

DZZ

5 | 2020
75. JAHRGANG

Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift

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

SCHWERPUNKT

Kieferorthopädie im interdisziplinären Umfeld

Schnittstellen KFO und
Prothetik – Interdisziplinäre
Möglichkeiten und
„Innovationen“

SEITE 276

Wie der Maskierungserfolg
von postorthodontischen
White-Spot-Läsionen vor
der Infiltration abgeschätzt
werden kann

SEITE 284



This journal is regularly listed
in CCMED / LIVIVO.

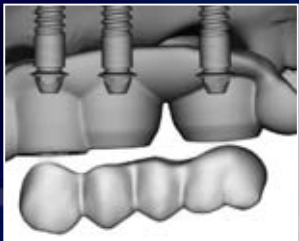
 Deutscher
Ärzteverlag

ICX-IMPERIAL®

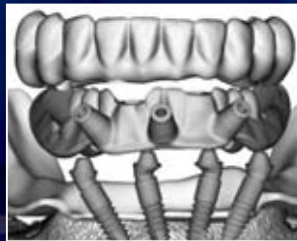
in a SmileBox · since 2014

MASTER IMPLANTOLOGEN

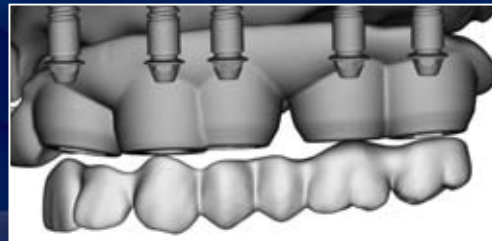
"lieben" ICX-IMPERIAL®.



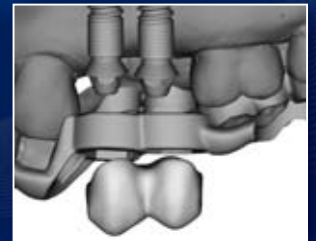
Schaltlücke gross



Totaler OK/UK



Freundsituation



Schaltlücke klein

ICX-IMPERIAL® – für alle Indikationen.

Von der Planung der Bohrschablone, den Implantaten, den Aufbauten
über die Verbindungsmaterialien bis hin zum Zahnersatz.

– Alles aus einer Hand –

Kieferorthopädie im interdisziplinären Umfeld – Möglichkeiten und Innovationen

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

wie in der gesamten Medizin, so stellt auch in der Zahnheilkunde die interdisziplinäre Zusammenarbeit kombiniert mit der zunehmenden Digitalisierung ein zentrales Thema dar. Insbesondere für die anspruchsvolle Versorgung unserer Patienten bieten fachübergreifende Versorgungskonzepte häufig besondere Möglichkeiten, eine hochwertige Behandlung durchzuführen. Hierbei bietet die Anwendung von kieferorthopädischen Verfahren isoliert, aber auch die interdisziplinäre Kombinationstherapie, viele therapeutische Ergänzungen.

Begleitet von der rasanten Entwicklung neuer Technologien und individualisierter Therapieverfahren in der Kieferorthopädie, bieten kombinierte Therapiekonzepte im Fächerkanon der Zahnmedizin besondere Perspektiven für die heutige Patientenversorgung. Damit künftig möglichst viele Patienten von den sich vielfältig entwickelnden Innovationen und der Breite der nunmehr existierenden zahnmedizinischen Möglichkeiten profitieren können, wird das fachliche Spektrum in der zahnärztlichen Ausbildung und der kontinuierlichen Weiterbildung – auch über das eigene Kernarbeitsgebiet hinaus – einen immer höheren Stellenwert einnehmen. Insbesondere vor dem Hintergrund der aktuell anstehenden Novellierung der Ausbildung erscheint dieser Aspekt wichtig.

Die vorliegende Ausgabe der DZZ greift mit dem Titel „**Kieferorthopädie im interdisziplinären Umfeld – Möglichkeiten und Innovationen**“ dieses Themenfeld auf und soll beispielhaft an einzelnen Themen Einblicke in den therapeutischen „Crosstalk“ rund um kieferorthopädische Aspekte innerhalb der interdisziplinären Zahnmedizin geben.

Stellvertretend für die Vielzahl von möglichen interdisziplinären Themen möchten wir Ihnen zum einen Informationen zu Verfahren der ästhetischen Maskierung von Whites-Spot-Läsionen im Bracket-Umfeld mittels innovativer Infiltrationstechnik geben. Zum anderen werden die ästhetische Rehabilitation von Nichtanlagen im Frontzahnbereich mittels hochästhetischer Adhäsivbrückenversorgungen sowie neue und digitale Entwicklungen im Rahmen von komplexen kieferorthopädischen und kombiniert kieferorthopädisch/kieferchirurgischen Therapien beleuchtet.

Die Autoren hoffen, Ihnen hiermit interessante Einblicke in ihre Praxis und eventuell sogar Anregungen für den Ausbau künftiger interdisziplinärer Gedanken zu geben.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen der Lektüre.
Herzliche Grüße,

Ihr

Michael Wolf



Univ.-Prof. Dr. Michael Wolf, M.Sc.
(Foto: Michael Wolf)

257 GASTEDITORIAL / GUEST EDITORIAL**PRAXIS / PRACTICE**

- 259 Empfehlung der Schriftleitung / Editors' Pick**
260 Erratum zum Beitrag von A. Ciardo et al. in DZZ 4/2020
260 Buchneuerscheinungen / New Publications
261 Markt / Market
262 Buchbesprechungen / Book Reviews

PRAXISLETTER / CLINICAL PRACTICE CORNER

Michael Behr, Julian Füllerer, Thomas Strasser, Verena Preis, Julian Zacher

- 265 Ist Zirkoniumdioxid gleich Zirkoniumdioxid?**
Are zirconias of today different?

Norbert Enkling

- 270 Sind Miniimplantate eine Alternative zu Standarddurchmesser-Implantaten?**
Are mini implants an alternative to standard-diameter implants?

FALLBERICHT / CASE REPORT

Karin Groß, Stefan Wolfart

- 276 Schnittstellen KFO und Prothetik – Interdisziplinäre Möglichkeiten und „Innovationen“**
Interfaces between orthodontics and prosthodontics: interdisciplinary possibilities and “innovations”

WISSENSCHAFT / RESEARCH**ORIGINALARBEIT / ORIGINAL ARTICLE**

Richard J. Wierichs, Celine Kobbe, Hendrik Meyer-Lückel

- 284 Wie der Maskierungserfolg von postorthodontischen White-Spot-Läsionen vor der Infiltration abgeschätzt werden kann**
Estimating the masking effect of post-orthodontic white spot lesions before resin infiltration

ÜBERSICHTEN / REVIEWS

Lukas Brämswig, Tamara Pollak, Marie-Theres Richter, Isabel Knaup, Michael Wolf

- 292 Erwachsenen-Kieferorthopädie – aktuelle Innovationen und interdisziplinäre Möglichkeiten**
Orthodontics for adults – current innovations and interdisciplinary possibilities

Philipp Winterhalder, Nassim Ayoub, Stephan Möhlhenrich, Ali Modabber, Frank Hölzle

- 300 Fortschritte und Grenzen bei der Planung und Umsetzung von Dysgnathie-Operationen**
Advances and limits in planning and implementing orthognathic surgery

GESELLSCHAFT / SOCIETY**LEITLINIEN / GUIDELINES**

Katrin Hertrampf, Martin Kunkel

- 308 S2k-Leitlinie „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“**
S2k guideline “Diagnostics and management of precursor lesions of oral squamous cell carcinoma in dental and oral medicine”

Fabian Duttenhoefer, Marc Anton Fuessinger, Yasmin Beckmann, Rainer Schmelzeisen, Martin Boeker, Knut A. Groetz

- 317 S3-Leitlinie „Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz“ – eine praxisorientierte Handlungsempfehlung**
Replacement of missing teeth with tooth-implant supported fixed dental prostheses

NACHRUF / OBITUARY

Barbara Ritzert

- 321 Dr. Karl-Ludwig Ackermann: Pionier der oralen Implantologie**

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT / NEWS OF THE SOCIETY

- 316** Volkskrankheit Parodontitis: Aktualisierte Patienteninformati**o**n liegt vor
- 321** Vorstand der DGI stiftet Karl-Ludwig-Ackermann-Medaille
- 322** Implantattherapie im Spannungsfeld von Ästhetik, Funktion und Zahnerhalt
- 323** Tagesordnung der DGZMK-Hauptversammlung 2020
- 325** „Corona bedeutet großen Mehraufwand – aber das APW-Kursprogramm läuft“
- 327** Fortbildungskurse der APW

326 **TAGUNGSKALENDER / MEETINGS**

328 **BEIRAT / ADVISORY BOARD**

328 **IMPRESSUM / LEGAL DISCLOSURE**

Titelbildhinweis: Aus dem Fallbericht von Karin Groß und Stefan Wolfart, Abbildung 18: Extrusion um ca. 4 mm nach 4 Wochen, Seiten 276–283; (Foto: K. Groß)

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 SCHRIFTLEITUNG / EDITORS' PICK

Liebe DZZ-Leserinnen und -Leser



Bis vor einiger Zeit gab es im Bereich der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde nur wenige Leitlinien, im Gegensatz zu anderen medizinischen Disziplinen. Diese Situation hat sich in den letzten Jahren glücklicherweise deutlich verbessert. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass Leitlinien generell nur Handlungsempfehlungen sind und keine Handlungsanweisungen, wie im Titel einer der beiden Artikel auch explizit angemerkt wird. In diesem Heft können wir Ihnen gleich zwei Leitlinien bieten, und zwar zu „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinomen in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“ (S. 308ff) sowie zu „Dentalen Implantaten bei Patienten mit Immundefizienz – eine praxisorientierte Handlungsempfehlung“ (S. 317ff). Eine Immundefizienz kann z.B. durch eine Chemotherapie oder Organtransplantation verursacht werden. Warum empfehlen wir Ihnen die Lektüre dieser beiden Leitlinien? Wir meinen, dass die in den beiden Leitlinien aufgegriffenen Themen insbesondere durch die steigende Zahl älterer Patienten gravierend an Bedeutung gewinnen. In diesem Zusammenhang geben beide Autorenteam wertvolle Empfehlungen, die in den Praxisalltag integriert werden sollten. Das Lesen beider Beiträge lohnt sich auf jeden Fall!

Mit freundlichen Grüßen
Prof. Dr. Werner Geurtsen
Prof. Dr. Guido Heydecke



Prof. Dr. Werner Geurtsen



Prof. Dr. Guido Heydecke

Erratum zum Beitrag von A. Ciardo et al. in DZZ 4/2020

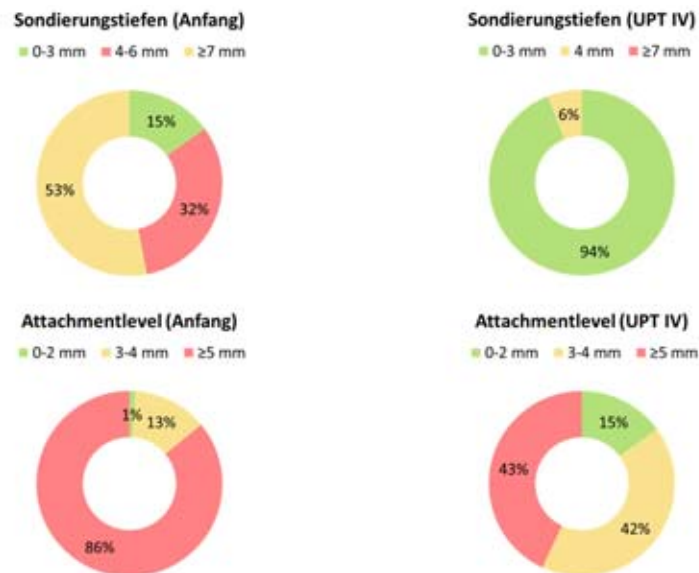


Abbildung 17 Vergleich parodontaler Parameter: Ausgangssituation (05/2017) – UPT IV (07/2019)

Leider wurde im Artikel „Minimal-invasive ästhetisch-funktionelle Rehabilitation nach systematischer Parodontitistherapie: ein Fallbericht“ von A. Ciardo et al. in der DZZ 4/2020 die Abbildung 17 nur in Teilen wiedergegeben. An dieser Stelle folgt die korrekte Abbildung 17 mit der Bitte, den Irrtum zu entschuldigen.

PRAXIS / PRACTICE

BUCHNEUERSCHEINUNGEN / NEW PUBLICATIONS

Buchneuerscheinungen

Gabriel Krastl, Roland Weiger, Andreas Filippi (Autoren)

Zahntrauma

Quintessenz Berlin (Verlag), ISBN 978-3-86867-501-6, 176 Seiten, Buch, Hardcover, 78,00 Euro

In den letzten 25 Jahren hat sich auf dem Gebiet der zahnärztlichen Traumatologie sowohl in der Diagnostik als auch in der Therapie viel getan. Jedes der fünf potenziell bei einem Zahntrauma verletzten Gewebe profitiert von aktualisierten Konzepten und Therapieempfehlungen sowie von neuen Materialien und Techniken. Was aber unverändert blieb, sind die biologischen und physiolo-

gischen Grundlagen, die bei der Heilung der verletzten Strukturen relevant sind. Diese waren bereits vor einem Vierteljahrhundert weitgehend erforscht und doch hapert es oft in der klinischen Umsetzung.

Für einen detaillierten Einblick und ein tieferes Verständnis der relevanten Zusammenhänge soll dieses Buch sorgen. Es ist ein Mix aus bereits publizierten und neuen Beiträgen, die das Fachgebiet der zahnärztlichen Traumatologie gut abbilden und dabei helfen sollen, das „3D-Puzzle“ Zahntrauma, bei dem die richtigen Maßnahmen – abhängig von den verletzten Strukturen – zu einem Ganzen, einem funktionierenden Thera-

piekonzept, zusammengesetzt werden müssen, zu lösen.

Ravindra Nanda, Flavio Andres Uribe, Sumit Yadav (Herausgeber)

Temporary Anchorage Devices in Orthodontics

Elsevier – Health Sciences Division (Verlag), ISBN 978-0-323-60933-3, 2nd revised edition, 352 Seiten, Buch, Hardcover, 196,40 Euro

More than 1,500 full-color photos and illustrations guide you through the entire treatment process, from diagnosis and planning to biomechanics, implants and anchorage devices, and management of problems.

Detailed case reports provide insight into the treatment of specific conditions. From a team of expert contributors led by Ravindra Nanda, this book shows the temporary anchorage techniques that will take your orthodontic skills to the next level.

Key Features:

- Over 1,500 full-color clinical photographs and line drawings depict important concepts and techniques, and show treatment progress from beginning to end.
- Case Report boxes walk you through the treatment of specific conditions, from initial patient visit to final outcome, with clinical photos showing the changes that occur at each stage of treatment.

- Unique coverage of temporary anchorage devices is provided by this complete, comprehensive, one-of-a-kind reference, as the use of TADs is becoming more and more popular within the field of orthodontics.
- Expert contributors from all over the world share their experience and current knowledge of each topic, ensuring that you have accurate, up-to-date, and clinically relevant information.
- Logical organization begins with a discussion of basic orthodontic principles and moves on to diagnosis and treatment planning, implants and anchorage devices, and management of problems.

New to this edition:

- Anchorage of TADs Using Aligner Orthodontics Treatment for Lower Molars Distalization chapter helps you incorporate TADs to clear aligner therapy.
- Expert Consult website provides an online version of the book, allowing you to search the entire book electronically.
- Updated clinical photos illustrate the advances that have been made since publication of the first edition.
- Updated content reflects the latest research and advances in this evolving area.

AKTUELLES / NEWS

MARKT / MARKET

PERMADENTAL

Kooperation mit TRI



Permadental freut sich über eine erfolgreich gestartete Zusammenarbeit mit TRI, dem Erfinder von matrix, dem ersten digitalen Implantat. Die matrix ist die erste Zahnimplantatverbindung, die speziell für die neuen digitalen Herstellungstechnologien wie CAD/CAM-Fräsuren oder 3D-Drucker entwickelt wurde. Dieses einzigartige Konzept ermöglicht die Planung der Prothetik direkt auf dem Implantat, ohne Verwendung des Abutments. Permadental kann implantierende Kunden in ganz Deutschland ab sofort schon beim Einkauf von Implantaten unterstützen. Über attraktive Paketangebote (TRI Implantatkomponenten/Permadental Kronen und Brücken) informiert der zuständige Permadental-Mitarbeiter im Außendienst.

