

DZZ

3 | 2021
76. JAHRGANG

Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift

Mitgliederzeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V.

Sofortimplantation, Sofortversorgung und Sofortbelastung: Therapieoptionen für die Praxis?

SEITE 142

Retentionssilikone zur Wiederherstellung des Halts bei partiellen Prothesen

SEITE 153

Biofilme auf polymeren Werkstoffen für die Herstellung von Prothesen

SEITE 169



This journal is regularly listed
in CCMED / LIVIVO.

 Deutscher
Ärzteverlag

ICX-ACTIVE LIQUID

EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE:

- ➔ Hydrophile und mikrostrukturierte Implantatoberfläche.
- ➔ Es wird eine optimierte Bildung der Knochen-Implantat-Kontaktfläche erwartet.
- ➔ Die Einheilungszeit kann verkürzt sein.
- ➔ Sofortbelastung ist häufig möglich.

ICX-ACTIVE LIQUID® ist die beste Lösung gegen den frühen Implantatverlust, welcher in der kritischen Einheilphase zwischen Woche 2 und 4 nach der Implantatinsertion auftreten kann.

89,€*

je
ICX-ACTIVE
LIQUID
Implantat
*zzgl. MwSt.

Vorsprung durch Innovation.

medentis®
medical

www.medentis.de

Geehrte Kolleginnen und Kollegen,

etwa ein Jahr ist es jetzt nun her, dass wir zum letzten Mal das Gasteditorial bestreiten durften. Seit dieser Zeit hat uns „Corona“ fest im Griff. Die Verwirrung der ersten Monate hat sich weitgehend gelegt und ist der Erkenntnis gewichen, dass Zahnärzte medizinisch hoch relevant sind und gleichzeitig sehr wirksame Hygienestandards einhalten. Zudem steht uns mit der Living Guideline der DGZMK zum Thema „Aerosol übertragbare Erkrankungen“ eine wissenschaftliche Grundlage zur Verfügung, die weiterhin ihresgleichen sucht.

Unser Praxis-Alltag hat sich teilweise verändert und auch in dieser geänderten Realität behandeln wir unsere Patienten auf höchstem Niveau. Dafür ist natürlich weiterhin kontinuierliche Fort- und Weiterbildung nötig.

Präsenzveranstaltungen sind leider weiterhin schwierig bis vielerorts unmöglich, und der teilweise nicht nachvollziehbare Kurs der Politik (Stichwort Inzidenz-Wert; Impfstrategie) sorgt leider weiter dafür, dass wir zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht sicher vorhersagen können, wie sich die Situation entwickeln wird. Wir bleiben aber optimistisch.

Der komplette Online-Bereich der Wirtschaft hat durch die Corona-bedingten Einschränkungen eine starke Beschleunigung erfahren, so natürlich auch der Fortbildungsmarkt. Noch vor einem Jahr wäre die heute angebotene Menge an Online-Weiterbildungsangeboten nicht denkbar gewesen. Dieser Tage gehört es zur neuen Realität, teilweise auch langen (Fortbildungs-)Veranstaltungen vor dem eigenen PC oder mobilen Device beizuwohnen. Natürlich hoffen wir alle, dass es bald wieder möglich sein wird, gemeinsam mit Ihnen Präsenzveranstaltungen durchzuführen, aber in gewissen Bereichen ist ein Online-Anteil auch in der Zukunft als sinnvoll zu betrachten. Gerade für kürzere Veranstaltungen oder einzelne Veranstaltungen innerhalb von Curricula ist eingesparte Reisezeit und reduzierter Aufwand bei gleichbleibendem Wissenstransfer für die Teilnehmer ein wichtiger Aspekt.

In der APW haben wir unter der Führung von Dr. Markus Bechtold äußerst erfolgreich seit circa einem Jahr regelmäßige Online-Veranstaltungen im Format „APW live“ durchgeführt, teilweise mit weit über 800 Teilnehmern. In diesem Konzept spiegelt sich das vorherige APW Select wider, in dem zu einem Thema verschiedene hochkarätige Referenten zu Wort kommen und den Teilnehmern so ein umfassendes Bild für den praktischen Alltag mit wissenschaftlichem Hintergrund bieten. Ein Erfolgskonzept!

Das Interesse auch an den kommenden Veranstaltungen ist ungebrochen und wird uns durch die verschiedenen Bereiche der Zahnmedizin weiterhin begleiten. Die Aufzeichnung der bereits stattgefundenen „APW live“-Veranstaltungen können Sie auf der Seite der apw (www.apw.de) und kostenfrei im Dental Online College (www.dental-online-college.com) ansehen. Dort stehen Ihnen neben den Aufzeichnungen der „APW live“-Veranstaltungen auch die Mitschnitte der „APW Select“-Veranstaltungen der letzten Jahre zur Verfügung.

Auch in den Curricula der APW und den DGZMK assoziierten Fachgesellschaften sind in Zukunft einzelne Online-Bestandteile sicher denkbar; diese werden den Zugang vereinfachen und aufgrund der damit verbundene digitalen Möglichkeiten eine zusätzliche Lernerfahrung bieten. Bleiben Sie also offen für neue Formate und wissenshungrig. Gerade diejenigen Curricula, die wir zurzeit teilweise umstrukturieren oder diejenigen, welche in Bälde von der APW neu angeboten werden, starten mit integrierten Online-Bestandteilen. Durch den für die Teilnehmer reduzierten Aufwand lassen sich damit die Veranstaltungen leichter in das berufliche und private Leben integrieren.

Wir hoffen, Sie sind trotz der anhaltenden Krise weiterhin optimistisch, offen für Neues und bleiben wissensdurstig. Wir freuen uns, Sie bald bei einem Kurs oder einem Curricula der APW begrüßen zu dürfen. Unser aktuelles Kursangebot finden Sie online unter www.apw.de.

Herzliche Grüße und bleiben Sie bitte gesund.

Dr. Dr. Markus Tröltzsch und Dr. Markus Bechtold



Dr. Dr. Markus Tröltzsch

(Foto: Kathi Meier/Spiegelhof Fotografie)



Dr. Markus Bechtold

(Foto: Deutscher Ärzteverlag)

137 GASTEDITORIAL / GUEST EDITORIAL**PRAXIS / PRACTICE****139 Empfehlung der Schriftleitung / Editors' Pick****140 Buchbesprechungen / Book Reviews****152 Markt / Market****PRAXISLETTER / CLINICAL PRACTICE CORNER**

Norbert Enkling

**142 Sofortimplantation, Sofortversorgung und Sofortbelastung:
Therapieoptionen für die Praxis?***Immediate dental implant placement, immediate restorative treatment and immediate loading:
treatment options in dental practice?***FALLBERICHT / CASE REPORT**

Elisabeth Pahncke, Angelika Rauch, Ina Nitschke, Sebastian Hahnel

**153 Retentionssilikone zur Wiederherstellung des Halts bei partiellen Prothesen –
ein Fallbeispiel***Retention silicone to restore stability in removable partial dentures – a case study***WISSENSCHAFT / RESEARCH****ORIGINALARBEIT / ORIGINAL ARTICLE**

Falk Schwendicke, Sebastian Paris, Reinhard Hickel, Rainer A. Jordan, Christian Splieth

**161 Wann und mit welchen Interventionen sollte man in den Kariesprozess eingreifen?
Ein Experten-Konsensus***When and with which interventions should one intervene in the caries process? An expert consensus***ÜBERSICHT / REVIEW**

Elena Günther, Nadine Kommerein, Sebastian Hahnel

169 Biofilme auf polymeren Werkstoffen für die Herstellung von Prothesen*Biofilms on polymeric materials for the fabrication of removable dentures***GESELLSCHAFT / SOCIETY****LEITLINIE / GUIDELINE**Markus Tröltzsch, Peer W. Kämmerer, Andreas Pabst, Matthias Tröltzsch, Philipp Kauffmann, Eik Schiegnitz,
Phillipp Brockmeyer, Bilal Al-Nawas**180 Die S2k-LL – Implantologische Indikationen für die Anwendung von
Knochenersatzmaterialien (083–009): wissenschaftliche Quintessenzen***The S2k-LL – Indications for the use of bone substitute materials in implant dentistry (083–009):
the scientific quintessence***MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT / NEWS OF THE SOCIETY****188 Die DG PARO Frühjahrstagung im Live-Stream****NACHRUFE / OBITUARIES****190 Zum Tod von Prof. Bodo Hoffmeister: Kompetenz und Empathie kennzeichneten
sein erfolgreiches Wirken in Wissenschaft und Praxis****192 Nachruf für Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Walter Künzel****193 Aufruf für Anträge an die Hauptversammlung der DGZMK****194 Neue PAR-Richtlinie aus wissenschaftlicher Sicht ein großer Erfolg****195 Eindrucksvoller Blick in die Vergangenheit der DGZMK****196 AG Keramik Videopreis – Bewerbungsfrist läuft****197 Fördermittel aus der DGR²Z-Forschungsförderung****197 CALL-FOR-Abstracts****198 DGPZM begrüßt gemeinsame Fluoridempfehlungen mit Kinderärzten**

198	Tagungskalender der DGZMK
199	Fortbildungskurse der APW
200	BEIRAT / ADVISORY BOARD
200	IMPRESSUM / LEGAL DISCLOSURE

Titelbildhinweis: Aus dem Praxisletter von Norbert Enkling, Abbildung 6: Detailaufnahme: 1 Woche nach Sofortversorgung (großes Foto). Klinische Ausgangssituation: frakturierter Zahn 12 (kleineres Foto links), Seiten 142–149; (Fotos: N. Enkling)

Online-Version der DZZ: www.online-dzz.de

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung weitgehend verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für alle Geschlechter.

EMPFEHLUNG DER SCHRIFTFLEITUNG / EDITORS' PICK

Liebe DZZ-Leserinnen und Leser

Editors' Pick

„Sofortimplantation, Sofortversorgung und Sofortbelastung: Therapieoptionen für die Praxis?“

In seinem ‚Praxisletter‘ beschäftigt sich der Autor (Enkling, N., Seite 142ff) mit der in der Überschrift gestellten Frage. Es ist nicht weiter verwunderlich, dass die „Soforttherapie“ speziell bei Patienten immer beliebter wird, da diese einige attraktive Vorteile im Vergleich zur konventionellen Implantat-Therapie mit sich bringt. Insbesondere sind dies Vermeidung eines oft lästigen Provisoriums, das über mehrere Monate getragen werden muss, und – ganz entscheidend –, die umgehende, dauerhafte und ästhetische Versorgung insbesondere im Oberkiefer-Frontzahnbereich.

Um eine Bewertung der verschiedenen Therapiekonzepte vornehmen zu können, werden in diesem Beitrag alle mögliche Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Behandlungsmethoden diskutiert. Als Risikofaktoren für eine Sofortimplantation, -versorgung und -belastung führt Norbert Enkling u.a. eine fehlende oder dünne bukkale Knochenwand auf. Er zeigt aber auch, dass durch entsprechende Begleitmaßnahmen das Risiko einer Rezession im Anschluss an die Sofortimplantation deutlich reduziert werden kann. Und natürlich gibt der Beitrag eine Antwort auf die im Titel gestellte Frage, die für Sie, liebe Leserinnen und Leser, sehr interessant sein dürfte.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Guido Heydecke

Prof. Dr. Werner Geurtsen



Prof. Dr. Guido Heydecke



Prof. Dr. Werner Geurtsen

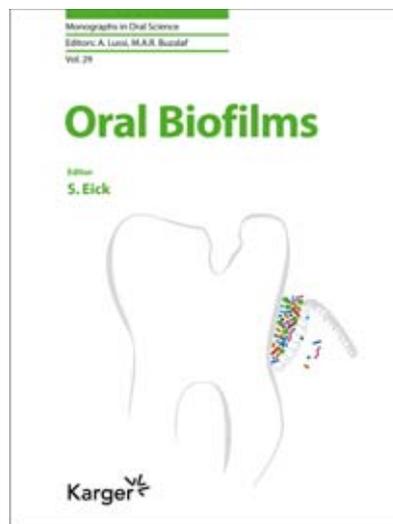
Oral Biofilms

Als 29. Ausgabe der Serie „Monographs in Oral Science“ erschien unter der Editorenschaft von Prof. Dr. Sigrun Eick, Universität Bern, im Jahr 2021 das Werk „Oral Biofilms“. In einer Zeit, in der die Wissenschaft von Themen zur aktuellen Corona-Virus-Pandemie dominiert wird, leistet es einen wichtigen Fachbeitrag zum Verständnis dieser für Gesundheit und Krankheit bedeutsamen mikrobiologischen Strukturen – den oralen Biofilmen. Das Buch richtet sich an Studierende der Zahnmedizin, Doktorandinnen und Doktoranden sowie an biologisch orientierte Zahnmediziner. Eine große internationale Autorengruppe hat auf 232 Seiten insgesamt 19 Fachbeiträge verfasst. Es handelt sich dabei um eine Zusammenstellung aus Reviews und Originalarbeiten, die sowohl Hintergründe, als auch diagnostische und therapeutische Aspekte beleuchten. Das Buch ist in 5 Kapitel gegliedert, die sich einleitend mit generellen Aspekten von Biofilmen, mit Biofilm-Modellen, mit dem supra-gingivalen Biofilm, den sub-gingivalen und peri-implantären Biofilmen und schließlich zum Abschluss mit weiteren oralen Biofilmen befassen.

In einem einführenden Übersichtsbeitrag legt Prof. Eick im ersten Kapitel die Grundlagen des Verständnisses zu Biofilmen im Allgemeinen und zu oralen mikrobiellen Biofilmen im Speziellen dar. Es folgt ein Beitrag zu Biofilmen in zahnmedizinischen Behandlungseinheiten. Hier werden sowohl Ursachen als auch Vermeidungsstrategien besprochen. Das Kapitel zu generellen Aspekten von Biofilmen wird durch einen Beitrag eines Autorenteam abgegrenzt. Hier wird eine Studie zum Einfluss des pH-Wertes auf die Biofilm-Bildung präsentiert. Die Autoren schlussfolgern, dass die Modifikation des pH-Levels einen alternativen Ansatz für die Primärprävention und die Behandlung von Karies und Parodontitis darstellen könnte.

Das zweite Kapitel umfasst 2 Beiträge zu Biofilm-Modellen. Zuerst werden Modelle besprochen, die das

Verständnis für die Ätiologie und Pathogenese oraler Erkrankungen erweitern. Es folgt eine Beschreibung von Biofilm-Modellen für die Evaluation zahnmedizinischer Behandlungen. Hier wird eine umfangreiche Literaturübersicht angeboten, die das weite Feld der oralen mikrobiellen Erkrankungen von der Karies und Parodontitis bis zur Endodontie und Candida-Infektionen ausleuchtet.



Sigrun Eick (Herausgeber), S. Karger AG (Verlag), Basel 2021, 232 Seiten; ISBN 978-3-318-06851-1; 179,75 Euro (S. Karger AG, Basel)

Das dritte Kapitel beinhaltet 5 Beiträge zur Thematik des supra-gingivalen Biofilms. Umfassend werden kariogene Biofilme und die Kariesentwicklung von der Geburt bis ins Alter dargestellt. Eindrucksvoll erfolgt die Darstellung der Theorien der Kariesätiologie bis hin zur aktuellen erweiterten ökologischen Karieshypothese. Zur Kontrolle der supra-gingivalen Biofilme folgt ein Beitrag zu Zahnpasten und Zahnbürsten ergänzt durch eine weitere Übersichtsarbeit zur interdentalen Biofilmentfernung. Abgerundet wird dieses Kapitel mit Beiträgen zu Arginin und seiner Rolle für die Kariesprävention und Mundspüllösungen zur Kontrolle supra-gin-

givaler Biofilme und zur Bekämpfung der gingivalen Entzündung.

Der Schwerpunkt des vierten Kapitels liegt auf sub-gingivalen und peri-implantären Biofilmen. Das Kapitel wird eingeführt mit einer Review-Arbeit zu peri-implantären Erkrankungen. Dem schließt sich eine Übersichtsarbeit an, deren Fokus auf der Entfernung sub-gingivaler Biofilme gelegt wurde. Die modernen Debridement-Methoden werden hier umfassend besprochen und bewertet. Adjunktive Methoden der Biofilmkontrolle werden in den zwei folgenden Abschnitten diskutiert. Diese umfassen Antibiotika und die photodynamische Therapie. Entsprechend werden der Stand des Wissens und Anwendungsoptionen besprochen.

Das abschließende Kapitel ist weiteren oralen Biofilmen gewidmet. Es findet sich hier ein Beitrag zu sekundären endodontischen Infektionen, speziell unter dem Einfluss systemischer Antibiose. Besonders umfangreich und lesenswert ist die Entwicklung von Biofilmen auf Restaurationmaterialien dargestellt. Weitere Beiträge beschäftigen sich mit dem Problem der Halitosis, Biofilmen im Rahmen kieferorthopädischer Therapie und der Darstellung von Einflüssen von Chlorhexidin, Povidon-Iod, Benzalkoniumchlorid, Teebaumöl und Nystatin auf die Entwicklung von Candida-Biofilmen in vitro. Hier werden neben den bisher dominierenden bakteriellen Biofilmen auch die Biofilme, die von Pilzen gebildet werden, berücksichtigt.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, dass dieses Buch aktuelles Wissen aufbereitet und in logischer Weise präsentiert. Es ist weiterhin eine Quelle für Anregungen auf dem Gebiet der Biofilmforschung. Da die Autoren ihre Beiträge stets in den Kontext der aktuellen Literatur gestellt haben, bieten sich Anknüpfungspunkte sowohl für weitere Forschungsaktivitäten als auch für die Vertiefung des eigenen Wissensstandes.

Prof. Dr. Stefan Rupp,
Homburg/Saar



Schnarchtherapie



Implantologie



Aufbissschienen



Bleaching-System

INFO-PACKAGE
Inspiration und
Information



Kieferorthopädie



ZE-Katalog A-Z



Aligner-System

WEIT MEHR
ALS NUR KRONEN UND BRÜCKEN.



Modern Dental Connect

Education Platform

moderdentalconnect.eu



Fordern Sie kostenlos und unverbindlich
Ihr persönliches Info-Package an:

0800 737 000 737 | e.lemmer@permadental.de

35 Jahre
Erfahrung mit schönen Zähnen

Sofortimplantation, Sofortversorgung und Sofortbelastung: Therapieoptionen für die Praxis?*

Immediate dental implant placement, immediate restorative treatment and immediate loading: treatment options in dental practice?



Hintergrund

Sofort-Therapie-Konzepte in der zahnärztlichen Implantologie werden immer populärer, da von den Patienten die Verkürzung der Behandlungszeit sehr geschätzt wird und unbequeme provisorische Versorgungen vermieden werden können. Bei der richtigen Indikationsstellung sind die Prognosen für die Implantate und die Prothetik vergleichbar mit den konventionellen, verzögerten Therapieoptionen. Sofortbehandlungskonzepte sollten daher in der täglichen Praxis als Therapieoption Berücksichtigung finden.

Einleitung

Es werden Sofort-, Früh- und Spätbehandlungskonzepte sowohl in der chirurgischen als auch in der prothetischen Phase der Implantattherapie unterschieden. Daraus ergeben sich grundsätzlich 9 verschiedene Möglichkeiten, wie die Behandlung zeitlich aufgebaut werden kann.

Nach der Zahnextraktion ist die Sofortimplantation möglich, die verzögerte Sofortimplantation nach Verheilen der Schleimhautwunde (ca.

8–12 Wochen nach Extraktion) oder die Spätimplantation nach Knochenausheilung (ab 6 Monaten nach Extraktion). Das Implantat kann dabei offen oder geschlossen unter der Mukosa einheilen. Bei der Sofortversorgung im teilbezahnten Gebiss wird das Implantat direkt nach der Insertion mit einem provisorischen festsitzenden Zahnersatz ohne statische und dynamische Okklusionskontakte in Form einer provisorischen Krone oder Brücke versorgt. Bei der Sofortbelastung wird direkt ein Zahnersatz eingebracht, der in Okklusion steht. Bei der Versorgung eines zahnlosen Kiefers ist somit grundsätzlich eine Sofortbelastung realisiert. In der Prothetik werden daneben noch Frühbelastungskonzepte (nach ca. 6 Wochen/bzw. 1–6 Wochen nach Implantation) und Spätbelastung nach erfolgter Osseointegration (ab ca. 6–8 Wochen) unterschieden [18, 19].

In der Prothetik sind festsitzender Zahnersatz und herausnehmbare Prothesen unter den verschiedenen Belastungsvarianten planbar.

Somit muss bei der Diskussion des Themas zeitliche Abfolge in der

Implantattherapie darauf geachtet werden, welche Variante genau gemeint ist.

In einem aktuellen Review haben Gallucci et al. die Implantatüberlebensraten in Abhängigkeit von den verschiedenen, zeitlichen Behandlungskonzepten mit festsitzendem Zahnersatz im teilbezahnten Patienten zusammengestellt (Tab. 1). Von den 9 theoretisch denkbaren chirurgisch-prothetischen Behandlungsvarianten wurden zu 8 Therapieoptionen wissenschaftliche Daten ausgewertet und publiziert. Es wurden sehr gute Implantatüberlebensquoten von 96–100 % beschrieben. Lediglich zu der Variante verzögerte Sofortimplantation mit Sofortversorgung wurden keine Publikationen gefunden und diese Möglichkeit stellt somit eine Außenseitermethodik dar. Zu empfehlen sind hingegen die 4 folgenden Optionen, die durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Daten gestützt eine langfristige, klinische Bewährung zeigen:

- Sofortimplantation und Spätbelastung (Implantatüberleben 96 %),

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Enkling N: Immediate dental implant placement, immediate restorative treatment and immediate loading: treatment options in dental practice? Dtsch Zahnärztl Z Int 2021; 3: 91–97

Zitierweise: Enkling N: Sofortimplantation, Sofortversorgung und Sofortbelastung: Therapieoptionen für die Praxis? Dtsch Zahnärztl Z 2021; 76: 142–149

DOI.org/10.3238/dzz.2021.0013

Chirurgie/Implantat-OP nach Exztraktion	Prothetik/Versorgung, Belastung nach Implantation	Implantat-Überleben	Wissenschaftliche Dokumentation
Sofort	Sofort	98,4 %	+
Sofort	Früh	98,2 %	+
Sofort	Spät	96 %	++
Früh	Sofort	n.a.	o
Früh	Früh	100 %	o
Früh	Spät	96,3 %	++
Spät	Sofort	97,9 %	+
Spät	Früh	98,3 %	++
Spät	Spät	97,7 %	++

++: wissenschaftlich und klinisch validiert
 +: klinisch dokumentiert
 o: klinisch ungenügend dokumentiert

Tabelle 1 Verschiedene zeitliche Protokolle zur chirurgischen Implantatinsertion und prothetischen Implantatversorgung (nach Galucci et al. [22])

- verzögerte Sofortimplantation und Spätbelastung (Implantatüberleben 96,3 %),
- Spätimplantation und Frühbelastung (Implantatüberleben 98,3 %),
- Spätimplantation und Spätbelastung (Implantatüberleben 97,7 %).

Die Sofortimplantation und Sofortversorgung (Implantatüberleben 98,4 %) und die Spätimplantation und Sofortversorgung (Implantatüberleben 97,9 %) zeigen ebenfalls sehr gute Werte, sind jedoch klinisch weniger langfristig dokumentiert [22].

Die Therapiekonzepte von Bråne-mark, die den Beginn der modernen, zahnärztlichen Implantologie darstellen, arbeiten mit späten Implantations- und Implantatbelastungszeitpunkten [13]. Daraus resultieren Behandlungszeiträume von einem Jahr und mehr. In einem aktuellen Review wurde konstatiert, dass die gedeckte Implantateinheilung vorteilhaft ist hinsichtlich der Implantatüberlebensrate. Ursprünglich gedeckt eingehheilte Implantate zeigten jedoch nach einem Jahr Funktion durchschnittlich mehr krestalen Knochenabbau als offen eingehheilte Implantate [48]. Die offene Einheilung kann auch mit einem Provisorium gestaltet werden. Dies erscheint in der geeigneten Indikation vorteilhaft, da die Sofortbelastung den periimplantären

Knochen tendenziell stabilisiert und ca. 0,1–0,2 mm weniger Knochenabbau eintritt als bei der Spätbelastung [19, 43].

Dies bedeutet, dass im Zweifelsfall eine gedeckte Einheilung erfolgen sollte. Bei guter Knochensituation, genügend Primärstabilität des Implantates, keiner Notwendigkeit einer Knochen- oder Weichgewebsaugmentation und einem guten Allgemeinzustand des Patienten kann hingegen die offene Einheilung bevorzugt werden.

Aufgrund der Erfahrungen in der Vergangenheit sind im Zweifelsfall eher die konservativen Versorgungskonzepte mit Spätbelastung gewählt worden [42].

Moderne Implantatdesigns und Oberflächen zeigen Osseointegrationsmerkmale, mit denen schnellere Versorgungskonzepte mit vorhersagbarem Erfolg möglich werden. Aktuelle Daten zeigen, dass Sofortkonzepte gleichwertige Implantatüberlebens- und -erfolgsquoten wie die konventionellen Protokolle zeigen [2, 21, 34, 39].

Nach der Zahnextraktion heilt die Extraktionswunde zunächst weichgeweblich zu, wobei die Knochenheilung ca. 6 Monate dauert. In dieser Zeit baut sich der Knochen um und ab, danach ist die knöcherne Situation als eher konstant anzusehen. Der

Oberkiefer zeigt höhere Knochenresorptionsraten als der Unterkiefer [16]. Tan et al. zeigten in ihrem Review, dass innerhalb der ersten 4–12 Monate nach Exztraktion ca. 50 % der Alveolarfortsatzbreite und ca. 15 % in der Höhe resorbieren: 3,1–5,9 mm horizontaler und 1 mm vertikaler Verlust [46]. Abhängig von der Dicke der vestibulären Alveolenlamelle ist die Knochenatrophie im unterschiedlichen Maße zu erwarten: Zahnnah ist der Bündelknochen zu finden, der nach der Exztraktion resorbiert. Somit ist die eine große Veränderung der vestibulären Kontur bei dünnen Alveolenwänden (< 1 mm) zu finden. Dieser erhebliche Knochenabbau macht häufig eine vestibuläre Augmentation v.a. im ästhetisch relevanten Kieferareal notwendig. Dies verlängert die Behandlungszeit zusätzlich [3, 12, 23]. Aufgrund der Resorption des Bündelknochens tritt durchschnittlich bei einer Sofortimplantation eine Resorption in der anterioren Maxilla von ca. 1 mm ein [12, 49]: Eine Sofortimplantation kann somit den Knochenumbau nicht vollständig verhindern [17]. Wichtig ist bei der Sofortimplantation, dass der Durchmesser und die Position des Implantates mit Bedacht ausgewählt werden. Der Durchmesser des Implantats darf nicht zu groß gewählt und bei Oberkieferimplantaten



Abbildung 1 Röntgenologische Ausgangssituation: frakturierter Zahn 12



Abbildung 2 Klinische Ausgangssituation: frakturierter Zahn 12

sollte aufgrund des zentripetalen Resorptionsmusters der Maxilla eine eher palatinale Position gewählt werden. Durch diese Maßnahmen wird das Risiko einer vestibulären Rezession mit freiliegenden Implantatoberflächenanteilen reduziert [5, 24, 49].

Bei der Sofortimplantation mit Sofortversorgung im teilbezahnten Gebiss ist mit einer vestibulären, mukosalen Rezession von durchschnittlich ca. 0,5–0,9 mm zu rechnen, wobei in 20 % der Fälle auch mehr als 1 mm Rezession eintreten können [9]. Diese Weichgewebsveränderungen treten innerhalb der ersten 3 Monate ein [28]. Als Risikofaktoren für eine verstärkte Mukosarezession wurden folgende Parameter identifiziert [24]: Rauchen, fehlende oder dünne bukkale Alveolenwand (< 1 mm), dünner Biotyp, geringe bukkale keratinisierte Mukosa, faziale Implantatposition und zu großer Implantatdurchmesser [7, 26, 29, 37]. Wenn jedoch zeitgleich zur Sofortimplantation eine Guided-Bone-Regeneration in Form eines Füllens der Alveolenpalträume mit Knochenersatzmaterial [3, 6, 12, 32] und/ oder eine bukkale Weichgewebsaugmentation mit freiem Bindegewebe ausgeführt wird, kann das ästhetische Ergebnis durch Erhalt der bukkalen Kontur günstig beeinflusst werden [23].

Die Sofortimplantation mit direkter Sofortversorgung mittels Brücke

oder Einzelprovisorium trägt dazu bei, dass die zirkulären Weichgewebe gestützt werden und eine vorhandene optimale Rot-Weiß-Ästhetik erhalten bleiben kann. Die Stütze des periimplantären Weichgewebes erfolgt zuverlässig im Bereich der Papillen [5, 10]. Das Erhalten der Papillen erleichtert das Erreichen von ästhetisch ansprechenden Resultaten. Bei der Spätversorgung müssen die egalisierten approximalen Weichgewebe erst wieder in einer Pseudopapille gezüchtet bzw. aufgebaut werden: Mit einem schrittweisen Aufbau bzw. Druck auf das proximale Emergenzprofil mittels provisorischer Kronen können bei der Früh- bzw. Spätversorgung von Implantaten sehr schöne Ergebnisse erzielt werden. Dieses Vorgehen ist jedoch aufwendig und damit für die Patienten zeitlich und finanziell belastend [20, 51].

Sofortimplantationen für Einzelversorgungen werden häufiger im Frontzahnbereich als im Seitenzahnbereich ausgeführt. Dies schlägt sich auch in der Anzahl der wissenschaftlichen Studien nieder. Bei der Sofortimplantation im Seitenzahnbereich ist mit vermehrtem Knochenabbau zu rechnen, wobei das Vorhandensein einer bukkalen Alveolen-Lamelle den Knochenverlust reduziert [37, 40]. Bei der Sofortimplantation wird die Stabilisierung des Implantates in der Regel über den apikal der Alveole

befindlichen Restknochen gewährleistet. Hier sollte eine Höhe von 3 mm zur Verfügung stehen. Eine ausreichende Primärstabilität scheint v.a. bei den Einzelzahnimplantaten relevant zu sein. Hinsichtlich der Implantatgeometrie sind Tapered (konische) Implantate diesbezüglich parallelwandigen Implantaten überlegen [4]. Es wird in der Regel eine ISQ von 60 und ein Eindrehmoment von 35 Ncm als günstige Voraussetzung für die Sofortbelastung definiert [42]. In der Literatur besteht jedoch Uneinigkeit darüber, ob 35 Ncm oder 25 Ncm Primärstabilität zur Sofortbelastung gegeben sein sollten: In einem aktuellen Review unterschieden sich die Implantatüberlebensquoten nicht zwischen 25 Ncm oder 32 Ncm [49]. Im Prinzip scheint ein höheres Drehmoment zu besseren Implantatüberlebensquoten zu führen, wenn 40 Ncm bzw. 50 Ncm als Grenze definiert wurden [30]. Bei verblockten Full-Arch-Versorgungen sind auch geringere Primärstabilitätsraten erfolgreich beschrieben [31, 50]. Bei der Sofortbelastung scheint daher eine möglichst quadranguläre primäre Verblockung der Implantate für die Überlebensprognose förderlich zu sein [41]. So konnte bei einer sekundären Verblockung von über 1 bis 2 Dalla-Bona-Kugelattachments sofort belasteter interforaminaler Implantate lediglich eine Implantatüber-

lebensrate von 81,6 % nach einem Jahr gemittelt werden, wobei die überwiegende Zahl der Implantatverluste im ersten Monat der Belastung stattfand [27]. Unter primärer Verblockung mit einem Steg auf 2 Implantaten konnte hingegen eine Überlebensrate von 98,8 % nach 1–3 Jahren gezeigt werden [45].

Wenn eine Sofortbelastung von mehreren Implantaten geplant ist, sollte daher eine Verblockung der Implantate in der Einheilphase realisiert werden. So zeigt z.B. die „All-on-four“-Systematik als Cross-Arch-Ver splintung sehr gute Ergebnisse durch die Verblockung von 4–6 Implantaten im zahnlosen Kiefer. Durch die Dokumentation der „All-on-four“-Methode in der Literatur ist diese mittlerweile als evidenzbasiert anzusehen und als reelle Planungsoption mit den Patienten zu besprechen [33, 38, 44]: Beim „All-on-four“ wird ein zahnloser Kiefer mit 4 Implantaten festsitzend versorgt, indem gezielt in den vorhandenen subnasalen Maxilla- oder interforaminalen Mandibulaknochen implantiert wird: möglichst regio der 2er und 5er. Durch die Distalneigung der dorsalen Implantate wird eine Knochenaugmentation über dem *N. alveolaris inferior* oder im Bereich der Kieferhöhlen vermieden und trotzdem ein prothetisch adäquates Unterstützungspolygon aufgespannt. Die schräg inserierten Implantate zeigen keine erhöhten Verlustquoten oder vermehrten Knochenabbau im Vergleich zu den gerade inserierten Implantaten [15, 35]. Das „All-on-four“-Konzept, in den 1990er Jahren von Malo auch als Sofort-Implantations-Protokoll entwickelt, zeigt den Vorteil, dass die Phase der passageren Zahnlosigkeit vermieden werden kann.

Inwieweit bei der Sofortversorgung im teilbezahnten Gebiss auf eine okklusale Belastung verzichtet werden sollte und die Provisorien zunächst in Non-Okklusion gestaltet werden sollten, ist wissenschaftlich nicht geklärt: Es scheinen Einzelzahnimplantate unter okklusaler Belastung ähnlich erfolgreich zu osseointegrieren wie unter Non-Okklusion [11, 19, 49]. Hingegen scheint das Verblocken von mehreren Implantaten förderlich zu sein: Einzelproviso-

rien zeigen schlechtere Implantatüberlebensraten als hufeisenförmige Ganzkieferversorgungen [41].

Derzeit wird bei der Sofortversorgung von Einzelzahnimplantaten eine Non-Okklusion klinisch empfohlen [41].

Die Flap-less-Chirurgie zeigt sich in einem aktuellen Review hinsichtlich des Implantatüberlebens als eher risikoreich im Vergleich zur offenen Chirurgie (Risikofaktor 1,70-fach). Wenn zusätzlich eine Sofortbelastung durchgeführt wird, erhöht sich das Risiko um das 2,24-fache [12, 52]. Inwieweit die aktuellen digitalen Techniken diese Ergebnisse optimieren werden, ist derzeit Inhalt klinischer Studien: In einer aktuell laufenden Studie der AG Implantologie und Biomaterialforschung der Universität Bonn (DRKS No. 00022273) sind in der Flap-less, Guided Implantologie im volldigitalen Workflow mit vorbereiteten Einzelzahnprovisorien (CAD-CAM-Technik) sowohl in der Indikation Sofortimplantation mit Sofortbelastung als auch in der Indikation Spätimplantation mit Sofortbelastung sehr gute Zwischenergebnisse dokumentiert (Abb. 1–6).

Die Sofortkonzepte zeigen eine optimierte Patientenzufriedenheit und werden von diesen favorisiert: Lange Behandlungszeiten stellen eine Belastung für die Patienten dar, da die provisorische Phase in der Regel mit Unzulänglichkeiten hinsichtlich der Kaufunktion, der Phonetik und der Ästhetik verbunden ist [1, 25].

Daher wurde in 1970er Jahren beginnend mit verkürzten, aber auch Soforttherapiekonzepten klinisch experimentiert und verschiedene Protokolle mit verkürzten Behandlungszeiten dokumentiert. Diese gesammelten Daten führen dazu, dass die Soforttherapiekonzepte eine Evidenzbasierung aufweisen und bei sorgfältig gewählter Indikation heute erfolgreich im klinischen Alltag angewendet werden können [13]. Zusammengefasst erscheint aus Patientensicht v.a. die Sofort-Implantation mit Sofortversorgung im sichtbaren Bereich und die Sofortbelastung im zahnlosen Kiefer als Sofort- oder Spätimplantation interessant zu sein.



Abbildung 3 Vorbereitetes Provisorium (CAD/CAM)



Abbildung 4 Post-OP-Röntgen: Sofortimplantat regio 12 (SICVantage tapered: 3,7 x 14,5 mm/SIC invent AG, Basel, CH), Flap-less, Guided-Surgery

Klinische Empfehlungen

Bei der **Sofort-Implantation mit Sofortversorgung** wird das Implantat in derselben Behandlungssitzung nach Zahnextraktion in den Bereich der frischen Extraktionsalveole inseriert. Eine Sofortimplantation darf nicht in eine akut entzündete Alveole erfolgen. Eine chronische apikale Parodontitis stellt hingegen keine Kontraindikation für eine Sofortimplantation dar. In der wissenschaftlichen Literatur werden überwiegend gleiche Implantatüberlebensraten beschrieben wie bei Sofortimplantationen in gesunde Alveolen [8, 29, 37]. Ein aktuelles Review gibt jedoch ein 3-fach erhöhtes Implantatverlustrisiko an [14]. Das sorgfältige Excochleieren des Granulations- oder zystischen Gewebes ist vor der Implantation notwendig.



Abbildung 5 Klinische Situation: 1 Woche nach Sofortversorgung mit PV in Non-Okklusion



Abbildung 6 Detailaufnahme: 1 Woche nach Sofortversorgung

(Tab. 1, Abb. 1-6: N. Enkling)

Klinische Studien zeigen sehr gute Ergebnisse für die Sofortimplantation mit einer Implantatüberlebens- und Erfolgsrate nach 2 Jahren von 98,4 % (95%-CI: 97,3–99 %) mit < 1 mm Knochenverlust. Eine Verbesserung der Überlebensrate konnte mit einer systemischen Antibiose post OP erreicht werden [28]. Die Sofortimplantation ist sowohl beim Therapieziel festsitzender als auch beim herausnehmbaren Zahnersatz möglich. Dabei folgt die Implantatposition jedoch in der Regel nicht exakt dem Alveolenverlauf, sondern es wird darauf geachtet, dass die Implantatachse aus dem ursprünglichen Alveolenverlauf geneigt in den ortständigen Knochen nach palatinal versetzt und in den basalen Knochen vertieft gerichtet ist: ca. 1 mm unter das bukkale Knocheniveau bzw. 3–4 mm apikal der Schmelz-Zementgrenze der Nachbarzähne [49]. Bei mehrwurzeligen Zähnen ist auch eine Insertion in den interradikulären Knochen möglich bzw. die Positionierung in die palatinale Alveole. Bei der Implantatpositionierung ist darauf zu achten, dass eine Primärstabilität erreicht wird und die in Folge ablaufende Alveolenheilung antizipiert wird. Dies führt in der Regel zu einer palatinal versetzten und subkrestalen Lage der Implantatschulter. Bei der Implantatpositionierung ist zudem die spätere Prothetik zu berücksichtigen: Ist im Frontzahnbereich eine verschraubte Krone geplant, wird eine steile Implantatachse gewählt, die eine Verschraubung im Bereich des palatinalen Zingulums er-

möglicht und die Inzisalkante nicht tangiert. Wenn ein steil gesetztes Implantat hingegen mit einer zementierten Krone versorgt werden sollte, wäre eine palatinal übermäßig konturierte Krone die Folge. Ein zur Zementierung geplantes Implantat muss eher eine schräge Insertionsrichtung aufweisen, sodass das zur Zementierung notwendige Abutment in der Kontur der Krone integriert werden kann. Eine gute chirurgische und prothetische Planung ist somit essenziell [49]. Bei ausreichender Primärstabilität ist die Implantaterfolgsprognose der Sofortversorgung vergleichbar mit den Ergebnissen der Versorgung nach abgeschlossener Osseointegration [13]. Das Provisorium ist in der Regel vorbereitet und wird im Rahmen der Implantatoperation eingesetzt. Eine Verblockung benachbarter Implantate ist in der provisorischen Phase anzustreben.

