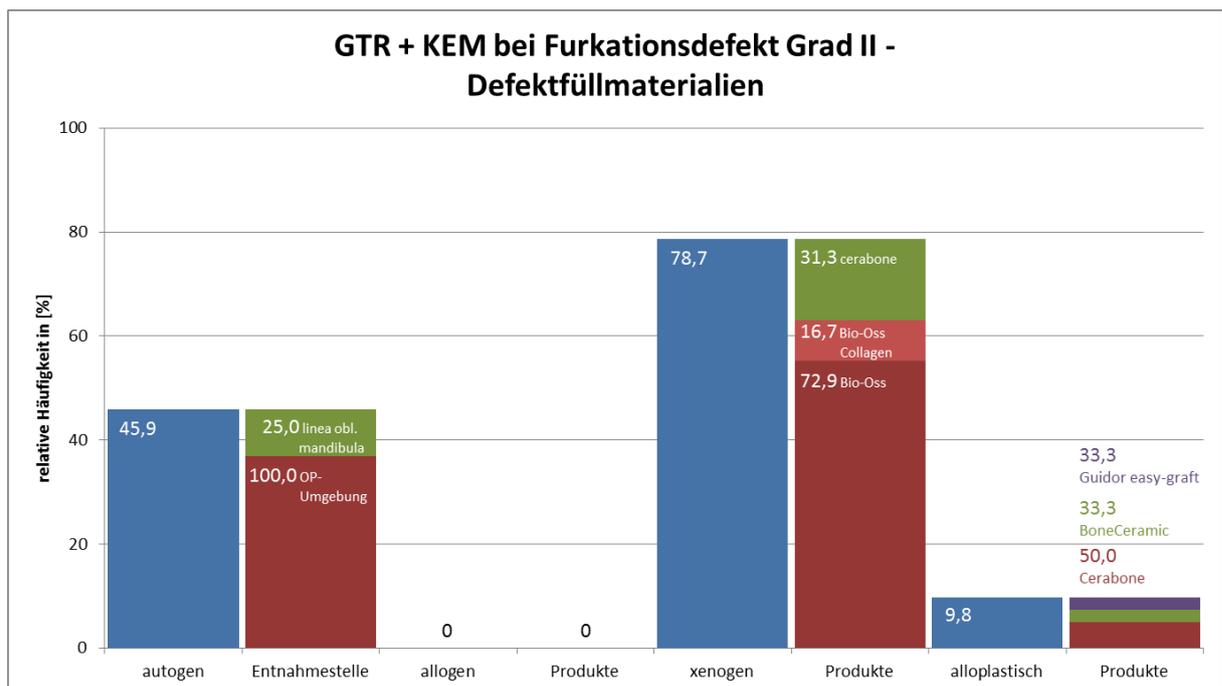


Abb. 44 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Eine weitere Behandlungsform ist die Kombinationstherapie aus Schmelzmatrixproteinen mit Knochenersatzmaterialien, die von 49,2 % der teilnehmenden Zahnärztinnen und Zahnärzten genutzt wurde. Dabei entschieden sich 32,8 % der Befragten für den patienteneigenen Knochen, der zu 94,7 % aus der OP-Umgebung und zu 26,3 % aus der linea obliqua mandibulae gewonnen wurde (Abb. 45).

Keiner der Befragten gab an, ein allogenes Knochenersatzmaterial für diese Indikation einzusetzen.

82,8 % von den Teilnehmenden nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 64,6 % Bio-Oss® (Geistlich), 22,9 % Bio-Oss® Collagen und 22,9 % cerabone® (botiss).

8,6 % der Befragten verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 60,0 % Cerasorb® (Curasan), 40,0 % BoneCeramic® (Straumann), und 20,0 % maxresorb® (botiss).

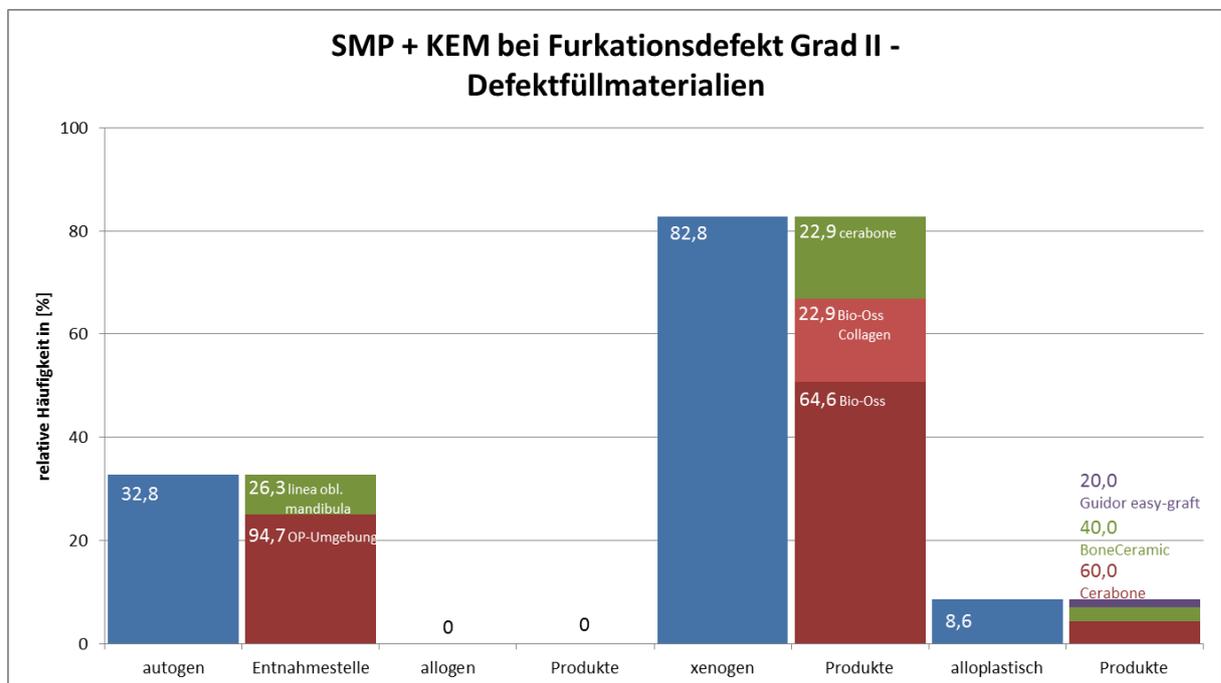


Abb. 45 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Die Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterialien als eine weitere Form der Therapie wurde von 44,1% der Befragten bevorzugt.

Hierbei entschieden sich 69,2 % der Teilnehmenden für den patienteneigenen Knochen, der zu 91,7 % aus der OP-Umgebung, zu 38,9 % aus der linea obliqua mandibulae und zu 2,8 % vom tuber maxillae gewonnen wurde (Abb. 46).

Keiner der Teilnehmenden verwendete allogene Knochenersatzmaterialien bei dieser Indikation.

65,4 % der Befragten nutzten xenogene Knochenersatzmaterialien – 88,2 % Bio-Oss® (Geistlich), 29,4 % cerabone® (botiss) und 8,8 % Bio-Oss® Collagen.

7,4 % von den Teilnehmenden verwendeten hierzu alloplastische Knochenersatzmaterialien – 50,0 % Cerasorb® (Curasan), 50,0 % BoneCeramic® (Straumann), und 25,0 % maxresorb® (botiss).

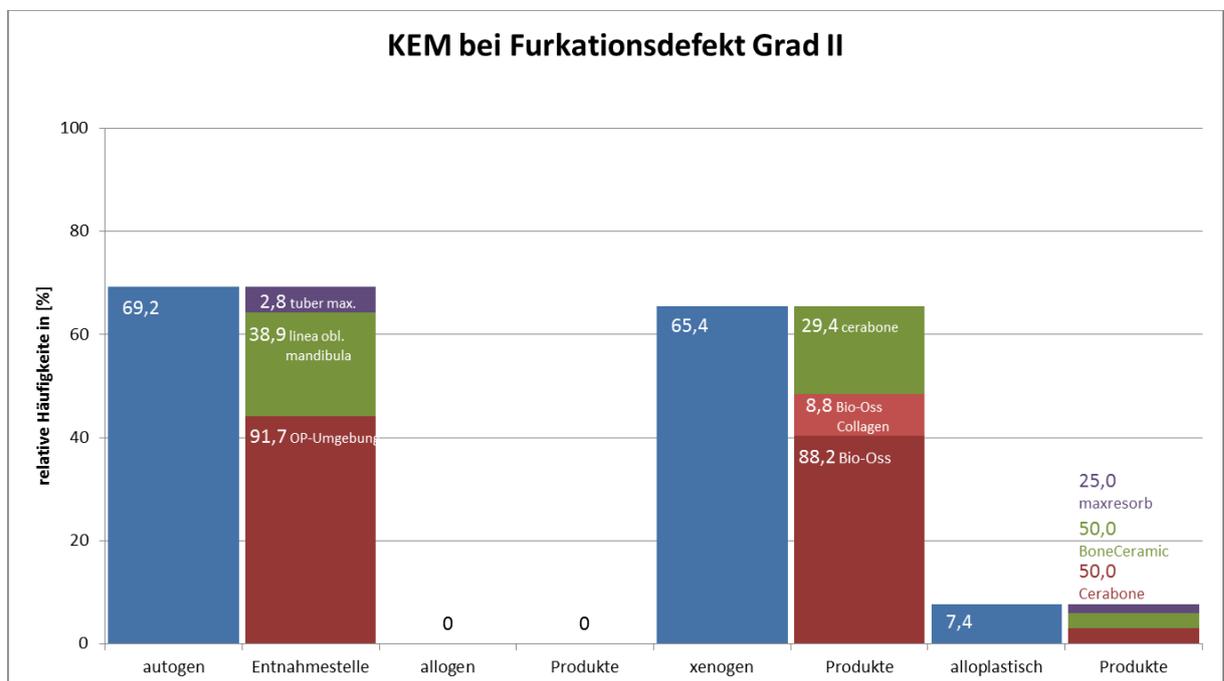


Abb. 46 - Defektfüllmaterialien und deren Verteilung mit Entnahmestellen/Produkten (Mehrfachantworten waren möglich)

Anschließend folgte die GTR, die von 40,7 % der Teilnehmenden als Therapieform bei Furkationsdefekten Grad II eingesetzt wurde. Hier wurden nur resorbierbare Membranen genutzt. Am häufigsten kamen dabei mit 56,3 % die Bio-Gide® (Geistlich) und mit 27,1 % die jason® membrane (botiss) zum Einsatz. Weitere genannte Membranen sind der Abb. 47 zu entnehmen.

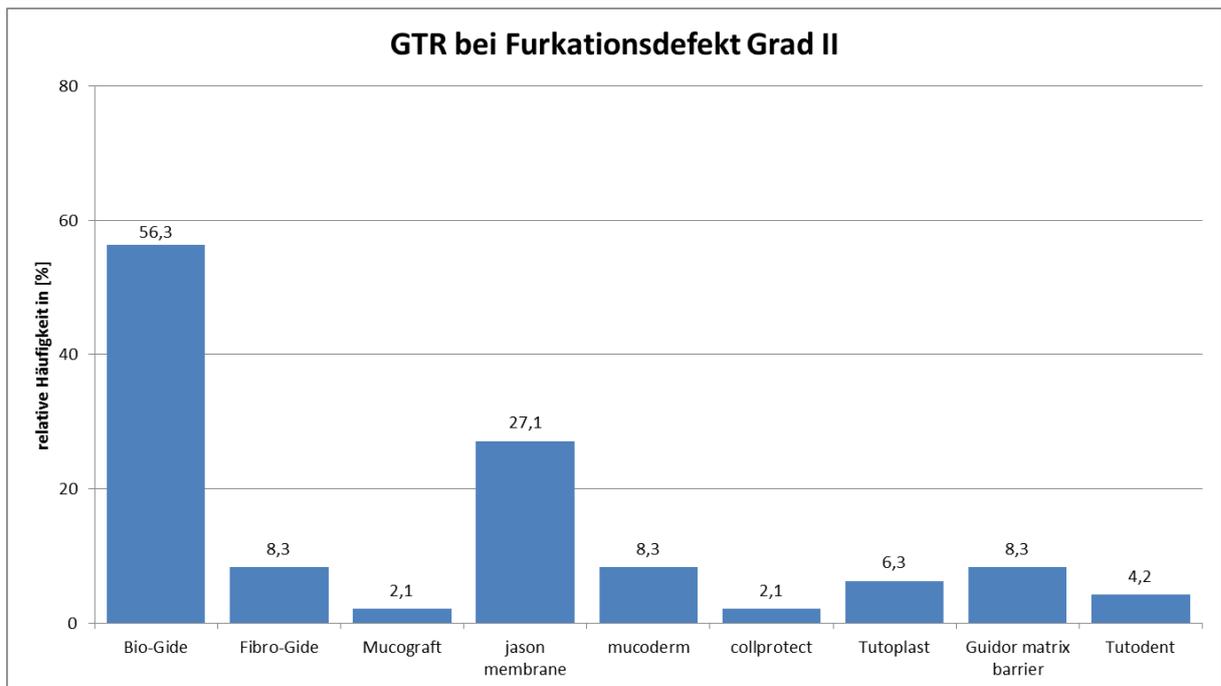


Abb. 47 - Verteilung der verwendeten Membranen bei der GTR (Mehrfachantworten waren möglich)

6,8 % der Befragten gaben beim Furkationsdefekt Grad II noch sonstige Techniken an. Dabei kamen mit 50,0 % PRF-Techniken, mit 25,0 % Emdogain®-Flapless und mit 25,0 % Schalentechiken zum Einsatz.

4.6. Ergebnisse der Fragen 19 bis 27

Weiterhin sollte anhand des Fragebogens eruiert werden, welche Nahtmaterialien die Zahnärztinnen und Zahnärzte in der Parodontalchirurgie präferieren. Die Analyse zeigte, dass die Mehrheit der Befragten synthetische, monofile und nichtresorbierbare Nahtmaterialien bevorzugen (Abb. 48).