Permadental GmbH

Marie-Curie-Straße 1, 46446 Emmerich
Tel.: 0800 737 000 737
e.lemmer@permadental.de, www.permadental.de

MEDENTIS

Digitales Master-Konzept



Für den Anwender ist „ICX-Imperial ... in a SmileBox“ die Brücke zwischen Implantationsplanung und der eigentlichen Behandlung. Es basiert auf der implantologischen Erfahrung der Anwender in Kombination mit dreidimensionalen Daten, technischem Know-how und einer Computersimulation der Implantate samt provisorischen Zähnen, die bereits im Vorfeld der Operation stattfindet. Die ICX-Magellan-Bohrschablone garantiert optimalen Komfort und Sicherheit bei der Implantatinserterion. Mit ICX-Imperial erhalten Anwender zum OP-Termin darüber hinaus bis zu drei Bohrerschablonen, ein gedrucktes 3-D-Modell, alle benötigten Implantate und Aufbauten sowie die CAD/CAM-gefräste ICX-Smile-Bridge.

medentis medical GmbH

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

Weichgewebe und rosa Ästhetik in der Implantattherapie

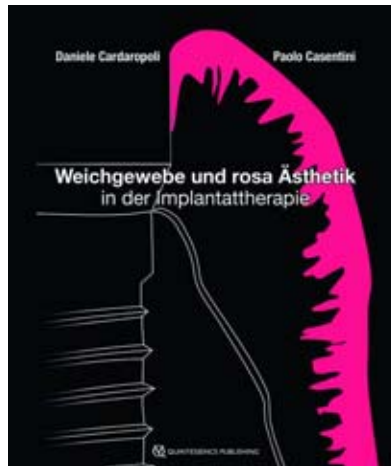
Um es vorweg zu sagen, Bücher dieses Umfangs beeindruckten mich schon immer. Viel Inhalt, herausragende Bilder, aber ich habe immer Bedenken, wie ich mir diesen Inhalt jemals erschließen soll.

Wie bei wenigen Büchern zuvor, stellten sich meine Befürchtungen als komplett unbegründet heraus. Zudem ist es auch nicht notwendig, das Buch von vorne nach hinten durchzugehen da jedes Kapitel für sich genügend Informationen aufweist, um die darin enthaltene Fragestellung gut und umfassend angehen zu können.

Das Buch ist insgesamt in 11 Kapitel untergliedert, die logisch und physiologisch korrekt bei den grundsätzlichen Fragen der Qualität und Quantität der periimplantären Weichgewebe beginnen. Die Qualität der Abbildungen ist ausgesprochen gut. Das erste Kapitel beinhaltet neben den klinischen auch die histologischen anatomischen Grundlagen für die nachfolgenden Fragestellungen und Techniken.

In jedem der Kapitel wechseln sich auf gut lesbare Weise theoretische Inhalte und klinische Fall-demonstrationen ab. Die Fälle sind aus dem realen Praxisalltag gegriffen und auch in der normalen zahnärztlich-implantologischen Praxis zu finden. Insbesondere das erste und zweite Kapitel vermitteln so viel Grundlagenwissen auf derart zugängliche Weise, dass dies für jeden Zahnarzt inklusive klinischer Studierender interessant ist.

Nach den anatomischen Grundlagen des ersten Kapitels widmet sich das zweite Kapitel dem Heilungsprozess in der Alveole und dem Remodeling des Alveolarkamms. Da dieses Wissen Grundlage für jede Form von Weiterversorgung nach einer Zahnextraktion ist, gilt für dieses Kapitel – genauso wie für das erste –, dass das hier vermittelte Wissen grundlegend



Daniele Cardaropoli und Paolo Casentini, Quintessenz Verlag, Berlin 2019, Buch/ Hardcover, 792 Seiten, 3740 Abb., ISBN 978-86867-480-4, 320,00 Euro

ist für jede zahnärztlich-chirurgische Arbeit. Die Autoren stellen dies sehr anschaulich dar und demonstrieren in verschiedenen Beispielen, welche Schritte zu welchen Konsequenzen führen.

Eines der wichtigsten Kapitel des Buches ist das dritte, in der die verschiedenen Entscheidungskriterien für das Extraktionsalveolen-Management vorgestellt und mit Vor- und Nachteilen diskutiert werden. Wie im ganzen Buch sind die Darstellungen nachvollziehbar, logisch und wissenschaftlich fundiert. In besonders gekennzeichneten „Frage“-Abschnitten werden typische und häufig auftretende Fragestellungen besprochen und beantwortet; hier wird – wie an so vielen anderen Stellen auch – gezeigt, wieviel klinisches und didaktisches Wissen die Autoren aufweisen können.

Dieses Konzept wird konsequent in den übrigen Buchkapiteln durchgehalten und vermittelt auf diese Weise durchgängig und didaktisch überzeugend das Wissen für Sofort-

implantationen, Ridge- Preservation und die dazu gehörenden Techniken des Weichgewebe-Managements. Als abschließendes Kapitel ist die Behandlung ästhetischer Misserfolge besonders herausgehoben.

Interdisziplinäre Herangehensweisen findet man im ganzen Buch verteilt und diese werden insbesondere im 10. Kapitel noch weiter herausgestellt, in welchem die kieferorthopädische Optimierung des zu implantierenden Areals behandelt wird.

Das letzte Kapitel behandelt ein besonders unangenehmes und wichtiges Thema: das Management von ästhetischen Misserfolgen. Auch hier werden verschiedene Herangehensweisen an realistischen Fällen demonstriert.

Nicht alle Fälle würde ein Behandler auf die gezeigte Weise lösen, aber die eingeschlagenen Lösungswege sind gut nachvollziehbar und eröffnen teilweise neue Blickwinkel.

Somit bietet das vorliegende Buch Wissen, das sowohl dem regulär tätigen Zahnarzt als auch dem auf implantologische Sonderindikationen spezialisierten Chirurgen zugutekommt.

Die gezeigten Biomaterialien sind durchweg gut wissenschaftlich unterlegt. Das wissenschaftliche Niveau ist als hoch zu bezeichnen.

Potenziellen Lesern kann geraten werden, sich vom Umfang des Werks nicht abschrecken zu lassen. Es eignet sich sowohl für das „konservative“ Durcharbeiten von vorne nach hinten als auch für das selektive Nachschlagen einzelner Fragestellungen.

Für uns in der Praxis ist dieses Buch eine wertvolle Erweiterung unserer Bibliothek,

Die Autoren können zu ihrer herausragenden Arbeit nur beglückwünscht werden.

Dr. Dr. Markus Tröltzsch,
Ansbach

Alignertherapie

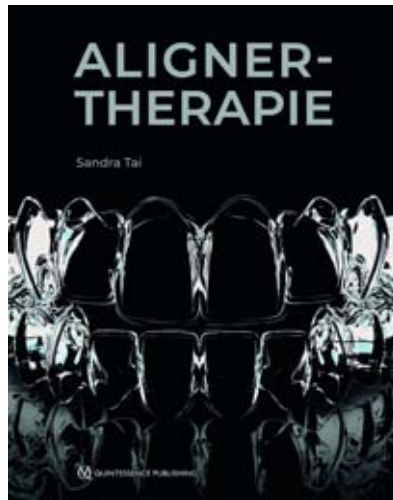
Aligner sind in aller Munde. Das hofft jedenfalls die Alignerindustrie, die sich gerade in den vergangenen zwei Jahren beispiellos ausgebreitet hat. Dies ist vermutlich dadurch begünstigt, dass unbedarften Anwendern suggeriert wird, dass die Anwendung problemlos und einfach sei.

Seit der Erfindung der Zahnbewegung mit Tiefziehschienen durch Kesling hat sich diese Methode über Jahrzehnte weiterentwickelt und wird heute allgemein mit Alignertherapie bezeichnet. Es gibt verschiedene Herstellungsmethoden, und unterschiedliche Kunststoffe kommen zum Einsatz, aber die Grundidee ist geblieben: Nach reellem oder virtuellem Setup einer Bewegungsabfolge werden Schienen hergestellt, die die Zähne sukzessive in die gewünschte Position veranlassen.

Das gestiegene Interesse an kieferorthopädischen Behandlungen mit Alignern lässt den Wunsch nach einem dazu passenden Lehrbuch aufkommen. Diesem versucht das jüngst in übersetzter Fassung erschienene Buch „Alignertherapie“ von Sandra Tai aus Kanada zu entsprechen. Nach eigenen Angaben ist die Autorin „Diamond-Providerin“ von Invisalign und primär in zwei privaten Praxen sowie sekundär als Lehrbeauftragte für das Invisalign-Programm an der Universität von British Columbia in Kanada tätig.¹

Schon beim ersten flüchtigen Durchblättern fällt dem Leser anhand der Abbildungen auf, dass das Buch den falschen Titel zu tragen scheint. Richtiger wäre vermutlich „Invisalign-Therapie“, denn alle Erläuterungen sowie Fallbeispiele beziehen sich ausschließlich auf das Produkt der Firma Align Technologies. Es erfolgt keine Bewertung anderer Alignersysteme durch die Autorin. Vergleiche beziehen sich stets auf festsitzende Behandlungstechniken.

Doch von vorn. Das Buch gliedert sich in drei Teile. Der erste befasst sich mit der historischen Entwicklung der Kieferorthopädie, die letztlich zu den Alignern geführt hat. Weiterhin wird auf die Patientenselektion sowie aus-



Sandra Tai (Autorin), Quintessenz, Berlin 2019, Buch/Hardcover, 320 Seiten, 1344 Abb., ISBN 978-3-86867-478-1, 178,00 Euro

föhrlich auf die ClinCheck-Methode (= Behandlungsplanungssoftware von Align Technologies) und deren prinzipiellen Vorgehensweisen eingegangen. Der dritte Teil schließlich widmet sich typischen kieferorthopädischen Behandlungsbeispielen aus verschiedenen Dysgnathiebereichen, also z.B. Extraktionstherapie, Klasse-II-Therapie usw.

Alle Kapitel sind reich bebildert, der Text wird jeweils von anschaulichen Darstellungen zum Verdeutlichen des Geschriebenen begleitet. Die ausgewählten Fallbeispiele reichen von banaler kosmetischer Korrektur bis zu anspruchsvoller interdisziplinärer Therapie komplexer Ausgangsbefunde.

Beim Text fallen einige Dinge auf, die vielleicht einer unzureichenden Übersetzung geschuldet sind. So spricht die Autorin beim Vergleich von Verankerung im Bereich „festsitzende Mechanik“ von reziproker Verankerung gemäß dem dritten Newtonschen „Gesetz“, bei Alignern jedoch von „vorbestimmten Verankerungselementen“ (S. 8). Diese Gegenüberstellung ist natürlich sinnentleert, denn die Gesetze der Physik gelten für alle Geräte gleichermaßen. Gestaltung von Verankerung kann sicher variieren, aber das könnte man auch so schreiben. Bei

den Erläuterungen von Therapien wird immer auf die Kontrolle von Kraft und Gegenkraft hingewiesen und beschrieben, wie sich diese bei Alignern und festsitzenden Mechaniken voneinander unterscheiden.

Trotzdem sind die Gegenüberstellungen zuweilen seltsam. So steht zum Thema Mittellinienkorrektur, dass diese bei Multiband abhängig von Tragen von Cross-Elastics sei, bei Alignern dagegen „vorhersagbar“. Nicht vorhersagbar erscheint mir, ob der Patient seine Aligner auch wie angewiesen trägt, ein Problem also ähnlich wie bei Cross-Elastics entstehen könnte. Schließlich werden im Verlauf viele Verläufe gezeigt, die den Einsatz von allen möglichen Elastics auch bei Invisalign erfordern.

Viel Wert wird auf die Erklärung der Planung gelegt. Oft ist eine Diskussion darüber vorangestellt, wie man die gegebene Problematik konventionell lösen würde und es wird auf Unterschiede hingewiesen. Die sehr gute Dokumentation wird zum Teil gerade bei komplexen Fällen leider nicht ganz zu Ende geführt. Einige Behandlungsverläufe verbleiben sogar in der Beschreibung noch vor dem Behandlungsende.

Für wen ist dieses Buch also ein guter Kauf? Es ist sehr geeignet für alle diejenigen, die Invisalign bereits nutzen oder nutzen wollen. Das Buch ist quasi das fehlende Handbuch zur ClinCheck-Software von Align Technologies. Ob dieses Buch Nutzern anderer Aligner-Systeme oder eventuell sogar selbstgemachter Schienensysteme etwas bringen kann, muss nach individueller Prüfung vor dem Kauf festgestellt werden. Dem Käufer muss klar sein, dass ein Alignersystem ein kieferorthopädisches Behandlungsgerät mit Indikationen und Kontraindikationen wie jedes andere auch ist.

Die Aufmachung des Buches ist wie von Quintessenz gewohnt hochwertig und von daher seinen Preis auch wert. Eine kritische Durchsicht/Überarbeitung des Textes im Rahmen einer zweiten Übersetzung wäre wünschenswert.

Prof. Dr. Jörg Lisson, Homburg

¹ www.drstrandatai.com/about/dr-sandra-tai/

Direkte Restaurationen im Seitenzahnbereich

Im Jahre 2020 ist im Quintessenz-Verlag das Werk „Direkte Restaurationen im Seitenzahnbereich“ der Autoren Salvatore Scolavino und Gaetano Paolone unter Mitarbeit von den Koautoren Giovanni Sanmarco, Lucio Daniele, Tiziano Bombardelli und Roberto Kaitsas als Übersetzung aus dem Italienischen erschienen. Die Autoren stellen auf 408 Seiten ihre langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Restaurativen Zahnheilkunde und – wie der Titel es beschreibt – speziell für Seitenzahnrestaurationen ausgeführt mit Komposit-Materialien in Adhäsivtechnik dar.

Das Buch ist in 10 Kapitel gegliedert, die beginnend mit Betrachtungen zur visuellen Wahrnehmung der Zahnform, über spezifische detaillierte anatomische Gesichtspunkte bis hin zur Ausarbeitung und Politur alle Aspekte der direkten Seitenzahnrestauration umfassen. Enthalten sind ebenfalls Abschnitte zur Kavitätenisolation, der Präparation sowie zu Matrixtechniken. Abgerundet wird das Werk durch die Darstellung des Managements klinischer Fälle, deren Behandlungsstrategie stets in Abhängigkeit vom individuellen Kariesrisiko dargestellt wird. Ein kurzes Kapitel zur „Diagnose und Behandlung kariöser Initialläsionen“ streift die Aspekte der Therapieentscheidung unter Berücksichtigung der Kariesaktivität und verfügbarer präventiver und frühtherapeutischer Interventionen wie Remineralisierung und der Infiltration mit Kunststoff. Die Autoren folgen einer klassischen Betrachtungsweise der Kariesätiologie, wonach „Zahnkaries ... eine übertragbare Erkrankung bakteriellen Ursprungs“ sei. Sehr ausführlich und mit detaillierten Bildserien versehen folgt ein umfassendes Kapitel zur Isolierung des Behandlungsfeldes mittels



Salvatore Scolavino, Gaetano Paolone (Autoren), Quintessenz-Verlag, Berlin 2020, Buch/Hardcover, 408 Seiten, 1715 Abb., ISBN 978-3-86867-506-1, 198,00 Euro

Kofferdam. An dieser Stelle werden auch wertvolle Tipps für die Bewältigung schwieriger Situationen, z.B. der Isolierung nicht vollständig eruptierter, oberer endständiger Molaren präsentiert. Der Abschnitt zur Kavitätenpräparation enthält reichlich bebildert zahlreiche Fälle aller Karies-Läsionsgrößen, wobei sich die Strategie der Autoren als frühzeitig-minimalinvasiv und die späteren restaurativen Arbeiten erleichternd darstellt.

Als herausragend und wiederum hervorragend bildlich dargestellt, erweist sich das Kapitel zur Wiederherstellung der Approximalwand. Hier werden unterschiedliche Optionen für die denkbaren klinischen Situationen detailliert und vor allem nachvollziehbar beschrieben. Insbesondere werden unterschiedliche Matrixsysteme und ihre optimale Anwendung diskutiert. Es folgt die Darstel-

lung der okklusalen Modellierung, bei der ebenfalls detailreich verschiedene Techniken für das Erzielen anatomisch natürlich erscheinender Oberflächen vorgestellt und in Fallbeispielen dokumentiert werden. Tipps zur Finalisierung der Restaurationen und zur Politur sowie synoptische Falldarstellungen finden sich in den abschließenden Kapiteln des Buches.