Die **Sofort-Belastung** hingegen stellt eine Implantatversorgung im zahnlosen Kiefer dar, bei der möglichst innerhalb des ersten Tages (bis zum 3. Tag) nach Implantatinsertion ein Zahnersatz montiert wird [13]. Hier ist es nicht möglich eine okklusale Belastung zu vermeiden. Die Prothetik kann als provisorischer oder definitiver Zahnersatz ausgeführt werden. Die Sofortbelastung ist sowohl beim Therapieziel festsitzender als auch beim herausnehmbaren Zahnersatz möglich. Die Versorgung der zahnlosen Mandibula über einen Zwei-Implantatsteg auf Standardimplantaten ist nach aktueller Daten-

lage als ein sicheres Sofort-Belastungskonzept zu bewerten [36, 47]. Wenn eine quadranguläre primäre Verblockung bei der Sofortbelastung erfolgt, wie bei dem „All-on-four“-Konzept, sind auch Implantate, die eine geringere Primärstabilität aufweisen (ca. 20–30 Ncm), erfolgreich in der Mandibula und Maxilla sofort belastbar [31, 50]. Eine Kombination der Sofortimplantation und der Sofortbelastung ist möglich. Hierbei ist jedoch prothetisch zu beachten, dass aufgrund der Alveolenheilung eine ausgeprägte Veränderung der Hart- und Weichgewebemorphologie eintritt: Diese bedingt eine Veränderung/Hohlraumbildung in der Schnittstelle Mukosa zur Prothetik, die ein Nacharbeiten der Prothetik notwendig macht [13]. Daher wird in der doppelten Soforttherapie in der Regel mit provisorischem Zahnersatz gearbeitet. Ausnahmen dazu stellen definitive Versorgung mit PMMA Ummantelung dar: Hier kann über eine Unterfütterung PMMA angetragen und der Übergang nachträglich optimiert werden.

Beim „All-on-four“ wird die rote Ästhetik prothetisch über Zahnfleischersatz mit rosa Werkstoffen (PMMA oder Keramik) realisiert. Der Übergang zwischen dem rosa Gingivaersatz und der natürlichen Mukosa muss außerhalb der ästhetisch relevanten, beim Lachen sichtbaren Zone liegen. Es ist deswegen häufig eine Nivellierung des Alveolarknochens notwendig: Dies bedeutet, dass bei der Sofortimplantation die

krestalen Alveolenanteile großzügig abgetragen werden müssen und die Implantatinsertion vornehmlich im basalen Knochen stattfindet. Der somit nach der Implantation stattfindende Knochenumbau ist im Ausmaß nicht mit einer Sofortimplantation in eine erhaltene Extraktionsalveole vergleichbar, sondern ist deutlich geringer. Diese chirurgische vertikale Kieferkammreduktion muss im Vorfeld bei der Evaluation des vertikalen Knochenangebots berücksichtigt werden, um realistische Implantatlängen bestimmen zu können. Diese Abflachung des Alveolar-knochens und die darüber mögliche glatte, basale Gestaltung der Brücken-zwischenglieder hat Hygiene-technische Vorteile: Die Kontaktfläche zwischen Mukosa und basalem Zahnersatz ist reduziert und über den Einsatz von Hygienehilfsmitteln gut reinigbar.

Ein Risikofaktor für eine spätere erhöhte Inzidenz einer Perimukositis und Periimplantitis stellt die Menge der keratinisierten Mukosa am Implantat dar [37]. Die Qualität des Weichgewebes (keratinisierte Gingiva und Biotyp) sind daher vor der Entscheidung zu beachten [26, 29, 37] und eine adäquate Patientenauswahl ist somit essenziell: Bei guter ästhetischer und anatomischer Ausgangslage sollten die Sofortkonzepte angewendet werden, um eine gute Ästhetik zu bewahren.

Fazit

Die bei den Soforttherapien zu erwartenden, vestibulären Konturveränderungen im Alveolarfortsatz müssen funktionell und ästhetisch akzeptabel sein. Eine ideale Ausgangssituation für die Soforttherapien stellt somit ein Überschuss an Hart- und Weichgewebe dar [9]. Besonders bei feststehendem Zahnersatz in der ästhetisch relevanten Zone, v.a. bei Oberkieferfrontzahnersatz unter Gummy-Smile ist die Indikation der Soforttherapie zurückhaltend zu stellen, da mit einer vestibulären Weichgewebsrezession von 0,5–1 mm gerechnet werden muss. Wenn Hart- und Weichgewebsdefizite durch augmentative Maßnahmen ausgeglichen werden müssen, sind verzögerte oder späte Therapiekonzepte zu präferieren.

Die Soforttherapien stellen somit eine Ergänzung und keinen Ersatz der konventionellen Protokolle dar. Bei der Umsetzung der Sofortversorgungs- und Sofortbelastungskonzepte ist eine zeitlich enge und präzise Zusammenarbeit von Chirurg und Prothetiker erforderlich: Ideal ist dies in einem Team realisiert. Weitere klinische Forschung ist sinnvoll, um die Behandlungsprotokolle für die Sofort-Therapien weiter zu optimieren.

Interessenkonflikte

Prof. Dr. Norbert Enkling hat in der Vergangenheit bezahlte Vorträge auf wissenschaftlichen Fachtagungen und Vorträge mit Workshops für Implantat-Firmen wie Nobel Biocare, SIC Invent, Dentaurum Implants, 3M Espe und Condent gehalten.

Literatur

1. Abdunabi A, Morris M, Nader SA, Souza RF: Impact of immediately loaded implant-supported maxillary full-arch dental prostheses: a systematic review. *J Appl Oral Sci* 2019; 27: e20180600
2. Al-Sawai AA, Labib H: Success of immediate loading implants compared to conventionally-loaded implants: a literature review. *J Investig Clin Dent* 2016; 7: 217–224
3. AlKudmani H, Al Jasser R, Andreana S: Is bone graft or guided bone regeneration needed when placing immediate dental implants? A systematic review. *Implant Dent* 2017; 26: 936–944
4. Atieh MA, Alsabeeha N, Duncan WJ: Stability of tapered and parallel-walled dental implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2018; 20: 634–645
5. Benic GI, Mir-Mari J, Hämmerle CH: Loading protocols for single-implant crowns: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29 (Suppl): 222–238
6. Caneva M, Botticelli D, Morelli F, Cesaretti G, Beolchini M, Lang NP: Alveolar process preservation at implants installed immediately into extraction sockets using deproteinized bovine bone mineral – an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 789–796
7. Caneva M, Botticelli D, Rossi F, Cardoso LC, Pantani F, Lang NP: Influence of

implants with different sizes and configurations installed immediately into extraction sockets on peri-implant hard and soft tissues: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 396–401

8. Chen H, Zhang G, Weigl P, Gu X: Immediate placement of dental implants into infected versus noninfected sites in the esthetic zone: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 658–667
9. Chen ST, Buser D: Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla – a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29 (Suppl): 186–215
10. Cheng Q, Su YY, Wang X, Chen S: Clinical outcomes following immediate loading of single-tooth implants in the esthetic zone: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2020; 35: 167–177
11. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A: Immediately loaded non-submerged versus delayed loaded submerged dental implants: a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015; 44: 493–506
12. Clementini M, Tiravia L, De Risi V, Vitorini Orgeas G, Mannocci A, de Sanctis M: Dimensional changes after immediate implant placement with or without simultaneous regenerative procedures: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2015; 42: 666–677
13. De Bruyn H, Raes S, Ostman PO, Coşyn J: Immediate loading in partially and completely edentulous jaws: a review of the literature with clinical guidelines. *Periodontol* 2000 2014; 66: 153–187
14. de Oliveira-Neto OB, Lemos CA, Barbosa FT, de Sousa-Rodrigues CF, Camello de Lima FJ: Immediate dental implants placed into infected sites present a higher risk of failure than immediate dental implants placed into non-infected sites: systematic review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2019; 24: e518–e528
15. Del Fabbro M, Bellini CM, Romeo D, Francetti L: Tilted implants for the rehabilitation of edentulous jaws: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14: 612–621
16. Del Fabbro M, Testori T, Kekovic V, Goker F, Tumedei M, Wang HL: A systematic review of survival rates of osseointegrated implants in fully and partially edentulous patients following immediate loading. *J Clin Med* 2019, 8(12), 2142; <https://doi.org/10.3390/jcm8122142>
17. Denardi RJ, da Silva RD, Thomé G et al.: Bone response after immediate placement of implants in the anterior maxilla: a systematic review. *Oral Maxillofac Surg* 2019; 23: 13–25

18. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV: Different loading strategies of dental implants: a Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials. *Eur J Oral Implantol* 2008; 1: 259–276
19. Esposito M, Grusovin MG, Maghaireh H, Worthington HV: Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;2013: Cd003878.
20. Furze D, Byrne A, Alam S, Wittneben JG: Esthetic outcome of implant supported crowns with and without peri-implant conditioning using provisional fixed prosthesis: a randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016; 18: 1153–1162
21. Gallardo YNR, da Silva-Olivio IR, Gonzaga L, Sesma N, Martin W: A systematic review of clinical outcomes on patients rehabilitated with complete-arch fixed implant-supported prostheses according to the time of loading. *J Prosthodont* 2019; 28: 958–968
22. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S: Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 (Suppl 16): 106–134
23. Grunder U: Crestal ridge width changes when placing implants at the time of tooth extraction with and without soft tissue augmentation after a healing period of 6 months: report of 24 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011; 31: 9–17
24. Hammerle CH, Araujo MG, Simion M: Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 (Suppl 5): 80–82
25. Huynh-Ba G, Oates TW, Williams MAH: Immediate loading vs. early/conventional loading of immediately placed implants in partially edentulous patients from the patients' perspective: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 (Suppl 16): 255–269
26. Kinaia BM, Ambrosio F, Lamble M, Hope K, Shah M, Neely AL: Soft tissue changes around immediately placed implants: a systematic review and meta-analyses with at least 12 months of follow-up after functional loading. *J Periodontol* 2017; 88: 876–886
27. Kronstrom M, Davis B, Loney R, Gerrow J, Hollender L: Satisfaction and clinical outcomes among patients with immediately loaded mandibular overdentures supported by one or two dental implants: results of a 5-year prospective randomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32: 128–136
28. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC: A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 (Suppl 5): 39–66
29. Lee J, Park D, Koo KT, Seol YJ, Lee YM: Comparison of immediate implant placement in infected and non-infected extraction sockets: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand* 2018; 76: 338–345
30. Lemos CAA, Verri FR, de Oliveira Neto OB et al.: Clinical effect of the high insertion torque on dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2020; 08 Sep 2020, doi: 10.1016/j.prosdent.2020.06.012
31. Malo P, Lopes A, de Araujo Nobre M, Ferro A: Immediate function dental implants inserted with less than 30 N.cm of torque in full-arch maxillary rehabilitations using the All-on-4 concept: retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018; 47: 1079–1085
32. Matarasso S, Salvi GE, Iorio Siciliano V, Cafiero C, Blasi A, Lang NP: Dimensional ridge alterations following immediate implant placement in molar extraction sites: a six-month prospective cohort study with surgical re-entry. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 1092–1098
33. Mericske-Stern R, Worni A: Optimal number of oral implants for fixed reconstructions: a review of the literature. *Eur J Oral Implantol* 2014; 7 (Suppl 2): S133–153
34. Mitsias M, Siompas K, Pistilli V, Trullenque-Eriksson A, Esposito M: Immediate, early (6 weeks) and delayed loading (3 months) of single, partial and full fixed implant supported prostheses: 1-year post-loading data from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2018; 11: 63–75
35. Monje A, Chan HL, Suarez F, Galindo-Moreno P, Wang HL: Marginal bone loss around tilted implants in comparison to straight implants: a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27: 1576–1583
36. Pardal-Peláez B, Flores-Fraile J, Pardal-Refoyo JL, Montero J: Implant loss and crestal bone loss in immediate versus delayed load in edentulous mandibles: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2020;
37. Parvini P, Obreja K, Becker K, Galarra ME, Schwarz F, Ramanauskaitė A: The prevalence of peri-implant disease following immediate implant placement and loading: a cross-sectional analysis after 2 to 10 years. *Int J Implant Dent* 2020; 6: 63
38. Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Diago M, Zaragoza-Alonso R, Soto-Penalzoza D: On Behalf Of The Ticare Consensus M. Consensus statements and clinical recommendations on treatment indications, surgical procedures, prosthetic protocols and complications following All-On-4 standard treatment. 9th Mozo-Grau Ticare Conference in Quintanilla, Spain. *J Clin Exp Dent* 2017; 9: e712–e715
39. Pigozzo MN, Rebelo da Costa T, Sesma N, Laganá DC: Immediate versus early loading of single dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 25–34
40. Ragucci GM, Elnayef B, Criado-Cámara E, Del Amo FS, Hernández-Alfaro F: Immediate implant placement in molar extraction sockets: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent* 2020; 6: 40
41. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M: Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 964–982
42. Schimmel M, Srinivasan M, Herrmann FR, Müller F: Loading protocols for implant-supported overdentures in the edentulous jaw: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29 (Suppl): 271–286
43. Sommer M, Zimmermann J, Grize L, Stübinger S: Marginal bone loss one year after implantation: a systematic review of different loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020; 49: 121–134
44. Soto-Penalzoza D, Zaragoza-Alonso R, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Diago M: The all-on-four treatment concept: systematic review. *J Clin Exp Dent* 2017; 9: e474–e488
45. Stoker GT, Wismeijer D: Immediate loading of two implants with a mandibular implant-retained overdenture: a new treatment protocol. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011; 13: 255–261
46. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP: A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 (Suppl 5): 1–21
47. Thomason JM, Kelly SA, Bendkowski A, Ellis JS: Two implant retained overdentures – a review of the literature supporting the McGill and York consensus statements. *J Dent* 2012; 40: 22–34
48. Troiano G, Lo Russo L, Canullo L, Ciavarella D, Lo Muzio L, Laino L: Early and late implant failure of submerged versus non-submerged implant healing: a systematic review, meta-analysis and trial

sequential analysis. J Clin Periodontol 2018; 45: 613–623

49. Weigl P, Strangio A: The impact of immediately placed and restored single-tooth implants on hard and soft tissues in the anterior maxilla. Eur J Oral Implantol 2016; 9 (Suppl 1): S89–106

50. Wentaschek S, Scheller H, Schmidtmann I et al.: Sensitivity and specificity of stability criteria for immediately loaded splinted maxillary implants. Clin Implant Dent Relat Res 2015; 17 (Suppl 2): e542–549

51. Wittneben JG, Gavric J, Sailer I, Buser D, Wismeijer D: Clinical and esthetic outcomes of two different prosthetic workflows for implant-supported all-ceramic single crowns-3 year results of a randomized multicenter clinical trial. Clin Oral Implants Res 2020; 31: 495–505

52. Zhuang J, Zhao D, Wu Y, Xu C: Evaluation of outcomes of dental implants inserted by flapless or flapped procedure: a meta-analysis. Implant Dent 2018; 27: 588–598



(Foto: Norbert Enkling)

**PROF. DR. NORBERT ENKLING,
MAS**

Leiter der Arbeitsgruppe Zahnärztliche Implantologie und Biomaterialforschung, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Medizinische Fakultät, Universität Bonn

&
Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Gerodontologie, Universität Bern/Schweiz

c/o Eichenklinik - Praxisklinik für Zahnmedizin, Eichener Str. 69,
57223 Kreuztal
enkling@uni-bonn.de

PRAXIS / PRACTICE

BUCHBESPRECHUNG / BOOK REVIEW

Medizin in der täglichen zahnärztlichen Praxis

Die moderne Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird durch medizinische Weiterentwicklungen und zunehmende Komplexität von Seiten der Humanmedizin beeinflusst. Mit dem vorliegenden Buch mit dem Titel: „Medizin in der täglichen zahnärztlichen Praxis“ geben die Autoren Markus Tröltzsch, Philipp Kauffmann und Matthias Tröltzsch einen Beitrag, um dem interessierten Zahnmedizinstudenten, dem Zahnarzt und allen zahnmedizinisch Interessierten einen interdisziplinären medizinischen Überblick über die großen Medizin-Einflüsse auf die Zahnheilkunde zu geben.

Auf insgesamt 477 Seiten wird von 62 Autoren aus Deutschland und der Schweiz ein umfangreicher Einblick in die wichtigen Einflüsse seitens der Medizin in die Zahnmedizin hinein vermittelt. Hierfür ist das sehr



Markus Tröltzsch, Philipp Kauffmann, Matthias Tröltzsch (Hrsg.): 2021 Quintessence Publishing, Deutschland, 477 Seiten, 378 Abbildungen, ISBN 978-3-86867-419-4; 198,00 Euro (Quintessence Publishing, Deutschland)

umfangreich bebilderte und mit vielen Tabellen versehene Werk in vier große Blöcke unterteilt: Basics, Pharmakologie, häufige medizinische Herausforderungen und Medizin für das zahnärztliche Team. Insgesamt tragen 61 Kapitel zur detaillierten Informationsvermittlung bei.

Durch diese Anordnung wird der Leser behutsam durch sonst oft schwer verdauliche und schwierig zu vermittelnde Themen im Bereich der Antibiotika, Schmerztherapeutika, Antiphlogistika, Knochenstoffwechsel, aktiven Wirkstoffe, Immunmodulatoren, Antikoagulanzen und viele mehr hindurchgeführt. Alles ist in einer verständlichen und kompakten Dosis, sodass die Wirkung für den Leser angenehm hoch ist. Deutlich mehr als ein Kompendium, aber auch deutlich zurückgenommener als abschließliche Fachliteratur, wird hier

mit praktischem Bezug und Untermauerung durch klinische Fälle das Wissen vermittelt, um stets den Bogen zum zahnmedizinischen Bearbeiten erfreulich zu spannen.

Durch die breit aufgestellte interdisziplinäre Autorenschaft gelingt es, die Fachkompetenz in allen Unterkapiteln so zu übermitteln, dass der Leser interessiert durch die Kapitel geführt wird und sich neugierig dem nachfolgenden Kapitel zuwenden kann. Auch speziellen Aspekten, wie beispielsweise der Prävention des Burnouts des Praxisteam oder der Zahnärzte selber wird Rechnung getragen, ebenso wie klinisch relevanten Fragestellungen des Umganges mit Stichverletzungen, Hygieneinfra-

gen oder interdisziplinären Schnittstellen.

Dieses Buch animiert und motiviert den Leser und ist auf aktuellem Stand selbst unter Berücksichtigung der aktuellen Aspekte der SARS-CoV-2-Situation mit z.T. erforderlichen Schutzmaßnahmen. Im Anhang befinden sich Checklisten, die noch einmal konzentriert Wichtigstes zusammenfassen. Auf ein alphabetisches Schlagwortverzeichnis am Ende wurde in dieser Ausgabe verzichtet, was aber durch die aufwendige Stratifizierung der Unterkapitel nicht wirklich störend ist, weil eingängige Kapitel wie „Die schwangere Patientin“, eben zum Lesen animieren und dann in jeweils

klarer Gliederung die wichtigen Informationen für die zahnärztliche Praxis bereithalten.

Insgesamt ist dieses Buch ein erfreuliches Beispiel dafür, wie es Autoren in mühevoller Arbeit schaffen, komplexe Themen zusammenfassend abzuhandeln, sodass der Leser neugierig gemacht wird, optisch durch ein anschauliches Leseformat und durch angenehme Tabellendarstellung sowie mithilfe vieler klinischer Bilder fasziniert wird. Damit ist das vorliegende Buch zur „Medizin in der täglichen zahnärztlichen Praxis“ ein wertvoller Begleiter für die Zahnmedizin.

Prof. Dr. Dr. Nils-Claudius Gellrich, Hannover

BASICS Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie

In dem Arbeitsbuch „Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie BASICS“ gibt das Autorenteam Holtmann, Hackenberg, Wilhelm und Handschel einen gut illustrierten und umfassenden Einblick in die klinischen Inhalte des Faches. Der Textinhalt ist klar strukturiert und insgesamt eher knapp gehalten, sodass mit dem Buch in etwa der Stil eines Kursbegleitenden Skriptes für den chirurgischen Fächerkanon abgebildet wird.

Inhaltlich werden in einem ersten allgemeinen Teil die Grundlagen der relevanten Anatomie im Kopf-Hals-Bereich, die klinischen Untersuchungstechniken, die bildgebende Diagnostik sowie Grundzüge der dentalalveolären Chirurgie und Implantologie übersichtsartig dargestellt. Im zweiten speziellen Teil werden eher knappe Erläuterungen zu den Diagnosen bzw. Eingriffen in der gesamten Breite des Faches gegeben. In Einzelkapiteln werden nach den Erkrän-



Henrik Holtmann, Berit Hackenberg, Sven Bastian Wilhelm, Jörg Handschel (Autoren), Buch, Softcover, 128 Seiten, Urban & Fischer in Elsevier (Verlag), München 2020, 2. Aufl., ISBN 978-3-437-42847-0, 24,00 Euro (Elsevier GmbH)

kungen der Kiefer, einschließlich der Knochennekrosen, die odontogenen Infektionen, die Traumatologie des Gesichtsschädels, die Erkrankungen des Kiefergelenkes, die nicht-malignen und prä-malignen Erkrankungen der Mundschleimhaut und der Gesichtshaut, die Tumorerkrankungen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, die Speicheldrüsenerkrankungen, die kraniofazialen Fehlbildungen, die Dysgnathien und die Prinzipien der rekonstruktiven plastischen Chirurgie abgehandelt. Drei ausgewählte Fallbeispiele ergänzen den speziellen Abschnitt.

Auch hier werden in eher sprachlich knapper, oft grafisch bzw. tabellarisch unterstützter Darstellung übersichtsartig die relevanten Aspekte zur Ätiologie, Klassifikation, Klinik sowie zur Diagnostik und Therapie der jeweiligen Krankheitsbilder vorgestellt. Der Inhalt beschränkt sich konzeptionell folgerichtig auf die gut

strukturierte Darstellung der wesentlichen und aktuellen Behandlungskonzepte der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und kann bzw. will daher ein klassisches Lehrbuch nicht ersetzen.

Für die bereits chirurgisch erfahrene Kollegenschaft erreicht das Arbeitsbuch nicht die notwendige fachliche Tiefe und bildet eher die Funktion eines Repetitoriums der wichtigsten In-

halte ab. Für Studierende der Zahnmedizin oder Medizin hingegen kann das Arbeitsbuch eine wertvolle Ergänzung sein, z.B. als strukturiert aufbereitetes Kompendium zur Begleitung von chirurgischen Lehrveranstaltungen oder als Skript zu Wiederholungszwecken im Rahmen der Prüfungsvorbereitung. Zum langfristig angelegten Erwerb eines chirurgischen Grundlagenwissens bzw. Verständnisses der häufigsten Ein-

griffe der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie sollten die Studierenden unverändert auf umfangreichere und didaktisch anspruchsvoller gestaltete Informationsquellen zurückgreifen.

Das im DIN-A4-Format aufgelegte Softcoverbuch enthält ca. 120 Seiten und steht in der 2. Auflage zum angemessenen Preis von 24,00 Euro zur Verfügung.

Franz-Josef Kramer, Bonn

Grenzgänge der Zahnmedizin

Eine Festschrift für Winfried Walther

In den vergangenen 40 Jahren hat der Zahnarzt, Hochschullehrer und Forscher Winfried Walther sein berufliches Lebenswerk in den Dienst der Akademie für Zahnärztliche Fortbildung Karlsruhe gestellt. In Würdigung seiner weitreichenden Aktivitäten, die vom „Freigeist des Hinterfragens“ geprägt waren und sind, haben 23 seiner Weggefährtinnen und -gefährten ein sehr gut gelungenes Buch verfasst, das in vielerlei Hinsicht eine Sonderstellung in der zahnärztlichen Literatur einnimmt. In allen fächerübergreifenden Kapiteln aus den Kategorien „Akademie“, „Universität“ und „Praxis“ gelingt es den Autoren, den Blick von der scheinbar engen zahnärztlichen Welt in übergeordnete Zusammenhänge dergestalt zu erweitern, dass die Lektüre nicht nur durchgängig höchst informativ ist, sondern geradezu zum Genuss wird.

Exemplarisch sei der Beitrag der Kunsthistorikerin Laura-Violetta Czichon herausgegriffen, die den Bogen von hedonistischen, moralistischen und kognitivistischen Kunstfunktionen zur „Zahnheilkunst“ spannt. Die Historikerin widmet sich dabei zunächst dem Begriff der Ästhetik, der in der Zahnmedizin heute meist auf



Andreas Bartols, Mike Jacob und Hans Ulrich Brauer (Hrsg.). Pabst Science Publishers, Lengerich (Westf.) 2021, ISBN 978-3-95853-689-0, 306 Seiten, 40,00 Euro (Pabst Science Publishers)

„schöne Zähne“ reduziert wird. Das aus dem Griechischen stammende Wort „aisthesis“ bedeutet der Autorin zufolge jedoch viel mehr, nämlich „Wahrnehmung“ in einem um-

fassenden, zutiefst menschlichen Sinn und kann nicht auf vordergründig „Schönes“ beschränkt werden (Letzteres wäre Kallistik). Ästhetik öffnet den Zugang zu Empfindungen, und die müssen nicht immer nur schön sein. Es gibt auch die Ästhetik des Hässlichen oder des Tragischen. Czichon verweist dabei auf die berühmte Skulptur „Pietà“ (Mater Dolorosa) von Michelangelo, bei der beispielsweise die Ästhetik von entrückter Trauer zur Geltung kommt oder auf die vielen ästhetischen Darstellungen der Heiligen Apollonia, bei denen das schmerzhafteste Herausgeschlagen von Zähnen künstlerisch verarbeitet wurde. Dass ausgerechnet ein Opfer von dentalen Folterungen zur Schutzheiligen der Zahnleidenden und (!) der Zahnärzte erkoren wurde, lässt – nebenbei bemerkt – im Hinblick auf das zahnärztliche Rollenverständnis tief blicken.

Die Beiträge dieses solitären Buchs regen ausnahmslos zum Nachdenken an und bereichern – jeder auf seine ganz eigene Art – unseren Horizont. Ich wünsche ihm weite Verbreitung.

Prof. Dr. Dr. Hans Jörg Staehle,
Heidelberg

MEDENTIS

ICX-WORKFLOW hoch drei



Mit ICX-ACTIVE LIQUID, ICX-MAGELLAN X und ICX-IMPERIAL präsentieren die Spezialisten von medentis drei Lösungen für die implantologische Praxis, die die Einheilzeiten verkürzen, eine frühere Implantatbelastung ermöglichen und die Implantatplanung und -insertion komfortabler und sicherer machen.

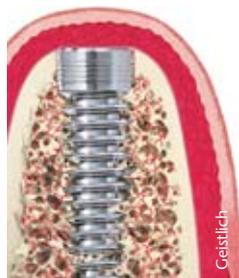
Die hydrophile, mikrostrukturierte Oberfläche von ICX-ACTIVE LIQUID optimiert die Einheilung des Implantats in der kritischen Anfangsphase und kann eine optimierte Früh- und Sofortbelastung ermöglichen. ICX-IMPERIAL ist das digitale Master-Konzept zur Behandlung von Patienten. Die Bohrschablone ICX-MAGELLAN-X garantiert optimalen Komfort und Sicherheit bei der Implantatinsertion. Mit ICX-IMPERIAL erhalten Anwender zum OP-Termin darüber hinaus bis zu drei Bohrschablonen, ein gedrucktes 3D-Modell, alle benötigten Implantate und Aufbauten sowie die CAD/CAM-gefräste ICX-SmileBridge.

medentis medical GmbH

Walporzheimer Str. 48–52, 53474 Bad Neuenahr/Ahrweiler
Tel.: 02641 9110–0, Fax: 02641 9110–120, info@medentis.de,
www.icx-shop.de

GEISTLICH

Langzeiterfolg bei Augmentation



Augmentationskonzepte für den Langzeiterfolg von Implantaten sind ab sofort bei Geistlich Biomaterials erhältlich. Als Hauptursache bei Implantatpätverlusten wird in der Literatur die Periimplantitis beschrieben. Mit jährlich mehr als einer Million inserierter dentaler Implantate in Deutschland gewinnt damit

die Prävention und Therapie von Periimplantitis für Behandler/innen immer mehr an Bedeutung. In einer mehrstufigen Kampagne wird Geistlich Biomaterials Konzepte zur Therapie & Prävention von Periimplantitis bereitstellen. Der erste Teil wurde nun veröffentlicht: Klar strukturiert erhält der Leser Einblicke in verschiedene Augmentationskonzepte, die alle das Ziel einer langzeitstabilen Hart- und Weichgewebesituation verfolgen und so einen wertvollen Beitrag zur Periimplantitis-Prävention leisten können. Gut dokumentierte klinische Fallbeispiele, kombiniert mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen runden die ausführlichen Erläuterungen ab.

Geistlich Biomaterials Vertriebsgesellschaft mbH

Schneidweg 5, 76534 Baden-Baden, Tel.: 07223 96240
Fax: 07223 962410, www.geistlich.com

PERMADENTAL

Zahnaufhellung im Trend



Umfragen haben bereits vor Jahren belegt, dass bei 35 % der Frauen und 41 % der Männern der Wunsch nach „strahlend weißen, gesunden Zähnen“ an erster Stelle steht und sie bereit sind, dafür auch Geld

auszugeben. Aktuelle Reports bestätigen den Trend. Das Zahnaufhellungssystem permawhite von Permadental bietet ästhetisch orientierten Zahnarzt- und KFO-Praxen einen attraktiven Mehrwert. Mit permawhite beginnt die Bleaching-Behandlung grundsätzlich in der Praxis – unabhängig davon, ob einzelne Zähne, partielle Zahnbereiche oder die kompletten Zahnreihen im Ober- und Unterkiefer aufgehellt werden sollen. Nach der instruierenden Einführung durch die Zahnmediziner können die Patienten die weiteren Anwendungen Zuhause durchführen und ganz nach ihren Wünschen bestimmen.

Permadental GmbH

Marie-Curie-Straße 1, 46446 Emmerich
Tel.: 02822 10065, info@ps-zahnersatz.de, www.permadental.de
www.moderndentalconnect.de, www.moderndentalconnect.eu

KETTENBACH DENTAL

Erneut Auszeichnung für Futar, Panasil & Co.

Zum wiederholten Mal zeichnete die führende Research-Publikation aus den USA, „The Dental Advisor“, vier Produkte aus dem Portfolio von Kettenbach Dental als besonders hochwertige Materialien der Zahnmedizin aus. In der Kategorie „TOP 2021 Bissregistrierung“ punkte



te Futar Fast mit hoher Endhärte und besonders schneller Abbinde-Charakteristik. Zum „TOP 2021 Provisorien-Material“ wurde Visalys Temp gekürt. Als „TOP 2021 Stumpfaufbau-Material“ prämierte die Jury Visalys Core, während das Präzisions-Abformmaterial Panasil als „Preferred Product 2021“ überzeugen konnte.

Kettenbach GmbH & Co. KG

Im Heerfeld 7, 35713 Eschenburg, Tel.: 02774 705–99,
Fax: 02774 70533, info@kettenbach.de,
www.kettenbach-dental.de

Elisabeth Pahncke, Angelika Rauch, Ina Nitschke, Sebastian Hahnel

Retentionssilikone zur Wiederherstellung des Halts bei partiellen Prothesen – ein Fallbeispiel*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Insbesondere vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung werden vor allem abnehmbare Versorgungen weiterhin eine wesentliche Rolle in der zahnärztlichen Prothetik besitzen. Komplikationen wie Frakturen von Pfeilerzähnen sind jedoch in manchen Fällen schwierig zu handhaben und erfordern oftmals alternative Behandlungskonzepte. Das folgende Fallbeispiel illustriert eine Versorgungsoption, die bei der Fraktur von Pfeilern eines über Doppelkronen verankerten Zahnersatzes Anwendung finden könnte.

Zusammenfassung: Retentionssilikone können zur temporären Verankerung von abnehmbarem Zahnersatz auf Wurzelstiftkappen Anwendung finden und offerieren in einem gerostomatologischen Kontext die Möglichkeit einer schnellen sowie kostengünstigen Verbesserung der Lagestabilität und Retention des abnehmbaren Zahnersatzes. Eine langfristige klinische Bewährung dieser Versorgungsoption bleibt jedoch abzuwarten.

Schlüsselwörter: Prothese; Doppelkrone; Wurzelstiftkappe; Retentionssilikon; Komplikation; Reparatur

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Leipzig; ZÄ Elisabeth Pahncke; Dr. Angelika Rauch; Prof. Dr. Ina Nitschke; Prof. Dr. Sebastian Hahnel

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung von Pahncke E, Rauch A, Nitschke I, Hahnel S: Retention silicone to restore stability in removable partial dentures – a case study. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 214–220

Zitierweise: Pahncke E, Rauch A, Nitschke I, Hahnel S: Retentionssilikone zur Wiederherstellung des Halts bei partiellen Prothesen – ein Fallbeispiel. Dtsch Zahnärztl Z 2021; 76: 153–160

Peer-reviewed article: eingereicht: 21.10.2019, revidierte Fassung akzeptiert: 28.01.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.5625

Retention silicone to restore stability in removable partial dentures – a case study

Summary: Retention silicones can be used for temporary anchoring of removable dentures on root-anchored ball attachments. From a geriatric point of view, they offer the possibility of a quick and cost-effective improvement of the position stability and retention of the removable dentures. Clinical studies are however required to elucidate the long-term performance of these materials.

Keywords: removable dental prosthesis; double-crown; root-anchored ball attachment; retention silicon; complication; repair

Einleitung

Die Versorgung von Lückengebissen mit abnehmbarem Zahnersatz stellt in Deutschland ein regelmäßig und häufig verwendetes Therapiemittel dar. Gemäß den Daten der 5. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) sind 71,8 % der älteren Senioren zwischen 75–100 Jahren mit abnehmbaren Prothesen versorgt. Die häufigste Form des partiellen abnehmbaren Zahnersatzes stellt die kombiniert festsitzend abnehmbare Prothese mit 23,9 % im Ober- und 36,3 % im Unterkiefer dar [10]. Als Retentionselement werden dabei vor

allem Doppelkronen verwendet. Diese gelten als initial verhältnismäßig teure Versorgungsoption, bieten aber die Vorteile einer mechanisch stabilen Retention, guten Mundhygiene- und einfachen Erweiterungsfähigkeit sowie günstigen Reparaturmöglichkeit des abnehmbaren Zahnersatzes [15].

Als am häufigsten beobachtete technische Komplikation bei doppelkronenverankertem Zahnersatz werden die Dezementierung von Primärkronen mit 26,0 % bei parallelwandigen und 18,6 % bei konischen Doppelkronen nach einem Beobachtungszeitraum von 7 Jahren sowie Frakturen der Verblendung beschrieben [5]. Letztere treten nach einem Beobachtungszeitraum von 12 Jahren

mit einer Wahrscheinlichkeit von 18,4 % auf [29]. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten zahngetragener Doppelkronen liegen nach 4,0 bzw. 5,3 Jahren zwischen 90,0 und 95,1 % [17], jedoch können biologische Komplikationen wie parodontale Entzündungen, kariöse Läsionen oder Frakturen den Verlust der Pfeilerzähne bedingen oder endodontische Maßnahmen notwendig werden lassen [29]. Nach einem Beobachtungszeitraum von 8 Jahren zeigten 37,0 % der Pfeilerzähne eine erhöhte Mobilitätsrate und 1,3 % der Pfeilerzähne frakturierten [30]. Endodontische Behandlungen verschlechtern zwar die Prognose als Pfeilerzahn [27], können aber in letzter Instanz zum Erhalt des Zahnes beitragen, während fortgeschrittener Knochenrückgang und die daraus resultierende erhöhte Mobilität, sowie Frakturen regelmäßig zum Verlust des Zahnes führen.

Der Verlust eines Pfeilerzahns in doppelkronenverankerten Zahnersatz verschlechtert regelmäßig die Funktion der Prothese, insbesondere wenn die Extraktion zu einer unilateralen Belastung der noch vorhandenen Pfeilerzähne führt [20]. Ein typisches Beispiel wäre ein einseitiger Verlust des distalen Pfeilers bei einem Patienten mit Kennedy-Klasse I. In diesem Setting sind die zur Verfügung stehenden Therapieoptionen in aller Regel begrenzt und erfordern – sofern implantologische Optionen nicht zur Verfügung stehen – üblicherweise eine umfassende prothetische Neuver-

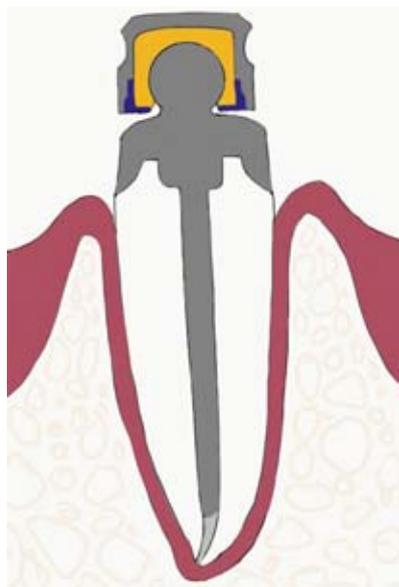


Abbildung 1 Schematische Darstellung einer Wurzelstiftkappe mit Kugelkopf und Retentionselement



Abbildung 2 Intraorale Ausgangssituation



Abbildung 3 Okklusalanzeige mit eingegliedertem Ringteleskop bei Zahn 47 und mit einem mit Kunststoff aufgefülltem Sekundärteil eines ehemaligen Ringteleskops zum Ersatz des Zahns 46



Abbildung 4 Okklusalanzeige ohne eingegliederte Prothese mit dem Primärteil eines Ringteleskops bei Zahn 47

sorgung. Insofern eine Implantation möglich ist, stehen unterschiedliche Möglichkeiten für die prothetische Rehabilitation zur Verfügung. Die Integration konfektionierter Verankerungselemente in bestehenden und an anderer Stelle doppelkronenverankerten Zahnersatz ist schwierig und birgt die Gefahr eines erschwerenden Handlings für den Patienten, da zwei unterschiedliche Verankerungselemente miteinander kombiniert werden. Darüber hinaus ist mit einem erhöhten Verschleiß der Verankerungselemente zu rechnen. Aus diesem Grund werden in derartigen Fällen oftmals individuell gefertigte Implantatabutments inseriert, die navigiert an der Stelle implantiert wer-

den, an der sich zuvor der Pfeilerzahn befunden hat. Das Implantat wird nach Einheilung mit einer Doppelkronen versorgt, die wiederum in den bestehenden Zahnersatz eingefügt wird [24]. Gerade ältere Senioren stehen einer Implantation jedoch oftmals kritisch gegenüber. Studien zufolge werden dabei vor allem die entstehenden Kosten sowie der verbundene Aufwand und die möglichen Komplikationen des chirurgischen Eingriffs als problematisch erachtet [11, 19]. Aus diesen Gründen ist eine Implantation bei betagten Patienten regelmäßig keine Option. Zusätzlich scheinen eine postprothetische Versorgung und Pflege der Implantate bei Patienten, die in aufsuchender

Weise zahnärztlich betreut werden, nicht immer gewährleistet zu sein.