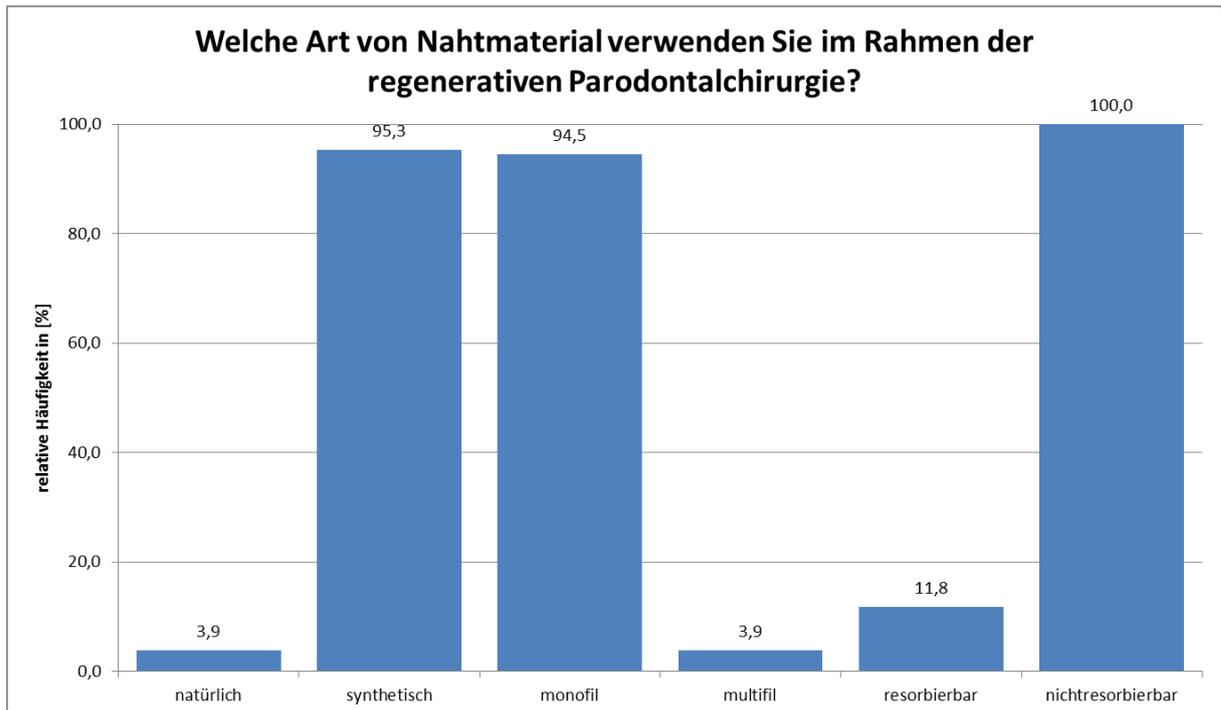


Abb. 48 – Bevorzugtes Nahtmaterial in der regenerativen Parodontalchirurgie (Mehrfachantworten waren möglich)

Die weitergehende Frage nach der bevorzugten Fadenstärke zeigte, dass die Fadenstärken 4/0 bis 7/0 bevorzugt wurden (Abb. 49).

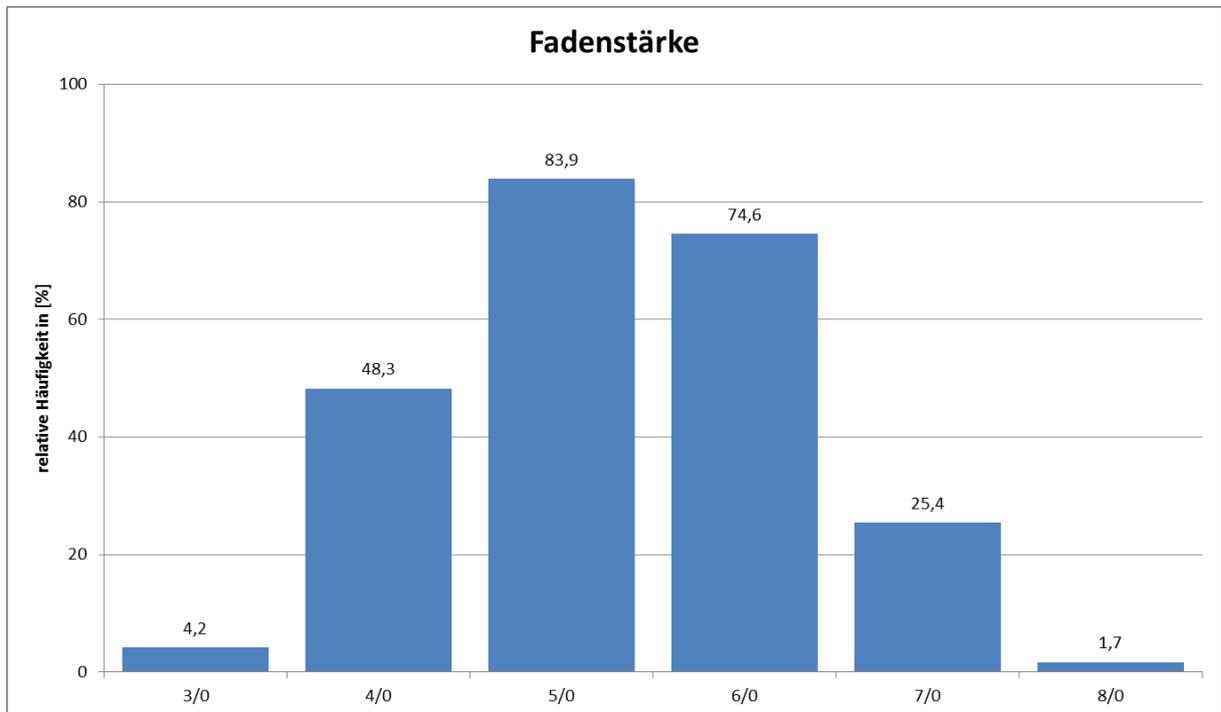


Abb. 49 - Bevorzugte Fadenstärke in der regenerativen Parodontalchirurgie (Mehrfachantworten waren möglich)

Nun sollte eruiert werden, ob die Teilnehmenden die eingesetzten Knochenersatzmaterialien vorher mit Eigenblut mischen. So fügten 66,9 % Eigenblut zu den Knochenersatzmaterialien hinzu und 33,1 % nicht.

Hierzu sollte auch herausgefunden werden, ob die Zahnärztinnen und Zahnärzte im Rahmen regenerativer parodontalchirurgischer Eingriffe die defektbegrenzenden Knochenwände perforieren. Dies wurde von 31,3 % der Befragten bejaht. Weiterhin gaben 47,6 % der Befragten an dies nur bei schlechter Durchblutung, 35,7 % immer, 11,9 % bei großen Defekten und 4,8 % bei Vorliegen einer dicken Kompakta zu tätigen (Abb. 50).

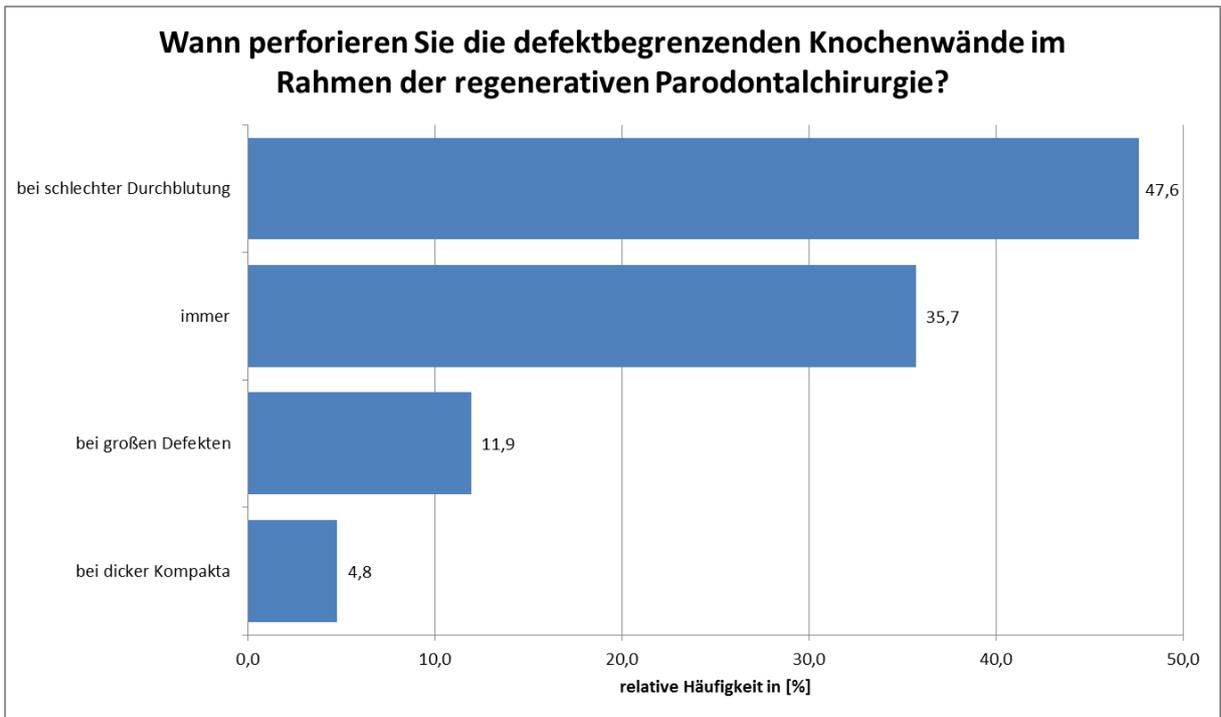


Abb. 50 - Begründung zur Knochenwandperforation

Welche Erfahrungswerte die Befragten mit regenerationsfördernden Techniken/Biomaterialien im Allgemeinen haben, konnte auf einer Skala von 1 (schlechte) bis 10 (sehr gute) beantwortet werden. Der Durchschnittswert von $7,83 \pm 1,79$ zeigt, dass die Befragten positive Erfahrungen mit regenerationsfördernden Techniken/Biomaterialien gesammelt haben (Abb. 51).

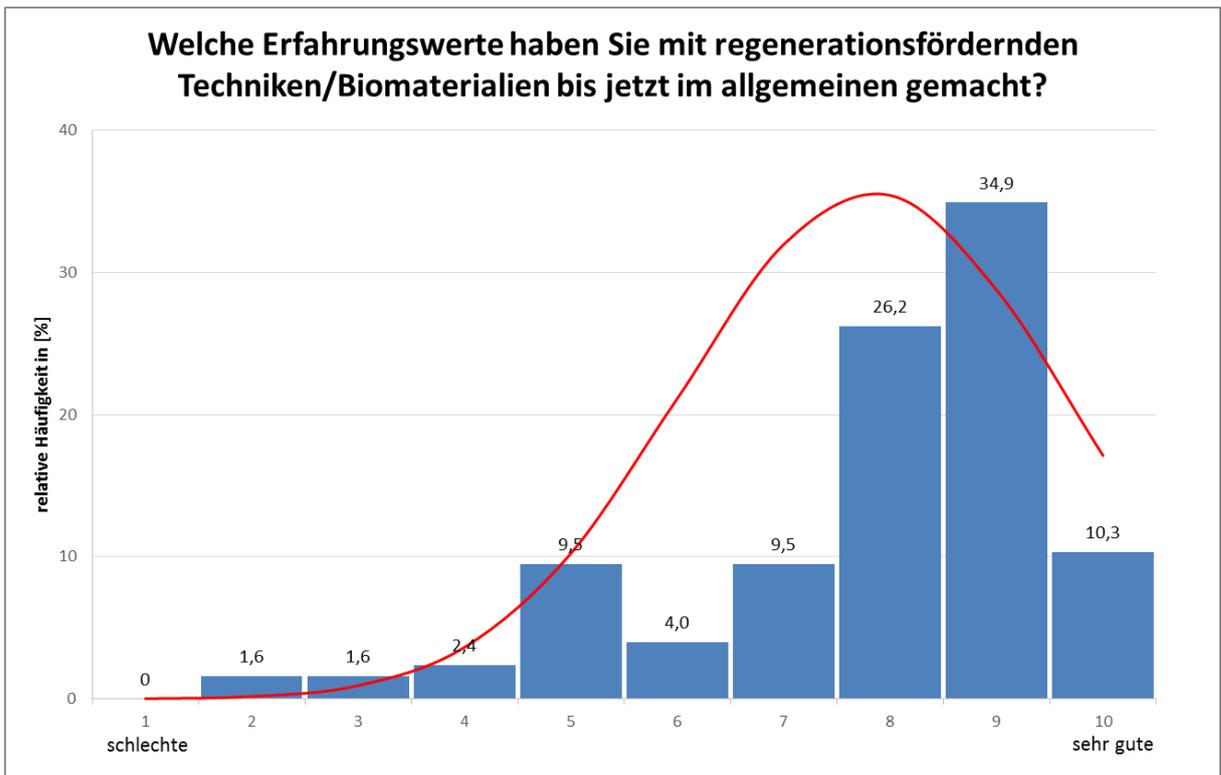


Abb. 51 - Subjektive Einschätzung zu regenerationsfördernden Materialien/Techniken

Darauf aufbauend, sollte nun das insgesamt favorisierte Biomaterial im Rahmen der regenerativen Parodontalchirurgie herausgefunden werden. Auf die weitergehende Frage warum diese Technik/Biomaterial bevorzugt wird, musste eine Kategorisierung vorgenommen werden, um eine Auswertbarkeit zu erreichen.

So zeigte sich auf die Frage hinsichtlich des Biomaterials/Produktes, dass 54,3 % aller Befragten Schmelzmatrixproteine von Straumann (Emdogain®) in der regenerativen Parodontalchirurgie bevorzugen. Membranen und Knochenersatzmaterialien, einzeln oder in Kombination, wurden zu 35,4 % von Geistlich (Bio-Gide®/Bio-Oss®), 15,0 % von botiss (jason® membrane/cerabone®) und 12,6 % von sonstigen Herstellern bevorzugt.

Lediglich 10,2 % der Befragten gaben an, patienteneigene Substanzen (PRF/autologer Knochen) zu favorisieren. Als letzten Punkt hierzu wurden OP-/sonstige Techniken mit 18,1 % angeführt. Hierbei wurden Lappen- oder Schalentechiken angegeben (Abb. 52).

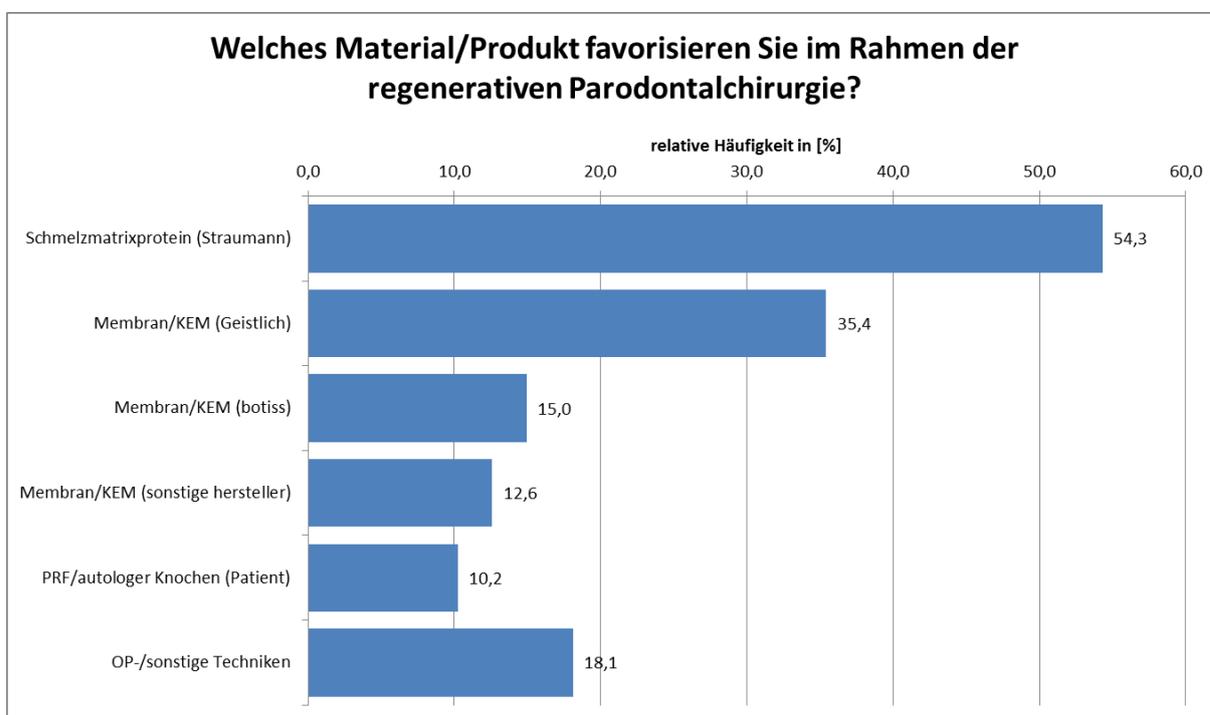


Abb. 52 - Zusammenfassung von favorisierten Materialien/Produkten in der regenerativen Parodontalchirurgie (Mehrfachantworten waren möglich)

Bei der weiterführenden Frage warum dieses Material bevorzugt wird, gaben 25,2 % der Befragten die positive Studienlage als Grund an. Weitere Punkte, die den Zahnärztinnen und Zahnärzten wichtig erschienen sind „Regeneration“ mit 16,5 %, „Vorhersagbarkeit“ mit 15,7 % und „Defektstabilisierung“ mit 15,7 %. Geringere Werte hatten die Punkte „Förderung der Wundheilung“ mit 7,9 %, „Handhabung“ mit 7,9 %, „Preis-Leistungsverhältnis“ mit 5,5 %, „Biokompatibilität“ mit 1,6 % und sonstiges mit 4,7 % (Abb. 53).