Herausragendes Merkmal und zentraler Bestandteil dieses praxisorientierten Werkes ist die detaillierte und eindrucksvolle Darstellung zahlreicher repräsentativer klinischer Fälle, mit der die Autoren den praktischen Zahnmediziner für direkte Komposit-Restaurationen im Seitenzahnbereich begeistern können. Demgegenüber sind Themenfelder der Kariespathogenese, der Kariesdiagnostik und Therapieentscheidung sowie der selektiven Kariesentfernung am Rande thematisiert und stellen nicht den Schwerpunkt dieses Werkes dar.

Das Buch ist eine reichhaltige Quelle für Anregungen auf dem Gebiet der restaurativen Zahnmedizin im Seitenzahngebiet. Es eignet sich sowohl als Lehrbuch für Studierende als auch als Inspiration für die tägliche Praxis der Patientenbehandlung. Da sich die Autoren bemühen, ihre Aussagen stets in den Kontext der international verfügbaren Literatur zu stellen, bietet sich hier Raum für weitere Aktivitäten zur Erweiterung des eigenen Wissens. Aufgrund der zahlreichen und qualitativ hochwertigen in sich geschlossenen und vor allem praktisch nachvollziehbaren Bildserien erweist sich der Preis von 198,00 Euro für dieses Werk als mehr als angemessen.

Prof. Dr. Stefan Rumpf,
Homburg/Saar

Ist Zirkoniumdioxid gleich Zirkoniumdioxid?*

Are zirconias of today different?



Hintergrund

Als Vorteile der keramischen Werkstoffe gelten generell ihr zahnähnliches transluzentes Aussehen, ihre gute biologische Verträglichkeit im direkten Kontakt mit der Gingiva und ein dem Zahnschmelz vergleichbares Verschleißverhalten. Diese Einschätzungen erfüllen in der Regel Lithiumsilikatkeramiken, welche für Veneers, Table-Tops, Einzelkronen und kleine Frontzahnbrücken indi-

ziert sind. Möchten wir das Indikationsspektrum erweitern und größere Restaurationen im Seitenzahnggebiet eingliedern, so ist dieses Vorhaben nur mit Zirkoniumdioxidkeramik umsetzbar [7]. Die höhere Bruchfestigkeit des Zirkoniumdioxids wird aber durch den Nachteil eines opaken, wenig zahnähnlichen Aussehens erkauft. Diese Tatsache störte anfangs nicht, da das opake Gerüst mit einer Feldspatkeramik verblendet wurde.

Seitdem es technisch im CAD/CAM-Verfahren möglich geworden ist, nicht nur Gerüste aus Zirkoniumdioxid, sondern auch komplette Restaurationen mit Kauflächen herzustellen, ist die hohe Opazität des Zirkoniumdioxid aus klinischer Sicht unerwünscht. Die Entwicklungen der letzten Jahre zielten darauf ab, Zirkoniumdioxide zu entwickeln, welche die oben genannten Eigenschaften der Silikatkeramiken, Transluzenz, Biokompatibilität und zahnähnliches Verschleißverhalten mit höherer Bruchfestigkeit und der Möglichkeit einer Verarbeitung im CAD/CAM-Verfahren vereinen. Diese Bemühungen haben zur Entwicklung unterschiedlicher Zirkoniumdioxide geführt.

Durch Dotieren des Zirkoniumdioxides mit unterschiedlichen Mengen von Yttrium und/oder Aluminium kann die Kristallstruktur des Zirkoniumdioxides (Abb. 1, Abb. 2) beeinflusst werden [13]. Das Zirkoniumdioxid liegt temperaturabhängig in kubischer (> 2370°C), tetragonaler (> 1170°C) oder monokliner (Raumtemperatur) Phase vor, wobei Phasenübergänge mit einer Volumenänderung einhergehen. Beim opaken „konventionellem Zirkoniumdioxid“ beispielsweise gelingt eine Stabilisierung tetragonaler Anteile bei Raumtemperatur durch die Dotierung mit 3 mol% Yttriumoxid (3Y-TZP, 3 mol% yttria stabilized tetragonal zirconia polycrystal). Dies ermöglicht eine

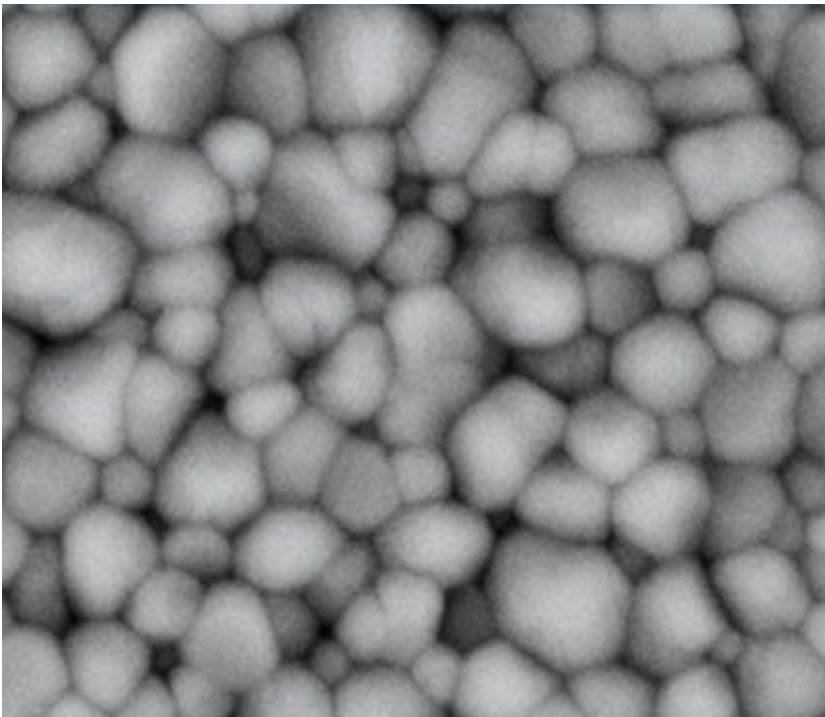


Abbildung 1 Rasterelektronische Aufnahme einer 3Y-Zirkoniumdioxid-Oberfläche (Vergrößerung: 10.000-fach)

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Behr M, Füllerer J, Strasser T, Preis V, Zacher J: Are zirconias of today different? Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 114–118
Zitierweise: Behr M, Füllerer J, Strasser T, Preis V, Zacher J: Ist Zirkoniumdioxid gleich Zirkoniumdioxid? Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 265–269
 DOI.org/10.3238/dzz.2020.0265–0269

spontane Phasenumwandlung zur monoklinen Kristallstruktur als Reaktion auf mechanische Belastung. Die hierbei auftretende Volumenzunahme kann beispielsweise der Ausbreitung von Rissen entgegenwirken.

Wir unterscheiden heutzutage mehrere Generationen oder Klassen von Zirkoniumdioxid [13]:

- Generation I 3Y-TZP-A →
Biegefestigkeit > 1000 MPa →
opak
- Generation II 3Y-TZP-LA →
Biegefestigkeit 900 MPa 5 % →
transluzenter
- Generation III 5Y-TZP →
Biegefestigkeit 600 MPa 15 % →
transluzenter
- Generation IV 4Y-TZP →
Biegefestigkeit 750 MPa 10 % →
transluzenter
- Generation V 3Y/4Y/5Y-TZP →
Biegefestigkeit 550–1200 MPa
1–15 % → transluzenter
(Multilayer mit Transluzenzgradienten)

In einem ersten Schritt 3Y-TZP transluzenter zu gestalten, wurde in der Generation II der Aluminiumanteil reduziert. Deutlich verbesserte Transluzenz zeigen aber erst die Zirkoniumdioxide der III.- und IV. Generation. Sie erkaufen jedoch ihre höhere Transluzenz mit geringeren Festigkeiten, welche sich auf dem Niveau von Lithiumdisilikatkeramik bewegen. Die neueste Entwicklung bei Zirkoniumdioxiden sind „Multilayer“, welche in ein und demselben Fräsblock, in teilweise mehreren Lagen, Bereiche mit „hoch“ transluzenten und opaken Zirkoniumdioxiden miteinander verbinden (Abb. 3). Durch geschicktes Ausrichten der digital geplanten Restauration im Fräsblock der Fräsmaschine können auch größere Brücken im Seitenzahnbereich mit natürlicherem Farbverlauf hergestellt werden. Zu beachten ist aber: Die transluzenteren Bereiche der Fräsblöcke weisen eine geringere Festigkeit als die opakeren Bereiche auf. Es kann zu klinischen Misserfolgen führen, wenn wir fälschlicherweise unsere Versorgung so planen und in der Fräsmaschine einrichten, als ob in allen Bereichen eines gemischten Blanks die gleichen Biegefestigkeiten vorliegen würden. Darüber hinaus zeigte sich in ersten Festigkeitsunter-

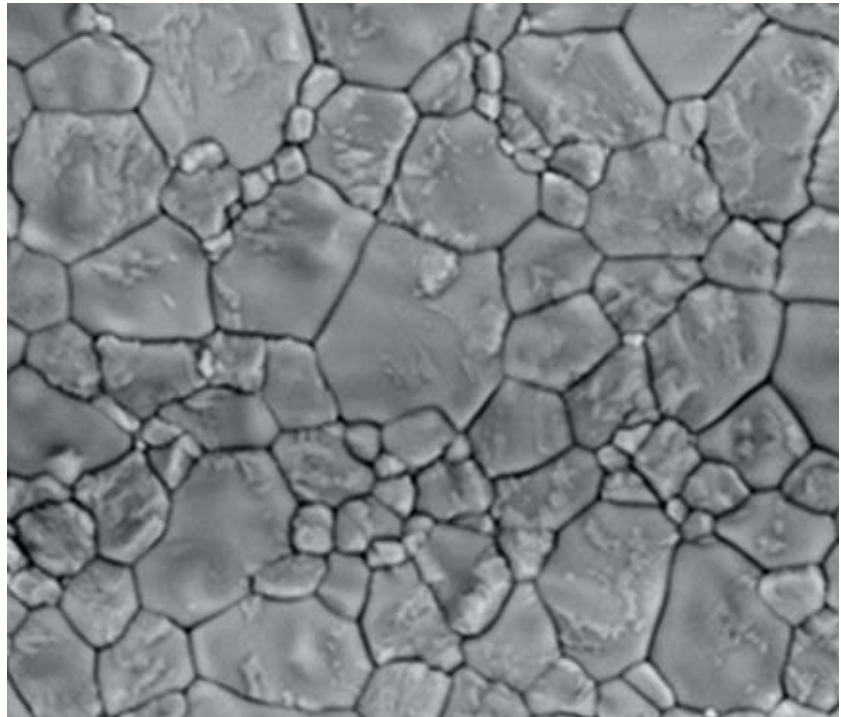


Abbildung 2 Rasterelektronische Aufnahme einer 5Y-Zirkoniumdioxid-Oberfläche (Vergrößerung: 10.000-fach). Zu beachten ist die im Vergleich zu 3Y-Zirkoniumdioxid (Abb. 1) größere Korngröße.

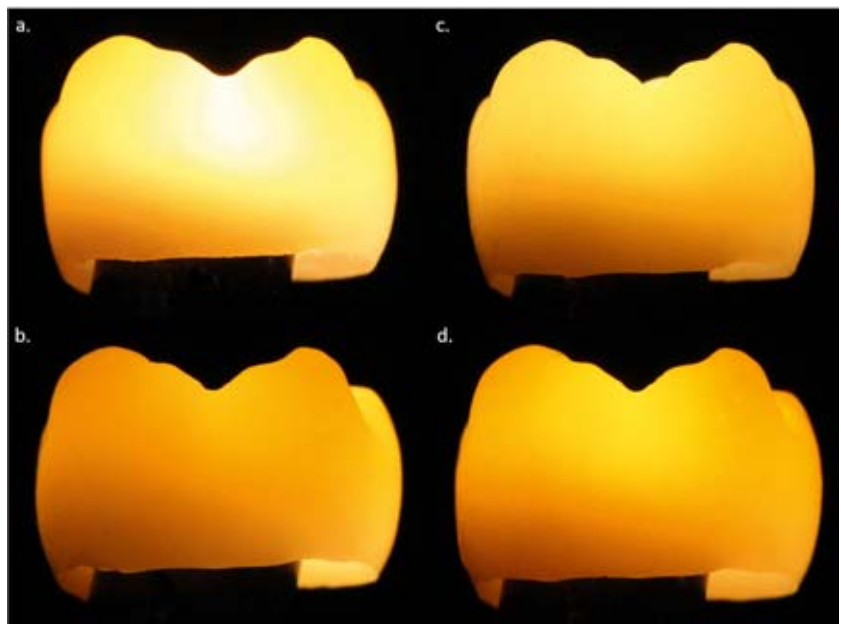
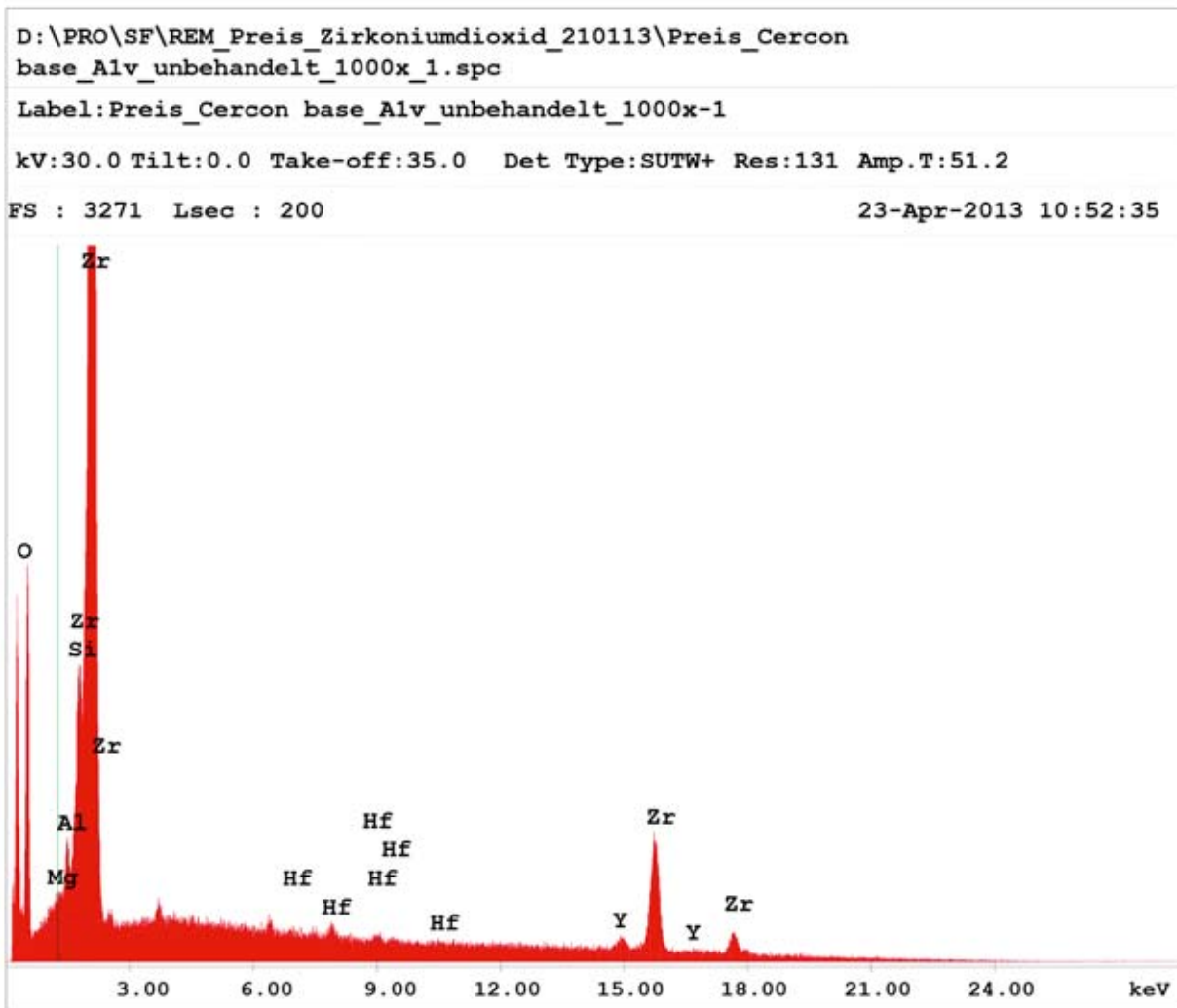


Abbildung 3a–d Darstellung der unterschiedlichen Transluzenz verschiedener keramischer Werkstoffe. Am Beispiel einer Molarenkrone 46. Ansicht von lingual, von Lichtleiter durchstrahlt. Alle Kronen wurden aus verschiedenen Materialien (a–d), jedoch mithilfe des gleichen digitalen Datensatzes im CAD/CAM-Verfahren hergestellt und haben daher identische Wandstärken. (a) Ivoclar emax CAD (Ivoclar-Vivadent, Schaan, FL); (b) Pritidenta multidisc ZrO₂ (Pritidenta, Leinfelden, D); (c) Ivoclar emax ZIRCAD Prime (obere Position in Multilayer Ronde ausgewählt) (Ivoclar-Vivadent, Schaan, FL); (d) Ivoclar emax ZIRCAD Prime (untere Position in Multilayer Ronde ausgewählt) (Ivoclar-Vivadent, Schaan, FL)

suchungen verschiedener Multilayer, dass die Festigkeit in der Übergangsschicht (Interphase) ein Schwach-

punkt sein könnte [5]. Die Festigkeit dieser „Übergangsschicht“ war rund 30 % geringer als die Festigkeiten der



EDAX ZAF Quantification (Standardless)
 Element Normalized
 SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
O K	30.17	68.14	0.0445	1.1296	0.1305	1.0004
MgK	0.73	1.08	0.0026	1.0881	0.3218	1.0093
AlK	1.40	1.87	0.0065	1.0570	0.4343	1.0171
SiK	2.65	3.41	0.0156	1.0886	0.5248	1.0285
HfL	1.69	0.34	0.0148	0.8272	1.0592	1.0000
Y K	6.09	2.48	0.0551	0.9014	1.0030	1.0000
ZrK	57.26	22.68	0.5156	0.8973	1.0035	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
O K	45.34	2.81	1.11	16.11
MgK	5.28	6.50	5.72	0.81
AlK	14.03	6.93	2.66	2.03
SiK	32.77	8.12	1.51	4.04
HfL	4.21	8.17	7.61	0.52
Y K	6.23	4.13	4.32	1.51
ZrK	46.13	3.63	1.12	12.69

(Abb. 1-4: M. Behr)

Abbildung 4 Plot einer EDX-Analyse (energie-dispersive Röntgenspektroskopie) einer 3Y-Zirkoniumdioxid-Oberfläche. Der Plot zeigt die in der Probe vorgefundenen chemischen Elemente: Zr, Al, Mg, Y, Hf, O, Si.