Der Erhalt auch kompromittierter mit Doppelkronen versorgter Zähne ist jedoch klinisch oftmals sinnvoll oder notwendig, um den vorhandenen Zahnersatz wenigstens temporär zu stabilisieren oder eine Adaptation an extendierte Neuversorgungen zu vermeiden. Aus diesen Gründen ist auch in Fällen von Frakturen von mit Doppelkronen versorgten Pfeilerzähnen eine endodontische Therapie – der verschlechterten Prognose zum Trotz – zu erwägen. Ein direkter Aufbau mit einem Wurzelstift eines frakturierten Pfeilers ist nur selten in befriedigender Art und Weise möglich, da eine exakte Repositionierung der Primärkronen aufgrund des regelmäßig fehlenden Fassreifeneffekts schwierig ist. Unter Belastung kann es zudem häufig zu Stift- und/oder Wurzelfrakturen sowie Dezementierung des Stift-Stumpf-Aufbaus [6] kommen. Modifizierte Stiftsysteme wie die direkte Versorgung mit einem Würzburger Stift oder die indirekte Anfertigung einer Wurzelstiftkappe im zahn-technischen Labor sollen Komplikationen und Misserfolge, wie sie bei der klassischen Versorgung von endodontisch behandelten Pfeilerzähnen mit Stift-Stumpf-Aufbauten auftreten, minimieren und stehen diesen als Behandlungsalternative gegenüber [23]. Die im indirekten Verfahren gefertigte Wurzelstiftkappe versteht sich dabei als leicht supra- oder epigingival liegende Patrizie, die der ursprüng-



Abbildung 5 Aufsicht auf die Prothesenbasis der abnehmbaren Prothese mit einem mit Kaugummi gefülltem Sekundärteil in regio des Zahns 33 und einem Ringteleskop auf dem Zahn 47

lichen Wurzelanatomie folgt (Abb. 1). Sie wird über einen gegossenen Stiftaufbau im Wurzelkanal verankert und ist im supragingivalen Bereich mit einem Retentionselement ausgestattet. Letzteres stellt einen Verbund zur Matrize her, die wiederum in die Prothese eingearbeitet wird. Die Patrizen und Matrizen von Wurzelstiftkappen können unterschiedlich gestaltet sein. Für die Patrize sind sowohl eine Kugelkopfform (z.B. Dalbo-System, Cendres et Métaux, Biel, Schweiz) oder eine verschraubte Zylinderform (z.B. Gerber-Retentionszylinder) beschrieben. Conod- oder Bona-Zylinderanker, die ihren Halt durch Friktion erzeugen, sind aufgrund ihrer geringeren Haltekräfte weniger empfehlenswert [28]. Klinisch bewährt hat sich vor allem der Kugelkopfanter, der sich durch eine einfache Reinigung und durch technisch einfache Nachsorge auszeichnet [7]. Die Matrize wird in die Prothesenbasis polymerisiert. Die Haltewirkung auf der Patrize erfolgt wiederum durch aktivierbare Lamellen, Retentionselemente auf Basis von Polyoxymethylen oder Kunststoff- oder Federringen.

Kugelkopfformen finden als Druckknopfsysteme regelmäßig Anwendung als Retentionselement in Implantat-verankerten abnehmbaren Deckprothesen. Dabei kommt es nicht selten zum verschleißbedingten Verlust der Retention [7, 9, 12, 13]. Darüber hinaus können Retentionssilikone auf Basis von Polyvinylsiloxanen verwendet werden, um Deckprothesen wenigstens temporär auf retentiven Abutments – etwa in Phasen der Einheilung von Implantaten – zu fixieren [18]. Laboruntersuchungen konnten zeigen, dass derartige Systeme das Potenzial besitzen, auch über einen längeren Zeitraum eine zufriedenstellende Retention von abnehmbarem Zahnersatz sicherzustellen. Hinsichtlich ihrer Stabilität und Haltekraft waren sie mit klassischen Druckknopfsystemen wie den Locatoren vergleichbar [26]. Basierend auf diesen Untersuchungen ist zu erwägen, ob derartige Retentionssilikone in Kombination mit Wurzelstiftkappen als einfache Möglichkeit verwendet werden können, um die Retention von abnehmbarem Zahnersatz bei



Abbildung 6 OPG von September 2019 zeigt eine suffiziente Wurzelstiftkappe am Zahn 33



Abbildung 7 Prothese nach Abformung für die partielle Unterfütterung mit einem kondensationsvernetzten Silikon und Überabformung mit Alginat

frakturierten Pfeilerzähnen zu gewährleisten. Vor diesem Hintergrund beschreibt der vorliegende Fallbericht exemplarisch die Applikation eines Retentionssilikons in Kombination mit einer Wurzelstiftkappe bei einem Patienten mit insuffizient retinierter ursprünglich doppelkronenverankerter Prothese im Unterkiefer.

Falldarstellung

Ein 78-jähriger Patient stellte sich in der interdisziplinären Patientenaufnahme der Universitätszahnmedizin am Universitätsklinikum Leipzig vor. Die allgemeine Anamnese erbrachte neben einer Hypertonie auch einen adäquat eingestellten Diabetes mellitus vom Typ 2. Der Patient berichtete, seit dem Jahr 2008 mit abnehmba-

rem Zahnersatz im Unterkiefer versorgt zu sein; seit ungefähr einem Jahr sei der Sitz des Zahnersatzes allerdings schlecht. Die Prothese sei diesbezüglich schon mehrfach repariert und umgearbeitet worden, eine entscheidende Verbesserung sei aber bis dato nicht erfolgt.

Der extraorale Befund zeigte keine Auffälligkeiten. Intraoral wies der Patient ein konservierend und prothetisch versorgtes Restgebiss auf. Die Mundschleimhaut war klinisch unauffällig. Die Zunge stellte sich mit einer Lingua plicata als Normvariante dar. Im Oberkiefer fehlte der Zahn 17, während der Unterkiefer mit einer abnehmbaren Prothese versorgt war, welche die Zähne 37, 36 und 35 sowie den Zahn 46 ersetzte. Der Zahn 47



Abbildung 8 Wurzelstiftkappe post-prothetisch versorgt; die Sekundärkrone (goldfarben) ist mit PMMA (rosafarben) ausgekleidet, um eine Verbindung Retentionssilikon (gepunktet dargestellt) erzielen zu können

war mit einem Ringteleskop versorgt. Der Ankerzahn 33 stellte sich mit einer klinisch suffizienten, scheinbar zahntechnisch frei modulierten Wurzelstiftkappe (Durchmesser des Kugelpfandes etwa 2 mm) und gesunden parodontalen Verhältnissen dar (Sondierungstiefe < 3,5 mm an allen 6 Messpunkten, keine Blutung auf Sondieren) (Abb. 2–4). Die Sekundärkrone im abnehmbaren Zahnersatz in der Region des Zahns 33 war mit Kaugummi gefüllt. Auf Nachfrage berichtete der Patient, dass er aufgrund der nicht zufriedenstellenden Retention diese selbst durch das Anbringen von Kaugummi optimiert hätte, nachdem das durch den Zahnarzt mehrfach eingebrachte rosa Silikon regelmäßig verloren gegangen sei. Den Kaugummi würde er im Abstand von etwa 3 Tagen erneuern. Die Prothese wies mehrere Reparaturstellen und deutliche Verschleißspuren auf.

Der Patient erläuterte weiterhin, dass die Ankerbandkrone in regio des Zahns 46 nach der Exzision des Zahns mit Kunststoff aufgefüllt und die Prothese bereits wiederholt unter-

füttert worden sei. Klinisch ließ sich die Retention der Prothese als unzureichend diagnostizieren. Bedingt durch die Auskleidung des Außenteleskops am Zahn 33 mit Kaugummi war der abnehmbare Zahnersatz nur punktuell in regio 47 abgestützt, was die unzureichende Retention und Lagestabilität des Zahnersatzes erklärte. Im Rahmen der klinischen Untersuchung konnten keine Druckstellen identifiziert werden; die statische und dynamische Okklusion konnte als klinisch suffizient eingestuft werden. In funktioneller Hinsicht erbrachte ein Kurzbefund keine pathologischen Auffälligkeiten. Der Zahnersatz war lokalisiert mit festem Biofilm belegt (Abb. 5); intraoral offenbarte sich klinisch jedoch eine akzeptable Mundhygiene. In parodontaler Hinsicht zeigte sich ein vorbehandeltes Gebiss. Der Patient berichtete, regelmäßig an einer unterstützenden Parodontaltherapie (UPT) teilzunehmen.

Im Orthopantomogramm (OPG) zeigte sich vor allem im Oberkiefer ein generalisierter horizontaler Knochenabbau sowie lokalisiert ein leichter vertikaler Einbruch mesial des Zahns 33, der klinisch allerdings nicht sondiert werden konnte (Abb. 6). Der Zahn wies eine radiologisch suffiziente Wurzelfüllung auf und war mit einer randdichten Wurzelstiftkappe versorgt. Die Knochenstruktur war insgesamt homogen. Es konnten keine periapikalen Läsionen identifiziert werden.

Im Hinblick auf die zahnmedizinische funktionelle Kapazität wurde der Patient in die Belastbarkeitsstufe 1 eingeteilt; es bestanden keine Einschränkungen in der Therapiefähigkeit, der Mundhygienefähigkeit sowie der Eigenverantwortlichkeit [4]. Allerdings lehnte der Patient erweiterte Umbauten des Zahnersatzes sowie eine aufwendige Neuversorgung ab und wünschte eine zunächst vorübergehende Optimierung der Retention des Zahnersatzes. Aus diesem Grund wurde im Dialog mit dem Patienten entschieden, ein Retentionssilikon zur Verbesserung der Retention des abnehmbaren Zahnersatzes in regio der Sekundärkrone am Zahn 33 einzubringen.

Vor diesem Hintergrund wurde zunächst eine Situationsabformung

mit einem Teillöffel angefertigt, der das Gebiet um die Wurzelstiftkappe fasst ohne eingesetzten abnehmbaren Zahnersatz (Image Fast Set, Kerr Dental GmbH, Biberach, Deutschland) und ein Situationsmodell aus Gips hergestellt. In der zweiten Sitzung wurden eine partielle Unterfütterungsabformung mit einem Kondensations-vernetzenden Silikon (Xantopren comfort light, Kulzer, Hanau, Deutschland) sowie eine Überabformung mit Alginat (Image Fast Set, Kerr Dental GmbH, Biberach, Deutschland) zur Erweiterung der vestibulären und lingualen Prothesenteile in regio 33 angefertigt (Abb. 7). Da das verwendete Retentionssilikon nach Herstellerangaben nur an Polymethylmethacrylat (PMMA) haftet, wurde für eine suffiziente Retention am Prothesenkörper das Außenteleskop leicht ausgeschliffen, mit PMMA (Probase, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) gefüllt und der Bereich mithilfe des Situationsmodells soweit hohlgelegt, dass eine ausreichend große Kavität zur Aufnahme der Wurzelstiftkappe entstand, die gleichzeitig eine Mindestschichtstärke des Retentionssilikons von zirkulär 1 mm gewährleistet. Ein aufwendiges Anpassen durch Ausschleifen der Prothese am Patienten konnte so durch die vorausgehende Situationsabformung umgangen werden.

Die auf diese Weise in regio 33 umgearbeitete Prothesenbasis wurde korundgestrahlt (110 µm Aluminiumoxid, 3 bar) und anschließend mit einem Haftvermittler (Multisil Primer, Bredent, Senden, Deutschland) nach Herstellerangaben konditioniert. Das im vorliegenden Fall verwendete Material (retention.sil, Bredent, Senden, Deutschland) ist in unterschiedlichen Retentionsstärken erhältlich. Die Shore-Härte beträgt laut Gebrauchsanweisung des verwendeten Materials dabei entweder 25, 50 oder 65 Shore, während sich die Abzugskräfte auf 2,4 oder 6 Newton belaufen können. Es wurde die mittlere Retentionsstärke (retention.sil 400, Bredent, Senden, Deutschland) verwendet. Da der Zahn 33 sich parodontal gesund darstellte, wurden präprothetische keine parodontalprophylaktischen Maßnahmen notwendig und das Retentionssilikon wurde nach Herstellerangabe direkt

am Stuhl in die zuvor konditionierte Kavität in der Prothesenbasis sowie um die Wurzelstiftkappe eingebracht (Abb. 8). Eine vorherige Isolation der Prothese war laut Gebrauchsanweisung nicht notwendig. Die Prothese wurde anschließend in den Patientenmund eingesetzt. Die Polymerisation des Materials erfolgte intraoral für einen Zeitraum von 15 Minuten im okkludierten Zustand. Im Anschluss wurde der Zahnersatz entnommen, die Überschüsse mit einem Skalpell entfernt und das Ein- und Ausgliedern des abnehmbaren Zahnersatzes mit dem Patienten geübt. Final wurde das Silikon nicht mit einem Glazing überzogen, da dies in der Gebrauchsanweisung des Materials nicht vorgesehen ist. Initial zeigten sich eine deutlich verbesserte Retention und Lagestabilität des Zahnersatzes.

Kontrolluntersuchungen wurden nach einem Zeitraum von einer sowie 12 Wochen durchgeführt. Zu beiden Terminen konnten keine Verschleißerscheinungen festgestellt werden; gleichermaßen konnten klinisch keine Beeinträchtigungen des Verbunds zwischen Retentionssilikon und Prothesenbasis identifiziert werden. Die Retention und Lagestabilität des Zahnersatzes war sowohl aus zahnärztlicher- als auch aus Patientensicht zufriedenstellend. Die Ein- und Ausgliederung durch den Patienten war problemlos möglich (Abb. 9).

Diskussion

Gerade bei doppelkronenverankertem Zahnersatz sind Frakturen von Pfeilerzähnen regelmäßig zu beobachten. Diese sind insbesondere dann problematisch, wenn sie eine nur mehr punktuelle oder unilateral-tangentiale Abstützung des abnehmbaren Zahnersatzes bewirken. Da die Therapieoptionen in einem solchen Fall, neben der Extraktion des frakturierten Pfeilerzahns, oft begrenzt sind, hat sich die Versorgung des beschädigten Pfeilerzahns mit einer Wurzelstiftkappe etabliert. Der vorliegende Fallbericht illustriert vor diesem Hintergrund weiterführend den Transfer eines für die abnehmbare Implantatprothetik beschriebenen Verfahrens in die klassische Teilprothetik, um die Wurzelstiftkappe mit dem vorhandenen Zahnersatz zu ver-



Abbildung 9 Prothesenbasis 3 Monate nach Insertion des Retentionssilikons, das den retentiven Anteil um die Wurzelstiftkappe und zirkulär das ehemalige Sekundärteil auskleidet

ankern. Im vorliegenden Fall war der Patient bereits mit einer Wurzelstiftkappe in regio 33 versorgt, die allerdings in unangemessener Art und Weise zur Sicherstellung der parodontalen Lagerung des Zahnersatzes verwendet wurde. Eine suffiziente Retention und Lagestabilität des Zahnersatzes bestand dabei nicht. In diesem Zusammenhang ist es jedoch bekannt, dass die Retention und Lagestabilität von abnehmbarem Zahnersatz die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität von Prothesenträgern entscheidend beeinflusst [1, 3, 21]. Aus diesen Gründen wurden im vorliegenden Fall verschiedene Optionen zur Optimierung des Zahnersatzes mit dem Patienten diskutiert; diese beinhalteten die Insertion einer neuen Matrize oder eine komplette prothetische Neuversorgung. Der Patient legte Wert auf eine möglichst einfache Reparatur, die ohne umfangreiche Umbauten wenigstens temporär Kaukomfort und Retention des Zahnersatzes wiederherstellen sollte. Da mit dem vormalig eingegliederten Druckknopfsystem regelmäßig Probleme auftraten, wurde vereinbart, eine Optimierung der Retention durch Einbringen eines Retentionssilikons in den abnehmbaren Teil des Zahnersatzes zu bewirken.

Die klinische und labortechnische Umsetzung erfolgte dabei problem-

los. Im Vorfeld der Applikation des Retentionssilikons bietet sich eine Abformung der Wurzelstiftkappe an, da auf diese Weise die Sekundärkrone im zahntechnischen Labor im Hinblick auf die individuell vorliegenden Platzverhältnisse vorbereitet werden kann und ein aufwendiges Einschleifen am Patienten vermieden wird. Bei der Insertion des Retentionssilikons sollte darauf geachtet werden, eine Blasenbildung zu vermeiden, da diese die Haltbarkeit und Retentionskraft des Silikons beeinträchtigen kann [25]. Nach den Erfahrungen der Autoren lassen sich zudem Überschüsse des Materials aufgrund seiner Härte und elastischen Konsistenz nach dem Aushärten nur schwer entfernen, weswegen entsprechende Bereiche zuvor isoliert werden sollten. Ausgehärtete Überschüsse lassen sich, wenn auch schwierig, mit einem scharfen Skalpell entfernen, wobei die Prothesenbasis dabei nicht beschädigt werden sollte. Initial und innerhalb der 12-wöchigen Beobachtungszeit konnte eine zufriedenstellende Retention und Lagestabilität des abnehmbaren Zahnersatzes bewirkt werden.

Gemäß den Angaben des Herstellers kann das im vorliegenden Fall verwendete Retentionssilikon für einen Zeitraum von bis zu 2 Jahren im Mund verbleiben. Dabei bleibt abzu-

warten, ob der Werkstoff im klinischen Alltag ähnliche Verschleißerscheinungen wie weichbleibende Unterfütterungsmaterialien (Liner) aufweist. Bei diesen weisen Silikonbasierte Liner zur Unterfütterung von Prothesen bessere klinische Eigenschaften auf als Liner auf Basis von Acrylaten [8]; allerdings werden auch bei diesen Werkstoffen regelmäßig Porositäten, Verfärbungen, Lösen des Haftverbands zur Prothesenbasis und eine verstärkte Besiedlung mit *Candida albicans* beschrieben [14, 16]. Letzteres gilt als eine der Hauptursachen für die Genese von Prothesenstomatitiden [2] und ist daher von besonderer klinischer Relevanz. Darüber hinaus ist zu klären, wie lange Retentionssilikone unter klinischen Bedingungen die Retention des Zahnersatzes sicherstellen können. In Laboruntersuchungen, bei denen eine Prothesenbasis zur Erzeugung eines retentiven Effekts auf einem Kugelkopfattachment mit verschiedenen Polyvinylsiloxanen unterfüttert wurde, konnte gezeigt werden, dass die initiale Retentionskraft in Abhängigkeit der Shore-Härte des verwendeten Polyvinylsiloxans zwischen 1,3 und 5,4 N liegt [18]. Die mithilfe derartiger Retentionssilikone erzielbaren Retentionswerte liegen damit im Bereich von Kräften zwischen 5,0–7,0 N, die als mindestens notwendig erachtet werden, um Deckprothesen adäquat zu stabilisieren [22]. Klinische Daten existieren zum gegenwärtigen Zeitpunkt nach Kenntnis der Autoren nicht. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass eine Erneuerung des Silikons jederzeit kostengünstig und im Sinne eines „chairside“-Konzepts möglich ist. In diesem Zusammenhang sollte zudem unterstrichen werden, dass die Verwendung von Retentionssilikonen aufgrund der Elastizität des Materials keine starre Lagerung des abnehmbaren Zahnersatzes bewirken kann. Klinische Komplikationen aufgrund einer fehlenden axialen Belastung der Pfeiler sind damit denkbar, jedoch vor dem Hintergrund der Extraktion als Alternativtherapie als unproblematisch zu betrachten.

Neben der in diesem Fallbericht geschilderten Einsatzmöglichkeit für Retentionssilikone könnten diese

auch in einem gerostomatologischen Setting Anwendung finden. Die zahnärztliche Betreuung betagter und hochbetagter Patienten ist komplex und durch unterschiedliche Faktoren geprägt. Die/der Zahnärztin/Zahnarzt ist neben den üblichen Variablen, die vor allem den individuellen Zahnstatus, die Wünsche des Patienten sowie finanzielle Faktoren beinhalten, mit eingeschränkter Therapie- und Mundhygienefähigkeit sowie einer fehlenden Eigenverantwortlichkeit der betreuten Patienten konfrontiert. Gerade im Hinblick auf prothetische Versorgungen zeigt sich dabei häufig, dass schnellen und kostengünstigen Varianten, die eine geringe Adaptation an den Zahnersatz erfordern und möglicherweise auch im Kontext einer aufsuchenden Betreuung möglich sind, der Vorzug gegenüber aufwendigen Reparaturen oder umfangreichen Neuversorgungen gegeben werden sollte. Vor diesem Hintergrund könnte gerade die Verfügbarkeit von Retentionssilikonen mit unterschiedlicher Shore-Härte vorteilhaft sein, die unterschiedliche Retentionskräfte erzeugen. Somit ist eine Einstellung der Retentionskraft des abnehmbaren Zahnersatzes in Abhängigkeit von der individuellen zahnmedizinischen funktionellen Kapazität des Patienten möglich. Zwischenzeitlich wurden in Laboruntersuchungen industriell präfabrizierte Matrizen auf Basis von Polyvinylsiloxanen untersucht, die in unterschiedlichen Shore-Härten erhältlich sind. Diese Weiterentwicklung soll die Vorteile der Retentionssilikone mit der Möglichkeit der Erzeugung höherer Retentionskräfte kombinieren [25]. Auch in diesem Zusammenhang fehlen bisher allerdings noch klinische Ergebnisse, die die Retentionsstabilität solcher präfabrizierten Matrizen unterstützen.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Zahntechnikermeister Thomas Bach für die zahntechnische Begleitung und Umsetzung.

Interessenkonflikte

Prof. Dr. Sebastian Hahnel war an einem Drittmittelprojekt mit der

Firma bredent (im Jahr 2017, Regensburg) sowie einem weiteren Drittmittelprojekt des Bundeswirtschaftsministeriums bzw. der AIF mit der Firma bredent (in den Jahren: 2016–2019) beteiligt. Die anderen Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Abdou ELSyad M, Elgamal M, Mohammed Askar O, Youssef Al-Tonbary G: Patient satisfaction and oral health-related quality of life (OHRQoL) of conventional denture, fixed prosthesis and milled bar overdenture for All-on-4 implant rehabilitation. A crossover study. *Clin Oral Implants Res* 2019; 11: 1107–1117
2. Arendorf TM, Walker DM: Denture stomatitis: a review. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 217–227
3. Awad MA, Lund JP, Shapiro SH et al.: Oral health status and treatment satisfaction with mandibular implant overdentures and conventional dentures: a randomized clinical trial in a senior population. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 390–396
4. Bär C, Reiber T, Nitschke I: Status quo und Ziele der nahen und fernen Zukunft. 2009; www.zm-online.de/archiv/2009/05/titel/status-quo-und-ziele-der-nahen-und-fernen-zukunft/ (letzter Zugriff am: 14.01.2020)
5. Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Invest* 2000; 4: 87–90
6. Boldt J, Rottner K, Richter EJ: Der Würzburger Stift. *ZWR* 2007; 116: 603–606
7. Büttel AE, Bühler NM, Marinello CP: Locator oder Kugelanker? Eine Hilfe für die klinische Entscheidungsfindung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2009; 119: 901–918
8. Chladek G, Żmudzki J, Kasperski J: Long-term soft denture lining materials. *Materials (Basel)* 2014; 7: 5816–5842
9. Choi J-W, Yun B-H, Jeong C-M, Huh J-B: Retentive properties of two stud attachments with polyetherketoneketone or nylon insert in mandibular implant overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018; 33: 1079–1088
10. Cholmakow-Bodechtel C: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Deutscher Zahnärzte Verlag Köln, 2016

11. Ellis JS, Levine A, Bedos C et al.: Refusal of implant supported mandibular overdentures by elderly patients. *Gerodontology* 2011; 28: 62–68
12. Engelhardt F, Zeman F, Behr M, Hahnel S: Prosthetic complications and maintenance requirements in locator-attached implant-supported overdentures: A retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2016; 24: 31–35
13. Hahnel S, Alamanos C, Schneider-Feyrer S, Stöckle M, Rosentritt M: Investigation of clinical and laboratory wear in locator-supported, implant-retained overdentures. *Int J Prosthodont* 2018; 31: 334–337
14. Hashem MI: Advances in soft denture I: an update. *J Contemp Dent Pract* 2015; 16: 314–318
15. Hofmann E, Behr M, Handel G: Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Investig* 2002; 6: 104–108
16. Kang SH, Lee HJ, Hong SH, Kim KH, Kwon TY: Influence of surface characteristics on the adhesion of *Candida albicans* to various denture lining materials. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 241–248
17. Koller B, Att W, Strub JR: Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review. *Int J Prosthodont* 2011; 24: 109–117
18. Kubo K, Koike T, Ueda T, Sakurai K: Influence of the mechanical properties of resilient denture liners on the retention of overdenture attachments. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 431–438
19. Merz MA, Terheyden H, Huber CG, Seixas AA, Schoetzau A, Schneeberger AR: Facilitators and barriers influencing the readiness to receive dental implants in a geriatric institutionalised population – a randomized non-invasive interventional study. *Gerodontology* 2017; 34: 306–312
20. Moldovan O, Rudolph H, Luthardt RG: Clinical performance of removable dental prostheses in the moderately reduced dentition: a systematic literature review. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1435–1447
21. Müller F, Duvernay E, Loup A, Vazquez L, Herrmann FR, Schimmel M: Implant-supported mandibular overdentures in very old adults: a randomized controlled trial. *J Dent Res* 2013; 92: 1545–605
22. Pigozzo MN, Mesquita MF, Henriques GEP, Vaz LG: The service life of implant-retained overdenture attachment systems. *J Prosthet Dent* 2009; 102: 74–80
23. Rauch A, Hahnel S, Köthe S, Schierz O: Improving oral health-related quality of life by converting fractured abutment teeth in double crown-retained removable prostheses into root-anchored ball attachments. *Int J Prosthodont* 2019; 32: 389–392
24. Schweiger J, Güth JF, Edelhoff D, Stimmelmayer M: CAD/CAM-Lösung nach Verlust eines Doppelkronenpfeilers. 2012; www.zm-online.de/archiv/2012/22/titel/cadcam-loesung-nach-verlust-eines-doppelkronenpfeilers/ (letzter Zugriff am: 14.01.2020)
25. Schweyen R, Arnold C, Setz JM, Hey J: Retentive characteristics of individual and prefabricated polyvinylsiloxane overdenture attachments: alternative treatment options for geriatric patients. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 1425–1434
26. Schweyen R, Beuer F, Arnold C, Hey J: Retentive characteristics of a vinyl-polysiloxane overdenture attachment system. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 947–953
27. Stober T, Bermejo JL, Séché A-C, Lehmann F, Rammelsberg P, Bömicke W: Electroplated and cast double crown-retained removable dental prostheses: 6-year results from a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 1129–1136
28. Strub JR, Kern M, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S: Kombinierte und abnehmbare Prothetik, Implantologie, Nachsorge, Lebensqualität. Quintessenz Verlag, Berlin 2011
29. Verma R, Joda T, Brägger U, Wittneben JG: A systematic review of the clinical performance of tooth-retained and implant-retained double crown prostheses with a follow-up of ≥ 3 years. *J Prosthodont* 2013; 22: 2–12
30. Walther W: Risk of endodontic treatment after insertion of conical crown retained dentures: a longitudinal study. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11: 27–31



(Foto: Michael Schmidt)

ZÄ ELISABETH PAHNCKE
 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
 und Werkstoffkunde
 Universitätsklinikum Leipzig
 Liebigstraße 12, Haus 1
 04103 Leipzig
 ElisabethJohanna.Pahncke@medizin.
 uni-leipzig.de

Interesse am internationalen Publizieren?

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen – insbesondere auch international – teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ International – gerne in deutscher und/oder englischer Sprache.

Nähere Informationen zu einer Einreichung finden Sie auf der neuen Website unter **www.online-dzz.com**

Falk Schwendicke, Sebastian Paris, Reinhard Hickel, Rainer A. Jordan, Christian Splieth

Wann und mit welchen Interventionen sollte man in den Kariesprozess eingreifen? Ein Experten-Konsensus*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Läsionsaktivität, Oberflächenkavitation und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Invasive Behandlungen sollten zurückhaltend und unter Berücksichtigung dieser (und weiterer) Faktoren gewählt werden.

Ziele: Das Ziel der Studie war die Definition eines Experten-Konsensus, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess eingegriffen werden sollte, d.h., ob und wann bestehende kariöse Läsionen mit non-invasiven, mikro-invasiven oder invasiven/restaurativen Interventionen behandelt werden sollten.

Methoden: Nicht systematische Literatursynthese, Delphi-Konsensusprozess und Expertenpanel

Ergebnisse: Die Läsionsaktivität, Oberflächeneinbruch (Kavitation) und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Inaktive Läsionen bedürfen keiner Behandlung, nur in einigen Fällen werden Restaurationen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik nötig; aktive Läsionen sollten behandelt werden. Nicht kavitierte Läsionen sollten non- oder mikro-invasiv behandelt werden, ebenso wie die meisten reinigungsfähigen kavitierten Läsionen. Kavitierte Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, erfordern in der Regel ein invasives/restauratives Vorgehen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik. Unter bestimmten Umständen können sog. gemischte Interventionen (z.B. die Hall-Technik) indiziert sein. An Okklusalfächen können schmelzbegrenzte kavitierte Läsionen sowie nicht kavitierte Läsionen, die sich röntgenologisch deutlich in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), Ausnahmen von dieser Regel sein. An approximalen Flächen ist ein Oberflächeneinbruch visuell-taktil schwer zu beurteilen. Daher wird oft die röntgenologisch erkennbare Läsionstiefe verwendet, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen. Die meisten Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das mittlere oder innere Drittel des Dentins (D2/3) erstrecken, sind wahrscheinlich kavitiert, während Läsionen, die auf den Schmelz (E1/2) beschränkt sind, häufig keinen Oberflächeneinbruch aufweisen. Entsprechend sollten o.g. Therapiepfade gewählt werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Diese Läsionen sollten so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert, es sei denn, eine Kavitation kann eindeutig nachgewiesen werden. Eine Reihe zusätzlicher Faktoren sollte bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

Abteilung für Orale Diagnostik, Digitale Zahnheilkunde und Versorgungsforschung, Charité – Universitätsmedizin Berlin: Prof. Dr. Falk Schwendicke

Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Präventivzahnmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin: Prof. Dr. Sebastian Paris

Zahnerhaltung und Parodontologie, LMU München: Prof. Dr. Reinhard Hickel

Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln: Prof. Dr. Rainer A. Jordan

Kinderzahnheilkunde und Präventive Zahnmedizin, Universitätsmedizin Greifswald: Prof. Dr. Christian Splieth

*Modifizierte deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Schwendicke F, Splieth C, Breschi L et al.: When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. *Clinical Oral Investigations*. DOI: 10.1007/s00784-019-03058-w

Zitierweise: Schwendicke F, Paris S, Hickel R, Jordan RA, Splieth C: Wann und mit welchen Interventionen sollte man in den Kariesprozess eingreifen? Ein Experten-Konsensus. *Dtsch Zahnärztl Z* 2021; 76: 161–168

Peer-reviewed article: eingereicht: 15.10.2019, revidierte Fassung akzeptiert: 23.03.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2021.0006

Schlussfolgerungen: Eine umfassende Diagnostik ist die Grundlage für eine systematische Entscheidung darüber, ob, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess einzugreifen ist.

Schlüsselwörter: Entscheidungsfindung; Karies; Restaurationen; Schwellenwerte; Zahnerhaltung

Einführung

Zahnärzten steht heute eine ständig wachsende Anzahl von Interventionen zur Beeinflussung des Kariesprozesses und der kariösen Läsion zur Verfügung. Der vorliegende Expertenkonsensus von ORCA- und EFCD-Mitgliedern aus dem Jahr 2018 legt Empfehlungen dar, ob, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess eingegriffen werden sollte. Grundlage dieses Konsensus war eine nicht systematische Literatursynthese, ein zweiphasiger Online-Delphi-Konsensusprozess und ein Expertenpanel-Treffen mit mehr als 20 internationalen Experten, u.a. Mitglieder der Europäischen Organisation für Kariesforschung (ORCA) und Delegierte der European Federation of Conservative Dentistry (EFCD) sowie internationale Experten aus der ganzen Welt. Eine detaillierte Beschreibung der Methoden findet sich in der englischsprachigen Originalpublikation, die diesem Artikel zugrunde liegt [41]. Im Jahr 2019 organisierten ORCA und EFCD einen weiteren, ergänzenden Konsensusprozess, der sich der Frage widmete, wie kariöse Läsionen behandelt werden sollen.

Karies und kariöse Läsionen: Welches Verständnis liegt unseren Entscheidungen zugrunde?

Karies ist die häufigste Erkrankung der Menschheit [22]. Karies wurde zunächst als Infektionskrankheit verstanden, die ein vollständige Entfernung von Plaque (Biofilm) von den Zähnen oder betroffenen Hartgeweben erfordert, um eine „Heilung“ zu ermöglichen (spezifische Plaquehypothese). Dieses Konzept wurde intensiv diskutiert und kritisiert (un-

spezifische Plaquehypothese). Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass das bloße Vorhandensein von Biofilm nicht ausreichend für die Kariesentstehung ist, sondern dass eine überlappende Interaktion zwischen Wirt/Zähnen, Substrat und Mikrobiota vorliegen muss [23, 27]. Marsh [1994] etablierte die Idee der „ökologischen Plaquehypothese“, die davon ausgeht, dass die mikrobielle Zusammensetzung des Biofilms stabil und physiologisch (nicht kariogen) ist, bis eine ökologische Verschiebung, getriggert durch äußere Faktoren (Dybiose), eintritt [30, 31]. Auslöser dieser Verschiebung hin zu säurebildenden (azidogenen) und säuretoleranten (azidurischen) Mikroorganismen sind vor allem die Zufuhr freier Zucker, eine insuffiziente Mundhygiene sowie Speichelfaktoren [43]. Kariogene Bakterien metabolisieren Zucker zu organischen Säuren; die resultierende Absenkung des pH-Werts ist gerade in ausgereiften Biofilmen ausreichend, um an der Zahnoberfläche eine nachhaltige Demineralisation zu bewirken [9]. Bei Dentin- und Wurzelkaries folgt auf den Mineralverlust zudem eine Spaltung von Kollagen durch bakterielle oder Dentinenzyme, was zum Verlust der organischen Gewebekomponente führt [44, 46].

Kariesmanagement

Traditionell und unter der Annahme, dass Karies eine rein infektiöse Krankheit sei, wurde vornehmlich invasiv/restaurativ (Entfernung und Ersatz aller demineralisierten und „kontaminierten“ Gewebe) behandelt. Dies war sowohl aus dem beschriebenen Verständnis von Karies heraus als auch vor dem Hintergrund der damals anzutreffenden Kariesepi-

demie und verfügbaren Materialien folgerichtig. Heutzutage besteht Einigkeit, dass der Kariesprozess aktiv kontrolliert werden kann und nicht nur durch ein operatives Eingreifen an bestehenden kariösen Läsionen bekämpft werden sollte [1] und dass kariöse Läsionen inaktiviert werden sollten [24]. Dies gilt umso mehr, als dass heute in vielen Industrieländern vor allem bei jüngeren Menschen nur noch wenig kavitierte, sondern vor allem frühe, nicht kavitierte Läsionen angetroffen werden [20, 21]. Der klassische, restaurative/invasive Ansatz zur Behandlung von Karies und kariösen Läsionen ist demnach nur ein „Puzzlestück“ im gesamten Kariesmanagement, beispielsweise zur Wiederherstellung von Form, Funktion, Ästhetik und Reinigungsfähigkeit ausgedehnter, kavittierter Läsionen. Eine zurückhaltende Anwendung dieses Ansatzes ist zudem angezeigt, weil statistisch gesehen jede Restauration irgendwann (unter Opferung weiterer Zahnhartsubstanz) erneuert werden muss („restaurative Todesspirale“) [5, 8, 11, 36, 39]. Das beschriebene Puzzle wird heute ergänzt durch „andere“ Strategien, die darauf abzielen, den Kariesprozess kausal positiv zu beeinflussen und die Aktivität von kariösen Läsionen zu kontrollieren. Insgesamt ergeben sich heute 3+1 Ebenen des Kariesmanagements; diese unterscheiden sich durch ihre Invasivität (Abb. 1):

1. Im Rahmen non-invasiver Strategien wird keinerlei Zahnhartgewebe entfernt. Hierzu gehören beispielsweise die Applikation von Fluoriden, Kalziumlieferanten (z.B. Kalzium, das durch Casein-Derivate stabilisiert ist, oder Kalzium-Natrium-Phosphosilikate) oder an-

When and with which interventions should one intervene in the caries process? An expert consensus

Objectives: To define an expert Delphi consensus on when to intervene in the caries process and on existing carious lesions using non- or micro-invasive, invasive/restorative or mixed interventions.

Methods: non-systematic literature synthesis, expert Delphi consensus process and expert panel conference

Results: Carious lesion activity, cavitation and cleansability determine intervention thresholds. Inactive lesions do not require treatment (in some cases, restorations will be placed for reasons of form, function, aesthetics); active lesions do. Non-cavitated carious lesions should be managed non- or micro-invasively, as should most cavitated carious lesions which are cleansable. Cavitated lesions which are not cleansable usually require invasive/restorative management; to restore form, function and aesthetics. In specific circumstances, mixed interventions may be applicable. On occlusal surfaces, cavitated lesions confined to enamel and non-cavitated lesions radiographically extending deep into dentine (middle or inner dentine third, D2/3) may be exceptions to that rule. On proximal surfaces, cavitation is hard to assess visually or by using tactile methods. Hence, radiographic lesion depth is used to determine the likelihood of cavitation. Most lesions radiographically extending into the middle or inner third of the dentine (D2/3) can be assumed to be cavitated, while those restricted to the enamel (E1/2) are not cavitated. For lesions radiographically extending into the outer third of the dentine (D1), cavitation is unlikely, and these lesions should be managed as if they were non-cavitated unless otherwise indicated. Individual decisions should consider factors modifying these thresholds.

Conclusions: Comprehensive diagnostics are the basis for systematic decision-making on when to intervene in the caries process and on existing carious lesions.

Keywords: dental caries; consensus; decision-making; operative dentistry; restorations; thresholds

dere Remineralisierungstherapien [2] sowie Maßnahmen zur Biofilmkontrolle und zur Ernährungskontrolle.

2. Im Rahmen mikro-invasiver Strategien werden wenige Mikrometer von Zahnhartsubstanz, üblicherweise während der Oberflächenkonditionierung mittels Säuren, entfernt. Hierzu gehören Versiegelungs- oder Infiltrationstechniken, bei denen eine Diffusionsbarriere auf der Zahnoberfläche (Versiegelung) oder in der Schmelzläsion (Infiltration) aufgebracht wird, die verhindert,

dass Säuren in die Zahnhartgewebe und Mineralien aus den Zahnhartgeweben heraus diffundieren können. Die Versiegelung nicht kavittierter kariöser Läsionen auf approximalen, okklusalen oder Glattflächen wurde in einer Reihe von Studien untersucht [13, 24, 40]. Die Wirksamkeit der Kariesinfiltration durch niedrigvisköse Kunststoffharze wurde ebenfalls in einer Vielzahl von Studien belegt [24, 42].

3. Im Rahmen invasiver Strategien wird umfänglich Zahnhartgewebe entfernt, z.B. durch den Einsatz

von Handexkavatoren, rotierenden Instrumenten oder anderen Geräten. In den meisten Fällen ist dieser Prozess mit der anschließenden Platzierung einer Restauration verbunden. Dabei erlauben adhäsive Materialien minimalinvasive (konservative) Präparationen sowie eine wirksame Versiegelung der Kavität. Eine internationale Karies-Konsensgruppe präsentierte Empfehlungen zur Terminologie und zur Entfernung von kariösem Gewebe und zur restaurativen Behandlung von kavitierten kariösen Läsionen [18, 38].