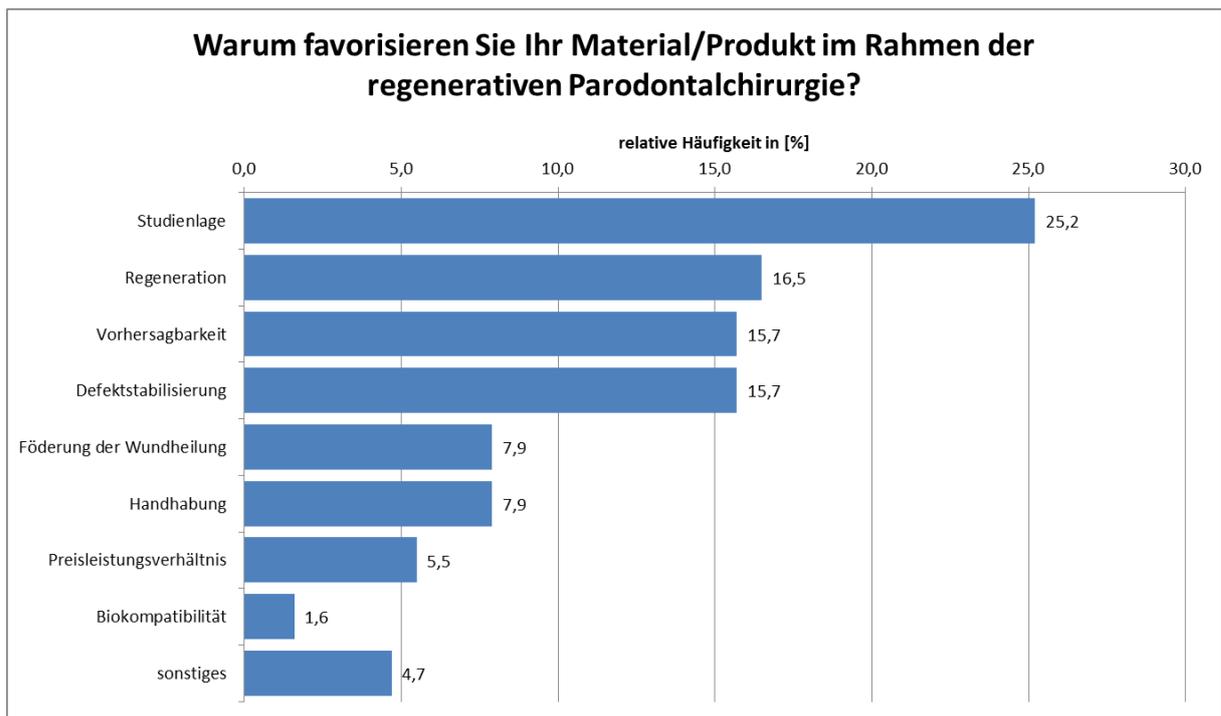


Abb. 53 - Zusammenfassung der Gründe für das jeweilige favorisierte Material/Produkt in der regenerativen Parodontalchirurgie

Den Einfluss bestimmter Faktoren bei der Wahl eines Biomaterials konnten auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 10 (sehr gut) bewertet werden.

Auf die Zufriedenheit mit ihrem favorisierten Material/Produkt, gaben die Befragten ein positives Votum (Mittelwert von $8,35 \pm 1,631$ Punkten) ab (Abb. 54).

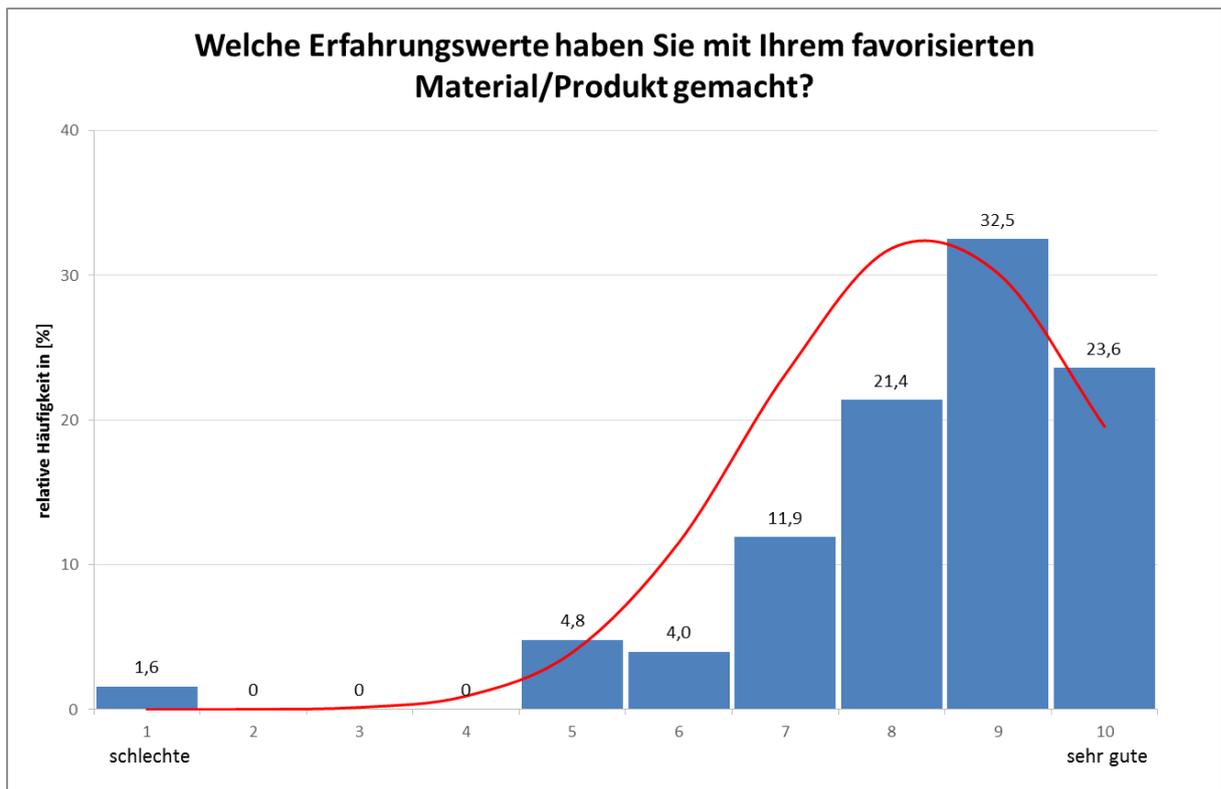


Abb. 54 - Subjektive Einschätzung zu Erfahrungen mit dem favorisiertem Material/Produkt

Bei der Frage, ob der Preis ihres favorisierten Materials gerechtfertigt sei, stimmten die Teilnehmenden eher zu (Mittelwert $6,4 \pm 1,864$ Punkte) (Abb. 55).

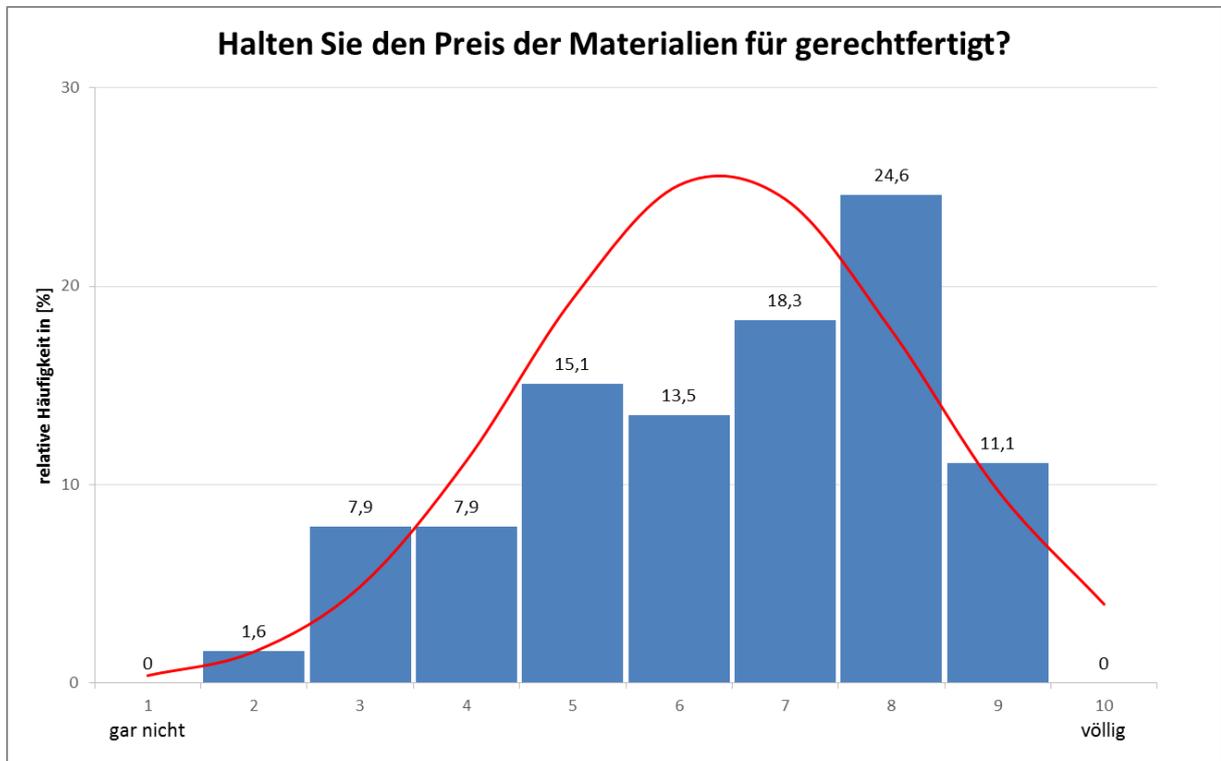


Abb. 55 - Subjektive Einschätzung über den Materialpreis

Die Kosten-Nutzen-Relation wurde mit einem Durchschnittswert von $7,17 \pm 2,016$ als positiv bewertet (Abb. 56).

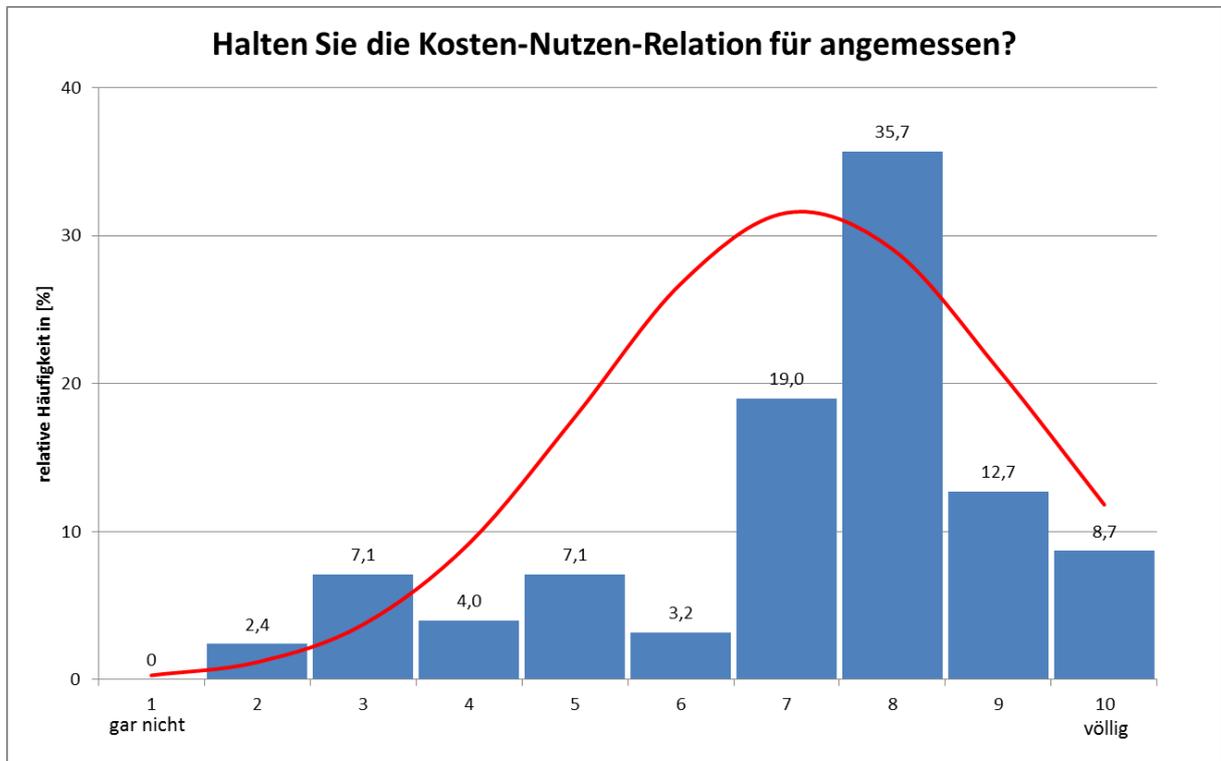


Abb. 56 - Subjektive Einschätzung über Kosten-Nutzen-Relation von Material/Produkt und Preis

Die Frage ob der Preis vom häufigeren Einsatz des favorisierten Materials abhalte, wurde von den Teilnehmern eher verneint (Durchschnittswert: 3,00 ± 2,301) (Abb. 57).