„reinen“ 3Y-TZP- oder 5Y-TZP-Zirkoniumdioxidschichten, sodass beispielsweise Kaizer die Ansicht vertritt, dass die klinische Indikation Multilayer nicht erweitert, sondern eher eingeschränkt werden müsste [5].

Aufgrund ihrer Opazität finden Zirkoniumdioxide der Generation I vornehmlich als Gerüstmaterial Verwendung. Eine natürlich aussehende zahnfarbene Versorgung ist durch Verblenden mit einer Feldspatkeramik möglich. Die immer wieder auftretenden Probleme mit Chipping – insbesondere in Kombination mit Implantatversorgungen [10] – können durch standardisierte und optimierte Verarbeitungsprotokolle reduziert werden [14]. Es ist zu beachten, dass – im Gegensatz zu Metallkeramik – der Verarbeitungsspielraum von Zirkoniumdioxid erheblich kleiner ist. Während beispielsweise bei Metallkeramik lokale Temperaturerhöhungen, wie sie beim Beschleifen auftreten, durch die Metallgitterstruktur relativ gut verteilt werden, führt die Gitterstruktur der Keramik zu hohen Temperaturgradienten. Durch diese großen Temperaturunterschiede in dicht auf einander liegenden Kristallstrukturen entstehen initiale Risse, welche sich in der Gebrauchsperiode fortpflanzen und zu vorzeitigem Versagen, wie Chipping, beitragen können.

Neben den klinischen Problemen mit Chipping forcierten auch die neuen digitalen Gestaltungsmöglichkeiten, Zähne direkt mit Kauflächen funktionell zu gestalten, den Wunsch, mit transluzenteren Zirkoniumdioxiden ästhetisch ansprechende Versorgungen mit einer einzigen Werkstoffklasse im CAD/CAM-Verfahren bearbeiten zu können. Diesem Wunsch entsprachen Zirkoniumdioxide mit einer Dotierung von 5 mol% Yttriumoxid, kurz als „5Y-TZP“ bezeichnet. Ihre Transluzenz erreicht teilweise die von Lithiumdisilikatkeramik [13]. Diesem Vorteil der erhöhten Transluzenz steht aber der Nachteil einer verringerten Biegefestigkeit des Zirkoniumdioxids, und dadurch ein reduziertes klinisches Indikationsspektrum, entgegen. Das Indikationsspektrum von 5Y-TZP-Zirkoniumdioxid unterscheidet

sich kaum von dem von Lithiumdisilikatkeramik [14]. Es umfasst neben Einzelkronen im Front- und Seitenzahngebiet nur dreigliedrige Brücken im Frontzahn- und Prämolarenbereich. Molarenbrücken und der Ersatz von mehr als einem Zwischenglied sind in der Regel nicht freigegeben. Beim Zirkoniumdioxid der IV. Generation (4Y-TZP) ist die Festigkeit wieder höher, sodass einige wenige Hersteller das Indikationsspektrum auch in den Molarenbereich ausweiten. Hier sind, schon in der Planungsphase einer Restauration, die divergierenden Vorgaben der Hersteller zu beachten!

Allen Zirkoniumdioxiden ist gemeinsam, dass ihr Verschleißverhalten sich deutlich von dem des Zahnschmelzes oder bisheriger Restaurationmaterialien unterscheidet [12, 15]. Zirkoniumdioxid verschleißt praktisch nicht. In Folge dieser Tatsache können bei ungünstiger Verteilung der verschleißfesten monolithischen Versorgungen in einem Gebiss Veränderungen der Okklusion bis hin zu Lageänderung der Kauene resultieren. Funktionelle Störungen sind dann nicht auszuschließen [2]. Um Schäden an den Antagonisten zu vermeiden, ist es essenziell, monolithisches Zirkoniumdioxid nach okklusalen Korrekturen immer perfekt auf Hochglanz zu polieren [8, 11]. Wird diese Maßnahme unterlassen, werden die Antagonisten überproportional abrasiv geschädigt [12].

Des Weiteren bedarf auch die Sicherheit des Werkstoffes Zirkoniumdioxid in der klinischen Anwendung unserer Aufmerksamkeit. Ausgangsmaterial für unser klinisch verwendetes Zirkoniumdioxid ist das Mineral „Zirkon“. Das Mineral „Zirkon“ ist Träger der natürlichen Radioaktivität [1, 16]. Es enthält neben Zirkoniumsilikat, Hafniumoxid, Thoriumoxid und Uranoxid. Von diesen „Verunreinigungen“ muss der klinische Werkstoff gesäubert werden. Dies gelingt bei Thoriumoxid und Uranoxid. Kleine Spuren von Hafnium (Abb. 4) lassen sich bei Zirkoniumdioxid in der Regel nachweisen. Dies ist jedoch unbedenklich. Nicht befriedigen kann aber die Tatsache, dass im zuständigen Medizinpro-

duktesgesetz [9] bisher keine Regelungen zur Reinheit von medizinisch verwendetem Zirkoniumdioxid aufgeführt sind und dass die Prozesse der Aufbereitung von Zirkoniumdioxid wenig transparent sind. Probleme mit Hüftgelenkprothesen aus den 90iger Jahren zeigen [3], dass in diesem Punkt Wachsamkeit geboten ist.

Zusammenfassung

In Abhängigkeit von ihrer Yttrium-/Aluminium-Dotierung weisen dentale Zirkoniumoxide unterschiedliche Eigenschaften auf. Zirkoniumdioxide mit höherer Transluzenz haben eine gegenüber den klassischen opaken Zirkoniumdioxiden verminderte mechanische Festigkeit. Aufgrund dieser Tatsache sind ihre klinischen Indikationen eingeschränkt. Für transluzente Zirkoniumdioxide unterscheiden sich die klinischen Indikationen kaum von denen für Lithiumdisilikate. Individuelle Indikationseinschränkungen oder Erweiterungen der Indikation in den Molarenbereich seitens eines Herstellers müssen vor allem bei 4Y-TZP-Zirkoniumdioxiden beachtet werden. Besonders verwirrend sind die stark variierenden Indikationsstellungen für die neue Generation V der gemischten Zirkoniumdioxide mit verlaufender Transluzenz innerhalb eines Fräsblocks. Wir finden für diese Generation Indikationsstellungen, welche nur kleine dreispännige Brücken im Frontzahngebiet zulassen [6] bis hin zur Freigabe von 14-gliedrigen Brücken [4] (maximal 2 Zähne pro Schaltlücke ersetzt). Heutzutage gibt es also nicht „das Zirkoniumdioxid“, sondern eine Vielzahl an Materialvarianten, welche für individuelle Anwendungen geschaffen sind.

Michael Behr, Julian Füllerer,
Thomas Strasser, Verena Preis,
Julian Zacher, Regensburg

Literatur

1. Behr M: Dentales Zirkonium und Strahlenexposition. In: Staehe HJ (Hrsg): Deutscher Zahnärzte Kalender 2015, Deutscher Ärzteverlag, Köln 2015, 11–16

2. Behr M, Proff P, Rosentritt M: Führt die Anwendung von monolithischem Zirkoniumdioxid möglicherweise zu Funktionsstörungen? Dtsch Zahnärztl Z 2019; 74: 86–89

3. Cale B, Peille CN: Radioactive properties of ceramic hip joint heads. In: Heimke G (Hrsg): Bioceramic 1990, 152–159

4. Ivoclar Vivadent: IPS e-max ZirCAD Prime Gebrauchsanweisung. <https://www.ivoclarvivadent.com/de/p/alle/produkte/vollkeramik/ips-emax-techniker/ips-emax-zircad>, (letzter Zugriff am 02.01.2020)

5. Kaizer MR, Kolakamprasert N, Rodrigues C, Chai H, Zhang Y: Probing the interfacial strength of novel multi-layer zirconias. Dent Mater 2020; 36: 60–67

6. Kuraray Noritake Europe: Gebrauchsanleitung Katana Keramik UT (Ultra Translucent) & UTML (Ultra Translucent Multi Layered), Hattersheim 2017

7. Lohbauer U, Belli R, Wendler M: Keramische Materialien. In: Rosentritt M, Ilie N, Lohbauer U (Hrsg): Werkstoffkunde in der Zahnmedizin. Moderne Materialien und Technologien. Thieme, Stuttgart, New York 2018, 239–305

8. Matzinger M, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M: Polishing effects and wear per-

formance of chairside CAD/CAM materials. Clin Oral Investig 2019; 23: 725–737

9. Medizinproduktegesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (BGBl. I S. 3146), das zuletzt durch Artikel 83 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist, 2019

10. Pjetursson BE, Valente NA, Stranding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I: A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. Clin Oral Implants Res 2018; 29 (Suppl 16): 199–214

11. Preis V, Grumser K, Schneider-Feyrer S, Behr M, Rosentritt M: The effectiveness of polishing kits. Influence on surface roughness of zirconia. Int J Prosthodont 2015; 28: 149–151

12. Preis V, Grumser K, Schneider-Feyrer S, Behr M, Rosentritt M: Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments. J Mech Behav Biomed Mater 2016; 53: 49–58

13. Rosentritt M, Kieschnick A, Stawarczyk B: Zahnfarbene Werkstoffe im Vergleich. Kleine Werkstoffkunde für Zahnärzte – Teil 4. ZM-online 2019

14. Rosentritt M, Kiesneck, A, Hahnel S, Stawarczyk, B: Werkstoffkunde-Kompen-

dium Zirkonoxid. Moderne dentale Materialien im Arbeitsalltag. <https://werkstoffkunde-kompodium.de/das-werkstoffkunde-kompodium/zirkonoxid/>, (letzter Zugriff am 27.01.2020)

15. Rosentritt M, Schumann F, Krifka S, Preis V: Influence of zirconia and lithium disilicate tooth- or implant-supported crowns on wear of antagonistic and adjacent teeth. J Adv Prosthodont 2020; 12: 1–8

16. Rösler HL: Lehrbuch der Mineralogie. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1991



(Foto: UKR)

PROF. DR. MED. DENT. MICHAEL BEHR
 Universität Regensburg
 Fakultät für Medizin
 Franz-Josef-Strauss-Allee 11
 93053 Regensburg
michael.behr@klinik.uni-regensburg.de



DIE ABSTRACTS DER VORTRÄGE DES 5. DGZ-TAGES DER WISSENSCHAFT/UNIVERSITÄTEN UND DER 4. GEMEINSCHAFTSTAGUNG DER DGZ UND DER DGET MIT DER DGPZM UND DER DGR²Z FINDEN SIE AB DEM 01. NOVEMBER 2020 UNTER WWW.ONLINE-DZZ.DE.

Sind Miniimplantate eine Alternative zu Standard-durchmesser-Implantaten?*



Was muss ich bei Mini-implantaten beachten?

Dentale Implantate sind aus dem zahnmedizinischen Behandlungsspektrum nicht mehr wegzudenken und sind fester Bestandteil aktueller prothetischer Behandlungskonzepte.

Sowohl bei der herausnehmbaren als auch bei der festsitzenden Prothetik zeigen sich klinisch relevante Vorteile durch den Einsatz von Implantaten, die sich für die Patientinnen und Patienten über eine Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität, über eine verbesserte Kaufunktion und über bessere Langzeitprognosen des Zahnersatzes dokumentieren [9].

Implantat-prothetische Konzepte

Die Prognose für festsitzenden Zahnersatz auf Implantaten ist sehr gut (5-Jahres-Prognose 96,4 %/10-Jahres-Prognose 93,9 %) und entspricht der Prognose von kurzspannigem Zahnersatz auf Zähnen [29]. Es kann somit durch den Einsatz von Implantaten das Beschleifen von natürlichen Zähnen und langspannigen Brücken vermieden werden sowie Freundsituationen versorgt werden. Auch die totale, festsitzende Versorgung des zahnlosen Kiefers ist mittels 4–8 Implantaten möglich [25, 26].

Beim herausnehmbaren Zahnersatz kann über den Einsatz von Im-

plantaten im zahnlosen Kiefer (1–6 Implantate im Unterkiefer und 4–8 Implantate im Oberkiefer) die Kaufunktion und die Zufriedenheit mit der Zahnversorgung deutlich verbessert werden. Ein guter Halt und eine geringe Rotationsfähigkeit des Zahnersatzes werden von den Patientinnen und Patienten bevorzugt [9]: Eine möglichst quadranguläre Abstützung und eine Beachtung der Rotationsachsen sowie die Auswahl des Attachmentkonzeptes sind hierbei zu berücksichtigen. Dem Ziel einer möglichst guten Retinierung und Abstützung des Zahnersatzes dient im teilbezahnten Gebiss auch der Einsatz sog. Unterstütsungsimplantate, die strategisch wichtige Positionen, wenn zahnlos, durch ein oder 2 Implantate besetzen, die die Rotationsfähigkeit des Zahnersatzes reduzieren. Ein starr abgestützter, herausnehmbarer Zahnersatz, also ein Zahnersatz, der weniger wackelt, führt nicht nur zu einer besseren Zufriedenheit der Patienten, sondern auch zu weniger Verschleiß der Attachmentssysteme und damit zu einer besseren Langzeitprognose. Die Prognose für Unterstütsungsimplantate ist sehr gut und mit der von Einzelzahnimplantaten vergleichbar [22].

Für viele prothetische Behandlungsfälle ist der Einsatz von Implantaten somit zu empfehlen. Dies ist seit bald 20 Jahren über das McGill

Consensus Statement dokumentiert, das die Versorgung eines zahnlosen Patienten mit Totalprothesen als Unterversorgung darstellt und den Einsatz von zumindest 2 Implantaten im Unterkiefer fordert [16]. Gemäß aktueller Datenlage kann als Mindestanzahl von Implantaten im zahnlosen Unterkiefer sogar nur ein in die Nähe der Symphyse inseriertes Implantat definiert werden [23].

Durchmesserreduzierte Implantate (NDI)

Die beschriebenen implantatprothetischen Konzepte sind bezüglich Standarddurchmesser-Implantate (> 3,5 mm) untersucht und evidenzbasiert. Diese Ergebnisse dürfen jedoch nicht 1:1 auf durchmesserreduzierte Implantate übertragen werden.

Durchmesserreduzierte Implantate werden auch als Narrow-Diameter-Implants (NDI) bezeichnet und umfassen Durchmesser von 1,8–3,5 mm. NDI werden hinsichtlich ihres Durchmessers in 3 Kategorien unterschieden [20]:

Kategorie 1 umfasst die Miniimplantate (MDI, 1,8–2,5 mm), welche grundsätzlich einteilig sind, Kategorie 2 (Durchmesser 2,5–3,25 mm) und Kategorie 3 (Durchmesser 3,3–3,5 mm) beinhalten zweiteilige Implantate.