Einige Interventionen fallen nicht eindeutig in diese Kategorien und werden daher als „gemischte“ („mixed“) Interventionen angesehen. Hierunter fallen die non-restaurative Kavitätenkontrolle und die Hall-Technik. Die non-restaurative Kavitätenkontrolle (Non-Restorative Cavity Control, NRCC) zielt darauf ab, die Reinigungsfähigkeit von kavitierten Läsionen durch das Entfernen überhängender (plaqueretentiver) Schmelz- oder Dentinareale wiederherzustellen [56] und die Läsion dann häuslich durch Reinigung und Fluoridapplikation zu arretieren. Derzeit wurde die Technik nur bei Milchzähnen oder Wurzeloberflächenläsionen angewendet. Unter optimalen Bedingungen scheint die NRCC eine praktikable Option zur Behandlung kavittierter Läsionen zu sein [14, 26, 33, 37], allerdings werden diese Bedingungen oft nicht angetroffen. Bei der Hall-Technik werden kavitierte kariöse Läsionen in Milchzähnen mit präformierten Stahlkronen ohne jegliche vorherige Zahnpräparation „versiegelt“. Die Hall-Technik kombiniert das biologische Management von kariösen Läsionen (durch Versiegelung von Bakterien und Entzug der Nahrung) und die restaurativen Vorteile von präformierten Stahlkronen [16, 17, 37].

Faktoren, die die Entscheidungsfindung bei der Kariestherapie beeinflussen

Eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Entscheidungsfindung bei der Kariestherapie.

Aktivität

Der Begriff „Läsionsaktivität“ zeigt an, wie wahrscheinlich es ist, dass eine Läsion fortschreitet. Eine inaktive (arretierte) Läsion kann als Narbe betrachtet werden und erfordert keine Behandlung. In einigen Fällen kann auch für arretierte Läsionen eine Restauration notwendig sein, u.a. zur Wiederherstellung von Form, Funktion und/oder Ästhetik. Die Läsionsaktivität wird oft visuell bestimmt; eine Sondierung der Oberfläche sollte an Schmelzoberflächen nur vorsichtig vorgenommen werden. Für Wurzeloberflächen kann eine Sondierung sinnvoll sein, um die Textur zu bestimmen [35]. Folgende klinische Aspekte werden zur Abschätzung der Läsionsaktivität verwendet:

1. Das Vorhandensein von Biofilm kann auf Aktivität hinweisen.
2. Der Zustand der Gingiva (lokale Gingivitis in der Nähe der Läsion) kann darauf hindeuten, dass in den vergangenen Tagen Biofilm vorhanden war (und beispielsweise nur vor dem Zahnarztbesuch entfernt wurde).
3. Läsionseigenschaften, wie Textur, Härte und Aussehen. Eine glatte Oberfläche zeigt Inaktivität an, während raue Oberflächen Aktivität anzeigen können. Farblich kann eine weiße, kreydige Läsionsfarbe auf Aktivität hinweisen, glänzende oder dunkle Oberfläche jedoch auf Inaktivität [3, 4, 34, 35].

Insbesondere approximal stehen diese klinischen Kriterien nicht immer zur Verfügung. Hier können, falls möglich, wiederholte Röntgenaufnahmen eingesetzt werden (oder Fotos, fluoreszenzunterstützte Systeme o.ä.), um die Aktivität einzuschätzen.

Oberflächeneinbruch (Kavitation)

Kavitierte Läsionen zeichnen sich durch einen Oberflächenbruch aus, der mit bloßem Auge oder einer abgerundeten Sonde deutlich detektierbar ist. Meistens beinhaltet dies auch eine Dentinexposition. Die Kavitation erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Läsionsprogression [12, 13], da der Biofilm vor der oralen Selbstreinigung, aber auch jeglichen Mundhygienemaßnahmen geschützt ist. Darüber hinaus fördert eine Kavitati-

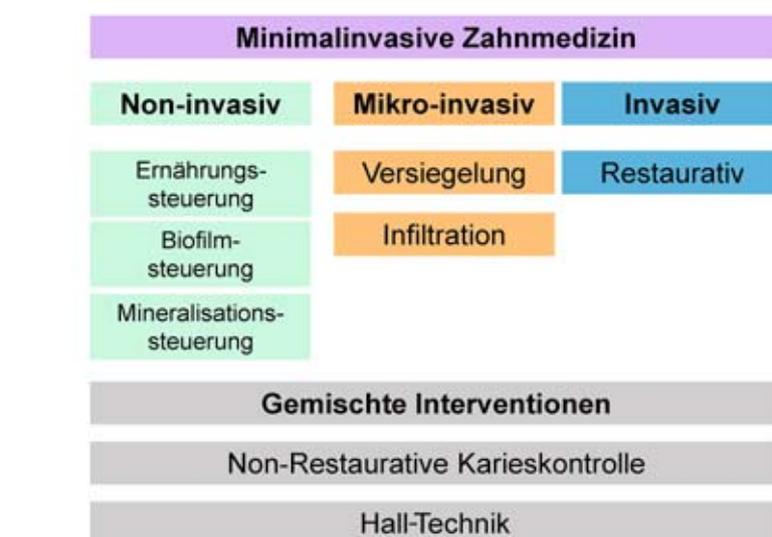


Abbildung 1 Überblick über die verschiedenen Interventionsebenen und -strategien

on eine schnellere Diffusion von Säuren und eine stärkere bakterielle Kontamination des Gewebes. Eine Untergruppe der kavitierten Läsionen sind die mikrokavitierten Läsionen; diese sind nur bedingt klinisch zu erkennen. Mikrokavitierte Läsionen können auch nur auf den Schmelz begrenzt sein.

Der Kavitationszustand auf Glattflächen (bukkal, lingual) kann taktil-visuell oft eindeutig beurteilt werden. Okklusal ist die Beurteilung hingegen komplizierter. Okklusale Läsionen, die sich röntgenologisch bis tief in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentindrittel, D2/3), sind in der Regel stark bakteriell kontaminiert und demineralisiert und müssen invasiver behandelt werden. In geschlossenen Zahnreihen ist die Erkennung von Kavitationen auf Approximalflächen mit visuell-taktilen Mitteln nahezu unmöglich. Kieferorthopädische Separierringe können genutzt werden, um die Zähne „auseinanderzudrücken“ und dadurch direkten Einblick auf die Approximalfläche zu erlangen. Üblicherweise wird zur Abschätzung der Kavitation jedoch eine Bissflügelaufnahmen eingesetzt. Diese erlaubt, die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen; tiefere Läsionen haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, kavitiert zu werden. Eine Reihe von Studien haben den Zusammenhang zwischen der rönt-

genologischen Läsionstiefe und dem Vorhandensein einer Kavitation untersucht [47]. Dabei sind röntgenologisch auf den Schmelz begrenzte Läsionen (äußere oder innere Schmelzhälfte, E1/E2) selten kavitiert, während solche im mittleren oder inneren Dentin-Drittel (D2/D3) meist kavitiert werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Dentin-Drittel (D1) erstrecken, herrscht jedoch Unsicherheit; diese können sowohl kavitiert als auch nicht kavitiert sein. Wir erläutern weiter unten, wie wir empfehlen, mit diesen Läsionen umzugehen. Weitere Methoden wie Nahinfrarotlichttransillumination oder fluoreszenzbasierte Systeme [45] können zur Bestätigung der röntgenologischen Läsionstiefenbewertung eingesetzt werden.

Reinigungsfähigkeit

Wie dargelegt, sind eingebrochene Läsionen oftmals nicht mehr reinigungsfähig. In einigen Ausnahmen, z.B. bei Milchfrontzähnen mit offenen, glatten Oberflächenläsionen oder bei Wurzeloberflächenläsionen, kann eine Reinigungsfähigkeit gegeben sein und deshalb berücksichtigt werden.

Es gibt weitere Faktoren, die Berücksichtigung finden sollten:

- Kariesrisiko und Adhärenz. Der Begriff Kariesrisiko beschreibt das Risiko, dass ein Individuum in Zukunft

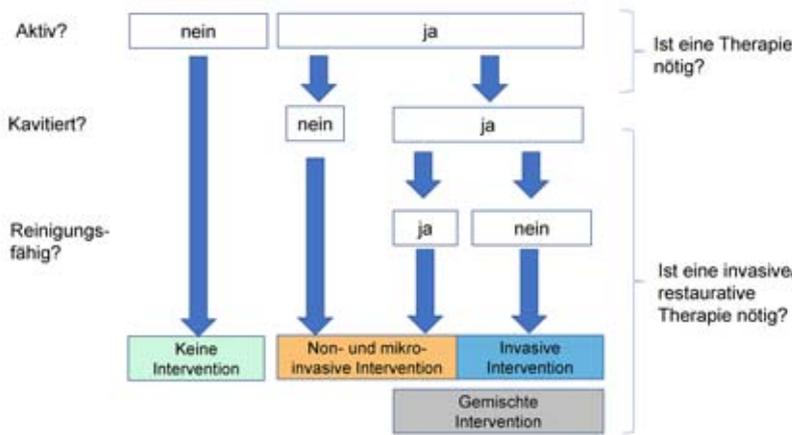


Abbildung 2 Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. In spezifischen Szenarien (Abbildungen 3 und 4) sind weitere Aspekte zu beachten.

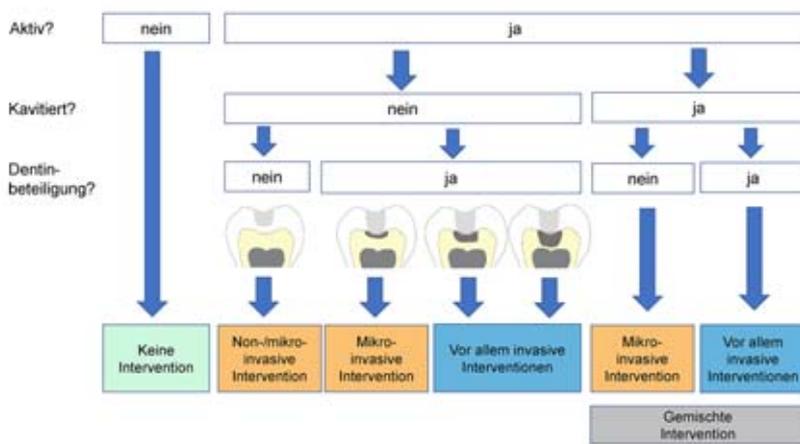


Abbildung 3 Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. Darüber hinaus sollte eine radiologische Dentinbeteiligung in Betracht gezogen werden.

neue kariöse Läsionen entwickelt. Es gibt eine Reihe von Aspekten, die zur Beurteilung des Kariesrisikos herangezogen werden können, wie die bisherige Karieserfahrung, die Ernährung, die Mundhygiene, der Speichelfluss oder die Fluoridzufuhr [7]. Viele weitere Faktoren, die für die Kariesrisikobewertung teils vorgeschlagen werden (z.B. Speichelpufferkapazität, Bakterienzahl oder -konzentration im Speichel), sind nur begrenzt nützlich [32]. Bei Wurzelkaries scheint die Anzahl der freiliegenden Oberflächen (exponierte Wurzeln) ein guter Risiko-

parameter zu sein [28]. Insgesamt sind die etablierten Systeme zur Beurteilung des Kariesrisikos nur bedingt valide, helfen jedoch, Risikofaktoren zu identifizieren und modifizieren [6, 10, 15].

- Kinder und ältere Senioren (oder Menschen mit besonderen Bedürfnissen) bedürfen oft einer modifizierten Therapieentscheidung. Zur Behandlung in Sedierung oder Vollnarkose können teilweise invasivere Therapiemaßnahmen gerechtfertigt sein [19, 25].
- Die Struktur der Milchzähne unterscheidet sich von der der bleibenden

den Zähne. Der Schmelz ist dünner und weniger mineralisiert. Die Pulpaöhle ist proportional größer und die Form der Zähne unterschiedlich. Ihr flächiger Approximalkontakt macht insbesondere untere Milchmolaren anfällig für Approximalkaries. Insgesamt zeigen konventionelle restaurative Ansätze im Milchgebiss ein höheres Komplikationsrisiko als im bleibenden Gebiss [16, 29]. Entscheidend ist zudem, dass Milchzähne exfolieren; mitunter kann daher sogar die Entfernung von Milchmolaren und (falls erforderlich) das Platzieren eines Platzhalters sinnvoll sein, um Schmerzen oder Infektionen zu vermeiden. Bei bleibenden Zähnen hingegen ist das übergeordnete Therapieziel der langfristige Zahnerhalt in einem funktionellen, schmerzfreien und ästhetisch ansprechenden Zustand.

Wann sollte man welche Intervention bei Karies wählen? Ein Expertenkonsensus

Im Folgenden wird eine Reihe von Empfehlungen aus dem beschriebenen Expertenconsensus dargelegt. Die schlussendliche Therapiewahl sollte individuell für jeden einzelnen Patienten sowie unter Berücksichtigung der individuellen Expertise des Behandlers getroffen werden. Die Empfehlungen beruhen aufgrund der begrenzten Evidenzbasis vor allem auf Expertenmeinungen und sollten bei Bedarf modifiziert werden.

1. Für jede identifizierte Läsion sollte die Läsionsaktivität bewertet werden. Eine inaktive (arretierte) Läsion ist wie eine Narbe und erfordert keine Behandlung (sollte aber überwacht werden). Aus Gründen von Form, Funktion oder Ästhetik können teilweise auch für inaktive Läsionen Restaurationen indiziert sein. Eine aktive Läsion sollte therapiert werden (Abb. 2).
2. Der Einbruch der Oberfläche (Kavitation) erhöht die Läsionsaktivität und -progression, da der Biofilm vor der oralen Selbstreinigung und Mundhygiene geschützt ist. Der Oberflächenzustand/Kavitation kann auf zugänglichen (Glatt-)Flächen valide beurteilt werden.

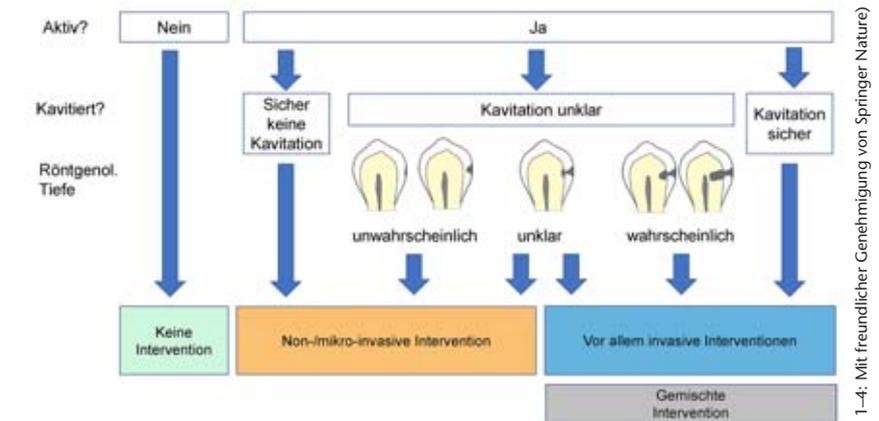
3. Im Allgemeinen:

- a. Bedürfen inaktive, nicht kavitierte oder kavitierte Läsionen keiner Behandlung.
- b. Sollten aktive, nicht kavitierte kariöse Läsionen non- oder mikro-invasiv behandelt werden (Abb. 2).
- c. Können kavitierte kariöse Läsionen, die reinigungsfähig und aktiv sind, non- oder mikro-invasiv behandelt werden (hier von kann aus Gründen von Form, Funktion oder Ästhetik abgewichen werden) (Abb. 2).
- d. Sollten aktive, kavitierte kariöse Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, mit invasiven/restaurativen Strategien behandelt werden. Unter bestimmten Umständen können gemischte Interventionen indiziert sein (Abb. 2).

4. Bei Okklusalfächen ergeben sich zwei spezifische Szenarien (Abb. 3):

- a. Mikrokavitierte Läsionen, die sich nur bis in den Schmelz erstrecken, können durch mikro-invasive oder gemischte Interventionen behandelt werden.
- b. Mikrokavitierte Läsionen, die sich tief in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), sollten in den meisten Fällen invasiv/restaurativ behandelt werden.

5. Auf den approximalen Flächen ist eine Kavitation in der Regel schwer zu detektieren. In der Regel sollten Bissflügelröntgenaufnahmen angefertigt werden, um die Läsionstiefe zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer Kavitation heranzuziehen (Abb. 4). Läsionen, die sich röntgenologisch in das mittlere oder innere Drittel des Dentins (D2/3) erstrecken, sind in der Regel kavitiert, während solche, die sich auf den Schmelz (E1/2) beschränken, in der Regel nicht kavitiert sind. Diese Läsionen sollten entsprechend behandelt werden. Für Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, besteht ein Entscheidungsproblem. Wenn möglich, sollten diese Läsionen so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert (also non- oder mikro-invasiv).



(Abb. 1–4: Mit freundlicher Genehmigung von Springer Nature)

Abbildung 4 Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. Der Kavitationsstatus ist jedoch klinisch oft schwer zu beurteilen. Daher wird die röntgenologische Läsionstiefe in der Regel eingesetzt, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation abzuschätzen. Bei Läsionen, die auf den Schmelz beschränkt sind (E1, 2), ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Bei Läsionen, die sich bis in das mittlere oder innere Drittel des Dentins erstrecken (D2, 3), ist eine Kavitation wahrscheinlich. Läsionen, die sich bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, sollten non-invasive oder mikro-invasive behandelt werden, außer wenn eine Kavitation nachgewiesen werden kann.

6. Das Kariesrisiko jedes Patienten sollte bewertet werden. Risikofaktoren sollten identifiziert und, wenn möglich, modifiziert werden. Das Kariesrisiko sollte bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.
7. Für Behandlungen in Sedierung oder Vollnarkose (z.B. Kinder, behinderte Patienten) können invasivere Vorgehensweisen gerechtfertigt sein.
8. Bei bleibenden Zähnen ist das übergeordnete therapeutische Ziel, die Zähne in einem funktionellen, schmerzfreien und ästhetisch ansprechenden Zustand zu erhalten. Bei Milchzähnen ist die Vermeidung von Schmerzen oder Infektionen sowie die Absicherung eines regelgerechten Durchbruchs der bleibenden Zähne wichtiger. Dies sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen

Eine umfassende Diagnostik ist die Grundlage für eine systematische Therapieentscheidung. Die Läsionsaktivität, Oberflächenkavitation und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Inaktive Läsionen

bedürfen keiner Behandlung (in einigen Fällen werden Restaurationen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik eingesetzt); aktive Läsionen hingegen sollten therapiert werden. Nicht kavitierte Läsionen sollten non- oder mikro-invasiv behandelt werden, ebenso wie die meisten kavitierten kariösen Läsionen, die reinigungsfähig sind. Kavitierte Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, erfordern in der Regel ein invasives/restauratives Vorgehen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik. Unter bestimmten Umständen können sog. gemischte Interventionen indiziert sein. Auf Okklusalfächen können kavitierte Läsionen, die auf den Schmelz beschränkt sind, sowie nicht kavitierte Läsionen, die sich röntgenologisch deutlich in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), Ausnahmen von dieser Regel sein. Auf den approximalen Oberflächen ist eine Kavitation visuell-taktil nur schwer zu beurteilen. Daher wird die röntgenologische Läsionstiefe verwendet, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen. Die meisten Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das mittlere oder innere Drittel

des Dentins (D2/3) erstrecken, sind wahrscheinlich kavitiert, während Läsionen, die auf den Schmelz (E1/2) beschränkt sind, nicht kavitiert sind; beide sollten entsprechend therapiert werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Diese Läsionen sollten so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert, außer eine Kavitation kann eindeutig nachgewiesen werden. Eine Reihe zusätzlicher Faktoren sollten bei der dargelegten Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

Danksagung

Wir danken DMG, Hamburg, für die finanzielle Unterstützung der Konsensuskonferenz und des Konsensusprozesses. DMG hatte keinerlei Einfluss auf den Konsensusprozess und das präsentierte Ergebnis.

Interessenkonflikte

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

- Albino J, Tiwari T: Preventing childhood caries: A review of recent behavioral research. *J Dent Res* 2016; 95: 35–42
- Alkilzy M, Santamaria RM, Schmoedel J, Splieth CH: Treatment of carious lesions using self-assembling peptides. *Adv Dent Res* 2018; 29: 42–47
- Braga M, Mendes F, Martignon S, Ricketts D, Ekstrand K: In vitro comparison of Nyvad's system and ICDAS-II with lesion activity assessment for evaluation of severity and activity of occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Res* 2009; 43: 405–412
- Braga MM, Martignon S, Ekstrand KR, Ricketts DN, Imparato JC, Mendes FM: Parameters associated with active caries lesions assessed by two different visual scoring systems on occlusal surfaces of primary molars – a multilevel approach. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010; 38: 549–558
- Brantley C, Bader J, Shugars D, Nesbit S: Does the cycle of reresoration lead to larger restorations? *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1407–1413
- Bratthall D, Hansel Petersson G: Cariogram – multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005; 33: 256–264
- Broadbent JM, Foster Page LA, Thomson WM, Poulton R: Permanent dentition caries through the first half of life. *Br Dent J* 2013; 215: E12
- Burke FJ, Lucarotti PS, Holder RL: Outcome of direct restorations placed within the general dental services in England and Wales (Part 2): variation by patients' characteristics. *J Dent* 2005; 33: 817–826
- Dawes C: What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 722–724
- Domejean S, White JM, Featherstone JD: Validation of the CDA CAMBRA caries risk assessment – a six-year retrospective study. *J Calif Dent Assoc* 2011; 39: 709–715
- Elderton RJ: Clinical studies concerning re-restoration of teeth. *Adv Dent Res* 1990; 4: 4–9
- Ferreira Zandona A, Santiago E, Eckert GJ et al.: The natural history of dental caries lesions: a 4-year observational study. *J Dent Res* 2012; 91: 841–846
- Griffin SO, Oong E, Kohn W et al.: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 169–174
- Hansen NV, Nyvad B: Non-operative control of cavitated approximal caries lesions in primary molars: a prospective evaluation of cases. *J Oral Rehabil* 2017; 44: 537–544
- Hayes M, Da Mata C, McKenna G, Burke FM, Allen PF: Evaluation of the Cariogram for root caries prediction. *J Dent* 2017; 62: 25–30
- Hickel R, Kaaden C, Paschos E, Buerkle V, García-Godoy F, Manhart J: Longevity of occlusally-stressed restorations in posterior primary teeth. *Am J Dent* 2005; 18: 198–211
- Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR: Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results. *J Dent Res* 2011; 90: 1405–1410
- Innes NP, Frencken JE, Bjorndal L et al.: Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res* 2016; 28: 49–57
- Innes NP, Manton DJ: Minimum intervention children's dentistry – the starting point for a lifetime of oral health. *Br Dent J* 2017; 223: 205–213
- Ismail A: Diagnostic levels in dental public health planning. *Caries Res* 2004; 38: 199–203
- Kassebaum NJ, Bernabe E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W: Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res* 2015; 94: 650–658
- Kassebaum NJ, Smith AGC, Bernabé E et al.: Global, regional, and national prevalence, incidence, and disability-adjusted life years for oral conditions for 195 countries, 1990–2015: a systematic analysis for the global burden of diseases, injuries, and risk factors. *J Dent Res* 2017; 96: 380–387
- Keyes PH: The infectious and transmissible nature of experimental dental caries. Findings and implications. *Arch Oral Biol* 1960; 1: 304–320
- Krois J, Gostemeyer G, Reda S, Schwendicke F: Sealing or infiltrating proximal carious lesions. *J Dent* 2018; 74: 15–22
- Leal SC: Minimal intervention dentistry in the management of the paediatric patient. *Br Dent J* 2014; 216: 623–627
- Lo EC, Schwarz E, Wong MC: Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paediatr Dent* 1998; 8: 253–260
- Loesche WJ: Chemotherapy of dental plaque infections. *Oral Sci Rev* 1976; 9: 65–107
- Lopez R, Smith PC, Gostemeyer G, Schwendicke F: Ageing, dental caries and periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 2017; 44 (Suppl 18): S145–S152
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R: Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004; 29: 481–508
- Marsh PD: Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. *BMC Oral Health* 2006; 6: S14
- Marsh PD: In sickness and in health – what does the oral microbiome mean to us? An ecological perspective. *Adv Dent Res* 2018; 29: 60–65
- Mejare I, Axelsson S, Dahlen G et al.: Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 2013; 72: 81–91
- Mijan M, de Amorim RG, Leal SC et al.: The 3.5-year survival rates of primary molars treated according to three treatment protocols: a controlled clinical trial. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 1061–1069
- Nyvad B, Fejerskov O: Assessing the stage of caries lesion activity on the basis of clinical and microbiological examination. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25: 69–75

35. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V.: Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 1999; 33: 252–260

36. Raedel M, Hartmann A, Bohm S et al.: Four-year outcomes of restored posterior tooth surfaces—a massive data analysis. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 2819–2825

37. Santamaria RM, Innes NPT, Machiulskiene V, Schmoedel J, Alkilzy M, Splieth CH: Alternative caries management options for primary molars: 2.5-year outcomes of a randomised clinical trial. *Caries Res* 2017; 51: 605–614

38. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L et al.: Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv Dent Res* 2016; 28: 58–67

39. Schwendicke F, Gostemeyer G, Blunck U, Paris S, Hsu LY, Tu YK: Directly placed restorative materials: review and network meta-analysis. *J Dent Res* 2016; 95: 613–622

40. Schwendicke F, Jäger AM, Paris S, Hsu LY, Tu YK: Treating pit-and-fissure caries: a systematic review and network

meta-analysis. *J Dent Res* 2015; 94: 522–533

41. Schwendicke F, Splieth C, Breschi L et al.: When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 3691–3703

42. Slayton RL, Urquhart O, Araujo MWB et al.: Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: a report from the American Dental Association. *J Am Dent Assoc* 2018; 149: 837–849.e19

43. Takahashi N, Nyvad B: The role of bacteria in the caries process: ecological perspectives. *J Dent Res* 2011; 90: 294–303

44. Takahashi N, Nyvad B: Ecological hypothesis of dentin and root caries. *Caries Res* 2016; 50: 422–431

45. Tassery H, Levallois B, Terrer E et al.: Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Aust Dent J* 2013; 58 (Suppl 1): 40–59

46. Valdebenito B, Tullume-Vergara PO, Gonzalez W, Kreth J, Giacaman RA: In silico analysis of the competition between *Streptococcus sanguinis* and *Streptococ-*

cus mutans in the dental biofilm. *Mol Oral Microbiol* 2018; 33: 168–180

47. Wenzel A: Radiographic display of carious lesions and cavitation in approximal surfaces: Advantages and drawbacks of conventional and advanced modalities. *Acta Odontol Scand* 2014; 72: 251–264



(Foto: F. Schwendicke)

PROF. DR. FALK SCHWENDICKE,
MDPH
 Abteilung für Orale Diagnostik,
 Digitale Zahnheilkunde und
 Versorgungsforschung
 CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund-
 und Kieferheilkunde
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Aßmannshäuser Str. 4–6
 14197 Berlin
 falk.schwendicke@charite.de

Autorinnen und Autoren für wissenschaftliche Beiträge gesucht

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ – gerne in deutscher Sprache.

Nähere Informationen zum Aufbau eines wissenschaftlichen Beitrages finden Sie unter:

<https://www.online-dzz.de/autorengutachter/>

Wir beraten Sie gern! Wenn Sie eine Idee für einen wissenschaftlichen Beitrag haben, melden Sie sich gerne bei der DZZ-Schriftleitung. Unsere Kontaktdaten finden Sie auf der neuen Webseite unter

<https://www.online-dzz.de/redaktion/>

Elena Günther, Nadine Kommerein, Sebastian Hahnel

Biofilme auf polymeren Werkstoffen für die Herstellung von Prothesen*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Art und Verarbeitung polymerer Werkstoffe können die Biofilmanheftung auf abnehmbarem Zahnersatz entscheidend modulieren und damit die Entwicklung von biofilmassoziierten Erkrankungen beeinflussen.

Einführung: Orale Mikroorganismen sind an der Pathogenese vieler Erkrankungen der Mundhöhle wie Karies, Parodontitis und Periimplantitis sowie der Prothesenstomatitis entscheidend beteiligt; darüber hinaus können sie einen relevanten Einfluss auf die Entstehung systemischer Beeinträchtigungen wie Lungen- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen ausüben. In Biofilmen organisiert, besiedeln Mikroorganismen Zähne, Schleimhäute und zahnärztliche Restaurationen; diese sind in unterschiedlichem Ausmaß für die häusliche Mundhygiene zugänglich.

Diskussion: Aufgrund des demografischen Wandels gibt es immer mehr ältere und multimorbide sowie in Pflege befindliche Patienten, von denen ein Großteil auch zukünftig mit abnehmbarem Zahnersatz prothetisch versorgt sein wird. Dabei kommt es durch Einschränkungen der Motorik und der kognitiven Fähigkeiten nicht selten zu Schwierigkeiten bei der häuslichen Mundhygiene, die oftmals ohne fremde Hilfe nicht mehr in einem ausreichenden Ausmaß möglich ist. Regelmäßig wird aus diesen Gründen der Biofilm, der sich auf dem meist extendierten abnehmbaren Zahnersatz gesammelt hat, nur unzureichend entfernt, wodurch die Entwicklung und Progression von Erkrankungen getriggert und begünstigt werden können. Abnehmbarer Zahnersatz wird in aller Regel zu einem Großteil aus polymeren Werkstoffen gefertigt, wobei gegenwärtig viele neue Materialien auf den Markt gebracht werden, die zur Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz verwendet werden können. Das Spektrum der zur Verfügung stehenden Werkstoffe wird dabei zunehmend breiter und beinhaltet neben verschiedenen Materialien auf Basis von Polymethylmethacrylat auch Komposit-basierte Werkstoffe und Materialien mit völlig anderer Polymerchemie. Weiterhin finden sich im Hinblick auf die Bioadhäsion relevante Unterschiede bei Werkstoffen, die in klassischen Verfahren oder mithilfe von CAD/CAM-Techniken verarbeitet werden.

Schlussfolgerung: In diesem Zusammenhang möchte die vorliegende Arbeit die Bedeutung von Biofilmen auf abnehmbarem Zahnersatz darstellen, die Interaktion oraler Mikroorganismen mit der Oberfläche polymerer Werkstoffe skizzieren und Strategien zur Minimierung der Bioadhäsion auf Werkstoffen abnehmbaren Zahnersatzes darlegen.

Schlüsselwörter: polymere Werkstoffe; abnehmbarer Zahnersatz; Mikroorganismen; Biofilme; CAD/CAM-Verfahren

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universität Leipzig; Elena Günther; Prof. Dr. Sebastian Hahnel

Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde, Medizinische Hochschule Hannover; Dr. Nadine Kommerein

Niedersächsisches Zentrum für Biomedizintechnik, Implantatforschung und Entwicklung (NIFE), Hannover; Dr. Nadine Kommerein

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung von Günther E, Kommerein N, Hahnel S: Biofilms on polymeric materials for the fabrication of removable dentures. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 142–151

Zitierweise: Günther E, Kommerein N, Hahnel S: Biofilme auf polymeren Werkstoffen für die Herstellung von Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z 2021; 76: 169–179

Peer-reviewed article: eingereicht: 06.12.2019, revidierte Fassung akzeptiert: 20.03.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.5626

Biofilms on polymeric materials for the fabrication of removable dentures

Introduction: Oral microorganisms can contribute to the pathogenesis of many diseases in the oral cavity such as caries, periodontitis, peri-implantitis and denture-related stomatitis. Yet, oral microorganisms may also have a considerable influence on the onset of systemic medical conditions such as lung or cardiovascular diseases. Microorganisms are organized in biofilms and they colonize teeth, mucosa, and dental restorations; the extent to which biofilms are accessible during self-performed oral hygiene varies widely.

Discussion: The current demographic trends show that the population is getting older and that an increasing number of elderly and multimorbid patients require nursing care, most of whom already have and/or will receive removable dentures in the future. Impaired motor skills and cognitive abilities often lead to difficulties in self-performed oral hygiene, thus making these patients reliant on others for assistance. The regular accumulation of biofilm on removable dentures, which is not sufficiently removed, may trigger and foster the onset of oral and systemic diseases in immunologically compromised patients. Usually, removable dentures are fabricated from polymeric materials and polymethylmethacrylate is the most frequently used material. In spite of this, many new materials are currently being introduced on the market which can be used to make removable dentures. The range of available materials has become increasingly broad and it includes materials based on polymethylmethacrylate as well as composite-based materials and polymeric materials with a distinct polymer chemistry. Relevant differences exist between the bioadhesion of materials that are processed using classical methods as compared to CAD/CAM-manufacturing.

Conclusion: In this context, the current article aims to describe the importance of biofilms on removable dentures, to outline relevant interactions of oral microorganisms with the surface of polymeric materials, and to present strategies for minimizing bioadhesion on removable dentures.

Keywords: polymeric materials; removable dentures; microorganisms; biofilms; CAD/CAM-manufacturing

1. Ätiologie und Pathogenese biofilmassoziiertes Erkrankungs bei Patienten mit abnehmbarem Zahnersatz

1.1 Die Bedeutung von abnehmbarem Zahnersatz

Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte haben sich sowohl die zahnmedizinische Versorgung als auch das Bewusstsein für die Mundgesundheit in Deutschland bedeutend weiterent-

wickelt, sodass heute immer mehr Menschen auch im hohen Alter viele ihrer natürlichen Zähne besitzen [47]. So hat sich die Zahl der zahnlosen Patienten innerhalb der letzten 20 Jahre halbiert: Während 1997 noch etwa 25 % der jüngeren Senioren zwischen 65 und 74 Jahren zahnlos waren, sind es heute nur noch ca. 12 % [47]. Nichtsdestoweniger trägt fast die Hälfte der jüngeren Senioren (46 %) abnehmbaren Zahnersatz, was dessen nachhaltig große Bedeutung in der

Zahnmedizin unterstreicht. Mit zunehmendem Alter steigt der Anteil von Prothesenträgern auf bis zu 86 % bei den älteren Senioren zwischen 75 und 100 Jahren mit Pflegebedarf [47]. Abnehmbarer Zahnersatz bedeckt dabei große Flächen der Schleimhaut; damit kann er in besonderem Maße eine extendierte Anheftungsfläche mit optimalen Lebensbedingungen für Mikroorganismen bieten und somit ihr Wachstum und ihre Proliferation sowie die Bildung von Biofilmen begünstigen. Wie auf Zähnen sollten auch die dem Zahnersatz anheftenden Biofilme regelmäßig entfernt werden, was vor allem für ältere, in Pflege befindliche Patienten aufgrund ihrer oftmals eingeschränkten motorischen und kognitiven Fähigkeiten schwierig ist (s. Abb. 1 und 2). So geben knapp 30 % der pflegebedürftigen älteren Senioren an, auf externe Hilfe bei der Prothesen- und Mundhygiene angewiesen zu sein [47]. Die Instruktion von Pflegern und Fremdputzern besitzt dabei eine entscheidende Bedeutung [93]. Erschwerend kommt hinzu, dass die Hilfe bei der täglichen Mund- und Prothesenpflege vonseiten der Pfleger aus verschiedenen Gründen limitiert ist [23, 48, 78, 79, 107]. Zum einen ruht auf dem Pflegepersonal eine hohe allgemeinpflegerische Arbeitslast, d.h., für die Mundhygiene stehen nur sehr kurze Zeitfenster zur Verfügung. Darüber hinaus scheinen Defizite bei der zahnmedizinischen Schulung des Pflegepersonals zu herrschen, was zu Schwierigkeiten bei der Erkennung von Zahnersatz führt, dessen Ein- und Ausgliederung und nicht zuletzt seiner Reinigung. Untersuchungen zeigten, dass auch die Verweigerung der Annahme von Hilfe bei der Mundhygiene durch den zu Pflegenden ein Problem darstellt sowie Berührungsängste vonseiten des Pflegepersonals [7]. Dieser Sachverhalt ist insbesondere vor dem Hintergrund, dass die mechanische Reinigung von abnehmbarem Zahnersatz nach wie vor den Goldstandard darstellt, von Bedeutung, da die einfachere Anwendung von chemischen Reinigern lediglich unterstützend erfolgen sollte und gerade im Hinblick auf die Entfernung von Mikroorganismen nicht in jedem Fall suffizient ist [32].



Abbildung 1 und 2 Oberkieferprothese bzw. Unterkieferprothese mit ausgedehnten Biofilmauflagerungen sowie Verfärbungen aufgrund mangelnder Prothesenhygiene zweier pflegebedürftiger Patientinnen (91 und 77 Jahre)

1.2 Werkstoffe für die Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz

Für die Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz werden Werkstoffe differenziert, die zu starren oder flexiblen Prothesen verarbeitet werden können. Es sind verschiedene Polymersysteme zur Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz auf dem Markt erhältlich, die sich anhand ihrer unterschiedlichen Verarbeitung gruppieren lassen [90] (s. Tab. 1). Eine Gruppe stellen die Materialien dar, die mithilfe von Druck, Wärme (Sonderform: Mikrowellen) oder Licht polymerisiert werden können. Eine weitere Werkstoffgruppe umfasst die thermoplastischen Materialien, die keiner Polymerisation bedürfen, sondern mithilfe von Wärme in Form gebracht werden, bevor sie erstarren. Die dritte Werkstoffgruppe bilden Materialien, die industriell polymerisiert oder thermoplastisch verarbeitet werden und schließlich als CAD/CAM-Block erhältlich sind, aus dem zahnärztliche Restaurationen und nicht zuletzt abnehmbarer Zahnersatz gefräst werden können.

Wichtigster Vertreter der Auto- und Heißpolymerisate ist das Polymethylmethacrylat (PMMA), welches im Praxisalltag den am häufigsten verwendeten Prothesenwerkstoff darstellt. PMMA überzeugt durch geringe Kosten, seine Reparaturfähigkeit sowie einfache Handhabung [80]. Die hohe Rigidität des Materials kann allerdings Nachteile wie eine erhöhte Bruchanfälligkeit sowie einen redu-

zierten Tragekomfort mit sich bringen.

Urethandimethacrylate gehören zu der Gruppe der Lichtpolymerisate, die während der Verarbeitung zunächst knetbar sind, bevor sie mithilfe von Licht in speziellen Öfen aushärten. Bei der Herstellung von Teil- und Totalprothesen erspart diese Verarbeitungsform unter Umständen eine Wachsaufstellung [90]. Weitere Anwendungsbereiche lichterhärtender Kunststoffe sind die Herstellung individueller Löffel, Unterfütterungen oder kieferorthopädischer Apparaturen. Im fertigen Zustand zeigen sie im Vergleich zu Heißpolymerisaten eine erhöhte Festigkeit [17], weisen allerdings eine höhere Sprödigkeit sowie erschwerte Reparaturfähigkeit auf [92].