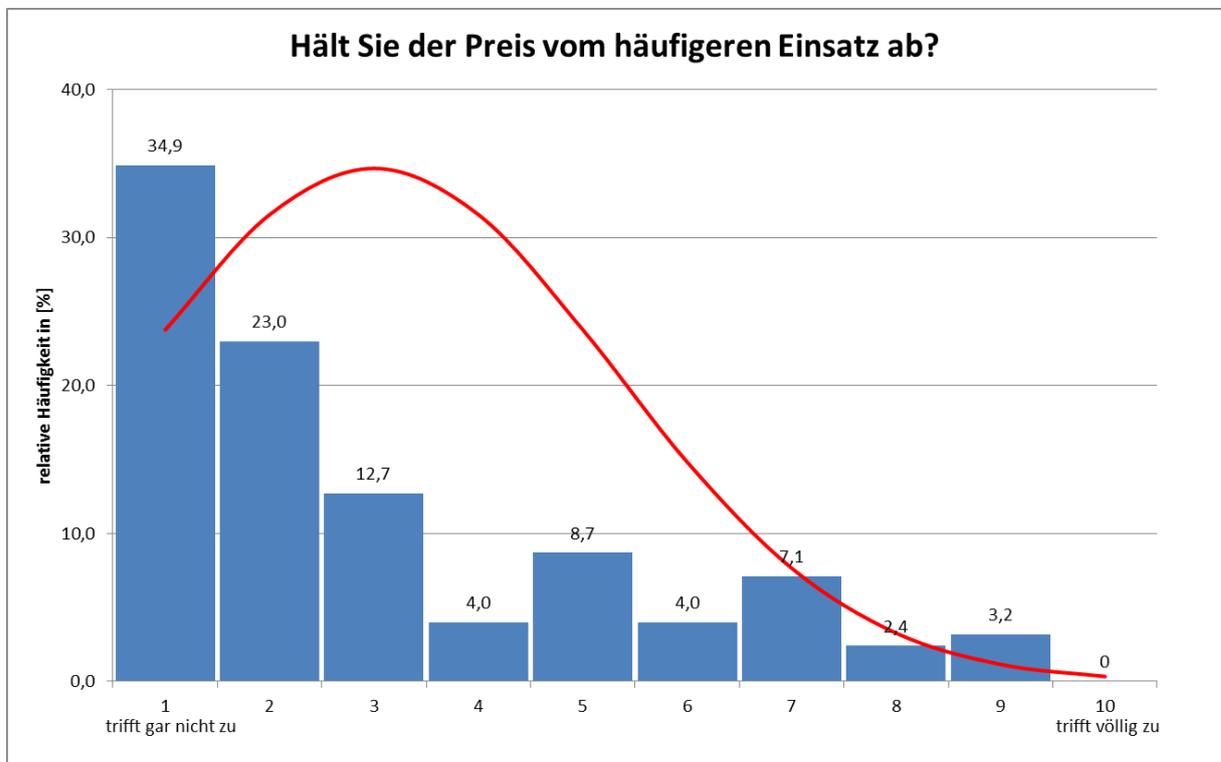


Abb. 57 - Subjektive Einschätzung zur Einsatzhäufigkeit in Abhängigkeit vom Preis

5. Diskussion

5.1. Übersicht der Behandlungsmethoden in der zahnärztlichen Praxis

Die systematische Behandlung von Parodontopathien umfasst sowohl die konventionelle subgingivale Instrumentierung als auch den Einsatz von parodontalchirurgischen Verfahren. Das Ziel der Parodontitistherapie ist die dauerhafte Entzündungsfreiheit. Diesen Zustand kann man entweder durch Reparation oder wenn möglich durch Regeneration parodontaler Strukturen erreichen. Das resektive parodontalchirurgische Vorgehen beinhaltet die Exzision des infizierten Gewebes unter möglicher Beeinträchtigung des ästhetischen Bildes. Daher wird in der modernen Parodontalchirurgie die Regeneration parodontaler Strukturen angestrebt und beinhaltet die Neubildung von Wurzelzement, Desmodont und Alveolarknochen (15). Hierzu existieren eine Vielzahl an parodontalchirurgischen Strategien, Techniken und Biomaterialien.

Diese Arbeit sollte untersuchen, welche regenerativen Behandlungsstrategien und Biomaterialien in der zahnärztlichen Praxis zum Einsatz kommen, um diese anschließend mit der bestehenden Evidenz zu vergleichen.

5.2. Resektive Parodontalchirurgie

Das Ziel der resektiven Parodontalchirurgie ist die nachhaltige Taschen- und Knochendefektelimination zum Erhalt der Zähne und Wiederherstellung der Mundgesundheit (15, 95).

Zu den resektiven Techniken zählen der apikale Verschiebelappen mit oder ohne Ostektomie/Osteoplastik, chirurgische Kronenverlängerung, Gingivektomie Keilexzision und die resektive Furkationstherapie. Zu der resektiven Furkationstherapie gehören die Prämolarisierung, Hemisektion, Trisektion und Wurzelamputation (95).

Heutzutage ist der Erhalt parodontal-kompromittierter Zähne durch resektive- und regenerative chirurgische Maßnahmen möglich. Die Vorteile der resektiven Parodontalchirurgie sind die zuverlässige und vorhersagbare Taschenelimination und minimaler Knochenverlust (95). Nachteilig bei resektiven Maßnahmen sind der Verlust von parodontalen Strukturen, Hypersensibilitäten an exponierten Wurzeloberflächen, ein erhöhtes Risiko für Wurzelkaries sowie eine Beeinträchtigung der Rot-Weiß-Ästhetik (95).

Mehrere Untersuchungen lieferten unterschiedliche aber dennoch sehr hohe Überlebensraten nach der Anwendung resektiver Parodontalchirurgie. Für den Erfolg der Therapie sind demnach viele Faktoren verantwortlich, wie strategische Bedeutung des Zahnes, funktionelle und ästhetische Aspekte, Alter des Patienten, allgemeiner Gesundheitszustand und die häuslichen Mundhygienefähigkeiten (95). Zudem bestimmen zahnbezogene Aspekte, wie Grad des Furkations- und Knochendefektes, Sondierungstiefen, Lockerungsgrad, suffiziente endodontologische Therapie, restliche Zahnhartsubstanz und prothetische Aspekte die Prognose des Zahnerhalts (95). Ein weiterer Aspekt entscheidend für die Überlebensrate resektiv behandelter Zähne ist, dass die Patienten konsequent in eine unterstützende Parodontitistherapie eingebunden sind (96-98).

Die resektive Parodontalchirurgie ist ab einer Taschensondierungstiefe ≥ 6 mm einem nicht-chirurgischen Vorgehen vorzuziehen (99). Ein wesentlicher Aspekt für die resektive Parodontalchirurgie ist die Reduktion von Parodontalpathogenen im Gewebe nach einem apikalen Verschiebelappen (100). Ob dieser Vorteil einen

klinisch relevanten Effekt mit sich bringt ist noch unklar (95). Dennoch kann durch das resektive Vorgehen zuverlässig bei Taschensondierungstiefen ab 6 mm die größte Taschenreduktion generiert werden (99, 101).

Eine retrospektive Untersuchung von Lee et al. (2012) erfasste die Erfolgsquote von Molaren nach resektiven parodontalchirurgischen Eingriffen über einen Zeitraum von bis zu 24 Jahren (102). So waren 44,9 % der behandelten Zähne innerhalb von drei Jahren, 27 % im Zeitraum vier bis sechs Jahren, 7,9 % im Zeitraum sieben bis neun Jahren, 12,4 % im Zeitraum 10 bis 12 Jahren und 7,9 % der behandelten Zähne nach 12 Jahren und mehr noch in situ. Durchaus kritisch sollten diese Ergebnisse betrachtet werden, da nur Zähne mit einer fragwürdigen Prognose einbezogen wurden. Als entscheidende Faktoren für den Erfolg der resektiven Therapie von Molaren zeigten sich das Alter des Patienten, der Lockerungsgrad der Zähne und die restliche Knochenhöhe, die die Wurzel umgibt. Demnach ist das Risiko des Zahnverlustes viermal höher sobald weniger als 50 % Restknochenhöhe noch vorhanden sind (102).

Hohe technische Ansprüche an den Behandler und eine optimale Verzahnung mehrerer Fachgebiete (Endodontologie, direkte und indirekte Restaurationen und Parodontologie), fordert die Therapie eines Furkationsbefalls, um auch hier den Zahn langfristig zu erhalten. In der systematischen Übersichtsarbeit von Huynh-Ba et al. (2009) liegt die Überlebensrate von furkationsinvolvierten Zähnen bei resektiven Verfahren zwischen 62 % und 100 % (Zeitraum: 5 bis 8 Jahren) (103). Im Vergleich hierzu wurden bei der Durchführung von Tunnelierungsverfahren eine Überlebensrate zwischen 42,9 % bis 92,9 % in einem Zeitraum von fünf bis 13 Jahren nachgewiesen. Somit sollten auch vorher erforderliche endodontische Behandlungen mitberücksichtigt werden, da diese zu eventuellen Komplikationen führen können. Daher gehören diese und die vertikale Wurzelfraktur zu den am häufigsten vorkommenden Ursachen für Misserfolge bei resektiven Therapieverfahren (104). Die Untersuchung von Carnevale et al. (1998) zeigte Überlebensraten nach resektiver Furkationstherapie von 93 % nach 10 Jahren (105). Diese positive Erfolgsquote soll laut der Untersuchung unter anderem auch auf die regelmäßige Mundhygiene und Plaquekontrolle durch die Patienten zurückzuführen sein (105). Ebenso gute Ergebnisse lieferte die retrospektive Untersuchung von Derks et al. (2018), die Überlebensraten von 90,6 % aufzeigen konnte (106).

Daher kann die resektive Parodontalchirurgie effektiv und vorhersagbar Parodontaltaschen reduzieren oder eliminieren. Die wiederhergestellte positive Knochenarchitektur lässt somit eine optimale Nachsorge wieder zu. Hierbei darf die Wichtigkeit der unterstützenden Parodontitistherapie nicht vernachlässigt werden, da diese eine Voraussetzung für den Erfolg einer jeden parodontalchirurgischen Therapie ist (107).

In der durchgeführten Fragebogenstudie konnte gezeigt werden, dass bis zu 89,8 % der Befragten verschiedene resektive parodontalchirurgische Techniken in ihrer Behandlungsstrategie berücksichtigten (Abb. 22) und teilweise sogar mit 100 % bei gewissen Defektmorphologien anwenden (Abb. 36). Diese Ergebnisse zeigen, dass die resektive Parodontalchirurgie in der heutigen Zeit weiterhin ein wichtiger Baustein im Rahmen der systematischen Parodontitistherapie darstellt.

5.3. Regenerative Parodontalchirurgie

Die regenerative Parodontalchirurgie beinhaltet Therapieoptionen, die das Ziel haben durch entzündliche Prozesse verlorengegangene parodontale Strukturen in Form und Funktion wiederherzustellen (16). Damit vorhersagbare Ergebnisse erzielt werden können, muss die Indikation sorgfältig gestellt werden, die wiederum von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst wird. Die Arbeiten von Cortellini et al. (2000, 2015) helfen dabei die patienten- und defektassoziierten Faktoren einzuordnen und eine Therapieentscheidung zu treffen (18, 30).

Mit Fortschreiten der parodontalen Erkrankung können unterschiedliche Defektmorphologien entstehen. Diese lassen sich in horizontale und vertikale Knochendefekte klassifizieren. Beim horizontalen Knochendefekt ist der Knochen gleichmäßig um die Zahnwurzel in seiner Höhe (von der Schmelz-Zement-Grenze nach apikal) abgebaut. Der vertikale Knochendefekt beschreibt den Knochenabbau von der Wurzeloberfläche in mesialer, distaler, oraler und vestibulärer Richtung. Anhand der Art und des Umfangs des Knochenabbaus werden intraossäre Knochendefekte, abhängig von der Anzahl der defektbegrenzenden Wände, in drei-, zwei-, einwandige, schüsselförmige und komplexe Defekte eingeteilt (16).

Nach dieser Einteilung können die unterschiedlichen Knochendefekte gesondert versorgt werden. In mehreren Übersichtsarbeiten werden Lappenarten und Nahttechniken für die jeweiligen Knochendefekte beschrieben (18, 30, 108).

Hierzu zeigt die aktuelle Studienlage, je höher die Anzahl der defektbegrenzenden Knochenwände ist, desto größer ist der Erfolg der regenerativen Parodontalchirurgie (30, 108-112).

In der vorliegenden Untersuchung fiel auf, dass die befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte 90,6 % regenerative/augmentative Verfahren anwendeten (Abb. 22). Beeinflusst aus diversen Gründen (Abb. 54 bis 57), zeigten die Befragten, dass sie bei unterschiedlichen Defektmorphologien verschiedene regenerative Behandlungsstrategien anwendeten (Abb. 24, 30, 36, 42).

Dies verdeutlicht, dass die regenerative Parodontalchirurgie einen wichtigen Stellenwert in der erfolgreichen, systematischen Parodontitistherapie einnimmt.

5.3.1. Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von dreiwandigen vertikalen Knochendefekten

Bei der Behandlung eines dreiwandigen Knochendefektes entschied sich die Mehrheit der Teilnehmenden für die Therapie mit SMP (90,8 %), gefolgt von der Lappenoperation (69,7 %) und dem Einsatz von KEM (63,0 %).

In der Umfrage stellte sich die Verwendung von SMP als die präferierte Behandlungsoption (90,8%) bei dreiwandigen vertikalen Knochendefekten dar. In klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Therapie mit SMP in besseren klinischen Ergebnissen hinsichtlich der Sondierungstiefen und des klinischen Attachments resultiert im Vergleich zur alleinigen Lappenoperation (111, 113-115). Weitere Studien konnten zeigen, dass bei der alleinigen Verwendung von SMP oder KEM, der klinische Attachmentgewinn jeweils größer ausfällt, als bei der alleinigen Lappenoperation (111, 113-119).

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass es hinsichtlich des Attachmentgewinns keine signifikanten Unterschiede zwischen der Anwendung von SMP gegenüber der GTR oder der Kombinationstherapie GTR+KEM oder SMP+KEM gibt (108, 109, 116).

Ein Grund warum sich 90,8 % der Befragten für die Anwendung mit SMP entschieden haben, ist die einfache Anwendung beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt sein. Die Verwendung von SMP als Mittel zur Regeneration ist abhängig von den noch vorhandenen defektbegrenzenden Wänden. Der regenerative Effekt wirkt verstärkt, je mehr Wände vorhanden sind. Somit ist laut aktueller Studienlage die Therapie mit SMP eine einfache und erfolgreiche Therapieform beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt (108, 110, 111, 116, 120).

So steht die Therapie mit SMP beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt in Übereinstimmung mit der vorliegenden Evidenz (108, 110, 111, 116, 120, 121).

Als zweites präferierten die Teilnehmenden die offene Lappenoperation (69,7 %). Diese gilt heute als Standardbehandlung bei Taschensondierungstiefen > 5,5 mm und entspricht den kassenzahnärztlichen Leistungen zur systematischen Therapie von Parodontopathien (122). Leistungen, die eine Gewebe- oder

Knochenregeneration anstreben sind nicht Bestandteil des BEMA-Leistungskataloges (122). Die alleinige Lappenoperation führt zur Reduktion der klinischen Parameter Entzündungszeichen und Taschensondierungstiefen (99). Im Vergleich lieferten jedoch die regenerativen Verfahren statistisch signifikant bessere klinische Ergebnisse als die alleinige Lappenoperation (30, 108, 109). Somit ist laut vorliegender Evidenz eine regenerative Therapie beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt gegenüber einer alleinigen Lappenoperation vorzuziehen (18, 30, 108, 109).

Der Einsatz von KEM wurde bei den Befragten als dritte Option präferiert (63,0 %). Zum Einsatz von KEM im Rahmen der regenerativen Parodontalchirurgie zeigt die vorliegende Studienlage, dass die untersuchten Knochenersatzmaterialien unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich des Attachmentgewinns aufwiesen. Dennoch konnten diese Studien eine klare Überlegenheit bei der Verwendung von KEM gegenüber der alleinigen Lappenoperation hinsichtlich des Attachmentgewinns zeigen (111, 113-119).

Die weiteren Therapieformen SMP + KEM (59,7 %), GTR (55,5 %) und GTR + KEM (49,6 %) konnten in verschiedenen Studien hinsichtlich des Attachmentgewinns keinen signifikanten Unterschied gegenüber der alleinigen Anwendung von SMP aufzeigen (108, 109, 116).

5.3.2. Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekten

In der Literatur werden die Defektmorphologien in raumschaffende (containing defects) und nicht-raumschaffende (noncontaining defects) Defekte unterteilt (18, 30, 108, 109). Die zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekte zählen zu den nicht-raumschaffenden Defekten.