NDI der Kategorie 3 aus Reintitan (Titan Grade IV) haben im Vergleich

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Enkling N: Are mini-implants an alternative to standard-diameter implants? Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 155–159
 Zitierweise: Enkling N: Sind Miniimplantate eine Alternative zu Standarddurchmesser-Implantaten? Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 270–274
 DOI.org/10.3238/dzz.2020.0270–0274

zu Standarddurchmesser-Implantaten (4,1 mm) nur ein Fünftel der mechanischen Belastbarkeit (200 N vs. 1000 N) [5]. Somit führt eine Durchmesserreduzierung von Implantaten zu einer theoretisch erhöhten Frakturgefahr. Daher wird die Bruchanfälligkeit der zweiteiligen Implantate der Kategorie 3 und 2 durch Modifikationen der Implantatabutmentverbindung, die eine dickere Implantatwandstärke ermöglichen, oder durch Titan-Zirkon-Legierungen, die eine höhere Bruchfestigkeit aufweisen, reduziert. Kategorie-1-Implantate können aufgrund der Frakturproblematik nicht aus Reintitan hergestellt werden, sondern werden aus einer Titan-Legierung (Titan Grade V, Ti6Al-4V ELI) produziert und sind einteilig, da eine Zweiteiligkeit die Wandstärken reduzieren würden.

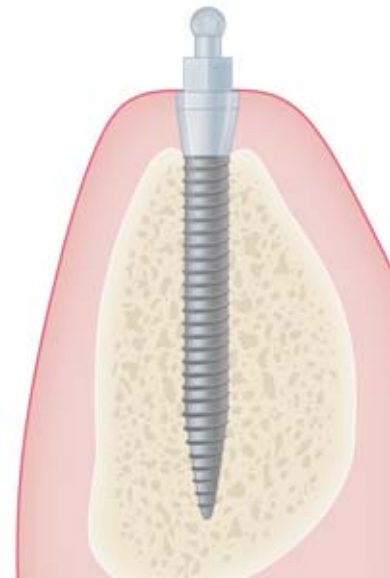
Aus werkstoffwissenschaftlichen und Finite-Elementen-Studien ist zudem bekannt, dass eine Veränderung der Implantatgeometrie zu einer veränderten Krafteinleitung in die periimplantäre Kortikalis führt [19]. Hierbei zeigt eine Veränderung des Implantatdurchmessers eine stärkere Auswirkung als eine Veränderung der Implantatlänge [8]: Bei einer Durchmesservergrößerung von 2,5 mm auf 3,3 mm wird der Stress in der Kortikalis um 30,7 % reduziert, wohingegen bei einer Verlängerung der Implantate von 8,5 mm auf 15 mm der kortikale Stress lediglich um 1,7 % abnimmt.

Es stellt sich somit die Frage, welche Überlebensprognose durchmesserreduzierte Implantate aufweisen – vor allem bei kompromittiertem Knochenangebot. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei Standarddurchmesser-Implantaten sehr gute Implantatüberlebens- und -erfolgsraten dokumentiert [24] sind, die jedoch bei schlechter Knochenqualität und -quantität nicht erreicht werden [7, 15].

Die bisher veröffentlichten wissenschaftlichen Daten zu den durchmesserreduzierten Implantaten (NDI) zeigen sehr gute Ergebnisse hinsichtlich Implantatüberleben und Implantaterfolg, die mit denjenigen der Standardimplantate vergleichbar sind (90–100 %) [6, 35, 36]. Ein aktuelles Review wies jedoch darauf hin, dass

hinsichtlich der Misserfolgsquoten deutliche Unterschiede zwischen den 3 Kategorien der NDI vorliegen: Kategorie 2 und 3 zeigen sehr gute Prognosen – vergleichbar zu den Standarddurchmesser-Implantaten. Kategorie-1-Implantate, die Miniimplantate mit einem Durchmesser von 2,5 mm und weniger, zeigen hingegen ein deutlich höheres Risiko für einen Implantatverlust mit einer Odds-Ratio von 4,54 (CI: 1,51–13,65) [33]. Wenn möglich, sollte somit ein NDI der Kategorie 2 und 3 oder ein möglichst dickes Implantat der Kategorie 1 gewählt werden.

Moderne NDI der Kategorie 3 zeigen sehr gute Ergebnisse und können bezüglich der oben beschriebenen prothetischen Konzepte in vielen Fällen wahrscheinlich äquivalent zu den Standardimplantaten eingesetzt wer-



(Abb. 1 u. 2: Ines Badertscher, Universität Bern)

Abbildung 1 Das Miniimplantat (1,8 mm Durchmesser)



Abbildung 2 Vier interforaminale Miniimplantate mit Overdenture

den. NDI der Kategorie 2 und 3 sind in der Indikation Einzelzahnimplantat Unterkieferschneidezähne und obere laterale Incisivi problemlos möglich, von einem Einsatz im Bereich der stark kaubelasteten Molaren muss jedoch abgeraten werden [19, 33]. Wenn diese Grundsätze eingehalten werden, ist auch für festsitzende Prothetik auf durchmesserreduzierten Implantaten eine sehr gute

Implantatüberlebensrate (90–100 %) dokumentiert [36].

Miniimplantate

Der extrem resorbierte Alveolarknochen kann jedoch so dünn sein, dass ohne Knochenaugmentation nur Kategorie-1-Implantate möglich sind. Es liegen für diese Implantatgruppe somit klinisch relevante Indikationen vor: In der Indikation Stabilisierung

einer Unterkiefertotalprothese konnten in einem aktuellen Review über Kategorie-1-Implantate sehr gute Überlebensraten (98 %) und Erfolgsraten (93 %) dargestellt werden [27]. In derselben Indikation wurde in einer aktuell publizierten, prospektiven 5-Jahres-Studie der Universität Bern mit sofortbelasteten 1,8 mm Durchmesserimplantaten eine Überlebensrate und Erfolgsrate von 100 % dokumentiert [12, 13]. Ein Einsatz der NDI Kategorie 1 in der Indikation festsitzender Zahnersatz erscheint hingegen nicht ratsam.

Miniimplantate können wie oben beschrieben gut funktionieren, sollten jedoch nicht unterschätzt werden. Der Erfolg der Therapie mit Miniimplantaten ist abhängig von der Patientenselektion und von der Erfahrung des zahnärztlichen Behandlers [31]. So konnte in einer Multicenterstudie mit 5 Operationszentren und 1029 nachuntersuchten Implantaten aufgezeigt werden, dass die durchschnittliche Implantatüberlebensrate 91 % betrug. Aufgeschlüsselt nach den einzelnen Zentren ergab sich jedoch folgende Situation: 4 Zentren erbrachten Erfolgsquoten von über 90 %, das fünfte erzielte lediglich eine Erfolgsquote von 69 %, 13 von 42 Implantaten gingen verloren [10]. Ein intensives Auseinandersetzen mit dem chirurgischen Vorgehen erscheint daher ratsam: Das operative Vorgehen ist im Prinzip sehr einfach, jedoch muss das Bohrprotokoll auf jeden Patientenfall individuell angepasst werden [35]. Es wird keine klassische Normbohrung durchgeführt, sondern nur eine Perforation der Kortikalis. Das Implantat hat somit immer einen selbstbohrenden und selbstschneidenden Charakter. Ein Eindrehmoment von 45 Ncm sollte beim 1,8 mm Durchmesserimplantat auf keinen Fall überschritten werden, da ansonsten die Frakturgefahr deutlich ansteigt: Aus den bisher veröffentlichten wissenschaftlichen Daten ist ersichtlich, dass eine gewisse Bruchanfälligkeit der dünnen Implantate bei der Insertion vorliegt. So wurden in einer prospektiven Studie an der Universität Belgrad 2,5 % Implantatbrüche im Rahmen der Implantat-OP ermittelt (3 von 120) [32], und in einer retrospektiven Auswer-

tung aus den USA wurden 0,8 % Brüche während des Implantateindrehens dokumentiert [35]. Eine erhöhte Rate von Implantatbrüchen nach Belastung durch den herausnehmbaren Zahnersatz konnte bislang nicht aufgezeigt werden: Die Implantatbruchquote von 1 % im Unterkiefer, die in einer aktuellen Multicenterstudie aus Deutschland ermittelt wurde (4 von 402 MDI-Implantaten) [28], entspricht den dokumentierten Daten zu Standarddurchmesser-Implantaten [18]. Diese guten Daten zur klinischen Frakturstabilität der MDI in der herausnehmbaren Prothetik sind wahrscheinlich durch die Art der Verbindung der Prothese mit dem Implantat begründet: Die MDI sind einteilige Implantate mit 1,8 mm Kugelnköpfen, die mit der Prothese über einpolimerisierte Matrizen (Metallgehäuse mit eingelegtem Gummi-O-Ring) verbunden werden. Es wird jedoch nur ein Kontakt zwischen der Kugel und dem Gummi-O-Ring zugelassen, hingegen kein Kontakt zwischen dem metallischen Matrizengehäuse und der Kugel-Patrize. Dieses Konstruktionsmerkmal führt dazu, dass auf den Miniimplantaten die Prothese nur retiniert und nicht abgestützt wird. Es findet wie bei der konventionellen Totalprothese eine tegumentale Abstützung auf der Alveolarfortsatzmukosa statt. Die Matrizen erzielen somit nur eine Retentionserhöhung sowie eine Reduktion der Prothesenrotation. Der Verschleiß, der in jedem Matrizen- und Patrizensystem in der Mundhöhle auftritt, wird auf den Gummi-O-Ring der Matrize beschränkt [1]. Dies ist vorteilhaft, da ein Verschleiß an der Patrize nicht ausgeglichen werden könnte, da diese fix, nicht auswechselbar mit dem Implantatkörper verbunden ist. Der Austausch des Gummirings ist hingegen einfach möglich. Die Gummi-O-Ringe zeigen eine Retentionskraft mit 5–9 N vergleichbar den blauen und pinken Locator-Einsätzen (Zest-Anchors, Escondido, USA) [2]. 20 % der Gummi-O-Ringe müssen in der Regel nach einem Jahr ersetzt werden [28]. Die Präzision der O-Ringe ist sehr gut, daher kann nach Austausch die ursprüngliche Retentionskraft vorhersagbar wiederhergestellt werden [2].

Über den Einsatz der Miniimplantate konnte gezeigt werden, dass sich die Kaufunktion und die Bisskraft sowohl bei älteren als auch bei jüngeren Patienten deutlich verbesserte [14]. Die älteren Menschen benötigten jedoch mehr Zeit, um die Kaufunktionsverbesserungen zu realisieren [12]. Die Retention der Implant-Overdentures ist über die O-Ringe der MDI-Matrizen jedoch weniger steif bzw. rigide als im Vergleich dazu eine Verankerung über einen gefrästen parallelwandigen Steg. Dies ist eine gewisse Komforteinbuße und muss bei der individuellen Therapieplanung berücksichtigt werden. Insgesamt konnte in einer prospektiven 5-Jahres-Studie jedoch gezeigt werden, dass sich die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität über den Einsatz von 4 interforaminalen Implantaten signifikant verbesserte [30]. Die Beweglichkeit könnte auch einen klinisch relevanten Nutzen erbringen: Die Kugelpatrizen der Miniimplantate weisen kaum Zahnsteinanlagerungen auf, und die periimplantäre Mukosa ist in der Regel gesund – dies könnte auf die selbstreinigende Wirkung der Gummi-O-Ringe zurückgeführt werden [37]. Dabei ist hervorzuheben, dass auch das Fehlen von periimplantärer keratinisierter Mukosa nicht zu erhöhten Knochenabbauraten führte [13]. Aus prophylaktischen Gründen wird zur einfacheren Implantathygiene jedoch weiterhin eine perimplantäre, keratinisierte Mukosa empfohlen.

Für den zahnlosen Unterkiefer ist das Miniimplantat nachgewiesen eine sichere Therapieoption zur besseren Retinierung von herausnehmbarem Zahnersatz [10, 13, 35]. Neben der Indikation der zahnlosen Patienten können auch Teilbezahnte vom Einsatz der Miniimplantate profitieren. Entsprechende Konzepte von Mini-Unterstützungsimplantaten sind publiziert: 1–4 Implantate im Unterkiefer und 1–6 Implantate im Oberkiefer abhängig von der Anzahl und Verteilung der Restzähne [3]. Es muss jedoch bei den Mini-Unterstützungsimplantaten die Charakteristik des oben beschriebenen Kugelattachments berücksichtigt werden: Die Attachments auf den Zähnen sind immer starrer als diejenigen auf den



(Abb. 3a u. 3b: N. Enkling, Universität Bern)

Abbildung 3a und 3b Beispielfall aus der Miniimplantatstudie der Universität Bern, 5 Jahre nach Implantation: 4 sofortbelastete, interforaminale Implantate 1,8 mm x 13 mm/Overdenture; **a)** frontale Sicht; **b)** Aufsicht

1,8 mm Kugeln. Die Mini-Unterstützungsimplantate bewirken, dass der Zahnersatz besser retiniert, jedoch nicht besser abgestützt ist. Dies bedeutet, dass die Prothetik im Bereich der Mini-Unterstützungsimplantate weiterhin tegumental gelagert ist und die natürlichen Attachmentzähne als Hypomochlion wirken können. Der Zahnersatz weist somit eine gewisse Beweglichkeit auf: Dies sollte bei der Planung und Patientenaufklärung berücksichtigt werden.

Klinische Tipps zu Miniimplantaten

Das einfache chirurgische und prothetische Vorgehen, welches wenig material- und zeitaufwendig ist, sowie der geringe Nachsorgeaufwand werden von den zahnärztlichen Behandlern sehr geschätzt [34]. Prothetisch ist dabei zu beachten, dass die Miniimplantate gut verteilt werden und einen Mindestabstand von 4 mm aufweisen sollten. Bei einem Implantatabstand von weniger als 4 mm entstehen aufgrund der Matrizengehäusegröße Schwierigkeiten, die Matrizen nebeneinander zu positionieren. Bei Patienten mit erhöhten Kaufkräften und bei dünnen Unterkieferprothesen, bei denen die Kunststoffummantelung der Matrizen geringer als 2 mm stark dimensioniert ist, besteht eine erhöhte Frakturgefahr der Prothesen im Bereich der Matrizengehäuse [11]. In der Studie von Mundt et al. wurde eine Frakturrate der MDI-Implant-Overdentures ohne Modellgussverstärkung von 20 % ermittelt [28]. In diesen Fällen ist es ratsam, eine linguale Verstärkung in Form eines 1 mm starken,

aus einer Modellgusslegierung gegossenen Versteifungsbandes einzubauen [13]. In einer aktuellen prospektiven Studie mit 5-Jahres-Ergebnissen wurde eine Frakturrate der Unterkieferprothesen ohne Modellgussverstärkung von 35 % ermittelt. Nachdem die Modellgussverstärkung eingebaut wurde, gab es keine erneuten Frakturen mehr [13]. Eine Verstärkung bzw. Verdickung einer Unterkieferprothese nach lingual von ca. 2–4 mm wird von vielen Patienten gut vertragen und nicht als störend empfunden [4].

Die Empfehlung des Modellgusses nach einem erfolgten Bruch kann zu Missstimmigkeiten mit den Patienten führen: Daher erscheint es ratsam, eine Modellgussverstärkung grundsätzlich anzubieten – diese kann im Unterkiefer auch im Nachhinein eingebaut werden. Im Oberkiefer sollte aufgrund der durchweg geringeren Dicke der Prothese von vornherein eine Modellgussverstärkung geplant werden.

Gemäß dem klinischen Protokoll zu den Miniimplantatsystemen sind im Unterkiefer 4 Implantate und im Oberkiefer 6 Implantate zur Retention von Implantoverdentures erforderlich. Wenn ein minimales Eindrehmoment von 35 Ncm erreicht wird, dürfen MDI im Unterkiefer sofort belastet werden. Bei geringeren Primärstabilitätswerten wird von der Sofortbelastung im Unterkiefer abgeraten und eine weichbleibende Unterfütterung empfohlen – erst nach einer 3-monatigen Einheilzeit werden dann die Matrizengehäuse einpolimerisiert und die Implantate verzögert belastet. Im Oberkiefer wird grundsätzlich eine 6-monatige unbe-

lastete Einheilzeit empfohlen. Daten der Universität Montreal in Kanada zeigen hingegen, dass im Unterkiefer auch bereits ein Eindrehmoment von 15 Ncm für eine Sofortbelastung ausreichen würde [21].