Die Gruppe der Thermoplaste stellt Kunststoffe dar, die während der Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz durch Zufuhr von Wärme in Form gebracht werden und nach ihrer Abkühlung flexible Eigenschaften aufweisen. Aufgrund des entfallenden Polymerisationsprozesses kommt es weder zu Bissperrungen noch zur Anwesenheit von Restmonomeren [90], weshalb diese Gruppe bei Patienten mit Methylmethacrylat-Allergie favorisiert Anwendung findet. Wichtige thermoplastische Werkstoffe sind beispielsweise Polyamid-basierte Kunststoffe, mit denen die Herstellung flexibler Prothesen möglich ist. Diese haben den Vorteil einer einfacheren Eingliederbarkeit für Patienten mit eingeschränkter Mundöffnung (Mikrosto-

mie) sowie einer minimalen Bruchanfälligkeit aufgrund der hohen Elastizität [90]. Zudem besitzen diese Werkstoffe auch Vorteile in ästhetischer Hinsicht, da gingivafarbene Klammeranteile aus dem Material hergestellt werden können. Nachteil der Polyamide sind ihre bedingte Reparaturfähigkeit und Polierbarkeit [92]. Darüber hinaus wird eine aufgrund der Elastizität bedingte ungünstige Druckverteilung diskutiert, die zu einer verstärkten Atrophie des Alveolarfortsatzes führen kann [11]. In die Gruppe der Thermoplaste lassen sich außerdem industriell auspolymerisierte thermoplastische PMMA-Materialien einordnen. Im Gegensatz zu ihren im konservativen Verfahren hergestellten Pendanten weisen sie einen geringeren Restmonomergehalt auf, besitzen aber gleichzeitig eine verminderte Reparaturfähigkeit. Ein weiterer Vertreter thermoplastischer Werkstoffe ist das Polyoxymethylen (POM), welches zur Herstellung zahnfarbener Prothesengerüste und -klammern verwendet werden kann. Aufgrund der Möglichkeit, POM-Gerüste gingivafarben zu gestalten, ist eine Herstellung kompletter Prothesenbasen aus POM denkbar. Nachteile dieses Materials sind seine fehlende Erweiterungsfähigkeit und stärkere Dimensionierung im Vergleich zu Metallklammern und -gerüsten [92].

Neuere Verarbeitungsmethoden ermöglichen mithilfe der CAD/CAM-Technologie das Fräsen von Prothesenbasen, kompletten Prothesen sowie Prothesengerüsten aus industriell

Polymerisierbare Kunststoffe		Thermo-plastische Kunststoffe	CAD/CAM-Kunststoffe
Heiß oder kalt polymerisierbare Kunststoffe	Lichtpolymerisierbare Kunststoffe		
Polymethylmethacrylat (PMMA)	Urethandimethacrylat (UDMA)	Polyamid (Nylon)	Polymethylmethacrylat (PMMA)
		Thermoplastisches PMMA	Polyaryletherketon (PAEK)
		Polyoxymethylen (POM)	
		Polyaryletherketon (PAEK)	

Tabelle 1 Übersicht unterschiedlicher Verarbeitungsformen polymerer Werkstoffe mit Beispielen

vorgefertigten Blöcken. Für die Herstellung von Prothesenbasen oder kompletten Prothesen eignet sich industriell vorpolymerisiertes PMMA. Die entfallende Polymerisations-schrumpfung sowie ein geringer Restmonomergehalt stellen dabei wesentliche Vorteile im Vergleich zu konservativ verarbeitetem PMMA dar. Zudem scheint die homogenere und porenfreie Beschaffenheit der CAD/CAM-Materialien einen positiven Einfluss auf mechanische Eigenschaften zu haben [90, 97]. Für die CAD/CAM-Fertigung von Prothesengerüsten für komplexen abnehmbaren Zahnersatz bei Patienten mit Allergien gegen metallische Werkstoffe eignen sich Polyaryletherketone (PAEK) als stabile alternative Gerüstmaterialien [33]. PAEK gehören zur Familie der Hochleistungsthermoplaste und wurden im Jahr 2006 in den Dentalmarkt eingeführt [90, 94]; zuvor fanden sie bereits u.a. Verwendung in der Wirbelsäulenchirurgie. PAEK-Materialien besitzen verbesserte mechanische Eigenschaften [73, 97], ein geringes Gewicht [33] sowie eine geringe Interaktion mit biologischen Materialien, was zu ihrem niedrigen allergenen Potenzial beiträgt [113]. Allerdings ist die Reparatur- und Erweiterungsfähigkeit von Polyaryletherketonen gering, und sie zerkratzen schneller als PMMA [41]; ebenso liegen bis dato kaum klinische Daten zur Langzeitbewahrung der Werkstoffe im oralen Kontext vor. Unabhängig vom Material ermöglicht die CAD/CAM-Herstellung von abnehm-

barem Zahnersatz dank der gespeicherten CAD/CAM-Daten eine einfache Neuanfertigung bei Prothesenverlust oder -schaden. Ebenso können Modifizierungen sowie Unterfütterungen digital vorgenommen und die Prothese neu hergestellt werden [90].

Da sich im Laufe der Tragezeit einer Prothese der Kieferknochen und damit das Prothesenlager verändern, können Unterfütterungen zur Verbesserung der Mastikation und zur Reduktion von Druckstellen angezeigt sein. Dabei unterscheidet man starre Unterfütterungsmaterialien aus beispielsweise kaltpolymerisierendem PMMA von weichbleibenden Unterfütterungsmaterialien auf Silikon- oder Acrylatbasis [52, 85]. Letztere Materialgruppe wird vor allem für die Unterfütterung von abnehmbarem Zahnersatz bei ungünstiger Morphologie des Alveolarfortsatzes verwendet; Beispiele sind stark unter sich gehende Kieferkämme, Schlotterkämme oder stark atrophisierte Kieferkämme mit aufliegendem Nervus alveolaris inferior [16]. Darüber hinaus finden diese Werkstoffe Anwendung bei Situationen, die einer minimierten Belastung des Prothesenlagers bedürfen – etwa nach operativen Eingriffen wie Extraktionen oder Implantationen.

1.3 Bildung von Biofilmen

Die Mundhöhle bietet Lebensraum für eine Vielzahl von Mikroorganismen, wobei Bakterien und Pilze die Hauptbesiedler von Zähnen, Schleimhäuten und Zahnersatz darstellen (s.

Abb. 3). Über 700 verschiedene Arten von Bakterien konnten bereits als Bestandteile des oralen Mikrobioms identifiziert werden [50]. Bevor sich Bakterien oder Pilze allerdings auf Zähnen oder zahnärztlichen Restaurationen anlagern und Biofilme bilden, entsteht innerhalb von Sekunden bis Minuten nach Reinigung eine sogenannte erworbene Pellikel auf allen natürlichen Oberflächen der Mundhöhle sowie auf der Oberfläche zahnärztlicher Restaurationen [37, 46, 104]. Die Pellikel besteht überwiegend aus Proteinen (darunter Enzyme), Kohlenhydraten und Lipiden, welche aus dem Speichel, der Sulcusflüssigkeit oder von Bakterien stammen [38]. Ihre Entstehung beruht initial auf elektrostatischen Wechselwirkungen. Die im Speichel enthaltenen Phosphationen tragen zur negativen Ladung von Zähnen und Zahnersatz bei; die ebenfalls im Speichel befindlichen, positiv geladenen Calciumionen werden durch elektrostatische Kräfte angezogen und schließen inmitten der Ionenschichten Proteine ein (beispielsweise Phosphoproteine, Statherin, Histatin). Durch Van-der-Waals-Kräfte sowie proteineigene, geladene funktionelle Gruppen wird die Haftkraft der initialen Pellikel an der Oberfläche von Zähnen und Zahnersatz verstärkt [105, 106]. Anschließend folgt die Ankopplung von Proteinaggregaten aus dem Speichel durch Protein-Protein-Interaktionen mit den bereits immobilisierten Proteinen der initialen Pellikel.

(Abb. 1, 2, Tab. 1: E. Günther, Abb. 3: N. Kommerlein)

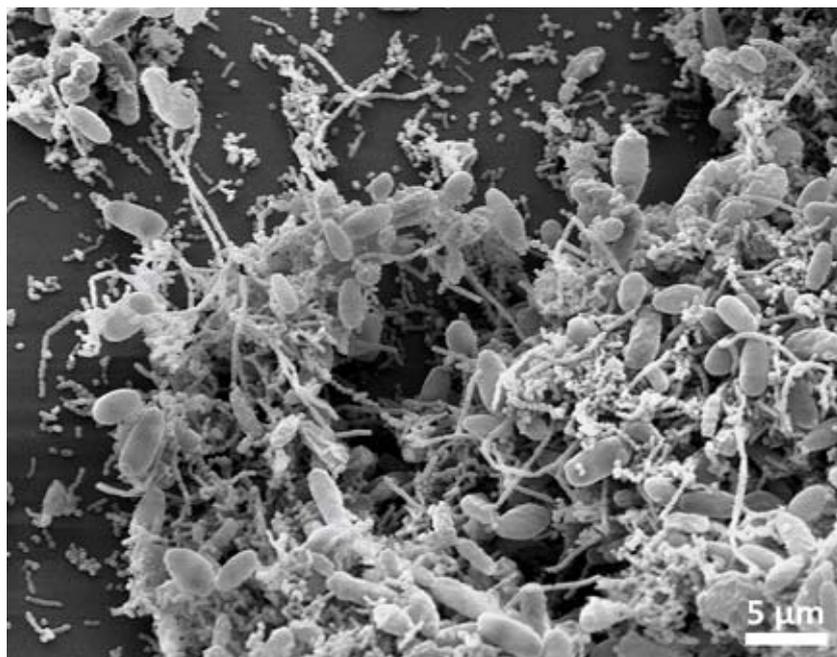


Abbildung 3 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines oralen Multispezies-Biofilms aus der Plaque eines an Parodontitis erkrankten Patienten nach 72-stündiger, anaerober In-vitro-Kultivierung auf Glas

Die Pellikel weist je nach Lokalisation unterschiedliche Ultrastrukturen und Dicken auf, die vor allem durch die an der jeweiligen Lokalisation vorhandenen Speichelbiopolymere sowie durch Scherkräfte bestimmt werden, jedoch weniger durch materialbezogene Parameter [36]. Der Werkstoff selbst beeinflusst allerdings die Zusammensetzung der Pellikel. So werden auf Prothesenmaterialien beispielsweise weniger Statherine und Histatine gefunden, welche für die Abwehr zuständig sind [22]. Gleichzeitig kann die Pellikel die Eigenschaften des darunter liegenden Substrates verdecken [28, 35]. Während die Pellikel neben der Lubrikation ebenso dem Schutz der Zahnoberfläche dient, spielt sie gleichermaßen für das mikrobielle Attachment an Zähnen und herausnehmbaren Zahnersatz eine bedeutende Rolle. Bestandteile der Pellikel dienen als Rezeptoren für die Anheftung von Mikroorganismen. Dabei kolonisieren zunächst vor allem grampositive Streptokokken (z.B. *Streptococcus oralis*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus mitis*) und Stäbchen (z.B. *Actinomyces naeslundii* oder *oris*) die Pellikel und zählen somit zu den Frühbesiedlern. Durch

Reifung des bakteriellen Biofilms kommt es in einem Zeitraum von Tagen zur Integration weiterer Mikroorganismen in den Biofilm. Zunächst lagern sich gramnegative Kokken (z.B. *Veillonella* spp.) an die Frühbesiedler an, später adhären auch gramnegative, fadenförmige Spezies wie der Brückenkeim *Fusobacterium nucleatum* und Spätbesiedler (z.B. *Capnocytophaga sputigena*, *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella intermedia*), welche teilweise Leitkeime oraler Infektionen umfassen [54, 61, 62]. Auch Pilze wie *Candida albicans* können mit Bakterien wie z.B. *Streptococcus gordonii*, *S. oralis*, *S. sanguinis* [57, 81], *A. oris* [31] und *F. nucleatum* [30] koaggregieren, interagieren und Teil der komplexen oralen Biofilmgemeinschaft sein [112].

Die Anwesenheit spezifischer Pathogene allein ist für die Entstehung von Erkrankungen der Mundhöhle allerdings nicht ausreichend. Vielmehr spielen die dynamischen Wechselbeziehungen zwischen Mikroorganismen und dem Wirtsorganismus sowie seiner Immunabwehr eine entscheidende Rolle bei der Entste-

hung biofilmassoziiertes Erkrankungen. Krankheiten, die durch orale Mikroorganismen hervorgerufen werden können, umfassen sowohl lokale Manifestationen als auch systemische Erkrankungen.

1.4 Durch Biofilme ausgelöste lokale Erkrankungen bei Prothesenträgern

Eine besondere Bedeutung besitzt in diesem Zusammenhang der Pilz *C. albicans*, der eine wesentliche Rolle für die Entstehung von Prothesenstomatitiden spielt [10]. Träger einer Totalprothese entwickeln dabei häufiger eine Prothesenstomatitis als Träger von partiellen Prothesen [1], was mit hoher Wahrscheinlichkeit der größeren Grenzfläche geschuldet ist. Die Prothesenstomatitis besitzt eine Prävalenz von bis zu 75 % [27]; sie äußert sich als lokale Rötung der von der Prothese bedeckten Schleimhaut und wird häufig von Brennen, Missempfindungen, Geschmacksstörungen oder Schmerzen begleitet. Dabei ist die Entstehung einer Prothesenstomatitis von mehreren begünstigenden Faktoren abhängig. Eine insuffiziente Mund- und Prothesenhygiene, ganztägiges Tragen der Prothese und die damit einhergehende Verringerung des pH-Werts der oralen Mukosa unter 6,5 sowie ein geschwächtes Immunsystem können hierbei die Manifestierung von *C. albicans* fördern [27, 63].

In diesem Zusammenhang scheint die Virulenz von *C. albicans* mit zunehmender Reifung des Biofilms zu steigen, da es zu einer morphologischen Transformation des Pilzes von überwiegend Blastosporen zu Hyphen kommt [98]. Untersuchungen haben gezeigt, dass auch die Werkstoffoberfläche die Transformation von Blastosporen zu Hyphen triggern kann [16, 20, 87]. Letztere sind in der Lage, mithilfe von Enzymen in die betreffenden Schleimhautareale zu invadieren und in tiefere Schleimhautschichten vorzudringen [10, 59, 98]. Dabei scheinen vor allem Aspartatproteinasen eine Degradation von Wirtsproteinen zu forcieren und damit die Invasion von *C. albicans* zu fördern [42]. Untersuchungen belegen, dass die Aktivität der Proteinase mit dem Schweregrad der Prothesenstomatitis korrelieren [89]. Zudem wiesen die in

Biofilmen organisierten *C. albicans* höhere Sekretionsmengen von Aspartatproteinasen auf als planktonisch lebende *C. albicans* [68]. Darüber hinaus kann dieser Pilz wie andere Mikroorganismen Werkstoffoberflächen degradieren, was zu einer Aufräumung derselben führt und wiederum Irritationen der Mukosa unterhält [87].

1.5 Durch Biofilme ausgelöste systemische Erkrankungen bei Prothesenträgern

In den letzten Jahren konnte in einer Vielzahl von Untersuchungen gezeigt werden, dass Mikroorganismen der Mundhöhle die Entstehung systemischer Erkrankungen entscheidend beeinflussen und begünstigen können. So führen orale Infektionen wie Parodontitis zur Zellalterung (Seneszenz): Die Telomeraseaktivität der betroffenen Patienten ist erhöht und kann im Gegensatz zu gesunden Patienten nicht oder nur geringfügig durch protektive Maßnahmen wie Sport reduziert werden [67]. Andere Arbeiten identifizierten oropharyngeale Bakterien in atherosklerotischen Plaques [5, 21, 69], wodurch man davon ausgeht, dass Bakterien über den parodontalen Halteapparat in den Blutkreislauf gelangen und somit die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen fördern können. Im Hinblick auf die Bedeutung von Biofilmen auf abnehmbarem Zahnersatz konnten respiratorische Pathogene in Biofilmen auf Prothesen nachgewiesen werden [82, 103], was eine Assoziation zwischen dem Auftreten von Pneumonien und dem Tragen von abnehmbarem Zahnersatz bestätigt [23, 43]. Die Anwesenheit von Atemwegspathogenen in Biofilmen auf Zähnen und Zahnersatz scheint im Kontext mit der Pathogenese nosokomialer Lungenentzündungen, aber auch der Initiation oder Progression chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen zu stehen [91]. Pneumonien gehören zu den verbreitetsten Erkrankungen der älteren Bevölkerung und stellen mit einer Mortalitätsrate von 25 % eine der häufigsten Todesursachen dar [76, 95]. Insbesondere Schluckstörungen (Dysphagien), das nächtliche Tragen von Prothesen, eine insuffiziente Prothesenhygiene sowie eine geschwächte Immunabwehr begünstigen die Ent-

stehung einer Aspirationspneumonie [71, 91]. Neben Aspirationspneumonien gehören gastrointestinale Infektionen zu möglichen disseminierten Infektionen, welche durch akkumulierte oropharyngeale Bakterien auf Oberflächen abnehmbaren Zahnersatzes verursacht werden [77].

Verschiedene Untersuchungen konnten darlegen, dass eine verbesserte Mundhygiene und somit eine verminderte Keimlast einen positiven Effekt auf die Morbidität und Mortalität durch Pneumonien hat: So konnten 10 % der Pneumoniebedingten Todesfälle in Altersheimen durch eine verbesserte Mundhygiene vermieden werden [95]. Weiterhin scheint eine optimierte Mundhygiene die Pneumoniebedingte Mortalitätsrate effektiver zu senken als deren medikamentöse Therapie; ebenso nahm die Zahl der Fiebertage bei Pflegebedürftigen mit verbesserter Mund- und Prothesenpflege ab im Vergleich zu denen, die keine Intensivierung ihrer Mund- und Prothesenhygiene erfuhren [109].

2. Moderne Werkstoffe und Strategien zur Modulation der Biofilmbildung und -entfernung von abnehmbarem Zahnersatz

Bei der Entwicklung neuer dentaler Werkstoffe stehen meist die Optimierung mechanischer Eigenschaften wie Biegefestigkeit, Risszähigkeit oder Härte sowie die Verbesserung des ästhetischen Erscheinungsbildes im Zentrum des Interesses. Allerdings zeigen die oben diskutierten Überlegungen zur Prävalenz und Bedeutung von Biofilmen auf abnehmbarem Zahnersatz, dass Strategien, die eine Minimierung der Anheftung von Biofilmen auf Werkstoffen für die abnehmbare Prothetik bzw. eine leichte Entfernung der Biofilme von der Oberfläche der Werkstoffe ermöglichen, erheblich zur Erhaltung der oralen und systemischen Gesundheit von Menschen mit abnehmbarem Zahnersatz beitragen könnten. Aus diesem Grund sollten dentale Werkstoffe neben einer Optimierung ihrer mechanischen und ästhetischen Eigenschaften auch in biologischer Hinsicht weiterentwickelt werden.

2.1 Modifikation der Biofilmbildung auf abnehmbarem Zahnersatz durch Werkstoffeigenschaften

Für die Anheftung von Biofilmen auf polymeren Werkstoffen scheinen insbesondere ihre chemische Zusammensetzung sowie ihre Oberflächenrauigkeit, -energie und -topografie relevante Eigenschaften darzustellen. Dabei gilt im Allgemeinen, dass ihr Einfluss mit zunehmender Biofilmdicke abnimmt [35]; daraus lässt sich folgern, dass ein potenziell präventiver Einfluss des Werkstoffs durch regelmäßige mechanische Entfernung des anheftenden Biofilms aufrechterhalten werden muss. Dies bedingt zudem, dass innovative materialassoziierte Strategien zur Kontrolle von Biofilmen auf polymeren Werkstoffen für die Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz genügend Resistenz aufweisen müssen, um einer notwendigen wiederkehrenden mechanischen Reinigung widerstehen zu können.

Eine hohe Oberflächenrauigkeit bedingt im Allgemeinen aufgrund der vergrößerten zur Verfügung stehenden Anheftungsfläche und der Bereitstellung von vor Scherkräften schützenden Nischen eine verstärkte Akkumulation von Mikroorganismen, die durch Politur minimiert werden kann. Während makrogefüllte Komposite früherer Generationen Füllkörper enthalten, die mit hoher Oberflächenrauigkeit und somit hohen Plaque-Akkumulationen in Verbindung gebracht wurden, zeigen moderne Hybridkomposite diesbezüglich ein wesentlich besseres Verhalten [44]. Allerdings wurden für verschiedene CAD/CAM-Werkstoffe trotz vergleichbarer Oberflächenrauigkeiten unterschiedlich starke Biofilmanheftungen beobachtet. Dabei wies die Gruppe der Polymere die geringste Biofilmanheftung auf: Polymere Werkstoffe wie Prothesenbasismaterialien besitzen einen größeren Anteil organischer Bestandteile, die vermutlich eine geringere Bioadhäsion bedingen als anorganische Komponenten [4]. Bis dato liegen nur sehr wenige Untersuchungen zur Akkumulation von Biofilmen auf modernen Werkstoffen für die CAD/CAM-Fertigung von abnehmbarem Zahnersatz vor. Im Hinblick auf die Oberflächenrauigkeit

wurden für im CAD/CAM-Verfahren verarbeitetes PMMA geringere Werte sowie eine niedrigere Adhäsion von *C. albicans* nachgewiesen als für PMMA, das auf konventionellem Weg hergestellt worden ist [72]. Damit ist zu vermuten, dass neben verbesserten mechanischen Eigenschaften von CAD/CAM-verarbeiteten Werkstoffen im Vergleich zu konventionell hergestellten polymeren Werkstoffen für die Anfertigung von abnehmbarem Zahnersatz [83, 97] auch die Biofilmanheftung geringer ist.

Darüber hinaus scheint die chemische Zusammensetzung polymerer Werkstoffe eine bedeutende Rolle für die Anheftung von Mikroorganismen zu besitzen. Hierbei kann das Beimeingen antibakterieller Substanzen in Dentalwerkstoffe eine Möglichkeit sein, die Biofilmanheftung sowie das -wachstum zu verzögern oder zu minimieren. Mögliche antibakterielle Zusätze sind beispielsweise Silberionen [15, 108], Zinkoxidnanopartikel [101] und Chlorhexidin [60]. Der bekannteste antibakteriell wirksame Dentalwerkstoff ist Amalgam. Am Beispiel von Amalgam zeigt sich allerdings, dass man sich bei der Entwicklung antibakteriell wirksamer Materialien stets auf einer Gratwanderung zwischen antibakteriellem [9, 40] und zytotoxischem Effekt [64] befindet. Zudem birgt das Ausströmen antibakterieller Substanzen den Nachteil einer zeitlich begrenzten Wirkung. Des Weiteren können die beigesetzten Substanzen bzw. deren Freisetzung einen negativen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften haben [2, 51, 110]. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Polymerisationszeit von Kompositen und damit mutmaßlich abnehmender Konzentration unpolymerisierter Monomere auch die Adhäsion und Proliferation einiger Bakterienstämme abnehmen [14]. Daher ist nicht nur aus mechanischen, sondern auch aus biologischen Gründen eine sorgsame Polymerisation entsprechender Werkstoffe durch Wärme, Druck und/oder Licht nach Herstellerangaben dringend anzuraten. In den letzten Jahren hat sich die Verarbeitung und Prozessierung dentaler Werkstoffe wie PAEK oder PMMA mithilfe von CAD/CAM-Verfahren etabliert. Leider gibt

es nur wenige Studien, die sich mit der Biofilmbildung auf PAEK-Materialien beschäftigen [96]. Einige Untersuchungen legten eine geringere Bioadhäsion auf PAEK-Materialien als beispielsweise auf konventionell verarbeiteten PMMA dar [35, 70]. Bis dato ist jedoch nicht abschließend geklärt, welcher Mechanismus dafür verantwortlich ist. Eine Vermutung ist die homogenere Zusammensetzung sowie ein hoher Polymerisationsgrad CAD/CAM-gefertigter Werkstoffe im Vergleich zu konservativ verarbeiteten Werkstoffen.

Studien zur Wirkung der Oberflächentopografie dentaler Verbundwerkstoffe auf die Adhäsion von Mikroorganismen belegen, dass mikrostrukturierte Oberflächen durch erhöhte Wasser-Kontaktwinkel hydrophober sind und somit vermehrt Lufteinschlüsse bedingen, was wiederum die insgesamt verfügbare Kontaktfläche zwischen Werkstoffen und Mikroorganismen reduziert [25]. Zusätzlich führen die topografischen Barrieren zu einer Verringerung des Quorum Sensing zwischen den Mikroorganismen [25]. Für direkte zahnärztliche Restaurationen kann dieser Effekt genutzt werden, indem man mikrostrukturierte Matrizen für die Füllungslegung verwendet. Mit dem Ziel, polymere Werkstoffe für indirekte zahnärztliche Restaurationen zu optimieren, sind spezielle Politurregimes denkbar, die eine speziell strukturierte Oberfläche hinterlassen. Studien haben gezeigt, dass unterschiedliche Politurregimes mit daraus entstehenden diversen Oberflächeneigenschaften verschieden stark zu Bioadhäsion neigen, auch wenn sie eine vergleichbare Endrauigkeit besitzen [34, 44, 86]. Im Hinblick auf nicht polierbare Prothesenbasen könnte die Herstellung von abnehmbarem Zahnersatz im CAD/CAM-Verfahren interessant sein, da diese Materialien positive Eigenschaften hinsichtlich der Biofilmanheftung aufzuweisen scheinen [72]. Während Polymere durch Politur und Herstellungsweise in ihrer Oberflächentopografie modifiziert werden können, ist bei Metallen eine biomimetische Mikrostrukturierung mithilfe spezieller Laser möglich und zeigte eine verringerte Anheftung von Mikroorganismen [3, 18]. Somit

bietet die Oberflächenstrukturierung metallener Prothesengerüste mittels Laser eine Aussicht für die Weiterentwicklung dentaler Biomaterialien.

Die Wirkungsweisen verschiedener Prothesenmaterialien und ihrer Oberflächeneigenschaften auf die bakterielle Adhäsion und Biofilmbildung sind bis dato noch nicht hinreichend charakterisiert. Eine Aufklärung der zugrunde liegenden Mechanismen könnte allerdings maßgeblich dazu beitragen, Prothesenwerkstoffe in biologischer Hinsicht zukünftig zu optimieren; Ziel wäre es dabei, die Prävalenz von biofilminduzierten Erkrankungen bei Prothesenträgern langfristig zu reduzieren. Für beide Ansätze – Aufklärung der Mechanismen und Entwicklung innovativer Prothesenmaterialien – können reproduzierbare und klinische Modellsysteme verwendet werden wie ein orales Multipespezies-Biofilm-Modell, welches sowohl initial unter statischen als auch unter klinischeren, dynamischen Strömungsbedingungen für In-vitro-Studien genutzt werden kann [55, 56] und bereits in der dentalen Implantatforschung Anwendung findet [19]. Derartige In-vitro-Analysen, die oftmals vor dem Hintergrund eines „High-Throughput“-Ansatzes durchgeführt werden, sollten durch Untersuchungen in situ, etwa durch Eingliederung von Prüfkörpern in Schienen oder Prothesen, ergänzt bzw. validiert werden. In-situ-Ansätze bieten den Vorteil, dass die Biofilmbildung unter den natürlichen Bedingungen der Mundhöhle erfolgen kann.

2.2 Modifikation der Adhäsion von *Candida albicans* auf abnehmbarem Zahnersatz durch Werkstoffeigenschaften

Da Prothesenbasen in der Regel nicht poliert werden und der Prothesenkunststoff von *C. albicans* durchdrungen werden kann [66], ist vor allem bei älterem Zahnersatz und bestehender Prothesenstomatitis eine Rebasierung oder Neuanfertigung des Zahnersatzes angeraten, um nach antimykotischer Therapie der Schleimhäute eine Reinfektion zu vermeiden [58]. Es ist bekannt, dass *C. albicans* insbesondere in Vertiefungen rauer Werkstoffoberflächen wenig sensitiv

auf eine antimykotische Therapie reagiert [102], aber auch Endotoxine in diesen Poren hinterlässt, welche durch langsame Freisetzung die Infektion unterhalten [16]. Insgesamt sinkt die Anheftung von *C. albicans* auf glatten sowie hydrophilen Oberflächen [29, 75, 88, 100, 111]. Darüber hinaus konnte eine Beziehung zwischen dem basischen Anteil der freien Oberflächenenergie und der Adhäsion von *C. albicans* nachgewiesen werden [49]. Weiterhin wurde gezeigt, dass die Adhäsion von *C. albicans* auf Polyamiden höher ist als auf PMMA-basierten Kunststoffen [24]. Im Hinblick auf die unterschiedlichen zur Verfügung stehenden Werkstoffe gibt es bezüglich der Adhäsion und Proliferation von *C. albicans* widersprüchliche Ergebnisse: Während manche Autoren auf Polymethylmethacrylat eine deutlich höhere Candida-Besiedlung nachwiesen als auf Silikon-basierten weichbleibenden Unterfütterungsmaterialien [80], konnten andere Autoren eine geringere Besiedlung von Polymethylmethacrylat mit *C. albicans* im Vergleich zu den weichbleibenden Materialien belegen [6]. Eine mögliche Erklärung für diese unterschiedlichen Ergebnisse kann in der Porosität weichbleibender Unterfütterungen liegen, welche eine Vielzahl von Candida-Zellen in ihren Vertiefungen beherbergen und für die Analyse unzugänglich machen können; damit ist eine Verfälschung des Ergebnisses denkbar [80]. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Materialien mit hohen Oberflächenenergien wie Urethandimethacrylat (UDMA) und Silikon eine stärkere Besiedlung mit *C. albicans* aufwiesen als Werkstoffe mit vergleichsweise niedrigerer Oberflächenenergie [53]. Dabei war der Anteil von Hyphen auf silikonbasierten Werkstoffen höher als auf UDMA- oder PMMA-basierten Werkstoffen [98].

In diesem Kontext ist zu berücksichtigen, dass die meisten der vorliegenden Untersuchungen – insbesondere, was die Analyse der Adhäsion von *C. albicans* an unterschiedliche Prothesenbasismaterialien angeht – unter experimentellen Bedingungen durchgeführt worden sind, deren Settings oftmals nur wenig vergleichbar sind; klinische Untersuchungen existieren

kaum. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten kann jedoch gefolgert werden, dass zur Herstellung von Prothesenbasen möglichst hydrophile Werkstoffe Anwendung finden sollten sowie solche, die nach Herstellung eine möglichst geringe initiale Rauigkeit aufweisen; auf diese Weise können Porositäten und somit Nischen für Biofilmformationen minimiert werden, um biofilmassoziierte Erkrankungen zu reduzieren.

3. Mikroorganismen verändern Werkstoffe

Jeder Werkstoff, der in die Mundhöhle eingebracht wird, unterliegt im Laufe seines Gebrauchs einem Alterungsprozess. So zeigen die Oberflächen abnehmbaren Zahnersatzes durch die tägliche mechanische, thermische und chemische Belastung beim Gebrauch und bei der Reinigung Alterungs- und Ermüdungserscheinungen [90]. Langfristig kann dies zu einer Erhöhung der Oberflächenrauigkeit, zu Verfärbungen und Geruchsbildung führen. Zudem bedingen die Feuchtigkeit der Mundhöhle sowie eine feuchte extraorale Lagerung die Wasseraufnahme des Werkstoffs, die je nach Material unterschiedlich groß ist und zur Beeinträchtigung der Festigkeit des Materials führen kann [99]. Dabei scheinen Thermoplaste weniger Wasser aufzunehmen als Polymerisate [45]. Eine Austrocknung des Zahnersatzes wiederum kann zum Verzug und einer verminderten Passgenauigkeit der Prothese führen, wenngleich kürzere Trockenphasen die Keimbildung auf der Oberfläche des Werkstoffs reduzieren können [90]. Zusätzlich spielen Mikroorganismen eine entscheidende Rolle bei der Veränderung polymerer Prothesenwerkstoffe [8, 26, 39, 84]. Bereits Pellikel können durch Einlagerung zwischen die Matrix und Füllstoffe dazu führen, dass sich Füller aus dem Verbund herauslösen und somit die Deterioration des Polymers begünstigen. Einige der von Mikroorganismen sezernierten Enzyme [13], aber auch Säuren können Werkstoffoberflächen degradieren [12, 65]. Dadurch kann die Oberflächenrauigkeit der Materialien zunehmen [74], welche einerseits die Bioadhäsion fördern und gleichzeitig die in Kontakt

stehende Schleimhaut reizen kann. Dieses Phänomen scheint dabei insbesondere die polymeren Werkstoffe älterer Generationen zu betreffen [74]. Empfehlenswert scheint daher die Verwendung polymerer Werkstoffe neuerer Generationen sowie die regelmäßige professionelle Reinigung und Politur polymerer Restaurationen. Allerdings liegen für moderne Werkstoffe zur Herstellung abnehmbaren Zahnersatzes wie Polyaryletherketone oder CAD/CAM-verarbeitetes PMMA noch keine klinischen oder experimentellen Daten hinsichtlich ihrer Langzeitbewährung vor [96].

4. Ausblick

Abnehmbarer Zahnersatz wird auf absehbare Zeit eine bedeutende Rolle in der zahnärztlichen Prothetik spielen, wobei aufgrund der demografischen Entwicklung immer ältere Patienten mit Prothesen versorgt werden. Da eine regelmäßige und angemessene Entfernung der Biofilme von der Oberfläche des abnehmbaren Zahnersatzes nicht in allen Fällen sichergestellt werden kann, ist es wünschenswert, Materialien und Strategien zu entwickeln, die die Akkumulation und die Entfernung von Biofilmen auf der Oberfläche von Prothesen steuer- und vorhersehbar machen. Gegenwärtig ist die Datenlage zur Interaktion polymerer Werkstoffe für abnehmbaren Zahnersatz mit Biofilmen – insbesondere im Hinblick auf klinische Studien – dürftig. Für moderne polymere Werkstoffe mit optimierten Materialeigenschaften konnten diesbezüglich vielversprechende erste Ergebnisse beschrieben werden. Weitergehende Strategien, die eine leichte Entfernung von anheftenden Biofilmen von der Oberfläche von Prothesenbasismaterialien versprechen, wurden bislang nur in sehr eingeschränkten Laboruntersuchungen mit meist anderem Hintergrund beschrieben; eine Umsetzung in die Klinik steht zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch aus.