Die Teilnehmenden der Fragebogenstudie präferierten beim zweiwandigen vertikalen Knochendefekt die gleiche Therapierihenfolge wie beim einwandigen vertikalen Knochendefekt (Abb. 30, 36). So entschieden sie sich am häufigsten für die Lappenoperation (zweiwandig 88 %, einwandig 100 %), gefolgt von der Therapie mit SMP (zweiwandig 86,1 %, einwandig 68,4 %) und der Kombinationstherapie GTR + KEM (zweiwandig 80,6 %, einwandig 64,5 %).

Primär präferierten die Teilnehmenden die offene Lappenoperation (zweiwandig 88 %, einwandig 100 %). Diese gilt heute als Standardbehandlung bei Taschensondierungstiefen > 5,5 mm und entspricht den kassenzahnärztlichen Leistungen zur systematischen Therapie von Parodontopathien (122).

Ein resektives Vorgehen in diesem Fall ist zwar eine Behandlungsoption und führt zur Verringerung der Entzündungsindizes und Taschensondierungstiefen, jedoch nicht zur einer Wiederherstellung der parodontalen Strukturen (99, 108, 109, 123). Im Vergleich hierzu lieferten regenerative Verfahren statistisch signifikant bessere klinische und histologische Ergebnisse als beim Standardverfahren der alleinigen Lappenoperation (30, 108, 109, 123). Somit ist laut vorliegender Evidenz eine regenerative Therapie gegenüber einer alleinigen Lappenoperation bei zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekten vorzuziehen (18, 30, 108, 109, 123).

In der Umfrage stellte sich die Verwendung von SMP als zweithäufigste Behandlungsoption bei ein- und zweiwandigen Defekten dar. Die Anwendung von SMP liefert laut Studienlage bessere klinische Ergebnisse hinsichtlich der Sondierungstiefen und des klinischen Attachments im Vergleich zur alleinigen Lappenoperation (113). Bei gut abgestützten zweiwandigen Knochendefekten, die einer Dreiwand-Morphologie ähneln, können entsprechend der Literatur SMP alleine

oder in Kombination mit einem Defektfüllmaterial bei nichtbegrenzenden Defekten verwendet werden (23, 30, 92, 124-126). Die Übersichtsarbeit von Kao et al. (2015) zeigte beim Vergleich der Anwendung von SMP und GTR, keinen signifikanten Unterschied (108). Trotz der Techniksensitivität der GTR hatten sich von den Befragten 80,6 % beim zweiwandigen und 64,5 % beim einwandigen vertikalen Knochendefekt für die GTR + KEM entschieden. Die Membranen können hierbei mit ihren raumbildenden und wundstabilisierenden Eigenschaften mit ein Grund für den Therapieerfolg der GTR + KEM sein (18, 30, 108, 109, 127). Tonetti et al. (1996) konnten zeigen, dass nicht nur die intraossäre Defektanatomie, sondern vielmehr der gesamte Raum unter der Membran entscheidend für die Regeneration ist (128). Da bei diesen Defekten die Membran alleine nicht raumstabilisierend agieren kann, wird ein Defektfüllmaterial benötigt, um ein Kollabieren des Defektraumes und eine bindegewebliche Einsprossung zu verhindern (18, 30, 128). Die Kombinationstherapie GTR + KEM haben jedoch bei tiefen intraossären Defekten keine additive Wirkung gegenüber der Membran (GTR) alleine (108, 109). Hierzu wurden allerdings keine Nachteile bei der Verwendung von KEM mit Membranen berichtet (18). Auch Needleman et al. (2005) zeigten in ihrer Übersichtsarbeit die Überlegenheit von GTR + KEM bei nichtbegrenzenden Defekten (109, 116, 129). Die vorliegende Evidenz empfiehlt daher die GTR + KEM bei zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekten anzuwenden (19, 108, 109, 116, 123, 129).

5.3.3. Abgleich der Studienergebnisse mit der vorliegenden Evidenz hinsichtlich der Behandlung von Furkationsdefekten Grad II

Der erschwerte Zugang und die mannigfaltigen Ausprägungen des Furkationsbereiches erschweren die Diagnostik sowie die Therapie (15). Die klinische und radiologische Diagnostik teilt den Furkationsdefekt in unterschiedliche Defektgrade (Grad 0 bis Grad 3) ein. Auf Grund der erschwerten Defektmorphologie und vielen unterschiedlichen Therapieansätzen, ist die Behandlung des Furkationsbefalls komplex und die Prognose schwierig.

Zur Behandlung eines Furkationsdefektes Grad II wählten die Befragten am häufigsten die Lappenoperation (71,2 %) aus. Diese Therapie zeigt, dass sie grundsätzlich die klinischen Parameter Entzündungsindizes und Sondierungstiefen verbessert (117, 130-134) und entspricht der Standardbehandlung der gesetzlichen Krankenkassen (122). Allerdings konnten Haney et al. (1997) zeigen, dass mit dieser Therapieform das klinische Ergebnis nach vier bis fünf Jahren nicht mehr zufriedenstellend ist und sich wieder bei 12 von 16 Defektstellen ein Furkationsdefekt Grad II einstellt (127). Weiterhin zeigt die vorliegende Evidenz, dass alle regenerativen Therapieformen (SMP, KEM, GTR, SMP+KEM, GTR+KEM) gegenüber der alleinigen Lappenoperation klinisch überlegen sind (87, 111, 117, 135-167).

In der Umfrage präferierten die Befragten als zweite Therapieoption SMP (66,1 %) gefolgt von GTR+KEM (51,7 %).

In klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Therapie mit SMP zu einer Verbesserung des klinischen Attachments und Reduktion der Sondierungstiefen beim Furkationsdefekt Grad II im Vergleich zur alleinigen Lappenoperation führt (121, 168-170). Eine weitere Studie konnte zeigen, dass bei der Therapie mit SMP stabile klinische Ergebnisse über einen Zeitraum von 36 Monaten erzielt werden können (171). Weitere Arbeiten zeigten, dass bei der Verwendung von SMP, KEM oder GTR es zu keinen signifikanten Unterschieden bei den klinischen Parametern führen (142, 172, 173). Bei der GTR generieren nichtresorbierbare Membranen statistisch nicht signifikant mehr Regeneration als resorbierbare Membranen, allerdings kann dem Patienten ein zweiter Eingriff, zur Entfernung nichtresorbierbarer Membranen, erspart bleiben (18, 30, 167, 174). Um den Raum unter der Membran bei der Behandlung

von Furkationsdefekten Grad II zu stabilisieren, sollten Knochenersatzmaterialien verwendet werden (18, 30, 167). So kann die Kombinationstherapie GTR + KEM mehr klinisches Attachment generieren, als die alleinige Anwendung der GTR (154, 167, 175-180). Basierend auf der vorliegenden Evidenz generiert die Kombination GTR + KEM den größten klinischen Attachmentgewinn bei der Therapie des Furkationsdefektes Grad II (181).

5.4. Regenerative Wirkung von Biomaterialien

In dieser Studie sollte weiterhin untersucht werden, welche Biomaterialien in der zahnärztlichen Praxis bei der regenerativen Parodontalchirurgie zum Einsatz kommen und den klinisch größten Gewinn bzw. Regeneration versprechen.

5.4.1. Regenerative Wirkung von Schmelzmatrixproteinen

Der einfache Einsatz von Schmelzmatrixproteinen wurde von den Teilnehmenden häufig präferiert. So wurden bei allen Defektmorphologien SMP alleine oder in der Kombinationstherapie eingesetzt (von 49,2 % SMP + KEM beim Furkationsdefekt Grad II bis 90,8 % SMP beim einwandigen Knochendefekt).

Nach Auswertung von humanhistologischen und humanhistomorphometrischen Daten in einer systematischen Übersichtsarbeit, führte die Anwendung von SMP zur einer parodontalen Regeneration, allerdings nicht zur einer vollständigen Defektausheilung (112). Viele Arbeiten bestätigten SMP einen positiven Heilungsverlauf und ein regeneratives Potenzial (111, 114, 115, 144, 168, 170, 182).

5.4.2. Regenerative Wirkung von Membranen

Mehrere Eigenschaften sollten im Idealfall eine Barrieremembran aufweisen: biokompatibel, bioadhärend, zellundurchlässig, modellierbar, formstabil und sterilisierbar (31). Über deren Wirksamkeit und Verbesserung mehrerer klinischer Parameter (TST, CAL, REZ) bei der GTR, berichteten bereits viele Studien (42, 109, 129, 183-189). So zeigten einige Studien auch, dass die regenerativen Ergebnisse zwischen resorbierbaren und nichtresorbierbaren Membranen vergleichbar sind (129, 183, 189). In der Parodontalchirurgie werden resorbierbare Membranen bevorzugt, um einen zweiten Eingriff zu vermeiden (18, 30).

Die vorliegende Umfragestudie bestätigt diese Aussage, da nur resorbierbare Membranen von den Teilnehmern genutzt wurden. Die Befragten nutzten bei allen Defektmorphologien überwiegend Bio-Gide®, Geistlich (50,0 % bis 64,9 %) und Jason® membrane, botiss (21,1 % bis 37,9 %) (s. Abb. 27, 28, 31, 35, 37, 41, 43, 47).

5.4.3. Regenerative Wirkung von autogenem Knochen

Bei der Auswahl, welches Defektfüllmaterial bei Knochendefekten zum Einsatz kommen soll, wird autogener Knochen wegen seinen osteoinduktiven und osteokonduktiven Eigenschaften häufig verwendet (190). Diese Untersuchung zeigt, dass bei allen Defektmorphologien autogener Knochen eingesetzt wurde. Dies variierte von 32,8 % (SMP+KEM bei Furkationsdefekt Grad II) bis hin zu 69,2 % (KEM bei Furkationsdefekt Grad II). Die Entnahmestelle variierte ebenfalls, dennoch präferierten die Teilnehmenden eine Entnahme in der OP-Umgebung, um die Entnahmemorbidität zu verringern (191).

Autologer Knochen gilt als biologischer Goldstandard bei augmentativen Verfahren in der Parodontalchirurgie (70). Als Nachteil gilt die begrenzte Verfügbarkeit, die Schaffung eines zweiten Operationsgebietes und die verlängerte Operationszeit (70). Besonders vorteilhaft stellt sich das osseinduktive Potenzial und die immunologische/infektiöse unbedenkliche Nutzung dar (70). Hierzu berichteten einige Studien über eine parodontale Regeneration (192, 193) und weitere Studien berichteten über eine partielle Regeneration des Parodontalgewebes bei der

Verwendung von autogenem Knochen (194-196). Sculean et al. (2015) kam in seiner Arbeit zu dem Ergebnis, dass in 80 % der Fälle eine teilweise bis vollständige Regeneration bei der Nutzung von autogenem Knochen zu beobachten war (112).

5.4.4. Regenerative Wirkung von allogenen Knochenersatzmaterial

Allogenes Knochenersatzmaterial scheint auf Grund der gleichen Spenderspezies prädestiniert für die Therapie parodontaler Knochendefekte zu sein. Mehrere Studien belegen, dass DFDBA die parodontale Regeneration fördert (116, 117, 154, 177, 179). Allerdings bestehen theoretische Infektionsrisiken und ethische Bedenken vom Patienten beim Gebrauch (63).

Allogenes Knochenersatzmaterial wurde von den Befragten daher selten genutzt. So kamen bei allen Defektmorphologien 0 % (KEM bei Furkationsdefekt Grad II) bis 6,7 % (KEM beim einwandigen Knochendefekt) zum Einsatz.

Mehrere Studien belegen, dass bei der Anwendung von allogenen Knochenersatzmaterial mit partieller Defektregeneration zu rechnen ist (197-200). So zeigte eine Übersichtsarbeit anhand humanhistologischer und humanhistomorphometrischer Daten, dass bei 70 % der Defekte eine partielle Regeneration zu beobachten war, die allerdings keinen Anhalt für eine vollständige Regeneration lieferten (112).

5.4.5. Regenerative Wirkung von xenogenem Knochenersatzmaterial

Zahlreiche Studien belegen, dass xenogene Knochenersatzmaterialien die parodontale Regeneration unterstützen (116, 143, 150, 201). Auf Grund ihrer hohen Verfügbarkeit und regenerativen Potenzials, wurde xenogenes Knochenersatzmaterial von den Befragten meist häufiger als autogener Knochen benutzt. So variierte der Einsatz bei allen Defektmorphologien von 64,6 % (KEM beim dreiwandigen Knochendefekt) bis zu 95,9 % (GTR + KEM beim einwandigen Knochendefekt).

Einige Studien zeigen, dass eine parodontale Regeneration zu erwarten ist (202-204). Die Übersichtsarbeit von Sculean et al. (2015) kam zu dem Ergebnis, dass in 73 % der Fälle eine partielle Regeneration bei der Nutzung von xenogenem Knochenersatzmaterial nach humanhistologischen und humanhistomorphometrischen Untersuchungen zu beobachten war (112).

5.4.6. Regenerative Wirkung von alloplastischem Knochenersatzmaterial

In dieser Umfrage zeigte sich, dass die Befragten alloplastische Knochenersatzmaterialien eher seltener anwendeten. So variierte der Einsatz bei allen Defektmorphologien von 0 % (KEM beim einwandigen Knochendefekt) bis zu 15,4 % (KEM beim dreiwandigen Knochendefekt).

Einige Studien belegten signifikante Verbesserungen klinischer Parameter (TST, CAL), doch fehlten hierzu humanhistologische Daten, die eine partielle oder vollständige Regeneration bestätigten (154, 173, 205). Weitere Arbeiten zeigten eher eine Ausheilung mit einem langem Saumepithel sowie eine bindegewebliche Einkapselung der Transplantatpartikel und eine begrenzte Knochenbildung (199, 206-208).

So fasst eine Übersichtsarbeit zusammen, dass bei 34 % der Defekte nur eine partielle Regeneration zu beobachten war (112).

6. Zusammenfassung

Diese Fragebogenstudie mit 127 befragten Zahnärztinnen und Zahnärzten untersuchte, welche chirurgischen Techniken und Biomaterialien in der regenerativen Parodontalchirurgie in der zahnärztlichen Praxis zum Einsatz kommen, um diese anschließend mit der vorliegenden Evidenz zu vergleichen.

Die regenerative Parodontalchirurgie ist hinsichtlich der klinischen und histologischen Parameter der alleinigen Lappenoperation überlegen (18, 19, 30, 108, 109, 111, 123, 128). Allerdings scheint es keine einzelne Therapieform zur Behandlung aller Defektarten zu geben, wodurch es notwendig ist, eine Behandlungsstrategie für jede Defektmorphologie zu besitzen (18, 30). Hierzu liefern mehrere Übersichtsarbeiten Entscheidungshilfen, um eine passende regenerative Behandlungsstrategie zu finden (18, 30, 108, 109, 129, 167).

Die vorliegende Untersuchung zeigte beim dreiwandigen vertikalen Knochendefekt, dass 90,8 % der Befragten sich für die Therapie mit SMP übereinstimmend mit der vorliegenden Evidenz entschieden hatten (108, 110, 111, 116, 120, 121).

Beim zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekt entschieden sich von den Teilnehmenden 88 % beim zweiwandigen und 100 % beim einwandigen Knochendefekt, primär für die kassenzahnärztliche Lösung der alleinigen Lappenoperation. Dies steht nicht in Übereinstimmung mit der vorliegenden wissenschaftlichen Evidenz, die belegt, dass eine regenerative Therapie gegenüber der alleinigen Lappenoperation bei zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekten überlegen ist (18, 30, 108, 109, 116, 123, 129). So entschieden sich für die Therapieempfehlung GTR + KEM nach der vorliegenden Evidenz von den Teilnehmenden 80,6 % beim zweiwandigen und 64,5 % beim einwandigen vertikalen Knochendefekt (108, 109, 111).