Die guten Ergebnisse zum Implantatüberleben im Unterkiefer dürfen jedoch nicht ohne Weiteres auf den Oberkiefer übertragen werden. Hier sind die Implantatverlustquoten im zahnlosen Oberkiefer höher. In der Studie von Shatkin et al. wurde eine Überlebensquote von 95,1 % bei Unterkiefer- und von 83,2 % bei Oberkieferoverdentures dargestellt [35]. Ähnliche Ergebnisse zu Unterschieden zwischen Ober- und Unterkiefer wurden auch in der Arbeitsgruppe für Implantologie und Biomaterialforschung der Universität Bonn ermittelt, die gerade wissenschaftlich ausgewertet werden. Bei den erhöhten Implantatverlustquoten im Oberkiefer scheint es einen Clustereffekt zu geben, bei dem vermehrt Implantate bei einzelnen Patienten verloren gehen. Erhöhte Vorsicht ist somit im zahnlosen Oberkiefer geboten. Diese Einschätzung deckt sich mit den Empfehlungen des International Team for Implantology (ITI) und ihrer SAC-Systematik: Der zahnlose Unterkiefer wird chirurgisch als unkompliziert (straightforward) und der zahnlose Oberkiefer als schwer (complex) eingeordnet.

Fazit

Die Einfachheit der Behandlung und die geringen Materialkosten führen dazu, dass auch soziale Indikationen mit Miniimplantaten behandelt werden können. Über die MDI ist es da-

her möglich, dem Ziel nahe zu kommen – wie in verschiedenen wissenschaftlichen Stellungnahmen formuliert –, zahnlose Patienten im Unterkiefer grundsätzlich mit implantat-unterstützten Overdentures zu versorgen [16]. Die Behandlung mit 4–6 Miniimplantaten eröffnet ebenfalls neue Möglichkeiten für ein minimalinvasives Vorgehen. Zukünftige wissenschaftliche Studien sind notwendig, um die Indikationsgrenzen der Miniimplantate auszuloten. Für den Einsatz im zahnlosen Unterkiefer stellen die Miniimplantate bereits jetzt eine gut dokumentierte Behandlungsoption dar und sind etabliert. Von Miniimplantaten in der Indikation festsitzender Zahnersatz im kau-belasteten Bereich muss dringend abgeraten werden. Die mechanische Unterlegenheit gegenüber Standard-durchmesser-Implantaten ist belegt und muss bei der Indikationsstellung berücksichtigt werden [5, 17, 19].

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. Abou-Ayash S, Enkling N, Srinivasan M, Haueter M, Worni A, Schimmel M: Evolution of in vivo assessed retention forces in one-piece mini dental implant-retained mandibular overdentures: 5-year follow-up of a prospective clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 968–976
2. Abou-Ayash S, Schimmel M, Worni A, Enkling N: O-ring attachments on one-piece mini dental implants: in-vitro analysis of retention force reproducibility using different pristine matrix-O-ring combinations. *The International Journal of Prosthodontics* 2020;
3. Al Jaghsi A, Heinemann F, Biffar R, Mundt T: Immediate versus delayed loading of strategic mini-implants under existing removable partial dentures: patient satisfaction in a multi-center randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2020; Jun 12. doi: 10.1007/s00784-020-03360-y
4. Albrecht D, Ramirez A, Kremer U, Katsoulis J, Mericske-Stern R, Enkling N: Space requirement of a prefabricated bar on two interforaminal implants: a prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 143–148
5. Allum SR, Tomlinson RA, Joshi R: The impact of loads on standard diameter, small diameter and mini implants: a comparative laboratory study. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19: 553–559
6. Alrabiah M: Comparison of survival rate and crestal bone loss of narrow diameter dental implants versus regular dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Investig Clin Dent* 2019; 10: e12367
7. Alsaadi G, Quiryren M, Michiles K, Teughels W, Komarek A, van Steenberghe D: Impact of local and systemic factors on the incidence of failures up to abutment connection with modified surface oral implants. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 51–57
8. Anitua E, Tapia R, Luzuriaga F, Orive G: Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010; 30: 89–95
9. Bassetti RG, Mericske-Stern R, Enkling N: Are there differences in the changes in oral-health-related quality of life (OHR-QoL) depending on the type (rigidity) of prosthetic treatment? *Quintessence Int* 2016; 47: 749–757
10. Bulard RA, Vance JB: Multi-clinic evaluation using mini-dental implants for long-term denture stabilization: a preliminary biometric evaluation. *Compend Contin Educ Dent* 2005; 26: 892–897
11. Choi M, Acharya V, Berg RW et al.: Resinous denture base fracture resistance: effects of thickness and teeth. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 53–59
12. Enkling N, Haueter M, Worni A, Müller F, Leles CR, Schimmel M: A prospective cohort study on survival and success of one-piece mini-implants with associated changes in oral function: Five-year outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 570–577
13. Enkling N, Moazzin R, Geers G, Koschka S, Abou-Ayash S, Schimmel M: Clinical outcomes and bone-level alterations around one-piece mini dental implants retaining mandibular overdentures: 5-year follow-up of a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2020; 31: 549–556
14. Enkling N, Saftig M, Worni A, Mericske-Stern R, Schimmel M: Chewing efficiency, bite force and oral health-related quality of life with narrow diameter implants – a prospective clinical study: results after one year. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 476–482
15. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P: Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 721–764
16. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA et al.: The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24–25, 2002. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 601–602
17. Flanagan D, Ilies H, McCullough P, McQuoid S: Measurement of the fatigue life of mini dental implants: a pilot study. *J Oral Implantol* 2008; 34: 7–11
18. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharas-aeng K, Kan JY: Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003; 90: 121–132
19. Hasan I, Heinemann F, Aitlahrach M, Bourauel C: Biomechanical finite element analysis of small diameter and short dental implant. *Biomed Tech (Berl)* 2010; 55: 341–350
20. Jung RE, Al-Nawas B, Araujo M et al.: Group 1 ITI Consensus Report: The influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 (Suppl 16): 69–77
21. Kanazawa M, Feine J, Esfandiari S: Clinical guidelines and procedures for provision of mandibular overdentures on 4 mini-dental implants. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 22–27
22. Kaufmann R, Friedli M, Hug S, Mericske-Stern R: Removable dentures with implant support in strategic positions followed for up to 8 years. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 233–241; discussion 242
23. Kern M, Att W, Fritzer E et al.: Survival and complications of single dental implants in the edentulous mandible following immediate or delayed loading: a randomized controlled clinical trial. *J Dent Res* 2018; 97: 163–170
24. Laurell L, Lundgren D: Marginal bone level changes at dental implants after 5 years in function: a meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011; 13: 19–28
25. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Botto J: The all-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: a longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 565–577
26. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Nunes M: The all-on-4 concept for full-arch rehabilitation of the edentulous maxillae: a longitudinal study with 5–13 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 538–549

27. Marcello-Machado RM, Faot F, Schuster AJ, Nascimento GG, Del Bel Cury AA: Mini-implants and narrow diameter implants as mandibular overdenture retainers: a systematic review and meta-analysis of clinical and radiographic outcomes. *J Oral Rehabil* 2018; 45: 161–183

28. Mundt T, Schwahn C, Stark T, Biffar R: Clinical response of edentulous people treated with mini dental implants in nine dental practices. *Gerodontology* 2015; 32: 79–187

29. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M: Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007; 18 (Suppl 3): 97–113

30. Reissmann DR, Enkling N, Moazzin R, Haueter M, Worni A, Schimmel M: Long-term changes in oral health-related quality of life over a period of 5 years in patients treated with narrow diameter implants: A prospective clinical study. *J Dent* 2018; 75: 84–90

31. Renouard F, Nisand D: Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17 (Suppl 2): 35–51

32. Scepanovic M, Calvo-Guirado JL, Markovic A et al.: a 1-year prospective cohort study on mandibular overdentures retained by mini dental implants. *Eur J Oral Implantol* 2012; 5: 367–379

33. Schiegnitz E, Al-Nawas B: Narrow-diameter implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 (Suppl 16): 21–40

34. Shatkin TE, Petrotto CA: Mini dental implants: a retrospective analysis of 5640 implants placed over a 12-year period. *Compend Contin Educ Dent* 2012; 33 (Spec 3): 2–9

35. Shatkin TE, Shatkin S, Oppenheimer BD, Oppenheimer AJ: Mini dental implants for long-term fixed and removable prosthetics: a retrospective analysis of 2514 implants placed over a five-year period. *Compend Contin Educ Dent* 2007; 28: 92–99; quiz 100–101

36. Sohrabi K, Mushantat A, Esfandiari S, Feine J: How successful are small-diameter implants? A literature review. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 515–525

37. Worni A, Hicklin SP, Mericske-Stern R, Enkling N: Performance and marginal bone level alteration around immediately loaded narrow-diameter implants. A prospective clinical study: Results after 1 year. *Quintessence Int* 2018; 49: 267–276



(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 Gerodontology, Universität Bern/Schweiz

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

Karin Groß, Stefan Wolfart

Schnittstellen KFO und Prothetik – Interdisziplinäre Möglichkeiten und „Innovationen“*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Wenn Sie daran interessiert sind, Ihre Kollegen/Innen bei der Optimierung der Ergebnisse prothetischer Versorgungen zu unterstützen, dann sollten Sie diesen Artikel lesen. Neben einer interdisziplinären Betrachtung des Umgangs mit Lückensituationen (kieferorthopädischer Lückenschluss, Adhäsivbrücken, Implantate) diskutiert der Beitrag potenzielle Korrekturen von Zahnpositionen und Angulationen.

Einführung: In diesem Beitrag werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie Kieferorthopäden und Prothetiker Hand in Hand arbeiten können, um Voraussetzungen für ein ästhetisch ansprechendes und funktionell orientiertes Behandlungsergebnis zu schaffen. Bei geplanter prothetischer Versorgung von Lücken im Frontzahngebiet können durch eine gemeinsame Vorausplanung die Lücken bereits im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie so eingestellt werden, dass sie im Anschluss ästhetisch und funktionell bestmöglich zu versorgen sind.

Material und Methoden: Wenn bei Jugendlichen die seitlichen Schneidezähne nicht angelegt oder Frontzähne traumatisch verloren gegangen sind, bieten sich Adhäsivbrücken als geeignete Therapieoption an. Einflügelig gestaltet, können sie bereits vor Abschluss des Kieferwachstums eingegliedert und gegebenenfalls mit dem Pfeilerzahn gemeinsam kieferorthopädisch bewegt werden. Vor komplexen prothetischen Rehabilitationen im ästhetischen Bereich kann es bei Fehlstellungen der Pfeilerzähne durch kieferorthopädische Positionierung bzw. Ausrichtung gelingen, ein Platzangebot zu generieren, um die Restaurationen ideal gestalten zu können. Weiterhin eröffnet die kieferorthopädische Extrusion bei tief zerstörten oder frakturierten Zähnen die Möglichkeit, eine ausreichende Stumpfhöhe zu erzielen, um diese kritischen Zähne nach prothetischen Richtlinien suffizient versorgen zu können. Häufig kann bei gekippten, protrudierten oder retrudierten Zähnen erst nach kieferorthopädischer Einstellung eine substanzschonendere Präparation und damit eine Vitalerhaltung der Pfeilerzähne erzielt werden.

Schlussfolgerung: Es lässt sich schlussfolgern, dass aus einer gezielten Kombination kieferorthopädischer und prothetischer Behandlungsmaßnahmen ein besseres restauratives Behandlungsergebnis bezüglich Funktion, Ästhetik und Langzeitbewahrung erzielt werden kann. Nicht selten geht dies mit einer Reduktion der Behandlungsdauer und -kosten einher.

Schlüsselwörter: interdisziplinäre Therapien; Lückenmanagement; Extrusion; Ästhetik; Adhäsivbrücken

Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Zentrum für Implantologie, Uniklinik der RWTH Aachen: Dr. Karin Groß, Prof. Dr. Stefan Wolfart

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Groß K, Wolfart S: Interfaces between orthodontics and prosthodontics: interdisciplinary possibilities and "innovations". Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 160–167

Zitierweise: Groß K, Wolfart S: Schnittstellen KFO und Prothetik – Interdisziplinäre Möglichkeiten und „Innovationen“. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 276–283

Peer-reviewed article: eingereicht: 13.03.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 07.06.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0276–0283

Interfaces between orthodontics and prosthodontics: interdisciplinary possibilities and “innovations”

Introduction: This article presents possibilities regarding how orthodontists and prosthodontists can cooperate together to create conditions for an esthetically pleasing and functionally oriented treatment result. When planning the prosthetic treatment of anterior gaps, the gaps can be adjusted in advance by means of orthodontic treatment so that they can subsequently be treated in the best possible esthetic and functional manner.

Material and Methods: Adhesive bridges represent a suitable treatment option in adolescents for congenitally missing lateral incisors or after anterior tooth loss due to trauma. When designed with one wing, adhesive bridges can be used before the completion of jaw bone development and, if necessary, they can be orthodontically repositioned together with the abutment tooth. Prior to complex prosthetic rehabilitation in the esthetic area, malpositioned abutment teeth can be orthodontically positioned or aligned to generate space for an ideal restoration design. Moreover, orthodontic extrusion provides the possibility of achieving sufficient abutment heights in the case of deeply destroyed or fractured teeth, thus permitting the adequate treatment of these critical teeth according to prosthetic guidelines. Oftentimes, in the case of tilted, protruded or retruded teeth, an orthodontic intervention previous to tooth preparation is useful for tooth substance conservation and maintaining the vitality of abutment teeth.

Conclusion: It can be concluded that a specific combination of orthodontic and prosthetic treatment measures can achieve a better restorative treatment result in terms of function, esthetics and long-term stability. Often, this is accompanied by a reduction in treatment duration and costs.

Keywords: interdisciplinary treatments; gap management; extrusion; esthetics; adhesive bridges

Einleitung

Um in komplexen Behandlungsfällen ästhetisch ansprechende und funktionell optimierte Behandlungsergebnisse zu erzielen, ist häufig eine enge Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden/innen und Prothetiker/innen sinnvoll. Diese Teamarbeit erstreckt sich idealerweise von der Therapieplanung bis hin zur gemeinsamen Therapiedurchführung und wird idealiter durch zufriedene Patienten und hochwertige Therapieergebnisse belohnt. Die Schnittstellen zwischen den beiden Fachdisziplinen sind dabei vielschichtig. In diesem Artikel sollen 4 dieser Schnittstellen erörtert und mit klinischen Beispielen hinterlegt werden:

1. Sofern einzelne Zähne fehlen, stellt sich oft die Frage der „Zuständigkeit“: Soll eine vorhandene Lücke kieferorthopädisch geschlossen oder prothetisch mit einer Brücke, Adhäsivbrücke oder einem Implantat versorgt werden? Für jede der Varianten gibt es Vor- und Nachteile. Diese können am besten in einem gemeinsamen Aufklärungsgespräch zwischen Zahnarzt/in, Kieferorthopäden/in und Patienten/in erörtert werden.
2. Für den Fall, dass eine Lücke prothetisch versorgt werden soll, bleibt zu überprüfen, ob die Lückengröße passend ist, oder ob diese für eine ästhetisch ansprechende bzw. funktionell sinnvolle Lösung im Vorfeld noch kieferortho-

pädisch korrigiert werden sollte. Ähnliches gilt für die Restauration mehrerer Zähne in der ästhetischen Zone. Diese ist häufig nur dann sinnvoll, wenn die Zahnstümpfe in einem Abstand stehen, der ästhetisch ansprechende Längen-Breiten-Verhältnisse innerhalb der einzelnen Restauration sowie zwischen den benachbarten Frontzähnen erwarten lässt.

3. Für die Überkronung von Zähnen sind ausreichende Stumpfhöhen und eine ausreichende Fassung der gesunden Zahnhartsubstanz durch die Präparation notwendig. Sofern dies unter Berücksichtigung der biologischen Breite und bei Vorliegen eines sehr hohen Zerstörungsgrades nicht mehr gegeben ist, kann eine kieferorthopädische Extrusion erwogen werden.
4. Nach Überkronung reagieren ca. 15 % der Zähne nach 10 Jahren de-sensibel [12]. Eine Restdentinstärke von mindestens 0,5 mm ist anzustreben, um die Gefahr einer Pulpenverletzung zu reduzieren [15]. Dementsprechend gilt es, möglichst wenig gesunde Zahnhartsubstanz zu beschleifen. Aktuell haben hier substanzschonende Präparationen an Bedeutung gewonnen. Dabei spielen Zahnpositionen und Zahnkippen eine entscheidende Rolle. In Situationen, in denen eine gemeinsame Einschubrichtung der Pfeilerzähne erforderlich ist, die prospektiven Pfeilerzähne allerdings in ihren Zahnachsen weit differieren, ist eine substanzschonende Präparation nicht erreichbar. Um in diesen Fällen ein allzu invasives Beschleifen zu vermeiden, können kieferorthopädisch aktive Elemente mit Interimsprothesen verknüpft werden. Die Kombination der prothetischen provisorischen Phase mit dem Ausrichten der Zähne ermöglicht so einen geringeren Substanzabtrag.