Interessenskonflikte

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Abaci O, Haliki-Uztan A, Ozturk B, Toksavul S, Ulusoy M, Boyacioglu H: Determining *Candida* spp. incidence in denture wearers. *Mycopathologia* 2010; 169: 365–372
2. Al-Haddad A, Vahid Roudsari R, Satterthwaite JD: Fracture toughness of heat cured denture base acrylic resin modified with Chlorhexidine and Fluconazole as bioactive compounds. *J Dent* 2014; 42: 180–184
3. Aliuos P, Fadeeva E, Badar M et al.: Evaluation of single-cell force spectroscopy and fluorescence microscopy to determine cell interactions with femtosecond-laser microstructured titanium surfaces. *J Biomed Mater Res A* 2013; 101: 981–990
4. Astasov-Frauenhoffer M, Glauser S, Fischer J, Schmidli F, Waltimo T, Rohr N: Biofilm formation on restorative materials and resin composite cements. *Dent Mater* 2018; 34: 1702–1709
5. Atarbashi-Moghadam F, Havaei SA, Hosseini NS, Behdadmehr G, Atarbashi-Moghadam S: Periopathogens in atherosclerotic plaques of patients with both cardiovascular disease and chronic periodontitis. *ARYA Atheroscler* 2018; 14: 53–57
6. Bal BT, Yavuzilmaz H, Yücel M: A pilot study to evaluate the adhesion of oral microorganisms to temporary soft lining materials. *J Oral Sci* 2008; 50: 1–8
7. Barbe AG, Kottmann HE, Müller D et al.: Evaluation of time and resources required for professional dental cleaning in nursing home residents. *Spec Care Dentist* 2019; 39: 89–96
8. Beyth N, Bahir R, Matalon S, Domb AJ, Weiss EI: Streptococcus mutans biofilm changes surface-topography of resin composites. *Dent Mater* 2008; 24: 732–736
9. Beyth N, Domb AJ, Weiss EI: An in vitro quantitative antibacterial analysis of amalgam and composite resins. *J Dent* 2007; 35: 201–206
10. Bilhan H, Sulun T, Erköse G et al.: The role of *Candida albicans* hyphae and *Lactobacillus* in denture-related stomatitis. *Clin Oral Investig* 2009; 13: 363–368
11. Blankenstein F: Verwendung thermo-plastischer Nylon-Kunststoffe als Prothesenbasismaterial. *Mitteilung der DGZPW*. *zm* 2009; 99: 42–44
12. Borges MAP, Matos IC, Mendes LC, Gomes AS, Miranda MS: Degradation of polymeric restorative materials subjected to a high caries challenge. *Dent Mater* 2011; 27: 244–252
13. Bourbia M, Ma D, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y: Cariogenic bacteria degrade dental resin composites and adhesives. *J Dent Res* 2013; 92: 989–994
14. Brambilla E, Gagliani M, Ionescu A, Fadini L, García-Godoy F: The influence of light-curing time on the bacterial colonization of resin composite surfaces. *Dent Mater* 2009; 25: 1067–1072
15. Buegers R, Eidt A, Frankenberger R et al.: The anti-adherence activity and bactericidal effect of microparticulate silver additives in composite resin materials. *Arch Oral Biol* 2009; 54: 595–601
16. Cate JM ten, Klis FM, Pereira-Cenci T, Crielaard W, de Groot, P W J: Molecular and cellular mechanisms that lead to *Candida* biofilm formation. *J Dent Res* 2009; 88: 105–115
17. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Shaull KL, Laffoon JE, Qian F: Flexural and fatigue strengths of denture base resin. *J Prosthet Dent* 2008; 100: 47–51
18. Doll K, Fadeeva E, Schaeske J et al.: Development of laser-structured liquid-infused titanium with strong biofilm-repellent properties. *ACS Appl Mater Interfaces* 2017; 9: 9359–9368
19. Doll K, Yang I, Fadeeva E et al.: Liquid-infused structured titanium surfaces: antiadhesive mechanism to repel streptococcus oralis biofilms. *ACS Appl Mater Interfaces* 2019; 11: 23026–23038
20. Douglas L: *Candida* biofilms and their role in infection. *Trends Microbiol* 2003; 11: 30–36
21. Eberhard J, Stumpp N, Winkel A et al.: Streptococcus mitis and Gemella haemolysans were simultaneously found in atherosclerotic and oral plaques of elderly without periodontitis – a pilot study. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 447–452
22. Edgerton M, Levine MJ: Characterization of acquired denture pellicle from healthy and stomatitis patients. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 683–691
23. El-Solh AA: Association between pneumonia and oral care in nursing home residents. *Lung* 2011; 189: 173–180
24. Freitas-Fernandes FS, Cavalcanti YW, Ricomini Filho AP et al.: Effect of daily use of an enzymatic denture cleanser on *Candida albicans* biofilms formed on polyamide and poly(methyl methacrylate) resins: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 1349–1355
25. Frenzel N, Maenz S, Sanz Beltrán V et al.: Template assisted surface microstructuring of flowable dental composites and its effect on microbial adhesion properties. *Dent Mater* 2016; 32: 476–487
26. Fúcio SBP, Carvalho FG, Sobrinho LC, Sinhorette MAC, Puppim-Rontani RM: The influence of 30-day-old Streptococcus mutans biofilm on the surface of esthetic restorative materials – an in vitro study. *J Dent* 2008; 36: 833–839
27. Gendreau L, Loewy ZG: Epidemiology and etiology of denture stomatitis. *J Prosthodont* 2011; 20: 251–260
28. Göcke R, Gerath F, Schwanewede H von: Quantitative determination of salivary components in the pellicle on PMMA denture base material. *Clin Oral Investig* 2002; 6: 227–235
29. Gomes AS, Sampaio-Maia B, Vasconcelos M, Fonesca PA, Figueiral H: In situ evaluation of the microbial adhesion on a hard acrylic resin and a soft liner used in removable prostheses. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 65–71
30. Grimaudo NJ, Nesbitt WE: Coaggregation of *Candida albicans* with oral Fusobacterium species. *Oral Microbiol Immunol* 1997; 12: 168–173
31. Grimaudo NJ, Nesbitt WE, Clark WB: Coaggregation of *Candida albicans* with oral Actinomyces species. *Oral Microbiol Immunol* 1996; 11: 59–61
32. Hahnel S, Rosentritt M, Buegers R, Handel G, Lang R: *Candida albicans* biofilm formation on soft denture liners and efficacy of cleaning protocols. *Gerodontology* 2012; 29: e383–91
33. Hahnel S, Scherl C, Rosentritt M: Interim rehabilitation of occlusal vertical dimension using a double-crown-retained removable dental prosthesis with polyetheretherketone framework. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 315–318
34. Hahnel S, Wastl DS, Schneider-Feyrer S et al.: Streptococcus mutans biofilm formation and release of fluoride from experimental resin-based composites depending on surface treatment and S-PRG filler particle fraction. *J Adhes Dent* 2014; 16: 313–321
35. Hahnel S, Wieser A, Lang R, Rosentritt M: Biofilm formation on the surface of modern implant abutment materials. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 1297–1301
36. Hannig M: Transmission electron microscopic study of in vivo pellicle formation on dental restorative materials. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 422–433
37. Hannig M: Ultrastructural investigation of pellicle morphogenesis at two different intraoral sites during a 24-h period. *Clin Oral Investig* 1999; 3: 88–95
38. Hannig M, Joiner A: The structure, function and properties of the acquired pellicle. *Monogr Oral Sci* 2006; 19: 29–64
39. Hao Y, Huang X, Zhou X et al.: Influence of dental prosthesis and restorative materials interface on oral biofilms. *Int J Mol Sci* 2018; 19: 3157
40. Hegde NN, Attavar SH, Hegde MN, Priya G: Antibacterial activity of dental restorative material: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2018; 21: 42–46

41. Heimer S, Schmidlin PR, Stawarczyk B: Effect of different cleaning methods of polyetheretherketone on surface roughness and surface free energy properties. *J Appl Biomater Funct Mater* 2016; 14: e248–55
42. Hube B, Albrecht A, Bader O et al.: Pathogenitätsfaktoren bei Pilzinfektionen. *Bundesgesundheitsbl* 2002; 45: 159–165
43. Iinuma T, Arai Y, Abe Y et al.: Denture wearing during sleep doubles the risk of pneumonia in the very elderly. *J Dent Res* 2015; 94: 285–365
44. Ionescu A, Wutscher E, Brambilla E, Schneider-Feyrer S, Giessibl FJ, Hahnel S: Influence of surface properties of resin-based composites on in vitro *Streptococcus mutans* biofilm development. *Eur J Oral Sci* 2012; 120: 458–465
45. Jarkas MI: Werkstoffmechanischer Vergleich hypoallergener Prothesenbasis-kunststoffe. Dissertation, Halle-Wittenberg 2007
46. Jong HP de, Boer P de, Busscher HJ, Pelt AW van, Arends J: Surface free energy changes of human enamel during pellicle formation. An in vivo study. *Caries Res* 1984; 18: 408–415
47. Jordan AR, Micheelis W: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). 2016
48. Jordan R, Sirsch E, Gesch D, Zimmer S, Bartholomeyczik S: Verbesserung der zahnmedizinischen Betreuung in der Altenpflege durch Schulungen von Pflegekräften. *Pflege* 2012; 25: 97–105
49. Kang S-H, Lee H-J, Hong S-H, Kim K-H, Kwon T-Y: Influence of surface characteristics on the adhesion of *Candida albicans* to various denture lining materials. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 241–248
50. Kilian M, Chapple ILC, Hannig M et al.: The oral microbiome – an update for oral healthcare professionals. *Br Dent J* 2016; 221: 657–666
51. Kim O, Shim WJ: Studies on the preparation and dental properties of antibacterial polymeric dental restorative composites containing alkylated ammonium chloride derivatives. *J Polym Res Taiwan* 2001; 8: 49–57
52. Kimoto S, Kimoto K, Gunji A et al.: Clinical effects of acrylic resilient denture liners applied to mandibular complete dentures on the alveolar ridge. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 862–869
53. Koch C, Bürgers R, Hahnel S: *Candida albicans* adherence and proliferation on the surface of denture base materials. *Gerodontology* 2013; 30: 309–313
54. Kolenbrander PE, Palmer RJ, Periasamy S, Jakubovics NS: Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. *Nat Rev Microbiol* 2010; 8: 471–480
55. Kommerein N, Doll K, Stumpp NS, Stiesch M: Development and characterization of an oral multispecies biofilm implant flow chamber model. *PLoS ONE* 2018; 13: e0196967
56. Kommerein N, Stumpp SN, Müssen M et al.: An oral multispecies biofilm model for high content screening applications. *PLoS ONE* 2017; 12: e0173973
57. Koo H, Andes DR, Krysan DJ: *Candida-streptococcal* interactions in biofilm-associated oral diseases. *PLoS Pathog* 2018; 14: e1007342
58. Latib YO, Owen CP, Patel M: Viability of *Candida albicans* in denture base resin after disinfection: a preliminary study. *Int J Prosthodont* 2018; 31: 436–439
59. Leberer E, Ziegelbauer K, Schmidt A et al.: Virulence and hyphal formation of *Candida albicans* require the Ste20p-like protein kinase CaCl4p. *Curr Biol* 1997; 7: 539–546
60. Leung D, Spratt DA, Pratten J, Gulabivala K, Mordan NJ, Young AM: Chlorhexidine-releasing methacrylate dental composite materials. *Biomaterials* 2005; 26: 7145–7153
61. Listgarten MA: Formation of dental plaque and other oral biofilms. In: Newman HN, Wilson M (Hrsg): *Dental plaque revisited*—oral biofilms in health and disease. Bioline, Cardiff 2000, 187–210
62. Mantzourani M, Gilbert SC, Fenlon M, Beighton D: Non-oral bifidobacteria and the aciduric microbiota of the denture plaque biofilm. *Mol Oral Microbiol* 2010; 25: 190–199
63. Marinovski J, Bokor-Bratić M, Čanković M: Is denture stomatitis always related with candida infection? A case control study. *Med Glas (Zenica)* 2014; 11: 379–384
64. Mary SJ, Girish KL, Joseph TI, Sathyan P: Genotoxic effects of silver amalgam and composite restorations: micronuclei-based cohort and case-control study in oral exfoliated cells. *Contemp Clin Dent* 2018; 9: 249–254
65. Matsuo H, Suenaga H, Takahashi M, Suzuki O, Sasaki K, Takahashi N: Deterioration of polymethyl methacrylate dentures in the oral cavity. *Dent Mater J* 2015; 34: 234–239
66. Mayahara M, Kataoka R, Arimoto T et al.: Effects of surface roughness and dimorphism on the adhesion of *Candida albicans* to the surface of resins: Scanning electron microscope analyses of mode and number of adhesions. *J Investig Clin Dent* 2014; 5: 307–312
67. Melk A, Tegtbur U, Hilfiker-Kleiner D et al.: Improvement of biological age by physical activity. *Int J Cardiol* 2014; 176: 1187–1189
68. Mendes A, Mores AU, Carvalho AP, Rosa RT, Samaranayake LP, Rosa EAR: *Candida albicans* biofilms produce more secreted aspartyl protease than the planktonic cells. *Biol Pharm Bull* 2007; 30: 1813–1815
69. Mesa F, Magan-Fernandez A, Castellino G, Chianetta R, Nibali L, Rizzo M: Periodontitis and mechanisms of cardiometabolic risk: Novel insights and future perspectives. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis* 2019; 1865: 476–484
70. Mishra S, Chowdhary R: PEEK materials as an alternative to titanium in dental implants: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 208–222
71. Mojon P: Oral health and respiratory infection. *J Can Dent Assoc* 2002; 68: 340–345
72. Murat S, Alp G, Alatalı C, Uzun M: In vitro evaluation of adhesion of *Candida albicans* on CAD/CAM PMMA-based polymers. *J Prosthodont* 2019; 28: e873–e879
73. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F: Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2016; 60: 12–19
74. Nedeljkovic I, Munck J de, Ungureanu A-A et al.: Biofilm-induced changes to the composite surface. *J Dent* 2017; 63: 36–43
75. Nevzatoglu EU, Ozcan M, Kulak-Ozkan Y, Kadir T: Adherence of *Candida albicans* to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *Clin Oral Investig* 2007; 11: 231–236
76. Niederman MS: Nosocomial pneumonia in the elderly patient. Chronic care facility and hospital considerations. *Clin Chest Med* 1993; 14: 479–490
77. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T: Denture plaque – past and recent concerns. *J Dent* 1998; 26: 299–304
78. Nitschke I, Kaschke I: Zahnmedizinische Betreuung von Pflegebedürftigen und Menschen mit Behinderungen. *Bundesgesundheitsbl* 2011; 54: 1073–1082
79. Nitschke I, Majdani M, Sobotta BAJ, Reiber T, Hopfenmüller W: Dental care of frail older people and those caring for them. *J Clin Nurs* 2010; 19: 1882–1890
80. O'Donnell LE, Alalwan HKA, Kean R et al.: *Candida albicans* biofilm heterogeneity does not influence denture stomatitis but strongly influences denture cleansing capacity. *J Med Microbiol* 2017; 66: 54–60
81. O'Donnell LE, Millhouse E, Sherry L et al.: Polymicrobial *Candida* biofilms:

- friends and foe in the oral cavity. *FEMS Yeast Res* 2015; 15
82. O'Donnell LE, Smith K, Williams C et al.: Dentures are a reservoir for respiratory pathogens. *J Prosthodont* 2016; 25: 99–104
83. Pacquet W, Benoit A, Hatège-Kimana C, Wulfman C: Mechanical properties of CAD/CAM denture base resins. *Int J Prosthodont* 2019; 32: 104–106
84. Padovani G, Fúcio S, Ambrosano G, Sinhoretto M, Puppini-Rontani R: In situ surface biodegradation of restorative materials. *Oper Dent* 2014; 39: 349–360
85. Palla ES, Karaoglan E, Naka O, Anastasiadou V: Soft denture liners' effect on the masticatory function in patients wearing complete dentures: A systematic review. *J Dent* 2015; 43: 1403–1410
86. Park JW, Song CW, Jung JH, Ahn SJ, Ferracane JL: The effects of surface roughness of composite resin on biofilm formation of *Streptococcus mutans* in the presence of saliva. *Oper Dent* 2012; 37: 532–539
87. Pereira-Cenci T, Deng DM, Kraneveld EA et al.: The effect of *Streptococcus mutans* and *Candida glabrata* on *Candida albicans* biofilms formed on different surfaces. *Arch Oral Biol* 2008; 53: 755–764
88. Pereira-Cenci T, del Bel Cury AA, Cenci MS, Rodrigues-Garcia RCM: In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: Influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 308–310
89. Ramage G, Coco B, Sherry L, Bagg J, Lappin DF: In vitro *Candida albicans* biofilm induced proteinase activity and SAP8 expression correlates with in vivo denture stomatitis severity. *Mycopathologia* 2012; 174: 11–19
90. Rosentritt M, Ilie N, Lohbauer U (Hrsg): *Werkstoffkunde in der Zahnmedizin. Moderne Materialien und Technologien*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 2018
91. Scannapieco FA, Papandonatos GD, Dunford RG: Associations between oral conditions and respiratory disease in a national sample survey population. *Ann Periodontol* 1998; 3: 251–256
92. Schierz O, Schierz S, Rauch A: Kunst – das neue Metall? *ZMK* 2018; 34: 378–385
93. Schimmel M, Katsoulis J, Genton L, Müller F: Masticatory function and nutrition in old age. *Swiss Dent J* 2015; 125: 449–454
94. Silla M, Eichberger M, Stawarczyk B: Polyetherketonketon (PEKK) als Restaurationswerkstoff in der modernen Zahnmedizin: eine Literaturübersicht. Die Quintessenz der Zahntechnik 2016; 42: 176–190
95. Sjögren P, Nilsson E, Forsell M, Johansson O, Hoogstraate J: A systematic review of the preventive effect of oral hygiene on pneumonia and respiratory tract infection in elderly people in hospitals and nursing homes: effect estimates and methodological quality of randomized controlled trials. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 2124–2130
96. Skirbutis G, Dzingutė A, Masiliūnaitė V, Šulcaitė G, Žilinskas J: PEEK polymer's properties and its use in prosthodontics. A review. *Stomatologija* 2018; 20: 54–58
97. Stawarczyk B, Eichberger M, Uhrenbacher J, Wimmer T, Edelhoff D, Schmidlin PR: Three-unit reinforced polyetheretherketone composite FDPs: influence of fabrication method on load-bearing capacity and failure types. *Dent Mater J* 2015; 34: 7–12
98. Susewind S, Lang R, Hahnel S: Biofilm formation and *Candida albicans* morphology on the surface of denture base materials. *Mycoses* 2015; 58: 719–727
99. Takahashi Y, Hamanaka I, Shimizu H: Flexural properties of denture base resins subjected to long-term water immersion. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 716–720
100. Tari BF, Nalbant D, Dogruman AI F, Kustimur S: Surface roughness and adherence of *Candida albicans* on soft lining materials as influenced by accelerated aging. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8: 18–25
101. Tavassoli Hojati S, Alaghemand H, Hamze F et al.: Antibacterial, physical and mechanical properties of flowable resin composites containing zinc oxide nanoparticles. *Dent Mater* 2013; 29: 495–505
102. Tsang CSP, Ng H, McMillan AS: Antifungal susceptibility of *Candida albicans* biofilms on titanium discs with different surface roughness. *Clin Oral Investig* 2007; 11: 361–368
103. Urushibara Y, Ohshima T, Sato M et al.: An analysis of the biofilms adhered to framework alloys using in vitro denture plaque models. *Dent Mater J* 2014; 33: 402–414
104. Vacca Smith AM, Bowen WH: In situ studies of pellicle formation on hydroxyapatite discs. *Arch Oral Biol* 2000; 45: 277–291
105. Vassilakos N, Arnebrant T, Glantz PO: An in vitro study of salivary film formation at solid/liquid interfaces. *Scand J Dent Res* 1993; 101: 133–137
106. Vassilakos N, Arnebrant T, Rundegren J, Glantz PO: In vitro interactions of anionic and cationic surfactants with salivary fractions on well-defined solid surfaces. *Acta Odontol Scand* 1992; 50: 179–188
107. Wårdh I, Hallberg LR-M, Berggren U, Andersson L, Sörensen S: Oral health education for nursing personnel; experiences among specially trained oral care aides: one-year follow-up interviews with oral care aides at a nursing facility. *Scand J Caring Sci* 2003; 17: 250–256
108. Yamamoto K, Ohashi S, Aono M, Kokubo T, Yamada I, Yamauchi J: Antibacterial activity of silver ions implanted in SiO₂ filler on oral streptococci. *Dental Materials* 1996; 12: 227–229
109. Yoneyama T, Yoshida M, Ohru T et al.: Oral care reduces pneumonia in older patients in nursing homes. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 430–433
110. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M: Characterization and inhibitory effect of antibacterial dental resin composites incorporating silver-supported materials. *J Biomed Mater Res* 1999; 47: 516–522
111. Yoshijima Y, Murakami K, Kayama S et al.: Effect of substrate surface hydrophobicity on the adherence of yeast and hyphal *Candida*. *Mycoses* 2010; 53: 221–226
112. Zijngje V, van Leeuwen, M Barbara M, Degener JE et al.: Oral biofilm architecture on natural teeth. *PLoS ONE* 2010; 5: e9321
113. Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G: The use of a modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses. A clinical report. *J Prosthodont* 2016; 25: 580–584



(Foto: Golden Eyes Fotografie)

ELENA GÜNTHER
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
und Werkstoffkunde,
Universität Leipzig
Liebigstr. 12; 04103 Leipzig
elena.guenther@medizin.uni-leipzig.de

Markus Tröltzsch, Peer W. Kämmerer, Andreas Pabst, Matthias Tröltzsch, Philipp Kauffmann, Eik Schiegnitz, Phillipp Brockmeyer, Bilal Al-Nawas

Die S2k-LL – Implantologische Indikationen für die Anwendung von Knochenersatzmaterialien (083–009): wissenschaftliche Quintessenzen*

Zusammenfassung: Der Ersatz fehlender Zähne nach nicht vermeidbarem Zahnverlust ist eine zahnärztliche Kernkompetenz. Neben der offensichtlichen kaufunktionellen und ästhetischen Rehabilitation stehen immer mehr auch medizinische Überlegungen, die den Ersatz fehlender Zähne rechtfertigen könnten.

Das spätere Implantatlager wird allerdings häufig durch beim Zahnverlust ausgelöste oder danach entstandene Defekte des Alveolarfortsatzes kompromittiert. Der Erhalt und gegebenenfalls die Regeneration des Alveolarfortsatzes spielt daher im klinischen Alltag eine große Rolle. Für den Behandler stehen hier neben autogenem Knochen verschiedene Biomaterialien zur Verfügung. In der Leitlinie „Implantologische Indikationen für die Anwendung von Knochenersatzmaterialien“ der DGI und DGZMK wurden folgende Fragestellungen adressiert: 1. Welche Indikationen bestehen für die Knochenaugmentation, 2. Welche Materialien stehen zur Verfügung, 3. Welche Techniken werden empfohlen?

Im Folgenden werden nun die wissenschaftlichen Kernaussagen der Leitlinie zusammengefasst. Die Literaturangaben sind somit auf dieses Format angepasst, die vollen Angaben und Hintergründe finden Sie in der Leitlinie.

Schlüsselwörter: Zahnverlust; Knochenaugmentation; Kieferatrophie; Knochentransplantate; Knochenersatzmaterialien

Zahnärztliche Gemeinschaftspraxis, Maximilianstr. 5, 91522 Ansbach: Dr. Dr. Markus Tröltzsch; PD Dr. Dr. Matthias Tröltzsch
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – plastische Operationen, Universitätsmedizin Mainz: PD Dr. Dr. Peer W. Kämmerer; PD Dr. Dr. Eik Schiegnitz
Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie, Bundeswehrzentral Krankenhaus, Rübenerstr. 170, 56072 Koblenz: Dr. Dr. Andreas Pabst
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Klinikum der Universität München: PD Dr. Dr. Matthias Tröltzsch
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Göttingen: PD Dr. Dr. Philipp Kauffmann, PD Dr. Dr. Phillipp Brockmeyer
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – plastische Operationen, Universitätsmedizin Mainz: Univ.-Prof. Dr. Dr. Bilal Al-Nawas
*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Tröltzsch M, Kämmerer PW, Pabst A, Tröltzsch M, Kauffmann P, Schiegnitz E, Brockmeyer P, Al-Nawas B: The S2k-LL – Indications for the use of bone substitute materials in implant dentistry (083–009): the scientific quintessence. Dtsch Zahnärztl Z Int 2021; 3: 129–139
Zitierweise: Tröltzsch M, Kämmerer PW, Pabst A, Tröltzsch M, Kauffmann P, Schiegnitz E, Brockmeyer P, Al-Nawas B: Die S2k-LL – Implantologische Indikationen für die Anwendung von Knochenersatzmaterialien (083–009): wissenschaftliche Quintessenzen. Dtsch Zahnärztl Z 2021; 76: 180–188
DOI.org/10.3238/dzz.2021.0014

The S2k-LL – Indications for the use of bone substitute materials in implant dentistry (083–009): the scientific quintessence

Summary: The replacement of missing teeth after unavoidable tooth loss is a core competence in dentistry. In addition to the obvious rehabilitation of the masticatory function and esthetics, there are increasingly more medical considerations that might warrant the replacement of missing teeth.

However, the prospective implant site is often compromised by defects of the alveolar process which are triggered by tooth loss or which develop after extraction. The preservation and, if necessary, the regeneration of the alveolar process thus play a major role in daily clinical practice. Various biomaterials are available to the dental practitioner besides autologous bone grafts. The following questions were addressed in the guideline "indications for the use of bone substitute materials in implant dentistry" of the DGI and DGZMK: 1. which are the indications for bone augmentation, 2. which materials are available, 3. which techniques are recommended?

The key scientific statements of the guideline are summarized below. The literature references are therefore adapted to this format. The complete details and background are found in the guideline.

Keywords: tooth loss; bone augmentation; jaw atrophy; bone grafts; bone substitutes

1. Biologische Grundlagen

1.1 Defektbiologie

Für eine sichere und nachhaltige Implantation muss der Alveolarfortsatz ausreichende Dimensionen aufweisen. Unter anderem können natürliche Resorption, Parodontitis und Defekte, die bei der Zahnextraktion entstehen, Ursachen für Hart- und Weichgewebsdefekte des Alveolarfortsatzes sein. Die Osteoblastenaktivität ist in den ersten 4 Wochen nach Zahnextraktion im apikalen Bereich am höchsten, um dann nach krestal zu wandern. In diesem Rahmen laufen dann auch die Resorptionsprozesse ab [1].

Wichtig ist zu beachten, dass die knöcherne Resorption auch eine Reduktion des Weichgewebes nach sich zieht. Somit spielt der Weichgewebemantel bei der Regeneration bestehender knöcherner Defekte eine wichtige Rolle. Trotz weitgehender

klinischer Würdigung dieses Problems ist die Evidenz zu diesem Thema rar. Im Rahmen der Leitlinienarbeit wurde hier ein besonderer Schwerpunkt gelegt.

Die knöcherne Regeneration eines Alveolarfortsatzdefektes gestaltet sich umso schwerer, wenn es zu einem Einbruch von Weichgewebe gekommen ist. Diesem Effekt kann durch die Durchführung einer Ridge Preservation (Auffüllen der leeren Alveole mit entsprechendem Material) entgegengewirkt werden.

Die Klassifikation des ITI [2, 3] nimmt dieses klinische Wissen auf (Tab. 1, Abb. 1).

Das biologische Regenerationspotenzial hängt somit direkt von der Quantität der knöchernen Begrenzung und dem umgebenden Weichgewebe ab. Eine Defektgeometrie mit umfangreicher knöcherner Begrenzung weist ein höheres Regenerationspotenzial auf [2, 3].

Quintessenz aus der Leitlinie

Es ergibt sich folgende Einteilung hinsichtlich des Regenerationspotenzials einer klinischen Situation:

- Verfahren zum Wiederaufbau von Defekten des Alveolarkamms und Sinuslift: hohe biologische Regenerationskapazität;
- laterale Augmentation: mittlere biologische Regenerationskapazität;
- kombinierte laterale und vertikale Augmentation: geringe biologische Regenerationskapazität.

1.2 Die medizinische Vorgeschichte des Patienten

Bei der Literatursuche zeigte sich eine geringe Datenlage zur Frage, inwieweit medizinische Vorerkrankungen den Augmentationserfolg beeinträchtigen können.

Für eine erhöhte Komplikationsrate und geringere Knochenneubildungsrate bei Rauchern, anamnestischer Parodontitis und schlecht eingestellten Diabetikern gibt es Hinweise [4–6].

Auch könnten geringe Vitamin D-Spiegel [7] und die Einnahme von PDE-5-Hemmern [8] eine negative Rolle spielen.

Für die Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg gibt es eine bessere Datenlage. Diese kann klinisch auf Augmentationen unter Umständen übertragen werden. Hier finden sich dann zusätzlich zu Studien, die die Osteoporose, Therapie mit Antiresorptiva, Bestrahlungen im Kopf-Hals-Bereich und die Einnahme von Selektiven Serotonin-Wiederaufnahmehemmern (SSRI) und Protonenpumpeninhibitoren (PPI) mit höheren Verlust- und Komplikationsraten assoziieren [9–16].

Quintessenz aus der Leitlinie

Harte Kontraindikationen gegen den Einsatz von Knochenersatzmaterialien lassen sich in der Literatur nicht finden. Patienten mit Allgemeinerkrankungen könnten ein höheres Risiko für Komplikationen oder Fehlschläge tragen. Insbesondere sollten in der Anamnese folgende Faktoren erhoben werden:

- Rauchen, Parodontitis, Diabetes, Bisphosphonate, Osteoporose, Bestrahlung, Vitamin D-Spiegel, Ein-

Defekttyp	Einzelzahn­lücke	Ausgedehnte Schall­lücke, Freiendsituation	Zahnloser Kiefer
1/4	Dehiszenzdefekt, selbstbegrenzend	Mehrere Dehiszenzdefekte, selbstbegrenzend	Mehrere Dehiszenzdefekte, selbstbegrenzend
2/4	Horizontaler Defekt, nicht selbstbegrenzend, Augmentation außerhalb des „Skeletal Envelope“ erforderlich	Horizontaler Defekt, nicht selbstbegrenzend, Augmentation außerhalb des „Skeletal Envelope“ erforderlich	Scharfkantiger Alveolarkamm
3/4	Kombinierter Defekt mit horizontalem und vertikalem Knochendefizit	Kombinierter Defekt mit horizontalem und vertikalem Knochendefizit	Scharfkantiger Alveolarkamm mit vertikalem Knochendefizit (Klasse IV nach Cawood)
4/4	Durchgängiger Defekt	Rein vertikaler Defekt	Vollständige Alveolarkamm-atrophie (Klasse V und VI nach Cawood)

Tabelle 1 ITI-Klassifikation der Alveolarkammdefekte nach Terheyden (Cordaro L 2014; Terheyden 2010).

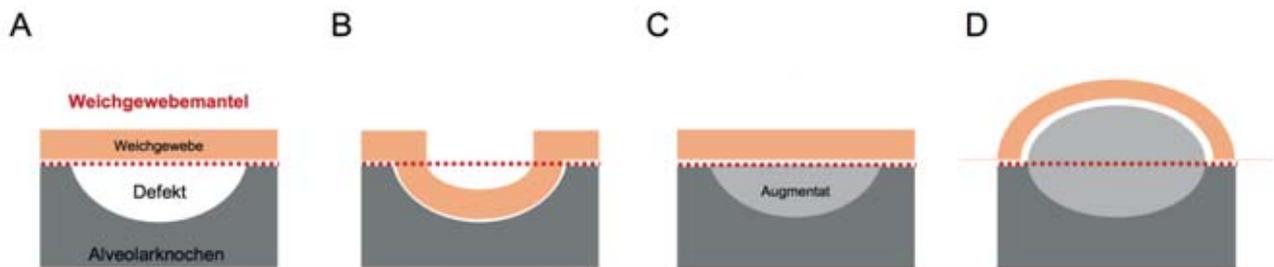


Abbildung 1 Schematische Darstellung der Knochenkontur, des Weichgewebemantels sowie einer Augmentation innerhalb und außerhalb des Weichgewebemantels. Die Darstellung gilt sowohl für horizontale, vertikale als auch kombinierte Alveolarkammdefekte. Der Weichgewebemantel (rote Linie) beschreibt die natürliche Dimension des knöchernen Alveolarkammes (A). Wenn ein solcher Defekt nicht augmentiert wird, prolabiert das Weichgewebe und die Knochenkontur wird verändert (B). Es wird zwischen Augmentationen innerhalb (C) und außerhalb (D) des Weichgewebemantels unterschieden.

nahme von PDE-5-Hemmern (Sildenafil), Einnahme von Selektiven Serotonin-Wiederaufnahmehemmern (SSRI) und Protonenpumpen-inhibitoren (PPI).

1.3 Die verschiedenen Biomaterialien

Grundsätzlich zeigt sich, dass Implantate im augmentierten Areal – unabhängig vom Augmentationsmaterial – keine schlechtere Langzeitprognose aufweisen als Implantate, die primär in ortsständigen Knochen gesetzt wurden [17–25] (Tab. 2).

Die Stellung von autologem Knochen als „biologischem Goldstandard“ findet sich an einigen Stellen in der Literatur [26–28]. Allerdings spielen auch die Entnahmemorbidität, Resorptionserscheinungen und das benötigte Volumen für die Materialentscheidung eine Rolle [29–31].

Somit kommen die Knochenersatzmaterialien künstlicher Natur (alloplastisch/synthetisch), von einer fremden Spezies (xenogen) oder aus menschlichen Quellen (allogen) in den Fokus, deren Hauptvorteil in der Reduktion der perioperativen Morbidität und der höheren quantitativen Verfügbarkeit liegt.

1.3.1 Allografts

Diese Knochenersatzmaterialien werden von menschlichen Spendern gewonnen. Aufgrund der Vielzahl der Aufbereitungsprozesse sind einheitliche wissenschaftliche Aussagen z.B. zur Erfolgs- und Komplikationsrate schwierig und die Datenlage für bestimmte Materialien in klinischen Situationen begrenzt [32]. In verschiedenen Allografts ließen sich Fragmente von Zellen und DNA nachweisen [33–37], wobei deren kli-

nische Bedeutung umstritten ist [38–40].

1.3.2 Xenografts

Knochenersatzmaterialien dieser Gruppe können z.B. vom Rind (bovin), vom Schwein (porcin) vom Pferd (equin), aber auch von Korallen gewonnen werden. Auch in dieser Gruppe weist nicht jedes Präparat eine gleich gute Datenbasis auf. Insbesondere für einige bovine Produkte liegt eine gute Datenlage mit langen Beobachtungszeiträumen [41–44] vor. Diese Materialien können aufgrund der sehr geringen Resorption als Resorptionsschutz eingesetzt werden [41, 45, 46].

1.3.3 Synthetische/Alloplastische Knochenersatzmaterialien

Da diese Materialien rein künstlich hergestellt werden, sind sie immuno-

Material-eigenschaft	Herkunft	Firma	Produkt	Resorbier-bar	Einsatzbereich		
Allogen	Humane Knochenmatrix	Argon Dental	OsteoGraft® DBM	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® CortiFlex®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® Femur Span	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® Cortical Granula	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® Spongiosa Granula	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® J & CGrafts	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OsteoGraft® Osillium & Spongiosa Grafts	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			Straumann (botiss)	Human-Spongiosa CHB Knochenring	X	IM/AA/DC	
				Human-Spongiosa CHB Granulat spongiös	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Human-Spongiosa CHB Block	X	IM/AA/DC	
		maxgraft® cortico		X	IM/AA/DC		
		maxgraft® bonering		X	IM/AA/DC		
		maxgraft® Granulat spongiös		X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
		Zimmer Biomet	maxgraft® Granulat cortico-spongiös	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			maxgraft® Block	X	IM/AA/DC		
			maxgraft® bonebuilder	X	IM/AA/DC		
			Puros® Allograft Block	X	IM/AA/DC		
					Puros® Allograft Patienten-individueller Block	X	IM/AA/DC
					Puros® Allograft Spongiosa Partikel	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Xenogen	Equin	American Dental Systems Mectron	OsteoBio® SP-Block (Bone Splitting/Spread.)	X	AA
BIO-GEN® Spongy					IM/PA/SA/AA/DC/AV		
BIO-GEN® Cortical					IM/PA/SA/AA/DC/AV		
BIO-GEN® Mix					IM/PA/SA/AA/DC/AV		
BIO-GEN® Putty					AV		
Porcin	American Dental Systems			OsteoBio® Gen-Os	X	IM/PA/SA/AA/DC	
				OsteoBio® Apatos (Mix)		IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				OsteoBio® mp3	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				OsteoBio® GTO®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				OsteoBio® Putty	X	IM/PA/AA	
			OsteoBio® SP-Block (Bone Splitting/Spread.)	X	AA		
			OsteoBio® Bone Lamina Soft (Barrier)	X	IM/AA/DC		
			CAMLOG Champions-Implants	MinerOss® XP	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Matri™ Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				CollaWin!	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
Bovin	Curasan (Vertrieb: mds)		CERASORB® Foam	X	IM/SA/AA/DC/AV		
			Dentsply Sirona Geistlich Biomaterials Hess Medizintechnik REGEDENT	Symbios® Xenograft-Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Geistlich Bio-Oss® COLLAGEN	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Geistlich Bio-Oss® COLLAGEN	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				The Graft		IM/PA/SA/AA/DC/AV	
	OSSIX® VOLUMAX			X	IM/AA/DC		
	Straumann (botiss) Thommen Medical		OSSIX® Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			collacone® max	X	IM/AV		
			The Graft		IM/PA/SA/AA/DC/AV		
			OSSIX® Bone		IM/PA/SA/AA/DC/AV		
BEGO OSS				IM/PA/SA/AA/DC/AV			
			BEGO Implant Systems BioHorizons (CAMLOG Dtl.)	MinerOss® -X	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Bioimplon CAMLOG	Hypro-Oss®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
					MinerOss® X	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			MinerOss® X Collagen		X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
			Dentegris Deutschland Geistlich Biomaterials	CompactBone B	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Geistlich Bio-Oss® Spongiosa Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Geistlich Bio-Oss® Spongiosa Block	X	IM/SA/AA/DC	
			Henry Schein	Geistlich Bio-Oss® COLLAGEN	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				Geistlich Bio-OssPen® Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
				NuOss® Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	

Tabelle 2 Marktüberblick über Augmentationsmaterialien in der Zahnmedizin und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Stand: April 2019. Aus: Jahrbuch Implantologie 2019, OEMUSMEDIAG, Leipzig. Einsatzbereich: Implantologie (IM), Parodontologie (PA), Sinusbodenaugmentation (SA), Augmentation allgemein (AA), Defektchirurgie (DC), Alveolenversorgung (AV).

Material-eigenschaft	Herkunft	Firma	Produkt	Resorbier-bar	Einsatzbereich
		Hess Medizintechnik	Geistlich Bio-Oss® Spongiosa Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			Geistlich Bio-Oss® Spongiosa Block	X	IM/SA/AA/DC
			Geistlich Bio-Oss® COLLAGEN	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			Geistlich Bio-OssPen® Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Nobel Biocare	creosxenogain	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		OTmedical	BioVin® Bovine Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Septodont	R.T.R. Kegel	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Straumann (botiss)	cerabone®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Zimmer Biomet	Endobon® Xenograft Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			CopiOs® Xenograft Spongiosa Partikel	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Pflanzlich	Dentsply Sirona	Frios® Algipore®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			Symbios® Biphasisches KAM	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Gebr. Martin/KLS	Martrix	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Martin			
		SIC invent	SICnaturegraft	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
Synthetisch	HA/Kollagen/ Glykossami- noglykane	ACTEON Germany	BIOSTITE	X	IM/PA/SA/AA/DC
	Natrium- hyaluronat	Argon Dental	OsteoGel® Hyaluron	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	BEGO Implant Systems	BEGO OSS S	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP	Bicon	SynthoGraft™	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Champions-Implants	Matri™ Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Kollagen		CollaWin!	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP	curasan (Vertrieb: mds)	CERASORB® Classic	X	IM/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		CERASORB® M	X	IM/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		CERASORB® Perio	X	PA
	β-TCP		CERASORB® Plus	X	IM/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		CERASORB® Paste	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		CERASORB® Foam	X	IM/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		CERASORB® Formteile	X	DC
	HA		Osbone®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Calciumsulfat/ β-TCP	Demedi-Dent	ethOss	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Dentegris Deutschland	CompactBone S	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Kollagen	Dentium/iCT Europe	OSTEON™		IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Kollagen		OSTEON™ Sinus & Lifting		IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Kollagen		OSTEON II™		IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Kollagen		OSTEON II™ Sinus & Lifting		IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Dr. Ihde Dental	Nanos®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	HA/SiO ₂	Hager & Meisinger	NanoBone® granulate	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	HA/SiO ₂		NanoBone® block	X	IM/AA/DC
	HA/SiO ₂		NanoBone® QD	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Henry Schein	BONITmatrix®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP	K.S.I. Bauer-Schraube	calc-i-oss™	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP		easy-graft®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP	LASAK	PORESORB-TCP	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	HA		OssaBase®-HA	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	HA/BCS	MIS Implants Technologies	4MATRIX	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP		4-Bone™	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCS		BONDBONE®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	OT medical	OToss Synthetic Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP		OToss Synthetic Bone Inject	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCS	REGEDENT	3D Bond	X	IM/PA/AA/DC/AV
	HA/BCS		Bond Apatite	X	IM/PA/AA/DC/AV
	BCP		OSOPIA	X	IM/PA/SA/AA/DC
	Kollagen		OSSIX® Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Shared Implantology (Novadento)	SinossGraft	X	IM/PA/SA/AA/DC
	BCP		SinossGraft Resorb	X	IM/PA/SA/AA/DC
	BCP		SinossGraft Inject	X	IM/PA/SA/AA/DC
	β-TCP	Septodont	R.T.R. Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	β-TCP		R.T.R. Spritze	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	BCP	Straumann	Straumann® BoneCeramic	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV

Fortsetzung Tabelle 2 Marktüberblick über Augmentationsmaterialien in der Zahnmedizin und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Stand: April 2019. Aus: Jahrbuch Implantologie 2019, OEMUSMEDIAG, Leipzig. Einsatzbereich: Implantologie (IM), Parodontologie (PA), Sinusbodenaugmentation (SA), Augmentation allgemein (AA), Defektchirurgie (DC), Alveolenversorgung (AV).

Material-eigenschaft	Herkunft	Firma	Produkt	Resorbier-bar	Einsatzbereich
BCP BCP/ Kollagen β-TCP β-TCP BCP β-TCP β-TCP β-TCP BCS HA/BCS PLA/PGA PLA/PGA PLA/PGA HA HA β-TCP/ Silicium Calciumphosphosilikat	Straumann (botiss)		maxresorb®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			maxresorb® inject	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			collacone® max	X	IM/AV
	Sunstar Deutschland		calc-i-oss™CLASSIC	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			easy-graft® CLASSIC	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	TAG Dental Systems		easy-graft® CRYSTAL	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			Sybone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Thommen Medical		Ceros® TCP Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			Ceros® TCP Putty	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
	Zantomed		3D Bond	X	IM/PA/AA/DC/AV
			Bond Apatite	X	IM/PA/AA/DC/AV
			FISIOGRAFT Granulat	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			FISIOGRAFT Gel	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			FISIOGRAFT Schwamm	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
			FISIOGRAFT BONE Granular	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
IngeniOs HA			X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
Zimmer Biomet		IngeniOs β-TCP bioaktiv	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
		Nova Bone	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV	
Autogen	Autologe vitale osteogene Zellen	BTI	PRGF® Endoret®	X	IM/PA/SA/AA/DC/AV
		Champions-Implants	Smart Grinder	X	IM/SA/AA/DC/AV
		Schlumbohm	Autologer Knochen (KF T3)	X	IM/PA/SA/AA/DC

Fortsetzung Tabelle 2 Marktüberblick über Augmentationsmaterialien in der Zahnmedizin und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Stand: April 2019. Aus: Jahrbuch Implantologie 2019, OEMUSMEDIAG, Leipzig. Einsatzbereich: Implantologie (IM), Parodontologie (PA), Sinusbodenaugmentation (SA), Augmentation allgemein (AA), Defektchirurgie (DC), Alveolenversorgung (AV).

logisch und infektiös unproblematisch. Beispiele sind Hydroxylapatite, siliziumhaltige Biogläser, Calciumphosphate und mikroporöse Composite. Im direkten Vergleich mit Xenografts zeigen sich synthetische Knochenersatzmaterialien bestenfalls in manchen Indikationen als gleichwertig, ansonsten als unterlegen [47–50], jedoch können diese Materialien in ausgewählten Indikationen klinisch erfolgreich eingesetzt werden [22].

Quintessenz aus der Leitlinie

Die verfügbaren Biomaterialien haben unterschiedliche Eigenschaften, Vor- und Nachteile. Somit gibt es nicht den einen „Goldstandard“. Zudem sollte geprüft werden, ob für das jeweilige Material eine ausreichende Datenlage vorhanden ist.

2. Regeneration von Defekten mit hoher biologischer Kapazität

In dieser Gruppe wird der Umgang mit Defekten vorgestellt, deren regenerative Kapazität nach 1.1 als hoch einzustufen ist. Gemeinsam ist diesen klinischen Situationen, dass gute ossäre Begrenzungen bestehen und dass der Weichgewebsmantel den Defekt noch nicht eingenommen hat.