Beim Furkationsdefekt Grad II zeigte sich ein ähnliches Bild wie zuvor beim zwei- und einwandigen vertikalen Knochendefekt. Primär entschieden sich 71,2 % der Befragten für die alleinige Lappenoperation. Dies steht nicht in Übereinstimmung mit der vorliegenden Evidenz (87, 111, 117, 135-167). So entschieden sich 51,7 % der Befragten für die GTR + KEM, die laut vorliegender Evidenz, die optimale Therapieform darstellt (154, 167, 175-181).

Von den verwendeten Biomaterialien nutzte die Hälfte der Teilnehmenden autologen Knochen, der als biologischer Goldstandard in der Augmentation im Kieferbereich gilt (70). Ebenfalls verwendeten ca. 4 von 5 Teilnehmenden xenogenes Knochenersatzmaterial, das die parodontale Regeneration nachweislich unterstützt (108, 112, 116, 143, 150, 201). Die Teilnehmenden waren hierbei in Übereinstimmung mit der vorliegenden Evidenz, autologen Knochen oder xenogenes Knochenersatzmaterial zu verwenden.

Hinsichtlich der Anwendung von Membranen konnte gezeigt werden, dass nur resorbierbare Membranen zum Einsatz kamen. Dies deckt sich auch mit der Empfehlung von Cortellini et al. (2000), um den Patienten einen zweiten operativen Eingriff zu ersparen (18).

Schmelzmatrixproteine wurden von den Befragten sehr häufig eingesetzt. Diese sind allerdings als alleinige Therapie nicht bei jeder Defektmorphologie indiziert (19, 30, 108, 109, 111).

Insgesamt zeigte diese Untersuchung, dass 71,9 % der Teilnehmenden sich für die ideale Therapieform, in Übereinstimmung mit der vorliegenden Evidenz, entschieden hatten. Als mögliche Einflussfaktoren auf die Therapieentscheidung der befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte, können der Kassenzahnärztliche Leistungskatalog, Kosten für Wahltherapien/Biomaterialien und die Techniksensitivität von Therapieformen herangezogen werden. Hierzu sollten der Gesetzgeber und die Industrie Lösungen anbieten, die es dem Patienten erleichtern, einen Zugang zu regenerativen parodontalchirurgischen Therapien zu erhalten, um die Mundgesundheit in der Bundesrepublik Deutschland weiterhin zu verbessern.

7. Literaturverzeichnis

1. Micheelis W, Bauch J. Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse des nationalen IDZ-Survey 1989. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 1991 05.11.1991. 426.
2. Micheelis W, Schroeder E. Risikogruppenprofile bei Karies und Parodontitis. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1996 07.05.1996. 194.
3. Micheelis W, Reich E. Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1999 16.06.1999.
4. Micheelis W, Schiffner U. Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). 31 Aufl. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2006 21.11.2006. 502.
5. Micheelis W, Jordan AR. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 2016. 617.
6. DG Paro, Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V. Wer ist die Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V.? [Internet]. [zitiert am 09.12.2020]. URL: https://www.dgparo.de/dg_paro/wer_ist_die_dg_paro.
7. Hellwig E, Schäfer E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung : Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. 7 Aufl. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2018. 699.
8. Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL, Jr. Microbial complexes in subgingival plaque. J Clin Periodontol. 1998;25(2):134-44.
9. Cullinan MP, Westerman B, Hamlet SM, Palmer JE, Faddy MJ, Lang NP, et al. A longitudinal study of interleukin-1 gene polymorphisms and periodontal disease in a general adult population. J Clin Periodontol. 2001;28(12):1137-44.
10. Seymour GJ, Taylor JJ. Shouts and whispers: An introduction to immunoregulation in periodontal disease. Periodontol 2000. 2004;35:9-13.
11. Loomer PM. Microbiological diagnostic testing in the treatment of periodontal diseases. Periodontol 2000. 2004;34:49-56.
12. Lamont RJ, Koo H, Hajishengallis G. The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. Nat Rev Microbiol. 2018;16(12):745-59.
13. Dentino A, Lee S, Mailhot J, Hefti AF. Principles of periodontology. Periodontol 2000. 2013;61(1):16-53.
14. Graetz C, Bräuning A, Plaumann A, Springer C, Kahl M, Dörfer CE. Antinfektiöse Therapie - Instrumente zur Wurzeloberflächenbearbeitung im Fokus. Parodontologie. 2016;27(2):165-83.
15. Müller HP. Parodontologie. 3 Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012. 291.
16. Heidemann D, Borchard R. Parodontologie. 4 Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2005. 418.
17. Wolf H, Rateitschak KH, Rateitschak EM. Farbatlanten der Zahnmedizin, Parodontologie. Stuttgart
New York
Dehli
Rio: Thieme; 2012. 544.
18. Cortellini P, Tonetti MS. Focus on intrabony defects: guided tissue regeneration. Periodontol 2000. 2000;22:104-32.
19. Ausenda F, Rasperini G, Acunzo R, Gorbunkova A, Pagni G. New Perspectives in the Use of Biomaterials for Periodontal Regeneration. Materials (Basel). 2019;12(13).
20. Takei HH, Han TJ, Carranza FA, Jr., Kenney EB, Lekovic V. Flap technique for periodontal bone implants. Papilla preservation technique. J Periodontol. 1985;56(4):204-10.

21. Cortellini P, Prato GP, Tonetti MS. The modified papilla preservation technique. A new surgical approach for interproximal regenerative procedures. *J Periodontol.* 1995;66(4):261-6.
22. Cortellini P, Prato GP, Tonetti MS. The simplified papilla preservation flap. A novel surgical approach for the management of soft tissues in regenerative procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1999;19(6):589-99.
23. Cortellini P, Tonetti MS. Minimally invasive surgical technique and enamel matrix derivative in intra-bony defects. I: Clinical outcomes and morbidity. *J Clin Periodontol.* 2007;34(12):1082-8.
24. Cortellini P, Tonetti MS. Improved wound stability with a modified minimally invasive surgical technique in the regenerative treatment of isolated interdental intrabony defects. *J Clin Periodontol.* 2009;36(2):157-63.
25. Zucchelli G, Mazzotti C, Tirone F, Mele M, Bellone P, Mounssif I. The connective tissue graft wall technique and enamel matrix derivative to improve root coverage and clinical attachment levels in Miller Class IV gingival recession. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34(5):601-9.
26. Zucchelli G, Marzadori M, Mounssif I, Mazzotti C, Stefanini M. Coronally advanced flap + connective tissue graft techniques for the treatment of deep gingival recession in the lower incisors. A controlled randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2014;41(8):806-13.
27. Zucchelli G, Mounssif I, Mazzotti C, Stefanini M, Marzadori M, Petracci E, et al. Coronally advanced flap with and without connective tissue graft for the treatment of multiple gingival recessions: a comparative short- and long-term controlled randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2014;41(4):396-403.
28. Zucchelli G, Mounssif I, Marzadori M, Mazzotti C, Felice P, Stefanini M. Connective Tissue Graft Wall Technique and Enamel Matrix Derivative for the Treatment of Infrabony Defects: Case Reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017;37(5):673-81.
29. Cortellini P, Bowers GM. Periodontal regeneration of intrabony defects: an evidence-based treatment approach. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1995;15(2):128-45.
30. Cortellini P, Tonetti MS. Clinical concepts for regenerative therapy in intrabony defects. *Periodontol 2000.* 2015;68(1):282-307.
31. Buser D, Dahlin D, Schenk R. Guided bone regeneration in implant dentistry. 1 Aufl. Berlin: Quintessenz Publishing Deutschland; 1994. 270.
32. Paulßen von Beck FAH-C. Evaluierung der Biokompatibilität unterschiedlicher Membranoberflächen mit humanen unrestringierten somatischen Stammzellen und humanen Osteoblasten. Düsseldorf: Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf; 2018.
33. Donnenfeld OW, Hoag PM, Weissman DP. A clinical study on the effects of osteoplasty. *J Periodontol.* 1970;41(3):131-41.
34. Zitzmann NU, Naef R, Scharer P. Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12(6):844-52.
35. Tatakis DN, Promsudthi A, Wikesjo UM. Devices for periodontal regeneration. *Periodontol 2000.* 1999;19:59-73.
36. Taylor LD, Daniels CK, Schmucker DL. Ageing compromises gastrointestinal mucosal immune response in the rhesus monkey. *Immunology.* 1992;75(4):614-8.
37. Heinz B, Arjomand M, Jepsen K, Jepsen S. Rezessionstherapie mit einem neuen resorbierbaren GTR-Barrier - erste klinische Erfahrungen. *Parodontologie.* 1998;9(2):133.

38. Kodama T, Minabe M, Hori T, Watanabe Y. The effect of various concentrations of collagen barrier on periodontal wound healing. *J Periodontol.* 1989;60(4):205-10.
39. Minabe M, Kodama T, Kogou T, Tamura T, Hori T, Watanabe Y, et al. Different cross-linked types of collagen implanted in rat palatal gingiva. *J Periodontol.* 1989;60(1):35-43.
40. Quteish D, Dolby AE. The use of irradiated-crosslinked human collagen membrane in guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol.* 1992;19(7):476-84.
41. Zahedi S, Legrand R, Brunel G, Albert A, Dewe W, Coumans B, et al. Evaluation of a diphenylphosphorylazide-crosslinked collagen membrane for guided bone regeneration in mandibular defects in rats. *J Periodontol.* 1998;69(11):1238-46.
42. Stoecklin-Wasmer C, Rutjes AW, da Costa BR, Salvi GE, Jüni P, Sculean A. Absorbable collagen membranes for periodontal regeneration: a systematic review. *J Dent Res.* 2013;92(9):773-81.
43. Schwarz F, Sager M, Rothamel D, Herten M, Sculean A, Becker J. [Use of native and cross-linked collagen membranes for guided tissue and bone regeneration], *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2006;116(11):1112-23.
44. Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Effectiveness of Lateral Bone Augmentation on the Alveolar Crest Dimension: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res.* 2015;94(9 Suppl):128s-42s.
45. Dimitriou R, Mataliotakis GI, Calori GM, Giannoudis PV. The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects: current experimental and clinical evidence. *BMC Med.* 2012;10:81.
46. Oliveira ER, Nie L, Podstawczyk D, Allahbakhsh A, Ratnayake J, Brasil DL, et al. Advances in Growth Factor Delivery for Bone Tissue Engineering. *Int J Mol Sci.* 2021;22(2).
47. Kolk A, Handschel J, Drescher W, Rothamel D, Kloss F, Blessmann M, et al. Current trends and future perspectives of bone substitute materials - from space holders to innovative biomaterials. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(8):706-18.
48. Smeets R, Maciejewski O, Gerressen M, Spiekermann H, Hanisch O, Riediger D, et al. Impact of rhBMP-2 on regeneration of buccal alveolar defects during the osseointegration of transgingival inserted implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(4):e3-e12.
49. Smeets R, Kolk A. Osteokunduktive und -induktive Knochenersatzmaterialien. *ZMK.* 2010;27:328-40.
50. Smeets R, Jung O, Hanken H, Kolk A. Was können regenerative Materialien in der Zahnmedizin leisten - und wo sind die Grenzen? *DZZ, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift.* 2014;69:708-21.
51. Fischer J, Kolk A, Wolfart S, Pautke C, Warnke PH, Plank C, et al. Future of local bone regeneration - Protein versus gene therapy. *J Craniomaxillofac Surg.* 2011;39(1):54-64.
52. Smeets R, Hanken H, Beck-Broichsitter B, Gröbe A, Precht C, Heiland M, et al. Knochenersatzmaterialien. *Der MKG-Chirurg.* 2016;9(1):2-11.
53. Acocella A, Bertolai R, Ellis E, 3rd, Nissan J, Sacco R. Maxillary alveolar ridge reconstruction with monocortical fresh-frozen bone blocks: a clinical, histological and histomorphometric study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(6):525-33.
54. Chaushu G, Vered M, Mardinger O, Nissan J. Histomorphometric analysis after maxillary sinus floor augmentation using cancellous bone-block allograft. *J Periodontol.* 2010;81(8):1147-52.
55. Guerrero JS, Al-Jandan BA. Allograft for maxillary sinus floor augmentation: a retrospective study of 90 cases. *Implant Dent.* 2012;21(2):136-40.

56. Moore ST, Katz JM, Zhukauskas RM, Hernandez RM, Lewis CS, Supronowicz PR, et al. Osteoconductivity and osteoinductivity of Puros(R) DBM putty. *J Biomater Appl.* 2011;26(2):151-71.
57. Nissan J, Marilena V, Gross O, Mardinger O, Chaushu G. Histomorphometric analysis following augmentation of the anterior atrophic maxilla with cancellous bone block allograft. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):84-9.
58. Nkenke E, Stelzle F. Clinical outcomes of sinus floor augmentation for implant placement using autogenous bone or bone substitutes: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20 Suppl 4:124-33.
59. Spin-Neto R, Stavropoulos A, Dias Pereira LA, Marcantonio E, Jr., Wenzel A. Fate of autologous and fresh-frozen allogeneic block bone grafts used for ridge augmentation. A CBCT-based analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(2):167-73.
60. Wood RA, Mealey BL. Histologic comparison of healing after tooth extraction with ridge preservation using mineralized versus demineralized freeze-dried bone allograft. *J Periodontol.* 2012;83(3):329-36.
61. Rasch A, Naujokat H, Wang F, Seekamp A, Fuchs S, Kluter T. Evaluation of bone allograft processing methods: Impact on decellularization efficacy, biocompatibility and mesenchymal stem cell functionality. *PLoS One.* 2019;14(6):e0218404.
62. Rötzscher K. Springer. Haftungsrisiken bei zahnärztlicher Behandlung. In: *Forensische Zahnmedizin.* 2000 [zitiert am 10.12.2020]. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-50273-6_3.
63. Selcuk S, Madani E, Patyna M, Bröseler F, Smeets R. Der Einsatz von Knochenersatzmaterialien in der Parodontalchirurgie. *Quintessenz.* 2017;68(7):765-76.
64. Galindo-Moreno P, Padial-Molina M, Fernandez-Barbero JE, Mesa F, Rodriguez-Martinez D, O'Valle F. Optimal microvessel density from composite graft of autogenous maxillary cortical bone and anorganic bovine bone in sinus augmentation: influence of clinical variables. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(2):221-7.
65. Mordenfeld A, Hallman M, Johansson CB, Albrektsson T. Histological and histomorphometrical analyses of biopsies harvested 11 years after maxillary sinus floor augmentation with deproteinized bovine and autogenous bone. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(9):961-70.
66. Rothamel D, Schwarz F, Herten M, Ferrari D, Mischkowski RA, Sager M, et al. Vertical ridge augmentation using xenogenous bone blocks: a histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(2):243-50.
67. Majzoub J, Ravida A, Starch-Jensen T, Tattan M, Suarez-Lopez Del Amo F. The Influence of Different Grafting Materials on Alveolar Ridge Preservation: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res.* 2019;10(3):e6.
68. Mendoza-Azpur G, de la Fuente A, Chavez E, Valdivia E, Khouly I. Horizontal ridge augmentation with guided bone regeneration using particulate xenogenic bone substitutes with or without autogenous block grafts: A randomized controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):521-30.
69. Jamjoom A, Cohen RE. Grafts for Ridge Preservation. *J Funct Biomater.* 2015;6(3):833-48.
70. DGI, DGZMK. Knochenersatzmaterialien zur Verwendung bei Kieferkammdefiziten und -defekten. Langversion (Stand: 01072020) [Internet]. 2020 [zitiert 12.12.2020]. URL: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-009.html>.
71. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci.* 2017;125(5):315-37.