Erste Schnittstelle: Fehlende Zähne

Häufigste Ursachen von Lücken im Frontzahnbereich sind Nichtanlagen – vor allem der seitlichen Schneidezähne im Oberkiefer – oder aber traumatische Verluste. Ungefähr ein Vier-



Abbildung 1 Fixieren der in Größe und Form entsprechend des Wax-up geplanten seitlichen Schneidezähne zum Ausformen des Bogens bei Nichtanlage der Zähne 12 und 22



Abbildung 2 Situation nach Ausgliederung der Multibandapparat; Breite der Lücken optimal ausgeformt.



Abbildung 3 Adhäsivbrücken zum Ersatz der Zähne 12 und 22 eingegliedert



Abbildung 4 Zwei mesial miteinander verblockte Adhäsivbrücken übernehmen gleichzeitig die Funktion eines Retainers.

tel der Jugendlichen erlebt bereits bis zum 14. Lebensjahr ein Frontzahntrauma. Ca. 7 % dieser Frontzähne gehen verloren [23]. Etwa 1,5 bis 1,8 % der Menschen in Deutschland sind von Nichtanlagen der oberen seitlichen Schneidezähne betroffen [17]. So kann man davon ausgehen, dass bei ca. 3 bis 3,5 % der Jugendlichen im Alter von 14 Jahren Frontzähne fehlen [7]. Verschiedene Therapiemöglichkeiten stehen dann zur Wahl. Bei Nichtanlagen der seitlichen Schneidezähne werden den Patienten

bzw. deren Eltern häufig entweder ein kieferorthopädischer Lückenschluss oder eine Implantatversorgung vorgeschlagen. Von Kieferorthopäden wird oftmals ein Lückenschluss durch Mesialisierung der Eckzähne favorisiert. Dieser Lückenschluss hat nicht nur Auswirkungen auf die Funktion, sondern auch auf die Ästhetik. So unterscheidet sich nicht allein die Form des Eckzahnes deutlich vom seitlichen Schneidezahn – auch die Farbe weicht sehr häufig ab, wobei die Eckzähne im Re-

gelfall dunkler erscheinen als die Schneidezähne. In der überwiegenden Zahl der Fälle ist deshalb die Behandlung nach Abschluss des kieferorthopädischen Lückenschlusses aus ästhetischen Gesichtspunkten noch nicht beendet. Für ein natürliches Erscheinungsbild müssen die Eckzähne korrigiert werden, um das Aussehen eines lateralen Schneidezahnes nachzuahmen. Der Schmelz muss beschliffen, die Form durch die Eingliederung eines Veneers angepasst und die Farbe durch Bleichen aufgehellt



5)



6)



7)

Abbildung 5–7 Ausgangssituation mit multiplen Diastemata zwischen den Oberkieferfrontzähnen bei Vorliegen eines starken Abractionsgebisses; Ansicht von okklusal, frontal und das Lachen des Patienten

werden [18, 20, 26]. Vor allem bei einseitiger Nichtanlage kann dies aufgrund der unsymmetrischen Zahnpositionierung zu ästhetischen Einschränkungen führen. Ziel sollte daher immer eine symmetrische Einstellung der Frontzähne sein.

Implantatversorgungen sind im jugendlichen Alter kontraindiziert. Aber auch nach abgeschlossenem transversalem Wachstum und vollständigem Durchbruch der Eckzähne kann das vertikale Wachstum bis ins Erwachsenenalter noch anhalten [21, 22]. Zu früh gesetzte Implantate stehen häufig nach einigen Jahren in Infraposition, was nicht nur eine Stufenbildung der Inzisalkanten, sondern auch im Bereich des Gingivaverlaufs eine mangelhafte Rot-Weiß-Ästhetik zur Folge hat. Insbesondere bei einer hohen Lachlinie sollte der Zeitpunkt einer Implantation sorgfältig überdacht werden. Adhäsivbrücken werden häufig außer Acht gelassen oder lediglich als mehr oder weniger provisorische Übergangslösung angesehen, bis das Alter erreicht ist, um implantieren zu können. Neuerdings liegen jedoch auch zu Adhäsivbrücken sehr gute Langzeitergebnisse vor. Einflügelige Adhäsivbrücken haben sich dabei besser bewährt als zweiflügelige [2, 4, 10, 19, 24]. So beträgt die klinische Überlebensrate einflügeliger Adhäsivbrücken aus Aluminium- oder Zirkonoxidkeramiken nach 10 Jahren zwischen 95,4 und 98 % [6, 9]. Die Überlebensraten der Implantatkronen sowie der einflügeligen Adhäsivbrücken ist somit als gleichwertig anzusehen [11].

Bezüglich einer gesetzeskonformen Patientenaufklärung kommt hinzu, dass das im Bundesgesetzblatt 2013 verankerte Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patientinnen



Abbildung 8 Lückenschluss nach mesial und Lückenöffnung in regio der ersten Prämolaren (Kieferorthopädie durch Prof. Dr. Fischer-Brandis, Kiel)

und Patienten eine vollständige Aufklärung über alle Therapieoptionen vorschreibt [1]. Deshalb müssen Adhäsivbrücken auf jeden Fall als eine Behandlungsvariante besprochen werden. Diese Notwendigkeit wird auch dadurch unterstrichen, dass die Adhäsivbrücken seit 2016 im Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherungen als Regelversorgung verzeichnet sind. Die entscheidenden Vorteile der einflügeligen Adhäsivbrücke bestehen in der minimalinvasiven Präparation nur innerhalb des Schmelzes sowie in der Tatsache, dass die Restauration unabhängig vom aktuellen Stadium des Kieferwachstums eingegliedert werden kann. Voraussetzung ist lediglich ein vollständig durchgebrochener, kariesfreier, der Lücke angrenzender Nachbarzahn mit einer Klebefläche im Schmelz von mindestens 30 mm² und ausreichend Platz zum Gegenkiefer, um einen Verbinder mit min-

destens 3 mm Höhe gestalten zu können [8]. Außerdem sollte bei Adhäsivbrücken im Oberkiefer genügend Platz für die Insertion des Flügels generiert werden. Hierfür wird der entsprechende Pfeilerzahn durch eine Aligner- oder Multibandtherapie um ca. 0,7 mm protrudiert. Dadurch entsteht ausreichend Platz, um den Flügel der Brücke einzugliedern, ohne im Gegenkiefer entsprechende Einschleifmaßnahmen vornehmen zu müssen. Diese notwendigen Platzverhältnisse sollten frühzeitig bei einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung Berücksichtigung finden.

Beim Fehlen nur eines Schneidezahnes gibt der kontralaterale Zahn des gleichen Kiefers die Größe und Form des einzubringenden Zahnes vor. Eine rechtzeitige Konsultation des/der prothetischen Kollegen/in ist hier hilfreich. So kann bereits zu einem frühen Zeitpunkt ein Wax-up/



Abbildung 9–11 Prothetische Versorgung mit metallkeramischen Kronen und Brücken im Oberkiefer; Ansicht von okklusale, frontal und das Lachen des Patienten



Abbildung 12 Frakturierter Zahn 21 mit angepasstem, fixiertem Magneten



Abbildung 13 Minioplastschiene mit integriertem Magneten (B); Magnet A auf Stumpf fixiert



Abbildung 14 Stumpf nach erfolgreicher Extrusion; das inzisale Drittel des Stumpfes wurde mit Komposit aufgebaut.



Abbildung 15 Definitive Krone aus Zirkonoxid ein halbes Jahr nach Eingliederung



Abbildung 16 Forcierte Extrusion des Zahnstumpfes 26



Abbildung 17 Forcierte Extrusion der Wurzel des Zahnes 11; eine metallverstärkte Anhängerbrücke auf dem Implantat 12 dient als Extrusionshilfe.

Set-up hergestellt werden, um einen passenden Zahn zu modellieren. Dieser kann nachfolgend einprobiert werden und in Kunststoff überführt werden. Dieser Modellzahn wird am Bogen fixiert und bietet so dem Kieferorthopäden die Möglichkeit, die Lücke exakt auf die Größe und Position einzustellen, die für eine spätere ästhetische Versorgung erforderlich sind. Ein analoges Vorgehen ist sinnvoll, wenn beide seitlichen Schneidezähne fehlen (Abb. 1). Auch in diesem Fall kann durch gezieltes prothetisches Planen bereits vor oder spätestens während der kieferorthopädischen Behandlung eine ideale Situation geschaffen werden (Abb. 2). Vor allem die ideale Breite der seitlichen Schneidezähne gilt es zu beachten. Wenn die Breite der seitlichen Schneidezähne zwischen 50 und 74 % der zentralen Schneidezähne beträgt, werden diese als ästhetisch wahrgenommen [25] (Abb. 3). Werden die Lücken jedoch zu klein oder zu groß eingestellt, so kann der zu ersetzende Zahn entweder

- nur zu schmal oder zu breit gestaltet,
- in Schachtelstellung angeordnet,

- unter Verbleib einer Lücke eingepasst werden
- oder aber es müssen im Anschluss an die prothetische Versorgung erneut kieferorthopädische Maßnahmen erfolgen.

Direkt nach dem Entfernen der Multi-bandapparatur muss eine Retentionschiene eingepasst werden. Man sollte unbedingt darauf achten, dass die Patienten diese bis zur zeitnahen Eingliederung der Adhäsivbrücke kontinuierlich tragen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Zähne sich bereits in der kurzen Zeit bis zur Fertigstellung der Adhäsivbrücke bewegen.

Direkt im Anschluss an die Fixierung der Adhäsivbrücke muss – wie bei allen kieferorthopädischen Behandlungen üblich – ein Retentionsgerät eingegliedert werden. Eine Verblockung der beiden Adhäsivflügel kann diese Funktion übernehmen (Abb. 4).

Zweite Schnittstelle: Einstellen idealer Zahnabstände vor Restaurationsbeginn

Sofern in der ästhetischen Zone mehrere Zähne mit Kronen bzw. Veneers

versorgt werden müssen, ist es immer sinnvoll, im Vorfeld ein Wax-up anzufertigen, um zu überprüfen, ob ideale Längen-Breiten-Verhältnisse der Zähne und ideale Proportionen der Zähne zueinander umsetzbar sind. In dem hier gezeigten Abrasionsgebiss lagen zwischen allen Frontzähnen auffällige Diastemata vor. Es war bei den aktuellen Zahnpositionen nicht möglich, dieselben zu schließen, eine ausreichende vertikale Bisslagenkorrektur durchzuführen und dennoch eine ästhetisch ansprechende Frontzahnästhetik zu erzeugen (Abb. 5–7). Hierzu sind Frontzahnlangen von durchschnittlich 11,7 mm bei den zentralen Schneidezähnen, 9,5 mm bei den seitlichen Schneidezähnen und 10,8 mm bei den Eckzähnen wünschenswert [13]. Außerdem sollte eine harmonische Frontzahnstufe, ein Längen-Breiten-Verhältnis der zentralen Schneidezähne zwischen 75 und 85 % und ein Breitenverhältnis zwischen den zentralen und seitlichen Schneidezähnen von 50 bis 74 % vorliegen [25]. Um dies zu erreichen, erfolgte ein Lückenschluss nach mesial und eine Lückenöffnung in der Prämolaren-



Abbildung 18 Extrusion um ca. 4 mm nach 4 Wochen



Abbildung 19 Ausgangssituation mit nach distal gekippten Eckzähnen

region. Auf Basis dieser ungefähr 1 Jahr dauernden KFO-Vorbehandlung konnte eine ästhetisch ansprechende und funktionell sinnvolle prothetische Versorgung durchgeführt werden (Abb. 8–11).

Dritte Schnittstelle: Kieferorthopädische Extrusion zum Zahnerhalt

Oftmals gelingt es mithilfe der Extrusion von Wurzeln, frakturierte oder tief zerstörte Zähne zu erhalten und erneut zu versorgen [3, 5]: Hintergrund ist, dass bei devitalen Zähnen der geplante/vorhandene Stiftaufbau mindestens 2 mm zirkulär in gesunder Hartsubstanz gefasst werden sollte (ausreichendes ferrule design). Bei vitalen Pfeilerzähnen hingegen wird eine Stumpfhöhe von mindestens 3 mm gefordert. Außerdem muss eine ausreichende biologische Breite an den Pfeilerzähnen eingehalten werden. Im vorliegenden Fall war die Keramikkrone am Zahn 21 paragingival frakturiert. Der verbliebene Zahnstumpf bot nicht die soeben beschriebenen Voraussetzungen, um ei-

ne neue Krone langzeitprognostisch erfolgreich inkooperieren zu können. Die Nachbarzähne 11 und 22 wiesen eine suffiziente Versorgung auf. Eine chirurgische Kronenverlängerung kam aus ästhetischen Gründen nicht in Frage, da der bisherige Gingivaverlauf ein harmonisches Bild ergab. Um den Zahn erhalten zu können, wurde die Wurzel mithilfe von Magneten extrudiert. Dafür wurde auf den vitalen Zahnstumpf ein Magnet mit fließfähigem Kunststoff befestigt. Der Magnet musste zuvor in der Größe so beschliffen werden, dass er zu dem verbliebenen Stumpf passte (Abb. 12). Über einen Platzhalter von 1 mm Stärke wird ein zweiter Magnet auf dem ersten Magneten positioniert und in einer zuvor angefertigten Minioplastschiene fixiert (Abb. 13). Die suprakrestalen Fasern werden zusätzlich unter Lokalanästhesie mit einem Skalpell umschnitten. Über die Anziehungskraft der Magnete wird die Wurzel kieferorthopädisch innerhalb von 1 bis 2 Wochen um den eingestellten Millimeter extrudiert. Durch eine zwei-

malige Umsetzung des Magneten in der Schiene, mit erneuter Einstellung von 1 mm Platz zwischen den Magneten, konnte die Wurzel über einen Zeitraum von insgesamt 6 Wochen ca. 3 mm extrudiert werden. Als vorbereitende Maßnahme gehören diese Kosten nicht zum Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen, sondern müssen – ebenso wie andere kieferorthopädische Behandlungen im Erwachsenenalter – von den Patientinnen/Patienten selber getragen werden. Im direkten Anschluss erfolgten ein Stumpfaufbau mit Komposit, die Präparation des Stumpfes und die Herstellung einer provisorischen Krone (Abb. 14). Um einem Zurückwandern des Zahnes vorzubeugen, wurde die provisorische Krone mit Retainerdraht an den Nachbarzähnen für 4 Monate fixiert. Nach der Retentionszeit konnte nun die definitive Krone aus Zirkonoxid mit einer vestibulären Verblendung angefertigt und auf dem Stumpf adhäsiv befestigt werden. Abbildung 15 zeigt die Versorgung ein halbes Jahr nach Eingliederung. Der Zahn rea-



20)



21)

Abbildung 20 und 21 Interimsprothese mit eingehängten Gummizügen zu Beginn der Behandlung; Ansicht von frontal und okkusal



Abbildung 22 und 23 Aufrichtung der Eckzähne nach 9 Wochen Tragezeit. Es ist ein deutlicher Spalt zwischen Klammer und Zahn 33 zu erkennen; Ansicht von frontal und okklusal

giert nach wie vor sensibel auf den Kältetest.

Eine weitere Möglichkeit, Zähne zu mobilisieren, bietet die forcierte Extrusion mithilfe von Gummizügen. Hierfür werden – wenn erforderlich – Stege okklusal an den Nachbarzähnen fixiert [14, 16]. Der Stumpf selbst erhält eine hantelförmige Vorrichtung in oro-vestibulärer Richtung. Dort können Gummizüge mit unterschiedlicher Kraft eingehängt werden (Abb. 16–18), sodass die Zahnwurzel in der Regel innerhalb weniger Wochen extrudiert. Durch die suprakrestale Durchtrennung der gingivalen Fasern wird eine Mitbewegung der fixierten Gingiva vermieden. Sofern auch eine koronale Verschiebung des Weichgewebes gewünscht ist, wird auf die Durchtrennung der suprakrestalen Fasern verzichtet [16]. Dies gilt

für alle Extrusionen, unabhängig vom Verfahren.