2.1 Ridge-Preservation

Ziel eines Ridge-Preservation-Verfahrens ist es, die Resorption nach der Extraktion abzumildern und so viel wie möglich Volumen des Alveolar-kamms und des Weichgewebes zu erhalten. Die Literatur zeigt gute Erfolgsaussichten für verschiedenste Protokolle [51–55] (Zeichnung 1).

Im direkten Vergleich zeigt sich bovines xenogenes Material in dieser Indikation als den Allografts überlegen [56] oder gleichwertig [57], wobei innerhalb der Materialgruppe der Allografts die Aufbereitungsform Demineralized freeze dried bone allograft (DFDBA) gegenüber anderen allogenen Präparaten überlegen zu sein scheint [32, 58]. Auch für synthetisches Material [59] und Platelet

Rich Fibrin (A-PRF) [60] gibt es erfolgsbeschreibende Datenlagen für den Erhalt des Kieferkamms.

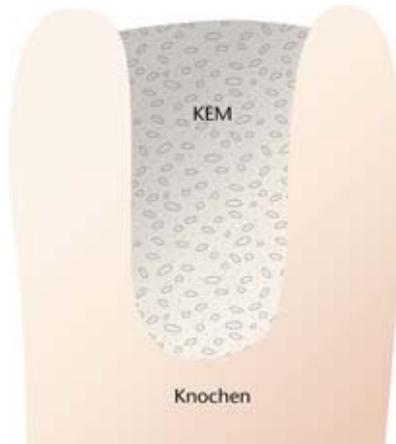
2.2 Einsatz einer Membran /Techniken der Guided-Bone-Regeneration (GBR) bei der Ridge-Preservation

Membranen, die die Defektkontur stabilisieren, Zelloklusivität bieten sowie eine Barrierenfunktion haben, sind grundlegendes Element der GBR [61]. Wenn ein Defekt der Alveolenwand besteht, wird durch den Einsatz einer Membran das Ergebnis verbessert [53, 62–65] (Zeichnung 2).

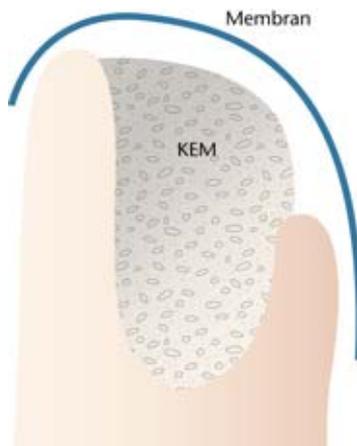
Im Vergleich verschiedener Membranenarten zeigt sich bei resorbierbaren Kollagenmembranen das günstigste Erfolgs- zu Komplikations-Verhältnis [22].

2.3 Dehissenzdefekte an Implantaten

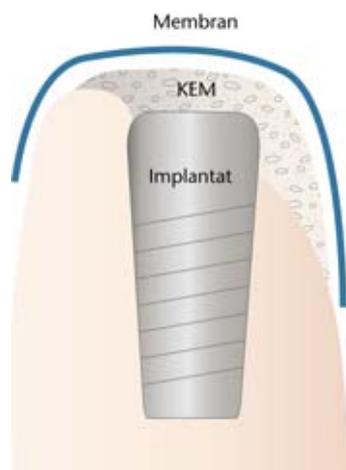
Ossäre Defizite, die beim Platzieren von Implantaten auftreten, werden als Dehissenzen bezeichnet und werden heute meist mit einer Kombina-



Zeichnung 1 Ridge-Preservation bei erhaltenen Alveolenwänden, Einsatz von partikulärem Knochenersatzmaterial ohne Membran



Zeichnung 2 Ridge-Preservation bei teilweise verlorenen Alveolenwänden, Einsatz von partikulärem Knochenersatzmaterial mit resorbierbarer Kollagenmembran



Zeichnung 3 Dehizensdefekt am Implantat, Regeneration mit partikulärem Knochenersatzmaterial mit resorbierbarer Kollagenmembran

tion aus Biomaterial und Membran regeneriert [22, 66–68], wobei vor allem autologe, allogene und xenogene Materialien die beste Defektregeneration aufzeigen [22].

Die besten Ergebnisse für eine periimplantäre, simultan zur Implantation durchgeführte Augmentation können mit der gleichzeitigen Verwendung einer resorbierbaren Kollagenmembran erreicht werden [22, 69] (Zeichnung 3).

Regenerationsraten von bis zu 90 % sind erreichbar, wobei deutlich ist, dass sich für regenerierte Areale eine deutlich bessere Langzeitprognose als für nicht-regenerierte Areale ergibt [22, 70].

2.4 Sinuslift

Mit verschiedenen Techniken wird bei der Sinusbodenelevation das Ziel verfolgt, die Schneider'sche Membran anzuheben, um in dem geschaffenen Raum zu augmentieren. Es liegen viele Untersuchungen mit hohem Evidenzgrad vor, die zeigen, dass es für die Überlebensrate der später gesetzten Implantate irrelevant ist, ob diese in autogenem Knochen oder in mit Knochenersatzmaterialien regenerierten Arealen platziert werden und dass deren Erfolgsraten vergleichbar sind. Diese Ergebnisse scheinen unabhängig vom verwendeten Knochenersatzmaterial oder der angewandten Technik zu sein [71–77] (Zeichnung 4).

Quintessenz aus der Leitlinie

Defekte mit intakten Knochenwänden können mit einem beliebigen Biomaterial regeneriert werden. Die größte Datenlage findet man für xenogenes und allogenes Material. Bei Verlust einer Knochenwand sollte eine Membran als Barriere eingesetzt werden. Diese Situationen bieten insgesamt eine relativ hohe Erfolgsrate

3. Regeneration von Defekten mit geringer biologischer Kapazität

Defekte, deren regenerative Kapazität nach 1.1 als gering einzustufen ist, bedürfen deutlich mehr technischem und chirurgischem Aufwand als die bisher analysierten Situationen. Laterale, vertikale und insbesondere kom-

binierte laterale und vertikale Defekte des Alveolakamms fallen in diese Gruppe.

3.1 Regeneration mit partikulärem Material (GBR-Techniken)

Solange die zu regenerierende Strecke 3 mm (lateral und/oder vertikal) nicht überschreitet, kann mit partikulärem Knochenersatzmaterial kombiniert mit einer Barrieremembran analog der in 2.2 und 2.3 vorgestellten Techniken verfahren werden [22] (Zeichnung 5 und 6).

Wenn größere Defekte unter Zuhilfenahme von partikulären Knochenersatzmaterialien regeneriert werden sollen, dann bedarf es spezifischer Techniken der Guided-Bone-Regeneration (GBR) wie z.B. titanverstärkte Membranen, individualisierte Titangitter oder Schalentechiken, wobei das verwendete Knochenersatzmaterial gegenüber der Barriere eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint [22, 78–81].

Insbesondere die Nutzung der formstabilen Barriere muss betont werden, da nur hierdurch ähnlich hohe Regenerationsgrößenordnungen, wie sie sonst nur unter Zuhilfenahme autologer Knochenblöcke erreicht werden können, möglich sind. Hier stehen insbesondere CAD/CAM-hergestellte Titangitter im Fokus, da diese aufgrund der präoperativen Vorbereitung den intraoperativen Aufwand verringern und sich exakt für die bestehende Situation vorbereiten lassen [82–86].

Die Gefahr von Wundheilungsstörungen mit konsekutiven Dehizenszenzen und der Gefahr des Implantat-/Transplantatverlustes kann nur durch ein angepasstes Weichgewebsmanagement reduziert werden [83, 86].

Resorbierbare Kollagenmembranen und PRF können die Dehizensraten über Titangitter verbessern [85].

3.2 Regeneration mit autogenen Blöcken und Blöcken aus Knochenersatzmaterial

Dem erfahrenen Chirurgen stehen verschiedene extra- und intraorale Spenderareale zur Knochenblockentnahme zur Verfügung, wobei sich Unterschiede hinsichtlich der Rege-

nerationsfähigkeit in Bezug auf das Entnahmeareal zeigen. Mit intraoralen Blöcke können Defekte bis zu 5 mm regeneriert werden [22, 87, 88] (Zeichnung 7).

Für größere Strecken wird Knochen aus extraoralen Regionen empfohlen [22], wobei der Beckenkamm häufig als „Goldstandard“ bezeichnet und u.a. auf die große transplantierte Menge von Osteoblasten verwiesen wird [89, 90].

Bei autogenen Blöcken müssen jedoch langfristige Resorptionen, eventuell limitierte Menge und die Entnahmemorbidität berücksichtigt werden [91–97].

Als Alternative werden daher nicht-autologe Blöcke untersucht und erfolgreiche Einsätze von xenogenen und allogenen Blöcken in der Literatur beschrieben [31, 98–101].

Allerdings zeigen sich im direkten Vergleich xenogene [22, 102] und allogene [22, 87, 103–106] Blocktransplantate den autogenen Knochenblöcken in Bezug auf Reperationsergebnis und Komplikationsrate unterlegen.

Zudem ließen sich in allogenen und xenogenen Blöcken organische Materialien und DANN-Reste nachweisen [33–37, 89, 107, 108], deren Auswirkungen kontrovers diskutiert werden [34–36, 104, 105].

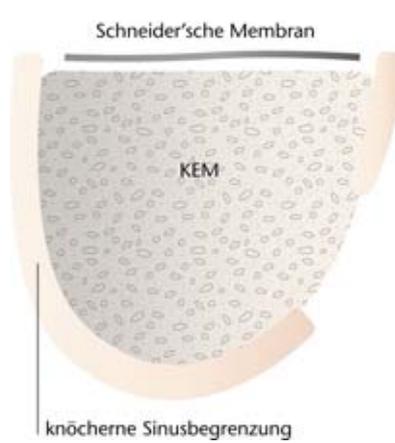
Insgesamt ist die Datenlage für xenogene und allogene Knochenblöcke sehr heterogen, teilweise kontrovers und insgesamt unzureichend. Die Datenlage für alloplastische Blöcke muss als noch schlechter eingestuft werden.

Quintessenz aus der Leitlinie

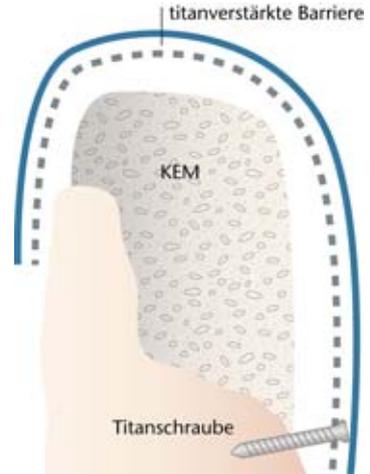
Defekte bis 3 mm können mit partikulärem Material in Kombination mit einer resorbierbaren Kollagenmembran regeneriert werden. Größere Defekte bedürfen entweder spezialisierter GBR-Techniken oder der Nutzung von vorzugsweise autogenen Blöcken. Dem Weichgewebsmanagement kommt besondere Bedeutung zu.

4. Schlussfolgerung

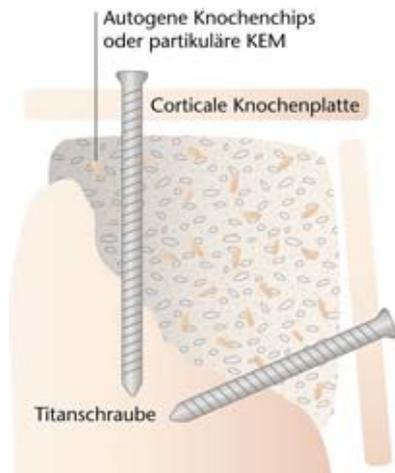
Es gibt nicht das „eine“ Biomaterial, das als Goldstandard bezeichnet werden kann. Alle zur Verfügung stehenden Materialien haben Vor- und Nachteile, die der Behandler in-



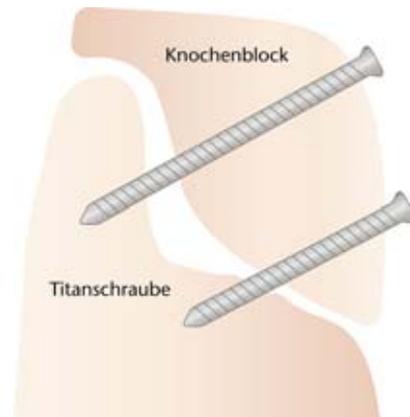
Zeichnung 4 Sinuslift mit partikulären Knochenersatzmaterialien



Zeichnung 5 Laterale und vertikale Augmentation mit Titanmesh (dann mit zusätzlicher resorbierbarer Collagenmembran „blaue Linie“) oder als Titan-verstärkte Membran. Fixierung durch Schrauben oder ggf. Pins



Zeichnung 6 Laterale und vertikale Augmentation mit einer corticalen Schalenteknik, Füllung mit autogenen Knochenchips oder partikulären Knochenersatzmaterialien



Zeichnung 7 Laterale und vertikale Augmentation mit Knochenblock, befestigt durch Schrauben

(Abb. 1, Zeichnungen 1–7, Tab. 1 und 2; M. Tröltzsch)

dikationsbezogen gewichten muss. Der behandelnde Arzt und Zahnarzt trägt die Verantwortung für die Auswahl des geeigneten Materials, welches für die gegebene Situation eine ausreichende Datenlage aufweisen sollte.

Der Erhalt und die Regeneration des Alveolarkamms lassen sich mit den geeigneten Materialien vorhersehbar durchführen. Die Ridge-Reservation ist als gut dokumentierte Standardtechnik geeignet, um spätere

größere Defekte zu verringern oder gar zu verhindern.

Die Regeneration großer, wenig knochenbegrenzter Defekte ist dabei als technisch anspruchsvoller und problematischer einzustufen als die Augmentation kleiner oder umfassend knochenbegrenzter Defekte. Bis 3 mm Defektstrecke (lateral und/oder vertikal) sind partikuläre Knochenersatzmaterialien in Kombination mit resorbierbaren Membranen für die Regeneration ausreichend, größere

Strecken bedürfen spezialisierter GBR-Techniken mit stabilen Barrieren oder der vorzugsweise autogenen Knochenblöcke.

Interessenkonflikte

Die Interessenkonflikte finden Sie in der ausführlichen Version der Leitlinie „Implantologische Indikationen für die Anwendung von Kno-

chenersatzmaterialien)“ unter www.online-dzz.de.

Die Leitlinie „Implantologische Indikationen für die Anwendung von Knochenersatzmaterialien“ kann über die Websites der DGZMK (www.dgzmk.de) und der AWMF (www.awmf.org) im Volltext frei heruntergeladen werden.

Die Literaturliste kann auf www.online-dzz.de abgerufen werden.



(Foto: Kathi Meier/
Spiegelhof Fotografie)

DR. DR. MARKUS TRÖLTZSCH
Zahnärztliche Gemeinschaftspraxis,
Maximilianstr. 5, 91522 Ansbach:
troeltzsch@gmx.net

GESELLSCHAFTSMITTEILUNGEN / SOCIETY NOTES

Die DG PARO Frühjahrstagung im Live-Stream

Gemeinsam sind wir stark!

Vom 25.–27.02.2021 fand in Frankfurt am Main die DG PARO Frühjahrstagung „Gemeinsam erfolgreich – Die parodontologische Perspektive“ als Hybrid-Veranstaltung statt. Etwa 500 Teilnehmer verfolgten die Tagung an heimischen Bildschirmen.

Eröffnet wurde die Veranstaltung am Donnerstag, den 25.02.2021 mit dem von der Firma EMS unterstützten Teamtag. Unter dem Motto: „Viele Wege führen zum Ziel! Von Einbahnstraßen, Umwegen und sinnvollen Abkürzungen“ präsentierten Dr. Sonja Sälzer PhD, Hamburg und PD Dr. Gregor Petersilka, Würzburg praktische Tipps zur Umsetzung der unterstützenden Parodontitistherapie (UPT). Die unterstützende Parodontitistherapie (UPT) ist einer der entscheidenden Faktoren in der PA-Therapie und essenziell für den langfristigen Erfolg. Dabei spielt nach wie vor die häusliche Mitarbeit und damit die Motivation des Patienten eine Schlüsselrolle. Auf professioneller Seite ist die korrekte Befunderhebung Grundlage einer erfolgreichen Therapie. Die Bestimmung des Recallintervalls ori-

entiert sich nach dem Grading der Patienten, TST und BOP sollten als wichtige Parameter aber nicht aus dem Blick gelassen werden. Die Frage nach dem effizientesten Instrument für die subgingivale Instrumentierung erscheint nachrangig. Ob Schall-/Ultraschall- oder manuelle Geräte: Die klinischen Ergebnisse sind bei korrekter Durchführung gleich.

Unter der Überschrift „Ohne Innen gibt es kein Außen“ präsentierten Dr. Tom Schloss, M.Sc., Nürnberg und Prof. Dr. David Sonntag, Frankfurt a. M. am Freitagnachmittag Neues zur Wurzelspitzenresektion (WSR). Bei strenger Indikationsstellung sowie genauer Diagnostik ist die WSR – so erläuterte Prof. Dr. Sonntag – nach wie vor ein probates Mittel für den endodontischen Zahnerhalt. Dr. Tom Schloß, M.Sc. fokussierte sich anschließend auf die Vorteile des mikrochirurgischen Vorgehens bei der WSR, welches es heute erlaubt, selbst schwer zugängliche Zähne minimal invasiv und erfolgreich zu behandeln.

In der parallel stattfindenden, von der Firma CP GABA unterstützten Session, ging es um die „Biologisierung: Von der Regeneration zum Recycling“. PD Dr. Robert Nölken, M.Sc., Lindau, Prof. Dr. Frank Schwarz, Frankfurt a. M. und Prof. Dr. Dr. Ralf Smeets, Hamburg diskutierten und präsentierten neue Ansätze zu Regeneration von Hart- und Weichgewebsdefekten. PD Dr. Nölken, M.Sc. zeigte, dass eine Vorbehandlung mit einem freien Schleimhauttransplantat zu einer signifikanten Verbreiterung der befestigten Gingiva führt, welche die Mundhygiene verbessert und gleichzeitig die Erfolgswahrscheinlichkeit einer späteren chirurgischen Periimplantitistherapie erhöht. Prof. Dr. Schwarz nahm sich des Hartgewebes an. Der Titel seines Vortrages lautete: „Recycling in der Implantologie: Augmentation mittels Zahnwurzel – eine Alternative?“ Sowohl im Tiermodell, als auch im Menschen konnte gezeigt werden, dass nach lateraler Augmentation mit einer Zahnwurzel eine Umwandlung des Dentins in ossäres

Hartgewebe stattfindet. Dies lässt diese Technik zu einer biologischen Alternative zu andersartigen Augmentationsverfahren werden. Prof. Dr. Ralf Smeets beleuchtete abschließend in seinem Vortrag die neuen Biomaterialien. Der Referent betonte, dass Biomaterialien chirurgische Prozesse zwar optimieren und vereinfachen können, aber das Ergebnis einer chirurgischen Therapie in erster Linie abhängig von der genauen Planung und der exakten Durchführung ist.

Der Samstag begann mit zwei parallel übertragenen, thematisch voneinander abgegrenzten Blöcken. Während es in dem einen um die Kieferorthopädie ging, behandelte der andere, Prävention und Traumatologie.

„Mit Biomechanik Neues Schaffen – Alles nur eine Frage der Kraft?“ Prof. Dr. Benedict Willmes, Düsseldorf zeigte anhand klinischer Fälle auf, in welchem Ausmaß die kieferorthopädische Therapie mittels Mini-Implantaten, Lückenschluss und Extrusion als Alternative zur chirurgischen und prothetischen Therapie bei Hart- und Weichgewebsdefekten genutzt werden kann. Die Verwendung von Alignern hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen, so begann Prof. Dr. Dr. Till Köhne, Leipzig seinen Vortrag. Die Verwendung von Alignern ist auch bei einem parodontal geschädigten Gebiss durchaus möglich. Allerdings bedarf es aufgrund des durch den Knochenabbaus stark nach apikal verlagerten Widerstandszentrums einer kontrollierten Kippung, um unerwünschte Folgen wie Knochenabbau oder Rezessionsbildung zu vermeiden.

Unter dem Motto „Gesundhalten und Gesunden – traumatische und entzündliche Schäden des Parodonts verhindern“ präsentierten Prof. Dr. Ulrich Schiffner, Hamburg und Prof. Dr. Kurt Ebeleseder, Graz in der von der Firma Phillips unterstützten Session am Samstagnachmittag Neues zu Prävention und Traumatologie.

Prof. Dr. Schiffner fragte in seinem Vortrag: Ist die Prävention der Parodontitis möglich? Im Bereich der Karies belegt die Reduktion der Karieslast um 90 % bei 12-Jährigen den Erfolg der etablierten Konzepte. Im



(Abb. 1: DG PARO)

Abbildung 1 Nach erfolgreicher Session: Moderator Dr. Dennis Schaller, DG PARO Präsidentin Prof. Dr. Bettina Dannewitz, Prof. Dr. Michael Stimmelmayer, PD Dr. Arndt Happe und Prof. Dr. Christoph Hämmerle (v.l.)

Milchgebiss ist allerdings ein geringerer Erfolg der Prophylaxe festzustellen. Die Etablierung neuer erfolgversprechender Ansätze wie z.B. die Gruppenprophylaxe zur Erhaltung und Förderung der Mundgesundheit bei Kindern könnte – so Prof. Dr. Schiffner – möglicherweise die Blaupause für eine systematische Parodontitisprävention darstellen. Prof. Dr. Kurt Ebeleseder fokussierte sich auf die Traumatologie des Parodonts. Wenn es zu einer Quetschung und Kompression von parodontalem Gewebe kommt, kann dies zu Spätkomplikationen, wie z.B. Wurzelresorptionen führen. Entscheidend für die Prognose ist die richtige Therapie. In der Regel sollte bei Dislokation oder Avulsion eine Sofortreposition und Schienung erfolgen. Eine antibakterielle Therapie in Form einer systemischen Antibiose und einer antiseptischen Mundspülung ist zu empfehlen.

Den Abschluss der Frühjahrstagung bildete die von der Firma Camlog unterstützte Session „Prothetik und Parodontologie“. Eröffnet wurde diese von Prof. Dr. Christoph Hämmerle, Zürich, der über das Spannungsfeld zwischen Parodontologie und Implantologie aus Sicht des erfahrenen Prothetikers sprach. Prof. Dr. Hämmerle begann seinen Vortrag mit der Darstellung von hohen Überlebensraten von mehrwurzeligen Zähnen mit Furkationsbefall und be-

tonte, dass Implantate die Langlebigkeit von Zähnen nicht übertreffen. Dies gelte auch für parodontal kompromittierte, aber behandelte Zähne. Prof. Dr. Michel Stimmelmayer, Cham, betonte, dass die Herausforderung nach wie vor ist, die richtige Indikation und den korrekten Zeitpunkt für eine Zahnerhaltung bzw. den Zahnerhalt zu finden. PD Dr. Arndt Happe, Münster referierte über Hart- und Weichgewebsdefizite in der Frontzahnregion und belegte anhand zahlreicher klinischer Fälle die Wichtigkeit des Weichgewebemanagements während des mikrochirurgischen und prothetischen Vorgehens.

Mit abschließenden Worten des Dankes an alle Teilnehmer, Referenten und Organisatoren beendete der Tagungspräsident Prof. Dr. Dr. Beikler, Hamburg, die Tagung.



**DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR PARODONTOLOGIE E.V.**
Neufferstraße 1; 93055 Regensburg
Tel.: +49 (0) 941 942799-0
Fax: +49 (0) 941 942799-22
kontakt@dgparo.de; www.dgparo.de

Zum Tod von Prof. Bodo Hoffmeister: Kompetenz und Empathie kennzeichneten sein erfolgreiches Wirken in Wissenschaft und Praxis

Gemeinsamer Nachruf ehemaliger Kollegen und Schüler

Kompetenz, Empathie und nie endender Forschungsdrang – diese Attribute kennzeichneten ein beeindruckendes und erfolgreiches Leben für die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Deutschland und weit darüber hinaus: Am 24. Februar 2021 ist unser verehrter Lehrer, Kollege und Freund Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Bodo Hoffmeister nach kurzer Krankheit mit 72 Jahren leider viel zu früh von uns gegangen.

Prof. Hoffmeister wurde am 28. Mai 1948 in Magdeburg geboren und ist in Oldenburg aufgewachsen. Das Katamaransegeln zog ihn ab 1969 bis 1975 zum Zahnmedizinstudium an die Christian Albrechts Universität nach Kiel, gefolgt vom parallelen Medizinstudium in Kiel von 1971 bis 1977. Über seine medizinische Doktorarbeit 1979 am physiologischen Institut Kiel zum Thema „Morphologie und Physiologie unmyelinisierter Axone im Nervus Suralis der Katze“ unter Betreuung durch Prof. Dr. Wilfried Jänig baute er konsequent über die zahnmedizinische Promotion 1983 seine Expertise zur Nervregeneration aus, die 1987 in der Habilitationsschrift „Verletzungen des Nervus lingualis – eine klinische und experimentelle Studie“ (Quintessenz, Berlin, 1989) mündete.

Nach der Medizinalassistentenzeit trat Prof. Hoffmeister 1979 als Ausbildungsassistent unter Prof. Dr. Dr. Werner Hahn in die Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum der Christian Albrechts Universität zu Kiel ein. Hier lernte er zunächst als Patientin seine spätere Ehefrau, die Juristin Hedda Hoffmeister, kennen, mit der

die Familie zwei Kinder bekam. Bereits ein Jahr später 1980 wurde Prof. Dr. Dr. Franz Härle als Ordinarius nach Kiel berufen. Zusammen mit der Gründergeneration dieser neuen Kieler Klinik bestehend u.a. aus Prof. Dr. Dr. Rolf Ewers, Prof. Dr. Dr. Thomas Lambrecht, Prof. Dr. Dr. Konrad Wangerin und Prof. Dr. Dr. Thomas Kreuzsch erhielt Prof. Hoffmeister hier eine exzellente klinische Ausbildung und wissenschaftliche Förderung und begründete in diesem Team zusammen mit Prof. Härle den weitreichenden, auch internationalen Ruf der Kieler Klinik. Insbesondere wurde hier ein leistungsfähiges Histologie- und Zellkulturlaboratorium aufgebaut, von dem bis heute die nachwachsenden Forschergenerationen an der Kieler Klinik profitiert haben. Eine enge Zusammenarbeit, z.B. in einem DFG geförderten Projekt zur Erforschung von Kiefergelenkspathologien, verband Prof. Hoffmeister auch mit Prof. Dr. Axel Bumann, damals noch oralchirurgischer Assistenzarzt in Kiel.

Schon früh interessierte sich Hoffmeister für die damals neu aufkommende Miniaturisierung der Osteosynthese von Kieferfrakturen; so erhielt er 1982 den Tagungspreis der Arbeitsgemeinschaft Oral- und Kieferchirurgie (AGOKi) für die wegweisende Arbeit „Die dritte Dimension der Unterkieferosteosynthese“. Dieser Gesellschaft diente Hoffmeister ab 1990 als Schriftführer und 1998 und 1999 als erster Vorsitzender. Als Kongresspräsident begeisterte er eloquent die Auditorien in Bad Homburg, auch mit der Themenwahl wie „Gewebe- regenerationstechniken“ und im Jahr darauf „Distractionsosteogenese“. Be-



(Foto: MEOCLINIC GmbH)

Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent.
Bodo Hoffmeister

sonders letzteres Thema führte ihn zusammen mit der Miniplattenosteosynthese in die unter Prof. Dr. Dr. Hans Dieter Pape und Prof. Dr. Dr. Maxime Champy neu gegründete Strasbourg Osteosynthese Research Group. In dieser bedeutenden internationalen Gruppierung war Hoffmeister bis zuletzt in der Section Craniofacial Surgery aktiv und hat grundlegende Entwicklungen und wissenschaftliche Beiträge zum Gebiet der Distractionsosteogenese geleistet, was seine internationale Bekanntheit und beispielsweise seine Freundschaft zu Prof. Dr. Eric Arnaud, Paris, begründete. Mit der Berufung von Prof. Ewers nach Wien trat Hoffmeister ab 1989 in Kiel die Stelle des leitenden Oberarztes und stellvertretenden Klinikdirektors in Kiel an.

Im Jahr 1994 erhielt Hoffmeister, der seine wissenschaftliche und klinische Entwicklung als leitender Oberarzt unermüdlich vorangetrieben hatte, den Ruf auf das Ordinariat

der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie am Klinikum Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin (UKBF), das später ein weiterer Standort der Charité werden sollte. Die Klinik hatte sich unter seinem Vorgänger Rudolf Stellmach internationale Bekanntheit in der Spalt- und rekonstruktiven Chirurgie, aber auch mit plastisch-ästhetischen Operationen erworben. Dank seiner langjährigen Erfahrung und breiten Ausbildung gelang es Hoffmeister, diese Schwerpunkte der Klinik zu erhalten und mit der Chirurgie der Hauttumore, besonders aber mit der Dysgnathiechirurgie, weitere Akzente zu setzen. In kürzester Zeit wurde das UKBF zum ersten Ansprechpartner für die Berliner Kieferorthopäden, die ihre Patienten dort in guten Händen wussten. Die von Hoffmeister wesentlich mitgestaltete Distraktionsosteogenese eröffnete zudem weitere Behandlungsmöglichkeiten in dem damals noch jungen Spezialgebiet. Ebenfalls ein Verdienst Hoffmeisters war die sehr frühe Erforschung der Bisphosphonat-bedingten Knochennekrose, die er interdisziplinär mit Partnern am UKBF betrieb. Darüber hinaus galt sein Interesse auch weiterhin den Verbesserungen der Miniplattenosteosynthese, die er am Klinikum stets auf dem aktuellsten Stand der Möglichkeiten klinisch umsetzte.

Bereits während der ersten Jahre als Ordinarius hatte sich Hoffmeister somit bei seinen neuen Kollegen in Berlin nicht nur große Anerkennung und Respekt verschafft, sondern es wurde ihm zudem von seinen Patienten, um die er sich mit höchster ärztlicher Professionalität, vor allem aber

mit Empathie kümmerte, tiefe Dankbarkeit entgegengebracht. Sein neues Team formte Hoffmeister, der immer aufmerksam und ansprechbar war, mit Enthusiasmus und nach vorne gerichtetem Optimismus. Er stieß neue Forschungsprojekte an, förderte jede und jeden Einzelnen, gab sein Wissen mit Freude weiter, etablierte regelmäßige Fortbildungsreihen und Symposien und war zudem ein menschlicher, humorvoller Chef. Mit der in Kiel erworbenen Liebe zu perfekten Präsentationen und erstklassigem Bildmaterial war Hoffmeister ein umworbener Referent auf nationalen und internationalen Kongressen, ein Umstand, von dem auch seine Mitarbeiter profitierten. Zweifellos war es Hoffmeister in Zeiten der Neuorientierung der Berliner Krankenhaushochschule gelungen, die Bedeutung der MKG am UKBF zu untermauern und nicht nur für die eigene Klinik, sondern dem gesamten Standort Vorbild zu sein für eine zukunftsorientierte, selbstbewusste Ausrichtung der Universitätsmedizin am Klinikum Benjamin Franklin.

Im Jahr 2000 wurde Prof. Hoffmeister zusätzlich die Leitung des Arbeitsbereiches Oralmedizin, zahnärztliche Röntgenologie und -chirurgie im Centrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Charité übertragen. Diese im deutschen Bereich ungewöhnliche Kombination führte er gemeinsam mit Prof. Dr. Andrea Schmidt-Westhausen zu neuer Größe. Mit Übernahme der zweiten Berliner Klinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie am Standort Campus Virchow Klinikum im Rahmen der Fusionierung der Charité-Universitäts-

medizin Berlin im Jahr 2008 leitete er bis zu seinem Ausscheiden nach zweimaliger Verlängerung im Alter von 67 Jahren im Jahr 2016 die größte kieferchirurgische Klinik in Deutschland. In dieser Zeit wurden unter seiner Federführung Generationen von jungen Menschen vom Studenten zum (Zahn-)arzt und vom Assistenzarzt zum Facharzt ausgebildet. Die Ausbildung, insbesondere die studentische war bei ihm immer Chef-sache – nie versäumte er zur Freude der Studenten eine Vorlesung, wo er durch seine Eloquenz immer zu beeindrucken und auch zu prägen wusste, insbesondere seine Habilitanden PD Dr. Dr. Nicolai Adolphs und PD Dr. Dr. Jan Dirk Raguse. Seine Schüler heben hervor, dass Hoffmeister einer der wenigen Chirurgen war, die komplett beidhändig operieren konnten. Als väterlichem Mentor war ihm dabei besonders die menschliche Reife wichtig. Zusätzlich sei hier auf seinen Anspruch an Form, Höflichkeit und Respekt verwiesen. In der schriftlichen Konversation gab es zwar geehrte Herren aber nur verehrte Damen. Seit 2016 war Hoffmeister Belegarzt in der MEOCLINIC, Berlin, und in der Klinik Professor Sailer, Zürich.

Die Arbeitsgemeinschaft Oral- und Kieferchirurgie innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird Prof. Hoffmeister ein ehrendes Andenken bewahren.

Prof. Dr. Dr. Hendrik Terheyden, Kassel; Prof. Dr. Dr. Klaus Dietrich Wolff, München; Prof. Dr. Dr. Jan Dirk Raguse, Münster; Prof. Dr. Dr. Franz-Josef Kramer, Bonn

Nachruf für Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Walter Künzel

Die deutsche Zahnärzteschaft trauert um den international anerkannten Hochschullehrer und Wissenschaftler Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Walter Künzel, der nach kurzer schwerer Krankheit am 03. April 2021 im Alter von 92 Jahren verstarb.

Prof. Walter Künzel stellte über Jahrzehnte seine ganze Energie und Tatkraft in den Dienst der Wissenschaft. Er hat sich während seines beruflichen Wirkens in herausragender Weise für eine präventiv orientierte zahnärztliche Betreuungsstrategie eingesetzt. Darüber hinaus war er ein außerordentlich engagiertes Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Wissenschaftsgesellschaften und Expertengruppen der WHO. Sein berufliches Wirken sowie die damit verbundenen Ehrungen und Auszeichnungen sind so umfangreich, dass seine Leistungen in Wissenschaft und Forschung nur auszugsweise wiedergegeben werden können.

Prof. Walter Künzel wurde am 02. November 1928 in Königgrätz/Böhmen geboren. 1935 erfolgte die Einschulung zunächst in eine tschechische Schule in Königgrätz. Den Besuch der deutschen Schule in Reichenberg/Sudetenland, schloss er 1945 mit der Matura ab.

Die erste Station nach seiner Ausweisung aus Reichenberg 1946 war Baasdorf bei Köthen. Hier lernte er auch sein Frau Johanna kennen, die er 1954 heiratete.

Nach dem Studium der Zahnmedizin an der Humboldt-Universität Berlin (HUB) und seiner Promotion entschied sich Walter Künzel 1953 für eine akademische Laufbahn.

Berlin wurde die erste von drei Etappen seines wissenschaftlichen Lebens. Bereits hier griff er den Gedanken der Kariesprävention auf, die zum Schwerpunkt seines Schaffens wurde.

1959 initiierte er die Einführung der Trinkwasserfluoridierung in Karl-Marx-Stadt, die er 40 Jahre wissenschaftlich begleitete und ihre Effektivität in zahlreichen Publikationen

auswies. Seinem Leitspruch „Per aspera ad astra“ folgend, begann die beachtliche Karriere von Walter Künzel. Er wurde kommissarischer Direktor der Poliklinik für Konservierende Stomatologie an der HUB und später Leiter der Abteilung für Kariesforschung an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Charité. 1962 habilitierte er sich und erhielt die Dozentur für Kinderzahnheilkunde.

Die 2. Etappe seiner Karriere führte ihn an die Universität Leipzig, wo er von 1964 bis 1975 Ordentlicher Professor und Direktor der Poliklinik für Konservierende Stomatologie war. Daneben galt sein Wirken vermehrt der Kinderstomatologie. Er wurde Gründungsvorsitzender der Gesellschaft für Konservierende Stomatologie und der Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde der DDR. 1965 erschien das Standardwerk der Kinderstomatologie „Kinderzahnheilkunde und ihre Grenzgebiete“. In der Neufassung „Kinderstomatologie“ ist es bis heute für angehende Kinderzahnärzte ein hervorragendes Lehrbuch und Nachschlagwerk der Kinderzahnheilkunde.

Als an der Medizinischen Akademie in Erfurt eine neue zahnmedizinische Ausbildungsstätte geplant wurde, konnte Walter Künzel seine Ideen von einer modernen zahnmedizinischen Ausbildungsstätte dank seines strategischen Könnens und Verhandlungstalents erfolgreich durchsetzen.

Mit der Inauguration der ersten Sektion Stomatologie in der DDR 1975, dessen Direktor er wurde, und seiner Berufung auf den ersten deutschen Lehrstuhl für Präventive Stomatologie an der Medizinischen Akademie Erfurt begann die 3. Etappe seiner akademischen Karriere. Unter seiner Leitung entstand eine akademische Lehranstalt neuen Typus. Die klassischen Lehrstühle wurden zu Polikliniken umgewandelt und durch den von Künzel geleiteten



(Foto: Medizinische Hochschule Erfurt)

Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Walter Künzel

Wissenschaftsbereich Präventive Stomatologie ergänzt; ein Novum weit über Europas Grenzen hinaus. Ein wichtiges Ergebnis seiner internationalen Reputation und Mitwirkung in verschiedenen WHO-Expertengruppen war die Inauguration des WHO-Kollaborationszentrums „Prävention oraler Erkrankungen“ an der Sektion Stomatologie im Dezember 1983, das er bis 1997 leitete. In dieser Zeit war er u.a. Präsident der Gesellschaft für Stomatologie der DDR, Projektleiter des zentralen Medizinischen Forschungsprojektes „Präventive Stomatologie“, Mitglied des Koordinierungsrates der medizinisch-wissenschaftlichen Gesellschaften der DDR und Präsident der Europäischen Gesellschaft für Kariesforschung (ORCA), um nur einige seiner Aktivitäten zu nennen. Von der Vielzahl nationaler und internationaler Ehrungen seien nur die Ehrendoktorwürde der Semmelweis-Universität Budapest (1990) und der Universität Leeds/Großbritannien (1991) erwähnt.

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands wurde er der erste frei gewählte Rektor der Medizinischen Akademie Erfurt.

Mit der Euphorie über die gesellschaftspolitischen Veränderungen

ging aber das Ende der Erfurter Hochschuleinrichtung einher. Auf Weisung des Thüringer Ministerpräsidenten Bernhard Vogel wurde die Medizinische Akademie – und mit ihr die international anerkannte Sektion Stomatologie – im Dezember 1993 geschlossen. Damit fand das Wirken des großen Wissenschaftlers und eines weltweit geachteten Experten auf dem Gebiet der Präventiven Zahnheilkunde ein Ende. Was bleibt ist ein reicher Fundus wissenschaftlicher Publikationen, Bücher und Buchbeiträge. Mehr als 600 Vorträge auf nationalen und internationalen Kongressen zeugen von seiner begeisternden Redekunst und Eloquenz. Er betreute 130 Doktoranden und 8 Habilitanden.