72. Dau M, Kammerer PW, Henkel KO, Gerber T, Frerich B, Gundlach KK. Bone formation in mono cortical mandibular critical size defects after augmentation with two synthetic nanostructured and one xenogenous hydroxyapatite bone substitute - in vivo animal study. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(5):597-603.
73. Hung CC, Fu E, Chiu HC, Liang HC. Bone formation following sinus grafting with an alloplastic biphasic calcium phosphate in Lanyu Taiwanese mini-pigs. *J Periodontol.* 2020;91(1):93-101.
74. Lorenz J, Eichler K, Barbeck M, Lerner H, Stubinger S, Seipel C, et al. Volumetric analysis of bone substitute material performance within the human sinus cavity of former head and neck cancer patients: A prospective, randomized clinical trial. *Ann Maxillofac Surg.* 2016;6(2):175-81.
75. Sanz M, Vignoletti F. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dent Mater.* 2015;31(6):640-7.
76. Klein CP, Driessen AA, de Groot K. Relationship between the degradation behaviour of calcium phosphate ceramics and their physical-chemical characteristics and ultrastructural geometry. *Biomaterials.* 1984;5(3):157-60.
77. Dingeldein E, Donath K, Wahlig G, Bauer HJ. Einheilung einer porösen Hydroxylapatit-Keramik biologischer Herkunft im spongiösen Knochenlager von Kaninchen. *Osteosynthese International.* 1994;2:112-6.
78. Kasaj A, Willershausen B, Jepsen S. Knochenersatzmaterialien in der regenerativen Parodontalchirurgie. *Zahnmed-u2d.* 2010;4(02):167-86.
79. Yukna RA, Cassingham RJ, Caudill RF, Evans GH, Miller S, Mayer ET, et al. Six month evaluation of Calcite (hydroxyapatite ceramic) in periodontal osseous defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1986;6(3):34-45.
80. Snyder AJ, Levin MP, Cutright DE. Alloplastic implants of tricalcium phosphate ceramic in human periodontal osseous defects. *J Periodontol.* 1984;55(5):273-7.
81. Froum S, Stahl SS. Human intraosseous healing responses to the placement of tricalcium phosphate ceramic implants. II. 13 to 18 months. *J Periodontol.* 1987;58(2):103-9.
82. Rokkanen PU. Absorbable materials in orthopaedic surgery. *Ann Med.* 1991;23(2):109-15.
83. LeGeros RZ. Properties of osteoconductive biomaterials: calcium phosphates. *Clin Orthop Relat Res.* 2002(395):81-98.
84. Kasaj A, Tunkel J, Broeseler F. Quintessence Publishing Deutschland. Expertenrunde: Schmelzmatrixproteine und minimal-invasive Therapie – Wissenschaftliche und klinische Bewährung von Emdogain FL in der regenerativen Parodontaltherapie [Internet]. 2019 [zitiert am 18.12.2020]. URL: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/de/news/zahnmedizin/parodontologie/expertenrunde-schmelzmatrixproteine-und-minimal-invasive-therapie>.
85. Graziani F, Gennai S, Petrini M, Bettini L, Tonetti M. Enamel matrix derivative stabilizes blood clot and improves clinical healing in deep pockets after flapless periodontal therapy: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Periodontol.* 2019;46(2):231-40.
86. Heijl L. Periodontal regeneration with enamel matrix derivative in one human experimental defect. A case report. *J Clin Periodontol.* 1997;24(9 Pt 2):693-6.
87. Hoffmann T, Richter S, Meyle J, Gonzales JR, Heinz B, Arjomand M, et al. A randomized clinical multicentre trial comparing enamel matrix derivative and membrane treatment of buccal class II furcation involvement in mandibular molars. Part III: patient factors and treatment outcome. *J Clin Periodontol.* 2006;33(8):575-83.

88. Jepsen S, Topoll H, Rengers H, Heinz B, Teich M, Hoffmann T, et al. Clinical outcomes after treatment of intra-bony defects with an EMD/synthetic bone graft or EMD alone: a multicentre randomized-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2008;35(5):420-8.
89. Almqvist S, Kleinman HK, Werthen M, Thomsen P, Agren MS. Effects of amelogenins on angiogenesis-associated processes of endothelial cells. *J Wound Care.* 2011;20(2):68, 70-5.
90. Broseler F, Tietmann C, Hinz AK, Jepsen S. Long-term results of periodontal regenerative therapy: A retrospective practice-based cohort study. *J Clin Periodontol.* 2017;44(5):520-9.
91. Buti J, Baccini M, Nieri M, La Marca M, Pini-Prato GP. Bayesian network meta-analysis of root coverage procedures: ranking efficacy and identification of best treatment. *J Clin Periodontol.* 2013;40(4):372-86.
92. Cortellini P, Tonetti MS. A minimally invasive surgical technique with an enamel matrix derivative in the regenerative treatment of intra-bony defects: a novel approach to limit morbidity. *J Clin Periodontol.* 2007;34(1):87-93.
93. Kauvar AS, Thoma DS, Carnes DL, Cochran DL. In vivo angiogenic activity of enamel matrix derivative. *J Periodontol.* 2010;81(8):1196-201.
94. Hammarstrom L, Heijl L, Gestrelus S. Periodontal regeneration in a buccal dehiscence model in monkeys after application of enamel matrix proteins. *J Clin Periodontol.* 1997;24(9 Pt 2):669-77.
95. Keschull M, Dommisch H. Resektive Parodontalchirurgie. *Zahnmed-u2d.* 2012;6(06):525-51.
96. Hamp SE, Nyman S, Lindhe J. Periodontal treatment of multirouted teeth. Results after 5 years. *J Clin Periodontol.* 1975;2(3):126-35.
97. Cattabriga M, Pedrazzoli V, Wilson TG, Jr. The conservative approach in the treatment of furcation lesions. *Periodontol 2000.* 2000;22:133-53.
98. Carnevale G, Cairo F, Tonetti MS. Long-term effects of supportive therapy in periodontal patients treated with fibre retention osseous resective surgery. I: recurrence of pockets, bleeding on probing and tooth loss. *J Clin Periodontol.* 2007;34(4):334-41.
99. Heitz-Mayfield LJ, Trombelli L, Heitz F, Needleman I, Moles D. A systematic review of the effect of surgical debridement vs non-surgical debridement for the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2002;29 Suppl 3:92-102; discussion 60-2.
100. Levy RM, Giannobile WV, Feres M, Haffajee AD, Smith C, Socransky SS. The effect of apically repositioned flap surgery on clinical parameters and the composition of the subgingival microbiota: 12-month data. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2002;22(3):209-19.
101. Lindhe J, Westfelt E, Nyman S, Socransky SS, Heijl L, Bratthall G. Healing following surgical/non-surgical treatment of periodontal disease. A clinical study. *J Clin Periodontol.* 1982;9(2):115-28.
102. Lee KL, Corbet EF, Leung WK. Survival of molar teeth after resective periodontal therapy--a retrospective study. *J Clin Periodontol.* 2012;39(9):850-60.
103. Huynh-Ba G, Kuonen P, Hofer D, Schmid J, Lang NP, Salvi GE. The effect of periodontal therapy on the survival rate and incidence of complications of multirouted teeth with furcation involvement after an observation period of at least 5 years: a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2009;36(2):164-76.
104. Needleman I. How long do multirouted teeth with furcation involvement survive with treatment? *Evid Based Dent.* 2010;11(2):38-9.

105. Carnevale G, Pontoriero R, di Febo G. Long-term effects of root-resective therapy in furcation-involved molars. A 10-year longitudinal study. *J Clin Periodontol.* 1998;25(3):209-14.
106. Derks H, Westheide D, Pfefferle T, Eickholz P, Dannewitz B. Retention of molars after root-resective therapy: a retrospective evaluation of up to 30 years. *Clin Oral Investig.* 2018;22(3):1327-35.
107. Rosling B, Nyman S, Lindhe J, Jern B. The healing potential of the periodontal tissues following different techniques of periodontal surgery in plaque-free dentitions. A 2-year clinical study. *J Clin Periodontol.* 1976;3(4):233-50.
108. Kao RT, Nares S, Reynolds MA. Periodontal regeneration - intrabony defects: a systematic review from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015;86(2 Suppl):S77-104.
109. Needleman I, Tucker R, Giedrys-Leeper E, Worthington H. Guided tissue regeneration for periodontal intrabony defects--a Cochrane Systematic Review. *Periodontol 2000.* 2005;37:106-23.
110. Trombelli L. Which reconstructive procedures are effective for treating the periodontal intraosseous defect? *Periodontol 2000.* 2005;37:88-105.
111. Trombelli L, Heitz-Mayfield LJ, Needleman I, Moles D, Scabbia A. A systematic review of graft materials and biological agents for periodontal intraosseous defects. *J Clin Periodontol.* 2002;29 Suppl 3:117-35; discussion 60-2.
112. Sculean A, Nikolidakis D, Nikou G, Ivanovic A, Chapple IL, Stavropoulos A. Biomaterials for promoting periodontal regeneration in human intrabony defects: a systematic review. *Periodontol 2000.* 2015;68(1):182-216.
113. Heijl L, Heden G, Svärdröm G, Ostgren A. Enamel matrix derivative (EMDOGAIN) in the treatment of intrabony periodontal defects. *J Clin Periodontol.* 1997;24(9 Pt 2):705-14.
114. Esposito M, Coulthard P, Thomsen P, Worthington HV. Enamel matrix derivative for periodontal tissue regeneration in treatment of intrabony defects: a Cochrane systematic review. *J Dent Educ.* 2004;68(8):834-44.
115. Giannobile WV, Somerman MJ. Growth and amelogenin-like factors in periodontal wound healing. A systematic review. *Ann Periodontol.* 2003;8(1):193-204.
116. Reynolds MA, Aichelmann-Reidy ME, Branch-Mays GL, Gunsolley JC. The efficacy of bone replacement grafts in the treatment of periodontal osseous defects. A systematic review. *Ann Periodontol.* 2003;8(1):227-65.
117. Tsao YP, Neiva R, Al-Shammari K, Oh TJ, Wang HL. Effects of a mineralized human cancellous bone allograft in regeneration of mandibular Class II furcation defects. *J Periodontol.* 2006;77(3):416-25.
118. Yukna RA, Mayer ET, Amos SM. 5-year evaluation of durapatite ceramic alloplastic implants in periodontal osseous defects. *J Periodontol.* 1989;60(10):544-51.
119. Yukna RA. HTR polymer grafts in human periodontal osseous defects. I. 6-month clinical results. *J Periodontol.* 1990;61(10):633-42.
120. Trombelli L, Minenna L, Farina R, Scabbia A. Guided tissue regeneration in human gingival recessions. A 10-year follow-up study. *J Clin Periodontol.* 2005;32(1):16-20.
121. Koop R, Merheb J, Quirynen M. Periodontal regeneration with enamel matrix derivative in reconstructive periodontal therapy: a systematic review. *J Periodontol.* 2012;83(6):707-20.
122. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung - KZBV. Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (BEMA) [Internet]. 2020 [updated

123. Ferrarotti F, Giraudi M, Citterio F, Fratini A, Gualini G, Piccoli GM, et al. Pocket elimination after osseous resective surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2020;47(6):756-67.
124. Cortellini P, Nieri M, Prato GP, Tonetti MS. Single minimally invasive surgical technique with an enamel matrix derivative to treat multiple adjacent intra-bony defects: clinical outcomes and patient morbidity. *J Clin Periodontol.* 2008;35(7):605-13.
125. Cortellini P, Pini-Prato G, Nieri M, Tonetti MS. Minimally invasive surgical technique and enamel matrix derivative in intrabony defects: 2. Factors associated with healing outcomes. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2009;29(3):257-65.
126. Ribeiro FV, Casarin RC, Junior FH, Sallum EA, Casati MZ. The role of enamel matrix derivative protein in minimally invasive surgery in treating intrabony defects in single-rooted teeth: a randomized clinical trial. *J Periodontol.* 2011;82(4):522-32.
127. Haney JM, Leknes KN, Wikesjo UM. Recurrence of mandibular molar furcation defects following citric acid root treatment and coronally advanced flap procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1997;17(6):528-35.
128. Tonetti MS, Prato GP, Cortellini P. Factors affecting the healing response of intrabony defects following guided tissue regeneration and access flap surgery. *J Clin Periodontol.* 1996;23(6):548-56.
129. Murphy KG, Gunsolley JC. Guided tissue regeneration for the treatment of periodontal intrabony and furcation defects. A systematic review. *Ann Periodontol.* 2003;8(1):266-302.
130. Cury PR, Jeffcoat MK, Sallum AW, Cafesse R, Nociti Junior FH, Sallum EA. Clinical and radiographic evaluation of guided tissue regeneration in the treatment of class II furcation defects. A randomized clinical trial. *Am J Dent.* 2003;16 Spec No:13A-6A.
131. Prathibha PK, Faizuddin M, Pradeep AR. Clinical evaluation of guided tissue regeneration procedure in the treatment of grade II mandibular molar furcations. *Indian J Dent Res.* 2002;13(1):37-47.
132. Bremm LL, Sallum AW, Casati MZ, Nociti FH, Sallum EA. Guided tissue regeneration in Class II furcation defects using a resorbable polylactic acid barrier. *Am J Dent.* 2004;17(6):443-6.
133. de Miranda JL, Santana CM, Santana RB. Influence of endodontic treatment in the post-surgical healing of human Class II furcation defects. *J Periodontol.* 2013;84(1):51-7.
134. Wang HL, O'Neal RB, Thomas CL, Shyr Y, MacNeil RL. Evaluation of an absorbable collagen membrane in treating Class II furcation defects. *J Periodontol.* 1994;65(11):1029-36.
135. Pepelassi EM, Bissada NF, Greenwell H, Farah CF. Doxycycline-tricalcium phosphate composite graft facilitates osseous healing in advanced periodontal furcation defects. *J Periodontol.* 1991;62(2):106-15.
136. Yukna RA. Clinical human comparison of expanded polytetrafluoroethylene barrier membrane and freeze-dried dura mater allografts for guided tissue regeneration of lost periodontal support. I. Mandibular molar Class II furcations. *J Periodontol.* 1992;63(5):431-42.
137. Blumenthal NM. A clinical comparison of collagen membranes with e-PTFE membranes in the treatment of human mandibular buccal class II furcation defects. *J Periodontol.* 1993;64(10):925-33.
138. Pontoriero R, Lindhe J. Guided tissue regeneration in the treatment of degree II furcations in maxillary molars. *J Clin Periodontol.* 1995;22(10):756-63.