Neben dem immensen Arbeitspensum blieb aber auch noch Zeit,

Walter Künzel privat zu erleben. Dabei konnte man den ansonsten strengen und fordernden Chef als geselligen, großartigen Erzähler und charmanten Gastgeber erleben. Nach seiner Emeritierung 1993 war er noch bis kurz vor seinem Tod vielfältig tätig. Seit 1996 gehörte er der 1819 gegründeten Apostelgesellschaft, einer Vereinigung honorierter Erfurter Herren, an. Als ihr Schriftführer publizierte er die Geschichte dieser Vereinigung in seinem Buch „Zwischen Federkiel und Personalcomputer“. Trotz seines hohen Alters blieb Schreiben das Lebenselixier von Walter Künzel. Es folgten noch weitere Bücher über die zahnärztlichen Gesellschaften Ostdeutschlands und die Hochschulzahnmedizin in Erfurt. Sein letztes Werk „Hochschulzahnmedizin in Ost-

deutschland. Erlebtes und Erlebtes“, das er 2018 fertigstellte, blieb ein Unikat.

Walter Künzel war eine Persönlichkeit von außerordentlichem Fleiß, Disziplin, Weitsicht und Wissen, ausgestattet mit einem brillanten Gedächtnis, ein Mensch, für den Moral, Anstand und Pflichtgefühl noch etwas galten.

Wir, seine ehemaligen Schüler, Doktoranden, Habilitanden und Kollegen, verabschieden uns in großer Dankbarkeit von Walter Künzel und werden sein Andenken in Ehren bewahren.

Unsere besondere Anteilnahme gilt seiner Ehefrau, engsten Verwandten und Freunden.

Annerose Borutta,
Roswitha Heinrich-Weltzien,
Susanne Kneist

GESELLSCHAFTSMITTEILUNGEN / SOCIETY NOTES

Aufruf für Anträge an die Hauptversammlung der DGZMK

Die Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde findet statt am

Donnerstag, 4. November 2021 in Frankfurt.

Hierzu laden wir alle Mitglieder herzlich ein und bitten um zahlreiches Erscheinen. Anträge an die Hauptversammlung sind bis zum 26. August 2021 per Einschreiben an die

Geschäftsstelle der DGZMK
Liesegangstraße 17a
40211 Düsseldorf

zu richten.

Düsseldorf, 15. Juni 2021
Prof. Dr. Roland Frankenberger
Präsident der DGZMK

Neue PAR-Richtlinie aus wissenschaftlicher Sicht ein großer Erfolg

**DGZMK und DG PARO begrüßen in
gemeinsamer Pressemitteilung die damit ermöglichten
Verbesserungen für Patienten und Praxen**

Aus rein wissenschaftlicher Perspektive war dieser Schritt überfällig, deshalb begrüßen die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und die Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DG PARO) gemeinsam die von Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung (KZBV) und dem GKV-Spitzenverband erzielte Einigung für die neue PAR-Richtlinie, die zum 1. Juli 2021 in Kraft treten soll. „Diese neuen Regelungen verbessern nicht nur allgemein die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Volkskrankheit Parodontitis in den Praxen, wovon viele Patienten profitieren werden. Sie erleichtern außerdem vulnerablen Patientengruppen, die davon besonders betroffen sind, den unbürokratischen Zugang zu Leistungen, die deren Lebensqualität verbessern. Und sie gibt erstmals der sprechenden Zahnmedizin den Raum, der für ein vertrauensvolles Arzt-Patienten-Verhältnis unabdingbar ist“, begrüßt DGZMK-Präsident Prof. Dr. Roland Frankenberger die Entscheidung, die noch vom Bundesgesundheitsministerium genehmigt werden muss.

Für die Präsidentin der DG PARO, Prof. Dr. Bettina Dannewitz, geht mit der Verabschiedung der neuen PAR-Richtlinien und der Veröffentlichung der Ergebnisse des Bewertungsausschusses ein langwieriger politischer Beratungs- und Abstimmungsprozess erfolgreich zu Ende: „In Hinblick auf die Prävalenz und die oralen und systemischen Auswir-

kungen von Parodontitis muss die Prävention und Therapie der Erkrankung ein fester Bestandteil der zahnmedizinischen Versorgung unserer Patienten sein. Die neuen PAR-Richtlinien verbessern maßgeblich die Rahmenbedingungen für die systematische Parodontitistherapie in der GKV, davon werden Zahnärzte aber vor allem Patienten profitieren. In der neuen Versorgungsstrecke wird ein wissenschaftlich fundiertes und breit akzeptiertes Behandlungskonzept abgebildet, das im Wesentlichen dem Therapieprotokoll der S3-Leitlinie für Parodontitis entspricht, die von DG PARO und DGZMK mit einer breiten Beteiligung von Experten Anfang des Jahres in Deutschland implementiert wurde. Das ist ein großer Erfolg nach vielen Jahren intensiver Arbeit und Auseinandersetzung und eine große Chance, da Praxis und Wissenschaft nicht mehr differieren.“

Im Folgenden finden Sie die direkten Links zum Beschluss des Bewertungsausschusses, der S3-Leitlinie sowie der PAR-Richtlinie:

Beschluss des Bewertungsausschusses für die zahnärztlichen Leistungen zur Erstfassung der PAR-Richtlinie

<https://www.kzbv.de/pressemitteilung-vom-6-5-2021.1495.de.html>

https://www.g-ba.de/downloads/39-261-4814/2021-05-06_Behandlungs-RL_PAR-vulnerable-Gruppen.pdf

Markus Brakel, Düsseldorf



**DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR PARODONTOLOGIE E.V.**
Neufferstraße 1; 93055 Regensburg
Tel.: +49 (0) 941 942799-0
Fax: +49 (0) 941 942799-22
kontakt@dgparo.de; www.dgparo.de



**DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR ZAHN-, MUND- UND
KIEFERHEILKUNDE (DGZMK)**
Liesegangstr. 17a; 40211 Düsseldorf
Tel.: 0211/610198-0; Fax: -11
dgzmk@dgzmk.de

Eindrucksvoller Blick in die Vergangenheit der DGZMK

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte. Diese Erkenntnis findet in dem historischen Gruppenbild des Centralvereins Deutscher Zahnärzte zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts ihren ausdrucksstarken Beleg. Es entstand während der 45. Jahrestagung 1906 in Dresden, die vom 4. bis 6. August stattfand. Der Centralverein als Vorläufer der heutigen Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK) gilt mit dem Gründungsjahr 1859 als älteste nationale zahnmedizinische Vereinigung.

Diese Fotografie, zu der es leider keine Bildlegende gibt, offenbart nicht nur detaillierte Einblicke in die modischen Gewohnheiten der damaligen Zeit (man beachte hier besonders die aufwändige Staffage der Damen oder die gepflegten Bärte der Herren und den allgegenwärtigen „Vatermörder“). Es zeugt auch von Frohsinn und gewisser Heiterkeit, speziell wenn man auf den Bildrand oben links schaut. Dort halten zwei enthusiastisch wirkende Herren das Schild „Einlage“ hoch, man darf dahinter wohl die noch junge Endofraktion vermuten? Und auch den Damen auf dem Foto kommt vielleicht eine besondere Rolle zu. Es

müssen nicht alle Abgebildeten die Begleitung ihres jeweiligen Gatten gewesen sein, denn ab dem Jahr 1900 war auch Frauen das Medizinstudium gestattet. Vielleicht sehen wir hier also einige der ersten Zahnärztinnen Deutschlands!

Die Eleganz, mit der sich zwei der Protagonisten leger zu Füßen des in jenem Jahr aus dem Amt geschiedenen Präsidenten platzierten, des Amerikaners Prof. Dr. mult. Willoughby D. Miller (Präsident von 1900 bis 1906, Mitte der vorderen Reihe), mit dem Kreissägen-Hut und dem nach vorn weisenden Bart, hat etwas von schierem Sommeridyll. Neben dem Präsidenten dürfte seine Gattin abgelichtet sein, sie trägt eine Kopfbedeckung mit schwer identifizierbarer Flora. Der aus Sicht des Betrachtenden rechte Herr zu Füßen Millers könnte sein Nachfolger, Prof. Dr. Dr. Otto Walkhoff (1906–1926), sein. Miller wirkte übrigens 30 Jahre lang in Deutschland, sammelte sportliche Meriten als Deutscher Meister im Golfsport, und verstarb ein Jahr nach dieser Momentaufnahme in seiner Heimat USA an den Folgen einer Appendizitis. Miller hatte zunächst Chemie, Naturphilosophie und Angewandte Mathematik studiert, ehe er

sich der Zahnmedizin und der Medizin widmete.

Laut Wikipedia erhielt er 1884 als erster Ausländer eine Professur an einer deutschen Universität, und zwar für operative Zahnheilkunde an der Charité. Er studierte zudem Bakteriologie bei Robert Koch und erwarb den Doktorgrad in Allgemeinmedizin. Sein Hauptwerk „The Microorganisms of the Human Mouth“ erschien 1890 und stellte die bahnbrechende und bis heute gültige Theorie auf, wonach Bakterien der Mundflora Kohlenhydrate zu Säuren abbauen, die ihrerseits den Zahnschmelz entkalken; anschließend können Bakterien in den Zahn eindringen und das Dentin zerstören. Damit stellte er die zahnmedizinische Forschung auf eine solide biologische Basis. Alle wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich der Kariesprophylaxe seither stützen sich bekanntlich auf Millers Forschungsarbeit.

Thema: Mortalität bei Narkoseverfahren

Inhaltlich beschäftigte die Jahrestagung sich u.a. mit den damals gängigen Narkoseverfahren und der daraus resultierenden Mortalität. Aus heutiger Sicht höchst interessant dürfte dabei die Feststellung sein, dass im



(Abb. 1: DGZMK)

Abbildung 1 Historisches Gruppenbild des Centralvereins Deutscher Zahnärzte zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts

Jahr 1905 weniger Narkotika eingesetzt wurden, weil Kokain und Novokain mit Nebennierenextrakt häufiger angewendet wurden und diese Form der Lokalanästhesie die allgemeine Betäubung in hohem Maße überflüssig machte. Außerdem stellte Zahnarzt Kunert Brückenarbeiten nach dem Gussverfahren mit Schraubenbefestigung vor. Wer mehr über die Historie des CvDZ erfahren möchte, dem sei die „Geschichte des Centralvereins Deutscher Zahnärzte 1859–1909“ von Julius Pareidt empfohlen, die 1909 im Springer-Verlag erschienen ist.

Dieses Foto hat eine Antikliebhaberin aus Bonn der DGZMK zur Verfügung gestellt. Sie hatte einen Fotorahmen vor Jahren auf einem Antikmarkt in Linz erworben, die historische Aufnahme bildete die Rückwand zu einer Christusszene von Ludwig Max Roth (Düsseldorf). Die Gesamtgröße des Blattes beträgt 45 x 61 Zentimeter, es besticht durch seine Detailtreue. Das Foto wird künftig in der DGZMK-Geschäftsstelle in Düsseldorf zu bewundern sein.

Markus Brakel, Düsseldorf



**DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR ZAHN-, MUND- UND
KIEFERHEILKUNDE (DGZMK)**
Liesegangstr. 17a; 40211 Düsseldorf
Tel.: 0211/610198-0; Fax: -11
dgzmk@dgzmk.de

AG Keramik Videopreis – Bewerbungsfrist läuft

Mit dem „Videopreis der AG Keramik“ werden seit 2012 besonders praxisrelevante und innovative Kurzfilme mit Tipps und Tricks rund um keramische Zahnversorgungen ausgezeichnet. Bewerbungen für die Ausschreibung 2021 werden bis 30. Juni 2021 angenommen. Der Preis ist mit insgesamt 5000 Euro dotiert.

Bewerbung bis 30. Juni 2021

Die Bewerbungsfrist für den diesjährigen Videopreis der AG Keramik läuft

bis 30. Juni 2021. Teilnehmen können Zahnärzte/-innen, Zahntechniker/-innen und Fachkräfte aus der Dentalbranche. Die Länge eines Videos darf drei Minuten nicht überschreiten und ist im Format .mov, .mp4 oder .mpeg4 einzureichen. Gewünscht wird eine kommentierte Version. Die Kurzfilme sind vorzugsweise über Internet oder postalisch auf einem elektronischen Datenträger zu übermitteln.

Mehr Infos zur Bewerbung unter: www.ag-keramik.de/videopreis



**ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR
KERAMIK IN DER
ZAHNHEILKUNDE E.V.**
Geschäftsstelle
Postfach 11 60, 76308 Malsch
info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.de

Fördermittel aus der DGR²Z-Forschungsförderung

Einreichung bis 15. Juli 2021 noch möglich!

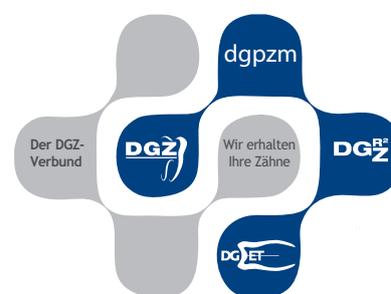
Die Deutsche Gesellschaft für Restaurative und Regenerative Zahnerhaltung (DGR²Z) vergibt jährlich umfangreiche Mittel zur Unterstützung der Forschung in ihrem Fachbereich. Anträge können noch bis zum 15. Juli 2021 eingereicht werden.

Mit ihren beiden Förderfonds DGR²Z-Kulzer-Start und DGR²Z-GC-Grant unterstützt die DGR²Z Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die zur restaurativen und regenerativen Zahnerhaltung forschen. Dabei hat die Gesellschaft 2 Zielgruppen im Auge: Nicht-promovierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Universitäten, Doktorandinnen und Doktoranden in ihrer Promotionsphase oder Studierende mit Promotionsabsichten können Mittel aus dem DGR²Z-Kulzer-Start beantragen. Für promovierte oder seit höchstens 5 Jahren habilitierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler steht der DGR²Z-GC-Grant zur Verfügung.

Das Fördervolumen umfasst in diesem Jahr pandemiebedingt mit insgesamt 20.000 Euro etwas weniger als in der Vergangenheit. Dabei verteilen sich die Mittel mit je 10.000 Euro gleichmäßig auf den DGR²Z-Kulzer-Start und den DGR²Z-GC-Grant. „Wir freuen uns sehr, dass es unseren beiden Industriepartnern Kulzer Dental und GC Germany trotz der schwierigen Zeiten möglich ist, die Förderung der beiden Wissenschaftsfonds aufrecht zu erhalten und sind uns sicher, dass die Mittel wieder in vielversprechende und zukunftsweisende Projekte fließen werden.“, sagt die Präsidentin der DGR²Z Priv.-Doz. Dr. Anne-Katrin Lührs im Namen des Vorstandes der DGR²Z.

Die zur Förderung eingereichten Anträge werden durch 2 Gutachter beurteilt. Damit erfolgt die Vergabe unabhängig und mit hohem wissenschaftlichem Anspruch. Die Unterlagen sind in digitaler Form bei der Ge-

sellschaftsstelle der DGR²Z als PDF-Dateien einzureichen. Informationen zur Antragstellung können der Homepage der DGR²Z unter www.dgr2z.de/zahnaerzte/foerderung entnommen werden. Einsendeschluss ist der 15. Juli 2021.



**DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR RESTAURATIVE UND REGENERATIVE ZAHNERHALTUNG**
Kolberger Weg 14, 65931 Frankfurt a.M.
Tel.: +49 (0) 69300605-78; Fax: -77
info@dgr2z.de; www.dgr2z.de

CALL-FOR-Abstracts

Die Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) lädt herzlich zur Einreichung von Beiträgen für die 35. Jahrestagung vom 18.–20. November 2021 in Göttingen ein. Die Deadline wurde auf den **02. Juli 2021** verlängert.

Die Einreichung der Beiträge ist mit folgendem Link möglich:
<https://www.conftool.pro/dgzmk/index.php?page=login>.
Weitere Informationen unter **www.dgz-online.de**.

DGPZM begrüßt gemeinsame Fluoridempfehlungen mit Kinderärzten

2. Lebenswoche bis 1. Milchzahn	1. Milchzahn bis 1. Geburtstag	1. bis 2. Geburtstag	2. bis 6. Geburtstag
Fluoridtablette mit Vitamin D	Fluoridtablette mit Vitamin D		
	oder		
	Fluoridzahnpaste mit 1000 ppm Fluorid: Reiskorngröße 2× tgl.	Fluoridzahnpaste mit 1000 ppm Fluorid: Reiskorngröße 2× tgl.	Fluoridzahnpaste mit 1000 ppm Fluorid: Erbsengröße 2× tgl. zu Hause und zusätzlich 1× in der Kita

Tabelle 1 Empfehlungen für die Prävention durch Fluorid im Kindesalter und für die Dosierung von Kinder-Zahnpasten.

Die Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin DGPZM setzt sich seit Jahren für eine verbesserte Prävention durch Fluoridzahnpasten im Kindesalter ein und war federführend bei der Erstellung der neuen Empfehlungen für Kinder-Zahnpasten der zahnmedizinischen Fachgesellschaften, die im Jahre 2018 veröffentlicht wurden, beteiligt. Deshalb begrüßt die DGPZM, dass jetzt unter Koordination des Netzwerks „Gesund ins Leben“ auch eine einheitliche Regelung mit den Kinderärzten gefunden wurde.

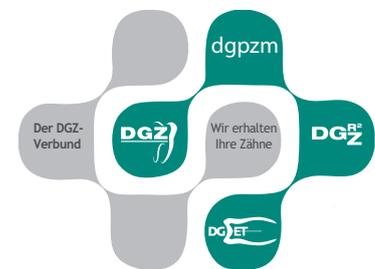
Diese Regelung ist zunächst die Bestätigung der Empfehlungen der zahnmedizinischen Fachgesellschaften von 2018, nach denen ab dem

Durchbruch des ersten Milchzahnes zweimal täglich eine Fluoridzahnpasta mit 1000 ppm Fluorid in einer reiskorngroßen Menge und ab dem zweiten Geburtstag in einer erbsengroßen Menge verwendet werden soll.

Bereits ab der zweiten Lebenswoche sollen bis zum Durchbruch des ersten Milchzahnes Fluoridtabletten mit Vitamin D verabreicht werden. Danach gibt es bis zum ersten Geburtstag eine Wahlmöglichkeit, über die Kinder- und Jugendärzte und Zahnärzte entsprechend beraten sollen. Entweder bleibt es bis zum 1. Geburtstag bei der Fluoridtablette mit Vitamin D oder es wird zur Zahnpasta mit 1000 ppm Fluorid gewechselt. Danach soll dann nur noch die

Fluoridzahnpasta zum Einsatz kommen. Nachfolgend die neuen Empfehlungen im Einzelnen (siehe Tab. 1):

„Die Gewinner dieser neuen einheitlichen Empfehlungen zur häuslichen Fluoridprophylaxe sind in erster Linie die Kinder und deren Eltern“, sagt der Präsident der DGPZM, Prof. Dr. Stefan Zimmer. „Aber auch Kinder- und Jugendärzte und ihre zahnärztlichen Kollegen können sich als Gewinner fühlen, denn mit dieser Einigung ist ein für alle Mal Schluss mit der jahrelangen Verunsicherung bei den Fluoridempfehlungen. Dafür gebührt allen, die diese konzertierten Fluoridempfehlungen möglich gemacht haben, ein großes Dankeschön.“



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR PRÄVENTIVZAHNMEDIZIN E.V.
 Universität Witten/Herdecke, Department für ZMK, Lehrstuhl für Zahnerhaltung und Präventive Zahnmedizin
 Alfred-Herrhausen-Str. 50, 58448 Witten
info@dgpzm.de, www.dgpzm.de

Tagungskalender der DGZMK

Die Kongresse und Tagungen der DGZMK und ihren Fachgesellschaften finden Sie unter www.dgzmk.de, hier unter dem Reiter „Zahnärzte“ und dann unter dem Reiter „Veranstaltungen“.



2021

09.–10.07.2021 (Fr 13.30–19.00 Uhr, Sa 09.00–13.30 Uhr)

Thema: Evidenzbasierte Diagnostik und Therapie der Myoarthropathien des Kau-systems

Referent: Prof. Dr. Jens Christoph Türp

Ort: Online-Kurs

Gebühren: 520,00 €, 480,00 € DGZMK-Mitgl., 440,00 € APW-Mitgl.

Kursnummer: ZF2021CF02

Fortbildungspunkte: 15

31.07.2021 (Fr 09.00–17.00 Uhr)

Thema: „The next step“ – Kinderzahnheilkunde nach dem Abschluss des Curriculums

Referent: Dr. Curt Goho

Ort: Würzburg

Gebühren: 440,00 €, 410,00 € DGZMK-Mitgl., 390,00 € APW-Mitgl.

Kursnummer: ZF2021CK04

Fortbildungspunkte: 8

03.–04.09.2021 (Fr 14.00–19.30 Uhr, Sa 09.00–16.00 Uhr)

Thema: Adhäsivbrücken – eine bewährte minimal-invasive Alternative zu Einzelimplantaten

Referent: Prof. Dr. Matthias Kern

Ort: Kiel

Gebühren: 740,00 €, 700,00 € DGZMK-Mitgl., 600,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CW01

Fortbildungspunkte: 14

04.09.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Der non-odontogene Zahnschmerz – erkennen, verstehen behandeln

Referent: Dr. Bruno Imhoff

Ort: Online-Kurs

Gebühren: 420,00 €, 380,00 € DGZMK-Mitgl., 340,00 € APW-Mitgl.

Kursnummer: ZF2021CF03

Fortbildungspunkte: 8

10.–11.09.2021 (Fr 14.00–19.00 Uhr, Sa 09.00–16.30 Uhr)

Thema: White Aesthetics under your control

Referenten: Dr. Marcus Striegel,

Dr. Thomas Schwenk, Dr. Florian Göttfert

Ort: Nürnberg

Gebühren: Teilnehmer, die diesen Kurs über die APW buchen, erhalten exklusiv einen Rabatt von 5 % auf die reguläre Kursgebühr

von 1.150,00 € zzgl. der gesetzl. USt. und zahlen 1.092,50 € zzgl. der gesetzl. USt.

Kursnummer: ZF2021CÄ04

Fortbildungspunkte: 15

18.09.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Update moderne regenerative Verfahren in der PA-Chirurgie – ein Praxis-konzept

Referentin: PD Dr. Amelie Bäumer-König, M. Sc.

Ort: Bielefeld

Gebühren: 540,00 €, 510,00 € DGZMK-Mitgl., 490,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CP03

Fortbildungspunkte: 9

24.–25.09.2021 (Fr 14.00–18.30 Uhr, Sa 10.00–17.00 Uhr)

Thema: SINUSLIFT INTENSIV – mit Live-OP, Hands-on, Piezochirurgie und Endoskopie

Referent: Dr. Martin Schneider

Ort: Köln

Gebühren: 680,00 €, 650,00 € DGZMK-Mitgl., 630,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CC02

Fortbildungspunkte: 14

25.09.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Update Kieferorthopädie für Zahnärzte – von Frühbehandlung bis Retention

Referent: Prof. Dr. Dr. Ralf Radlanski

Ort: Berlin

Gebühren: 470,00 €, 440,00 € DGZMK-Mitgl., 400,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CO01

Fortbildungspunkte: 16

08.–09.10.2021 (Fr 10.00–16.00 Uhr, Sa 09.00–16.00 Uhr)

Thema: Geheimnisse erfolgreicher Kinderbehandlung

Referentin: ZÄ Sabine Bertzbach

Ort: Berlin

Gebühren: 620,00 €, 590,00 € DGZMK-Mitgl., 570,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CK05

Fortbildungspunkte: 13

09.10.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Allgemeinmedizinisches Wissen für Zahnärzte – von Pharmakologie bis Notfallmanagement

Referenten: Dr. Dr. Matthias Tröltzsch, Dr. Dr. Markus Tröltzsch

Ort: Online-Kurs

Gebühren: 170,00 €, 160,00 € DGZMK-Mitgl., 150,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CA03

Fortbildungspunkte: 8

09.10.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Klinische Parodontaltherapie jenseits der Kurette: Antibiotika, Probiotika und Ernährungslenkung

Referent: Prof. Dr. Ulrich Schlagenhaut

Ort: Würzburg

Gebühren: 480,00 €, 450,00 € DGZMK-Mitgl., 430,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CP04

Fortbildungspunkte: 9

22.–23.10.2021 (Fr 14.00–19.00 Uhr, Sa 09.00–16.30 Uhr)

Thema: Red Aesthetics under your control

Referenten: Dr. Marcus Striegel, Dr. Thomas Schwenk, Dr. Florian Göttfert

Ort: Nürnberg

Gebühren: Teilnehmer, die diesen Kurs über die APW buchen, erhalten exklusiv einen Rabatt von 5 % auf die reguläre Kursgebühr von 1.150,00 € zzgl. der gesetzlichen USt. und zahlen 1.092,50 € zzgl. der gesetzlichen USt.

Kursnummer: ZF2021CÄ05

Fortbildungspunkte: 15

23.10.2021 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Best Ager in der Zahnerhaltung – Möglichkeiten und Limitationen

Referentin: Prof. Dr. Nadine Schlüter

Ort: Freiburg

Gebühren: 490,00 €, 460,00 € DGZMK-Mitgl., 440,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CR04

Fortbildungspunkte: 8

30.10.2021 (Fr 10.00–17.00 Uhr)

Thema: Minimalinvasive festsitzende Prothetik – das Erfolgskonzept für die moderne Praxis

Referent: Prof. Dr. Daniel Edelhoff

Ort: München

Gebühren: 480,00 €, 500,00 € DGZMK-Mitgl., 530,00 € APW-Mitgl.,

Kursnummer: ZF2021CW02

Fortbildungspunkte: 8

Anmeldung/Auskunft:

Akademie Praxis und Wissenschaft

Liesegangstr. 17a; 40211 Düsseldorf

Tel.: 0211 669673 – 0; Fax: – 31

E-Mail: apw.fortbildung@dgzmk.de

DZZ – Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift /**German Dental Journal
Herausgebende Gesellschaft /
Publishing Institution**

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (Zentralverein, gegr. 1859), Liesegangstr. 17a, 40211 Düsseldorf, Tel.: +49 211 610198-0, Fax: +49 211 610198-11

Mitherausgebende Gesellschaften / Affiliations

Die Zeitschrift ist Organ folgender Gesellschaften und Arbeitsgemeinschaften:
Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V.
Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V.
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung e.V.
Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostiktherapie in der DGZMK
Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde
Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie
Arbeitsgemeinschaft für Röntgenologie in der DGZMK
Arbeitsgemeinschaft für Arbeitswissenschaft und Zahnheilkunde
Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung

**Verantwortlicher Redakteur i. S. d. P. /
Editor in Chief**

Prof. Dr. Werner Geurtsen, Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, Medizinische Hochschule Hannover, Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover; Prof. Dr. Guido Heydecke, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martinistr. 52, 20246 Hamburg; (heftverantwortlich, V. i. s. d. P.)

**Beirat / Advisory Board
Beirat der DGZMK /
Advisory Board of the GSDOM**
Dr. Guido Wucherpfennig

Nationaler Beirat / National Advisory Board
N. Arweiler, J. Becker, T. Beikler, W. Buchalla, C. Dörfer, P. Eickholz, C. P. Ernst, R. Frankenberger, P. Gierthmühlen, M. Gollner, B. Greven, K. A. Grötz, R. Haak, B. Haller, Ch. Hannig, M. Hannig, D. Heidemann, E. Hellwig, R. Hickel, S. Jepsen, B. Kahl-Nieke, M. Karl, M. Kern, J. Klimek, F.-J. Kramer, G. Krastl, K.-H. Kunzelmann, H. Lang, G. Lauer, J. Lisson, R. G. Luthardt, J. Meyle, P. Ottl, W. H.-M. Raab, E. Schäfer, U. Schlagenhauf, H. Schliephake, G. Schmalz, M. Schmitter, F. Schwendicke, H.-J. Staehle, H. Stark, P. Tomakidi, W. Wagner, M. Walter, A. Wiegand, B. Wöstmann, D. Wolff, A. Wolowski

**Internationaler Beirat /
International Advisory Board**
K. Alt, Th. Attin, N. Creugers, T. Flemmig, A. Jokstad, A. M. Kielbassa, A. Mehl, I. Naert, E. Nkenke, J. C. Türp

Verlag / Publisher
Deutscher Ärzteverlag GmbH
Dieselstr. 2, 50859 Köln; Postfach 40 02 65,
50832 Köln
Tel.: +49 2234 7011-0; Fax: +49 2234 7011-6508.
www.aerzteverlag.de

Geschäftsführung / Executive Board
Jürgen Führer, Patric Tongbhoyai

Produktmanagement / Product Management
Carmen Ohlendorf, Tel.: +49 02234 7011-357;
Fax: +49 2234 7011-6357; ohlendorf@aerzteverlag.de

Lektorat / Editorial Office
Irmingard Dey, Tel.: +49 2234 7011-242;
Fax: +49 2234 7011-6242; dey@aerzteverlag.de
Susanne Neumann, Tel.: +49 2234 7011-219
Neumann.extern@aerzteverlag.de
Thomas Volmert, Tel.: +49 2234 7011-253
Volmert@aerzteverlag.de

Internet
www.online-dzz.de

Abonnementservice / Subscription Service
Tel. +49 2234 7011-520, Fax +49 2234 7011-470,
E-Mail: abo-service@aerzteverlag.de

Erscheinungsweise / Frequency
6-mal jährlich
Jahresbezugspreis Inland € 119,00,
Ausland € 135,20, ermäßigter Preis für Studenten
jährlich € 72,00 (Inland), € 88,20 (Ausland),
Einzelheftpreis € 19,90 (Inland), € 22,60 (Ausland)
Preise inkl. gesetzl. MwSt. und Versand
Die Kündigungsfrist beträgt 6 Wochen zum Ende
des Kalenderjahres. Gerichtsstand Köln. „Für Mit-
glieder der Deutschen Gesellschaft für Zahn-,
Mund- und Kieferheilkunde e.V. ist der Bezug im
Mitgliedsbeitrag enthalten“.

**Verantwortlich für den Anzeigenteil /
Advertising Coordinator**
Carmen Ohlendorf, Tel.: +49 02234 7011-357;
Fax: +49 2234 7011-6357; ohlendorf@aerzteverlag.de

Key Account Management
KAM, Dental internationale Kunden,
Nikuta-Meerloo, Tel.: +49 2234 7011-308,
nikuta-meerloo@aerzteverlag.de

**Verlagsrepräsentanten Industrieanzeigen /
Commercial Advertising Representatives**
Nord: Götz Kneiseler,
Uhlandstr. 161, 10719 Berlin,
Tel.: +49 30 88682873, Fax: +49 30 88682874,
E-Mail: kneiseler@aerzteverlag.de
Süd: Ratko Gavran,
Racine-Weg 4, 76532 Baden-Baden,
Tel.: +49 7221 996412, Fax: +49 7221 996414,
E-Mail: gavran@aerzteverlag.de

Herstellung / Production Department
Bernd Schunk, Tel.: +49 2234 7011-280,
schunk@aerzteverlag.de
Alexander Knaack, Tel.: +49 2234 7011-276,
knaack@aerzteverlag.de

Layout
Larissa Arts

Druck / Print
L.N. Schaffrath Druck Medien,
Marktweg 42–50, 47608 Geldern

Bankverbindungen / Account
Deutsche Apotheker- und Ärztebank, Köln,
Kto. 010 1107410
(BLZ 370 606 15),
IBAN: DE 2830 0606 0101 0110 7410,
BIC: DAAEEDDD, Postbank Köln 192 50–506
(BLZ 370 100 50),
IBAN: DE 8337 0100 5000 1925 0506,
BIC: PBNKDEFF

Zurzeit gilt **Anzeigenpreisliste** Nr. 20, gültig ab
1.1.2021
Auflage lt. IVW 1. Quartal 2021
Druckauflage: 20.000 Ex.
Verbreitete Auflage: 19.722 Ex.
Verkaufte Auflage: 19.599 Ex.
Diese Zeitschrift ist der IVW-Informationsgemein-
schaft zur Feststellung der Verbreitung von Wer-
beträgern e.V. angeschlossen.
Mitglied der Arbeitsgemeinschaft LA-MED Kom-
munikationsforschung im Gesundheitswesen e.V.
76. Jahrgang
ISSN print 0012-1029
ISSN online 2190-7277

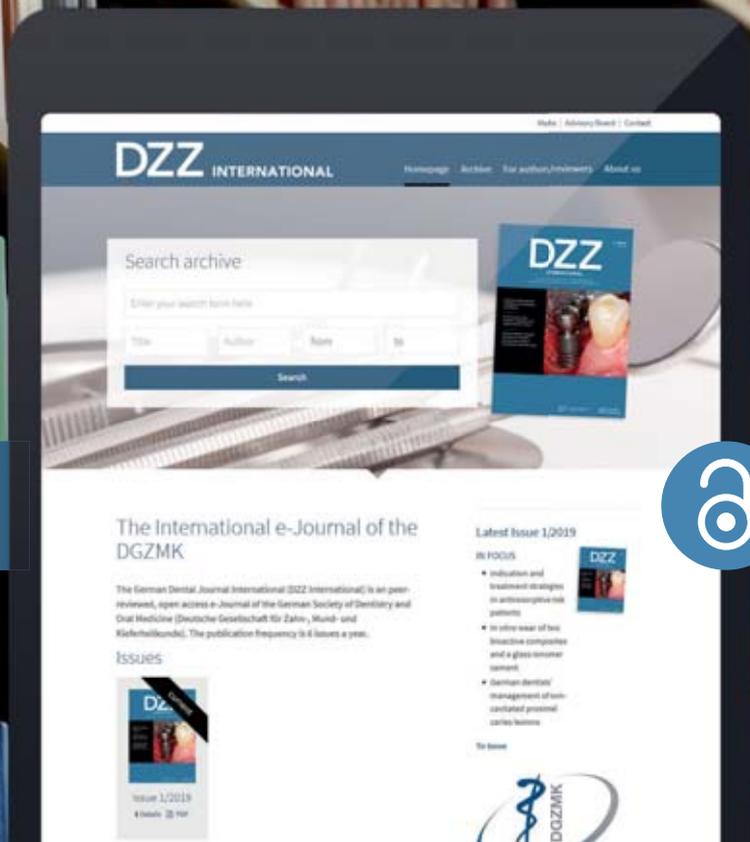
**Urheber- und Verlagsrecht /
Copyright and Right of Publication**
Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt
und alle Rechte sind vorbehalten. Diese Publikation
darf daher außerhalb der Grenzen des Urheber-
rechts ohne vorherige, ausdrückliche, schriftliche
Genehmigung des Verlages weder vervielfältigt
noch übersetzt oder transferiert werden, sei es im
Ganzen, in Teilen oder irgendeiner anderen Form.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Han-
delsnamen und sonstigen Kennzeichen in dieser
Publikation berechtigt nicht zu der Annahme, dass
diese frei benutzt werden dürfen. Zumeist handelt
es sich dabei um Marken und sonstige geschützte
Kennzeichen, auch wenn sie nicht als solche be-
zeichnet sind.

Haftungsausschluss / Disclaimer
Die in dieser Publikation dargestellten Inhalte dien-
en ausschließlich der allgemeinen Information
und stellen weder Empfehlungen noch Handlungs-
anleitungen dar. Sie dürfen daher keinesfalls unge-
prüft zur Grundlage eigenständiger Behandlungen
oder medizinischer Eingriffe gemacht werden. Der
Benutzer ist ausdrücklich aufgefordert, selbst die in
dieser Publikation dargestellten Inhalte zu prüfen,
um sich in eigener Verantwortung zu versichern,
dass diese vollständig sind sowie dem aktuellen Er-
kenntnisstand entsprechen, und im Zweifel einen
Spezialisten zu konsultieren. Verfasser und Verlag
übernehmen keinerlei Verantwortung oder Ge-
währleistung für die Vollständigkeit, Richtigkeit
und Aktualität der in dieser Publikation dargestell-
ten Informationen. Haftungsansprüche, die sich
auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen,
die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der in
dieser Publikation dargestellten Inhalte oder Teilen
davon verursacht werden, sind ausgeschlossen, so-
fern kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahr-
lässiges Verschulden von Verfasser und/
oder Verlag vorliegt.

© Copyright by Deutscher Ärzteverlag GmbH, Köln



www.online-dzz.com



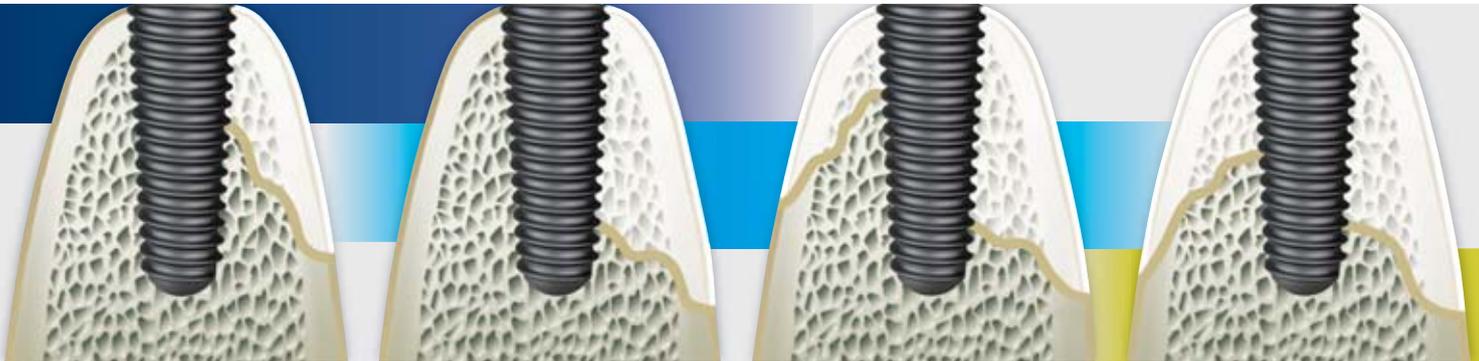
International aufgestellt – geballtes Fachwissen jetzt auch auf Englisch: [online-dzz.com](http://www.online-dzz.com)

Seit Januar 2019 erweitert die DZZ, die führende deutschsprachige Fachzeitschrift für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, ihr Angebot um die DZZ International. Das englischsprachige e-Journal informiert Sie über relevante wissenschaftliche Erkenntnisse der Zahnmedizin – national und international!

Treten Sie ein und überzeugen Sie sich selbst!
www.online-dzz.com

Präsentiert von:

Das defektorientierte Geistlich-Konzept



KLASSIFIKATION DER ALVEOLARKAMMDEFEKTE*

Guided Bone Regeneration

kleine Knochendefekte

Stabilized Bone Regeneration

kleinere komplexe Knochendefekte

Customized Bone Regeneration

größere komplexe Knochendefekte

EMPFOHLENE MATERIALIEN

Geistlich Bio-Oss®

Geistlich Bio-Gide®

Geistlich Bio-Oss®

Geistlich Bio-Gide®

Geistlich Bio-Oss®

Geistlich Bio-Gide®



Titan-Pins



Schirmschrauben



Mikroschrauben

Titangitter

Yxoss CBR®
hergestellt von ReOss®

*modifiziert nach Terheyden H.(2010). DZZ 65:320-331

Bitte senden Sie mir folgende Broschüren zu:

- Informationsbroschüre | Das defektorientierte Geistlich-Konzept
- Therapiekonzepte | Kleinere Knochenaugmentationen
- Broschüre | Instrumente und Zubehör
- Yxoss CBR® Produktkatalog mit Therapiekonzepten

Mehr Stabilität und Sicherheit

Geistlich Biomaterials Vertriebsgesellschaft mbH
Schneidweg 5 | 76534 Baden-Baden
Tel. 07223 9624-0 | Fax 07223 9624-10
info@geistlich.de | www.geistlich.de

DZZ 03-2021

Praxisstempel