139. Dubrez B, Duroux P, Cimasoni G. Bone density of class II furcation lesions treated by guided tissue regeneration. A follow-up study by digital analysis of superimposable radiographs. *J Clin Periodontol.* 1996;23(9):882-8.
140. Mombelli A, Zappa U, Bragger U, Lang NP. Systemic antimicrobial treatment and guided tissue regeneration. Clinical and microbiological effects in furcation defects. *J Clin Periodontol.* 1996;23(4):386-96.
141. Bouchard P, Giovannoli JL, Mattout C, Davarpanah M, Etienne D. Clinical evaluation of a bioabsorbable regenerative material in mandibular class II furcation therapy. *J Clin Periodontol.* 1997;24(7):511-8.
142. Meyle J, Gonzales JR, Bodeker RH, Hoffmann T, Richter S, Heinz B, et al. A randomized clinical trial comparing enamel matrix derivative and membrane treatment of buccal class II furcation involvement in mandibular molars. Part II: secondary outcomes. *J Periodontol.* 2004;75(9):1188-95.
143. Reddy KP, Nayak DG, Uppoor AS. A clinical evaluation of anorganic bovine bone graft plus 10% collagen with or without a barrier in the treatment of class II furcation defects. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(1):60-70.
144. Chitsazi MT, Mostofi Zadeh Farahani R, Pourabbas M, Bahaeddin N. Efficacy of open flap debridement with and without enamel matrix derivatives in the treatment of mandibular degree II furcation involvement. *Clin Oral Investig.* 2007;11(4):385-9.
145. Eto AL, Joly JC, Jeffcoat M, de Araujo NS, de Araujo VC, Cury PR. Use of anorganic bovine-derived hydroxyapatite matrix/cell-binding peptide (P-15) in the treatment of class II furcation defects: a clinical and radiographic study in humans. *J Periodontol.* 2007;78(12):2277-83.
146. Lyons LC, Weltman RL, Moretti AJ, Trejo PM. Regeneration of degree ii furcation defects with a 4% doxycycline hyclate bioabsorbable barrier. *J Periodontol.* 2008;79(1):72-9.
147. Kothiwale SV, Anuroopa P, Gajiwala AL. A clinical and radiological evaluation of DFDBA with amniotic membrane versus bovine derived xenograft with amniotic membrane in human periodontal grade II furcation defects. *Cell Tissue Bank.* 2009;10(4):317-26.
148. Pradeep AR, Pai S, Garg G, Devi P, Shetty SK. A randomized clinical trial of autologous platelet-rich plasma in the treatment of mandibular degree II furcation defects. *J Clin Periodontol.* 2009;36(7):581-8.
149. Santana RB, de Mattos CM, Van Dyke T. Efficacy of combined regenerative treatments in human mandibular class II furcation defects. *J Periodontol.* 2009;80(11):1756-64.
150. Taheri M, Molla R, Radvar M, Sohrabi K, Najafi MH. An evaluation of bovine derived xenograft with and without a bioabsorbable collagen membrane in the treatment of mandibular Class II furcation defects. *Aust Dent J.* 2009;54(3):220-7.
151. Bajaj P, Pradeep AR, Agarwal E, Rao NS, Naik SB, Priyanka N, et al. Comparative evaluation of autologous platelet-rich fibrin and platelet-rich plasma in the treatment of mandibular degree II furcation defects: a randomized controlled clinical trial. *J Periodontal Res.* 2013;48(5):573-81.
152. Jaiswal R, Deo V. Evaluation of the effectiveness of enamel matrix derivative, bone grafts, and membrane in the treatment of mandibular Class II furcation defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(2):e58-64.
153. Peres MF, Ribeiro ED, Casarin RC, Ruiz KG, Junior FH, Sallum EA, et al. Hydroxyapatite/ β -tricalcium phosphate and enamel matrix derivative for treatment of proximal class II furcation defects: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2013;40(3):252-9.

154. Anderegg CR, Martin SJ, Gray JL, Mellonig JT, Gher ME. Clinical evaluation of the use of decalcified freeze-dried bone allograft with guided tissue regeneration in the treatment of molar furcation invasions. *J Periodontol.* 1991;62(4):264-8.
155. Flanary DB, Twohey SM, Gray JL, Mellonig JT, Gher ME. The use of a synthetic skin substitute as a physical barrier to enhance healing in human periodontal furcation defects: a follow-up report. *J Periodontol.* 1991;62(11):684-9.
156. Twohey SM, Mellonig JT, Towle HJ, 3rd, Gray JL. Use of a synthetic skin substitute as a physical barrier to enhance healing in human periodontal furcation defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(5):383-93.
157. Van Swol RL, Ellinger R, Pfeifer J, Barton NE, Blumenthal N. Collagen membrane barrier therapy to guide regeneration in Class II furcations in humans. *J Periodontol.* 1993;64(7):622-9.
158. Black BS, Gher ME, Sandifer JB, Fucini SE, Richardson AC. Comparative study of collagen and expanded polytetrafluoroethylene membranes in the treatment of human class II furcation defects. *J Periodontol.* 1994;65(6):598-604.
159. Caton J, Greenstein G, Zappa U. Synthetic bioabsorbable barrier for regeneration in human periodontal defects. *J Periodontol.* 1994;65(11):1037-45.
160. Christgau M, Schmalz G, Reich E, Wenzel A. Clinical and radiographical split-mouth-study on resorbable versus non-resorbable GTR-membranes. *J Clin Periodontol.* 1995;22(4):306-15.
161. Hugoson A, Ravald N, Fornell J, Johard G, Teiwik A, Gottlow J. Treatment of class II furcation involvements in humans with bioresorbable and nonresorbable guided tissue regeneration barriers. A randomized multi-center study. *J Periodontol.* 1995;66(7):624-34.
162. Yukna CN, Yukna RA. Multi-center evaluation of bioabsorbable collagen membrane for guided tissue regeneration in human Class II furcations. *J Periodontol.* 1996;67(7):650-7.
163. Eickholz P, Hausmann E. Evidence for healing of class II and III furcations after GTR therapy: digital subtraction and clinical measurements. *J Periodontol.* 1997;68(7):636-44.
164. Eickholz P, Kim TS, Holle R. Guided tissue regeneration with non-resorbable and biodegradable barriers: 6 months results. *J Clin Periodontol.* 1997;24(2):92-101.
165. Garrett S, Polson AM, Stoller NH, Drisko CL, Caton JG, Harrold CQ, et al. Comparison of a bioabsorbable GTR barrier to a non-absorbable barrier in treating human class II furcation defects. A multi-center parallel design randomized single-blind trial. *J Periodontol.* 1997;68(7):667-75.
166. Jepsen S, Gennai S, Hirschfeld J, Kalemaj Z, Buti J, Graziani F. Regenerative surgical treatment of furcation defects: A systematic review and Bayesian network meta-analysis of randomized clinical trials. *J Clin Periodontol.* 2020;47 Suppl 22:352-74.
167. Avila-Ortiz G, De Buitrago JG, Reddy MS. Periodontal regeneration - furcation defects: a systematic review from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015;86(2 Suppl):S108-30.
168. Jepsen S, Heinz B, Wachtel H. Regenerative Therapie mit einem Schmelmatrixprotein (Emdogain®), Gemeinsame Stellungnahme der DGP/DGZMK DZZ, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift. 2002;1:3.
169. Jepsen S, Eberhard J, Herrera D, Needleman I. A systematic review of guided tissue regeneration for periodontal furcation defects. What is the effect of guided tissue regeneration compared with surgical debridement in the treatment of furcation defects? *J Clin Periodontol.* 2002;29 Suppl 3:103-16; discussion 60-2.
170. Casarin RC, Ribeiro Edel P, Nociti FH, Jr., Sallum AW, Ambrosano GM, Sallum EA, et al. Enamel matrix derivative proteins for the treatment of proximal class

- II furcation involvements: a prospective 24-month randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2010;37(12):1100-9.
171. Donos N, Glavind L, Karring T, Sculean A. Clinical evaluation of an enamel matrix derivative in the treatment of mandibular degree II furcation involvement: a 36-month case series. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(5):507-12.
172. Ivanovski S. Periodontal regeneration. *Aust Dent J.* 2009;54 Suppl 1:S118-28.
173. Yukna RA, Evans GH, Aichelmann-Reidy MB, Mayer ET. Clinical comparison of bioactive glass bone replacement graft material and expanded polytetrafluoroethylene barrier membrane in treating human mandibular molar class II furcations. *J Periodontol.* 2001;72(2):125-33.
174. Cortellini P, Labriola A, Tonetti MS. Regenerative periodontal therapy in intrabony defects: state of the art. *Minerva Stomatol.* 2007;56(10):519-39.
175. Lekovic V, Klokkevold PR, Camargo PM, Kenney EB, Nedic M, Weinlaender M. Evaluation of periosteal membranes and coronally positioned flaps in the treatment of Class II furcation defects: a comparative clinical study in humans. *J Periodontol.* 1998;69(9):1050-5.
176. Meyle J. Regenerative Therapie (GTR). *DZZ, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift.* 1999;54:7.
177. Evans GH, Yukna RA, Gardiner DL, Cambre KM. Frequency of furcation closure with regenerative periodontal therapy. *J West Soc Periodontol Periodontal Abstr.* 1996;44(4):101-9.
178. Sculean A, Nikolidakis D, Schwarz F. Regeneration of periodontal tissues: combinations of barrier membranes and grafting materials - biological foundation and preclinical evidence: a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8 Suppl):106-16.
179. Luepke PG, Mellonig JT, Brunsvold MA. A clinical evaluation of a bioresorbable barrier with and without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of molar furcations. *J Clin Periodontol.* 1997;24(6):440-6.
180. Heard RH, Mellonig JT. Regenerative materials: an overview. *Alpha Omegan.* 2000;93(4):51-8.
181. Swami RK, Kolte AP, Bodhare GH, Kolte RA. Bone replacement grafts with guided tissue regeneration in treatment of grade II furcation defects: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2021;25(3):807-21.
182. Miron RJ, Sculean A, Cochran DL, Froum S, Zucchelli G, Nemcovsky C, et al. Twenty years of enamel matrix derivative: the past, the present and the future. *J Clin Periodontol.* 2016;43(8):668-83.
183. Parrish LC, Miyamoto T, Fong N, Mattson JS, Cerutis DR. Non-bioabsorbable vs. bioabsorbable membrane: assessment of their clinical efficacy in guided tissue regeneration technique. A systematic review. *J Oral Sci.* 2009;51(3):383-400.
184. Sanz M, Tonetti MS, Zabalegui I, Sicilia A, Blanco J, Rebelo H, et al. Treatment of intrabony defects with enamel matrix proteins or barrier membranes: results from a multicenter practice-based clinical trial. *J Periodontol.* 2004;75(5):726-33.
185. Sculean A, Kiss A, Miliauskaite A, Schwarz F, Arweiler NB, Hannig M. Ten-year results following treatment of intra-bony defects with enamel matrix proteins and guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol.* 2008;35(9):817-24.
186. Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: a meta-analysis. *J Periodontol.* 2001;72(4):512-6.
187. Sowmya NK, Tarun Kumar AB, Mehta DS. Clinical evaluation of regenerative potential of type I collagen membrane along with xenogenic bone graft in the treatment of periodontal intrabony defects assessed with surgical re-entry and

- radiographic linear and densitometric analysis. *J Indian Soc Periodontol.* 2010;14(1):23-9.
188. Paolantonio M, Femminella B, Coppolino E, Sammartino G, D'Arcangelo C, Perfetti G, et al. Autogenous periosteal barrier membranes and bone grafts in the treatment of periodontal intrabony defects of single-rooted teeth: a 12-month reentry randomized controlled clinical trial. *J Periodontol.* 2010;81(11):1587-95.
189. Silvestri M, Rasperini G, Milani S. 120 intrabony defects treated with regenerative therapy: long-term results. *J Periodontol.* 2011;82(5):668-75.
190. Lafzi A, Shirmohammadi A, Faramarzi M, Jabali S, Shayan A. Clinical Comparison of Autogenous Bone Graft with and without Plasma Rich in Growth Factors in the Treatment of Grade II Furcation Involvement of Mandibular Molars. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2013;7(1):22-9.
191. Burg S, Smeets R, Gosau M, Madani E. KnochenersatzmaterialienEntscheidungsfindung im klinischen Alltag. *Der Freie Zahnarzt.* 2019;63(4):84-7.
192. Dragoo MR, Sullivan HC. A clinical and histological evaluation of autogenous iliac bone grafts in humans. I. Wound healing 2 to 8 months. *J Periodontol.* 1973;44(10):599-613.
193. Nabers CL, Reed OM, Hamner JE, 3rd. Gross and histologic evaluation of an autogenous bone graft 57 months postoperatively. *J Periodontol.* 1972;43(11):702-4.
194. Froum SJ, Kushner L, Stahl SS. Healing responses of human intraosseous lesions following the use of debridement, grafting and citric acid root treatment. I. Clinical and histologic observations six months postsurgery. *J Periodontol.* 1983;54(2):67-76.
195. Listgarten MA, Rosenberg MM. Histological study of repair following new attachment procedures in human periodontal lesions. *J Periodontol.* 1979;50(7):333-44.
196. Zubery Y, Kozlovsky A, Tal H. Histologic assessment of a contiguous autogenous transplant in a human intrabony defect. A case report. *J Periodontol.* 1993;64(1):66-71.
197. Bowers GM, Chadroff B, Carnevale R, Mellonig J, Corio R, Emerson J, et al. Histologic evaluation of new attachment apparatus formation in humans. Part II. *J Periodontol.* 1989;60(12):675-82.
198. Bowers G, Felton F, Middleton C, Glynn D, Sharp S, Mellonig J, et al. Histologic comparison of regeneration in human intrabony defects when osteogenin is combined with demineralized freeze-dried bone allograft and with purified bovine collagen. *J Periodontol.* 1991;62(11):690-702.
199. Froum SJ. Human histologic evaluation of HTR polymer and freeze-dried bone allograft. A case report. *J Clin Periodontol.* 1996;23(7):615-20.
200. Mellonig JT. Histologic and clinical evaluation of an allogeneic bone matrix for the treatment of periodontal osseous defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26(6):561-9.
201. Mansouri SS, Ghasemi M, Darmian SS, Pourseyediyan T. Treatment of Mandibular Molar Class II Furcation Defects in Humans With Bovine Porous Bone Mineral in Combination With Plasma Rich in Growth Factors. *J Dent (Tehran).* 2012;9(1):41-9.
202. Nevins ML, Camelo M, Lynch SE, Schenk RK, Nevins M. Evaluation of periodontal regeneration following grafting intrabony defects with bio-oss collagen: a human histologic report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(1):9-17.
203. Camelo M, Nevins ML, Schenk RK, Simion M, Rasperini G, Lynch SE, et al. Clinical, radiographic, and histologic evaluation of human periodontal defects treated with Bio-Oss and Bio-Gide. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1998;18(4):321-31.

204. Sculean A, Windisch P, Keglevich T, Chiantella GC, Gera I, Donos N. Clinical and histologic evaluation of human intrabony defects treated with an enamel matrix protein derivative combined with a bovine-derived xenograft. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(1):47-55.
205. Froum SJ, Weinberg MA, Tarnow D. Comparison of bioactive glass synthetic bone graft particles and open debridement in the treatment of human periodontal defects. A clinical study. *J Periodontol.* 1998;69(6):698-709.
206. Horváth A, Stavropoulos A, Windisch P, Lukács L, Gera I, Sculean A. Histological evaluation of human intrabony periodontal defects treated with an unsintered nanocrystalline hydroxyapatite paste. *Clin Oral Investig.* 2013;17(2):423-30.
207. Mellonig JT, Valderrama P, Cochran DL. Clinical and histologic evaluation of calcium-phosphate bone cement in interproximal osseous defects in humans: a report in four patients. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30(2):121-7.
208. Nevins ML, Camelo M, Nevins M, King CJ, Oringer RJ, Schenk RK, et al. Human histologic evaluation of bioactive ceramic in the treatment of periodontal osseous defects. *The International journal of periodontics & restorative dentistry.* 2000;20(5):458-67.

8. Danksagung

Meinen Kindern gilt ein besonderer Dank, die mir die Zeit zur Verfügung gestellt haben, diese Dissertation zu beenden.

Zuletzt gilt mein besonderer Dank meiner geliebten Ehefrau, die mich stets motiviert und den Rücken freigehalten hat. Ohne Dich hätte ich es nie geschafft!

Information

Teile dieser Dissertation (Poster) wurden auf der DG Paro-Tagung am 04./05.06.2021 vorveröffentlicht.