Vierte Schnittstelle: Substanzschonende Präparation durch Aufrichten von Zähnen vor Kronenpräparation

Ein typisches Beispiel hierfür ist die klassische Aufrichtung eines in eine mesiale Lücke gekippten Molaren, die ein weithin bekanntes Vorgehen darstellt. Hier wollen wir gerne eine innovative, einfache, patientenorientierte Herangehensweise einer Ausrichtung von 2 Eckzähnen vorstellen. Ein 67-jähriger Patient mit einem Restzahnbestand im Unterkiefer (33, 43 und 44) benötigte eine neue prothetische Versorgung. Aufgrund einer Kippung der Eckzähne konnte der Patient die vorhandene Klammerpro-

these nur schwer ein- und ausgliedern (Abb. 19). Zudem wünschte der Patient bei der anstehenden Neuversorgung einen Verzicht auf sichtbare Klammern. Nach eingehender Aufklärung entschied er sich für eine Teleskopprothese. Um beim Beschleifen der 3 Pfeiler eine gemeinsame Einschubrichtung zu erzielen, hätten die Eckzähne devitalisiert werden müssen. Eine Alternative dazu bot die Aufrichtung der beiden Zähne nach mesial. Hierzu können die zusätzlich erforderlichen kieferorthopädischen Elemente an die ohnehin benötigte Interimsprothese angebracht werden. Auch in diesem Fall muss die kieferorthopädische Therapie mit dem Patienten privat vereinbart werden. Dafür ist eine zusätzliche Privatvereinbarung zum Heil- und Kostenplan zu erstellen, die lediglich diese kieferorthopädischen Maßnahmen enthält. Um die Zeit des Austestens der neuen vertikalen Bisslage mittels Interimsprothese zu nutzen, wurde gemeinsam mit der Klinik für Kieferorthopädie an den Eckzähnen im distalen, lingualen und vestibulären Bereich eine Führungsrille für den Gummizug einpräpariert. Zusätzlich erhielten die Prothesenzähne 31 und 41 vestibulär je eine Noppe, um eine Protrusion oder Retrusion zu vermeiden. Auf diese Weise konnte der Patient selbstständig Gummizüge einhängen, die er täglich wechselte (Abb. 20 und 21). Nach 3 Monaten waren die beiden Eckzähne so weit aufgerichtet, dass die Präparation unter Berücksichtigung einer gemeinsamen Einschubrichtung und unter



Abbildung 24 Ansicht 3 Jahre nach Eingliederung der Versorgung

Vitalerhaltung der Pulpa gelang (Abb. 22 und 23). Die Retention der beiden Zähne übernahm die Teleskopversorgung. Die Abbildung 24 zeigt den Patienten nach 3 Jahren. Die beiden Eckzähne reagieren nach wie vor sensibel.

Schlussfolgerung

Abschließend ist festzuhalten, dass durch eine gezielte Kombination prothetischer und kieferorthopädischer Behandlungsmaßnahmen in vielen Fällen eine bessere Ästhetik und Funktion erzielt werden kann. Nicht selten geht dies außerdem mit einer Reduktion der Behandlungsdauer und -kosten einher. Für optimale Therapieergebnisse ist dafür eine abgestimmte Therapieplanung zwischen Kieferorthopäden/in und Prothetiker/in bereits vor Therapiebeginn zu empfehlen.

Interessenkonflikte

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

Literatur

1. Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patientinnen und Patienten. Bundesgesetzblatt 2013; 9: 277–282
2. Botelho MG, Chan AW, Leung NC, Lam WY: Long-term evaluation of cantilevered versus fixed-fixed resin-bonded fixed partial dentures for missing maxillary incisors. J Dent 2016; 45: 59–66
3. Brawek P, Schley J, Wolfart S: Zahnerhalt durch forcierte Magnetextrusion – eine Falldarstellung. Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 456–462
4. Djemal S, Setchell D, King P, Wickens J: Long-term survival characteristics of 832 resin-retained bridges and splints provided in a post-graduate teaching hospital between 1978 and 1993. J Oral Rehabil 1999; 26: 302–320
5. Harder S, Mehl C, Kern M: Behandlungsmöglichkeiten bei tief frakturierten Pfeilerzähnen. Quintessenz 2010; 61: 1485–1494
6. Kern M: Fifteen-year survival of anterior all-ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses. J Dent 2017; 56: 133–135
7. Kern M: Einflügelige Adhäsivbrücken. Kieferorthopädie 2018; 32: 123–134
8. Kern M: Adhäsivbrücken. Minimalinvasiv ästhetisch – bewährt. Quintessenz, Berlin 2018
9. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C: Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. J Dent 2017; 65: 51–55
10. Kern M, Sasse M: Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. J Adhes Dent 2011; 13: 407–410
11. Kern M, Wolfart S: Kontrovers diskutiert: Versorgung von Frontzahnücken bei Jugendlichen nach Abschluss der kieferorthopädischen Therapie. Dtsch Zahnärztl Z 2018; 73: 330–337
12. Kerschbaum T: Das Risiko des Vitalitätsverlustes nach Überkronung. DGZMK Statement 1998;
13. Magne P, Gallucci GO, Belser UC: Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. J Prosthet Dent 2003; 89: 453–461
14. Mörig G, Svoboda R, Podolsky L: Forcierte Extrusion – ein Behandlungskonzept für bisher ausweglose Fälle. ZMK-aktuell 2017; 33: 42–50
15. Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjor IA: Remaining dentine thickness and human pulp responses. Int Endod J 2003; 36: 33–43
16. Neumeyer S: Extrusions- und Replantationstechniken. Grundlegende Aspekte des Tissue Master Concepts (TMC) – ein biologisches Gewebemanagement. BZB 2013; November: 54–60
17. Polder BJ, Van’t Hof MA, Van der Linden FP, Kuijpers-Jagtman AM: A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. Community Dent Oral Epidemiol 2004; 32: 217–226
18. Priest G: The treatment dilemma of missing maxillary lateral incisors-Part I: Canine substitution and resin-bonded fixed dental prostheses. J Esthet Restor Dent 2019; 31: 311–318
19. Saker S, El-Fallal A, Abo-Madina M, Ghazy M, Ozcan M: Clinical survival of anterior metal-ceramic and all-ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses over a period of 60 months. Int J Prosthodont 2014; 27: 422–424
20. Schneider U, Moser L, Fornasetti M, Piattella M, Siciliani G: Esthetic evaluation of implants vs canine substitution in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors: Are there any new insights? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2016; 150: 416–424
21. Thilander B: Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. Eur J Orthod 2009; 31: 109–120
22. Thilander B, Odman J, Jemt T: Single implants in the upper incisor region and their relationship to the adjacent teeth. An 8-year follow-up study. Clin Oral Implants Res 1999; 10: 346–355
23. Tuli T, Hachl O, Rasse M, Kloss F, Gassner R: [Dentoalveolar trauma. Analysis of 4763 patients with 6237 injuries in 10 years]. Mund Kiefer Gesichtschir 2005; 9: 324–329
24. van Dalen A, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ: A literature review of two-unit cantilevered FPDs. Int J Prosthodont 2004; 17: 281–284
25. Wolfart S, Thormann H, Freitag S, Kern M: Assessment of dental appearance following changes in incisor proportions. Eur J Oral Sci 2005; 113: 159–165
26. Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S: Congenitally missing maxillary lateral incisors: canine substitution. Point. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 139: 434, 436, 438 passim



(Foto: privat, Karin Groß)

DR. KARIN GROß
 Klinik für Zahnärztliche Prothetik
 und Biomaterialien
 Zentrum für Implantologie
 Uniklinik RWTH Aachen
 Pauwelstr. 30
 52074 Aachen
kgross@ukaachen.de

Richard J. Wierichs*, Celine Kobbe*, Hendrik Meyer-Lückel

Wie der Maskierungserfolg von postorthodontischen White-Spot-Läsionen vor der Infiltration abgeschätzt werden kann**

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Kariesinfiltration kann postorthodontische White-Spot-Läsionen maskieren. Dieser Artikel zeigt, wie der Wiederbefeuchtungstest dabei hilft, den Maskierungserfolg vor der Infiltration einzuschätzen.

Einführung: Bei der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Elementen erhöht sich das Risiko der Entstehung von sog. White-Spot-Läsionen aufgrund zusätzlicher Retentionsmöglichkeiten für den Biofilm. Ein Ansatz für die ästhetische Behandlung dieser Läsionen ist die Kariesinfiltration. Um den finalen Maskierungserfolg durch die Infiltration schon nach dem Ätzzvorgang abschätzen zu können, wird oftmals eine (Wieder-)befeuchtung mit Wasser oder Ethanol durchgeführt.

Patientenfälle: Vier Patienten, bei denen im ästhetisch sichtbaren Bereich während der Behandlung mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen eine White-Spot-Läsion diagnostiziert wurde, wurden über die Möglichkeit der optischen Maskierung dieser Läsionen mithilfe der Infiltration aufgeklärt. Die Infiltration (Icon, DMG) erfolgte entsprechend der Herstellerangaben, jedoch wurde der Ätzzvorgang bis zu dreimal durchgeführt. Die Entscheidung den Ätzzvorgang ggf. zu wiederholen, wurde subjektiv von der Behandlerin während des Wiederbefeuchtungstests mit Ethanol getroffen. Der Maskierungseffekt durch das Ethanol sowie nach der Infiltration wurde anhand von digitalen Fotografien vor Behandlungsbeginn, vor und während der ersten 9 sec der Wiederbefeuchtung und eine Woche nach der Behandlung beurteilt.

Ergebnis: In allen 4 Patientenfällen scheint der beobachtete minimale Farbwertunterschied während der Wiederbefeuchtung ein guter Indikator zu sein, um abzuschätzen, ob eine zufriedenstellende Maskierung erreicht werden kann. Des Weiteren konnte bei den insgesamt 55 behandelten White-Spot-Läsionen festgestellt werden, dass Läsionen mit einem höheren Farbwertunterschied öfters geätzt wurden als Läsionen mit weniger ausgeprägtem Farbwertunterschied. Insgesamt war das Maskierungsergebnis eine Woche nach der Infiltration in allen Fällen zufriedenstellend.

Diskussion: Der während des Wiederbefeuchtungstests minimale Farbunterschied zwischen der initialen Läsion und dem umgebenden intakten Schmelz scheint ein guter Prädiktor für das finale Ergebnis der Infiltration von postorthodontischen White-Spot-Läsionen zu sein. Des Weiteren scheinen White-

*geteilte Erstautorenschaft Richard J. Wierichs und Celine Kobbe

Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, zmk – Zahnmedizinische Kliniken Bern, Universität Bern: Dr. Richard Wierichs, Celine Kobbe, Prof. Dr. Hendrik Meyer-Lückel

**Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Wierichs RJ, Kobbe C, Meyer-Lückel H: Estimating the masking effect of post-orthodontic white spot lesions before resin infiltration. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 168–173

Zitierweise: Wierichs RJ, Kobbe C, Meyer-Lückel H: Wie der Maskierungserfolg von postorthodontischen White-Spot-Läsionen vor der Infiltration abgeschätzt werden kann, Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 284–290

Peer-reviewed article: eingereicht: 09.07.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 27.07.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0284-0290

Spot-Läsionen mit einem höheren Ausgangsfarbunterschied mehr Ätzzvorgänge zu benötigen.

Schlussfolgerung: Die Infiltration ist eine nützliche mikroinvasive Methode White-Spot-Läsionen, die während der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen auftreten, zu maskieren. Darüber hinaus kann der temporäre Maskierungserfolg beim Wiederbefeuchtungstest mit Ethanol als Indikator für die Anzahl an notwendigen Ätzzvorgängen herangezogen werden.

Schlüsselwörter: Kariesinfiltration; postorthodontische Behandlung; Schmelzläsion; White-Spot-Läsion; Ästhetik

Einleitung

Bei der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen erhöht sich das Risiko der Entstehung von initialen nicht-kavitierten kariösen Läsionen – sog. White-Spot-Läsionen [3]. Das Kariesrisiko ist aufgrund der erschwerten Mundhygiene rund um die Brackets, die auch zusätzliche Retentionsmöglichkeiten für den Biofilm darstellen, erhöht [2]. White-Spot-Läsionen entstehen schnell und sind für die Patienten auch später weiterhin eine ästhetische Belastung [15]. Die charakteristische weiße, opake Erscheinung der Läsionen kann physikalisch mit einer stärkeren Lichtbrechung innerhalb des Läsionskörpers aufgrund der Luft- und Speichleinschlüsse im Vergleich zum umgebenden gesunden Schmelz erklärt werden [13]. In der Literatur variieren die Prävalenzen von White-Spot-Läsionen nach der Behandlung mit festsitzenden Elementen zwischen 23 %, 50 % oder sogar 97 % [10].

White-Spot-Läsionen remineralisieren meist von alleine, sobald die Brackets, die eine Retentionsstelle für Plaque darstellen, entfernt worden sind. Obwohl fluoridhaltige Agenzien zur Verstärkung dieser Remineralisation eingesetzt werden können, wird das ästhetische Erscheinungsbild meistens nicht ausreichend verbessert [19]. Daher wurden verschiedene Präventionsstrategien während der Behandlung mit festsitzenden Elementen, z.B. fluoridfreisetzende Versiegler oder Bondingmaterialien, genauso wie die tägliche Verwendung von fluoridhaltiger oder chlorhexi-

dinhaltiger Mundspülungen, angewandt. Allerdings konnten diese die Entstehung von White-Spot-Läsionen nicht verhindern [21]. Nach Entfernung der festsitzenden Elementen ist die Mikroabrasion eine weitere Behandlungsmöglichkeit, die hauptsächlich für sehr oberflächliche Läsionen geeignet ist, da bei tieferen Läsionen konkave Zahnoberflächen entstehen können [22]. Direkte und indirekte Restaurationen führen ebenfalls zu zufriedenstellenden und vorhersagbaren Ergebnissen, sollten aber wegen ihrer hohen Invasivität nur

bei kavitierten Läsionen angewandt werden [18].

Ein weiterer therapeutischer Ansatz für die Behandlung von initialen, nicht-kavitierten, kariösen Läsionen ist die Kariesinfiltration. Hierbei wird durch die Obturation der Mikroporositäten der Schmelzbereiche einer Karies mithilfe von fließfähigen Kunststoffen („Infiltranten“) eine weitere Kariesprogression verhindert [17]. Darüber hinaus wird das optische Erscheinungsbild durch die Kariesinfiltration positiv verändert [11]. Allerdings ist die Vor-

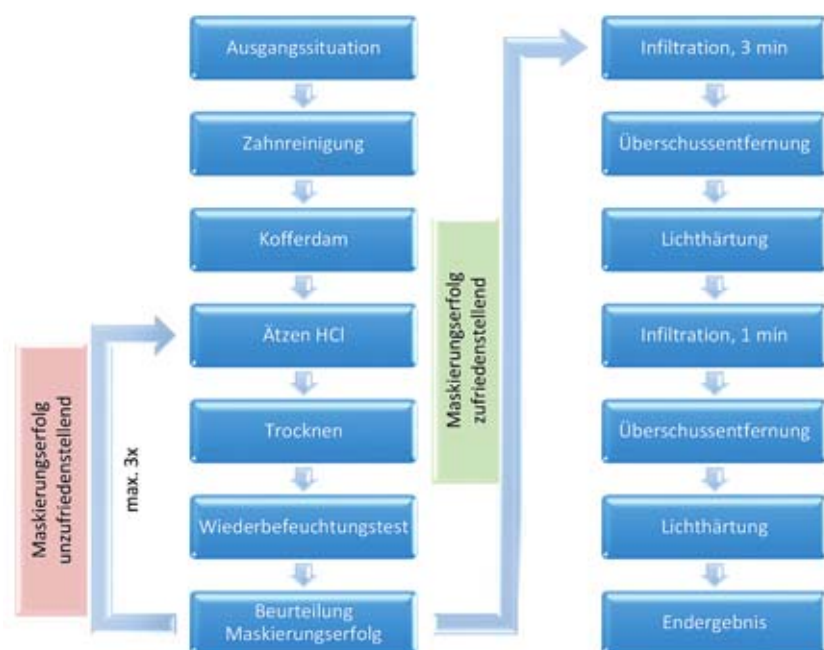


Abbildung 1 Behandlungsschema für die Infiltration von White Spots. Die subjektive Beurteilung, ob das Maskierungsergebnis zufriedenstellend war, erfolgte während des Wiederbefeuchtungstests. Falls das Ergebnis nicht zufriedenstellend war, wurde der Ätzzvorgang wiederholt. Der Ätzzvorgang durfte dabei insgesamt dreimal durchgeführt werden. Im Anschluss wurde das Behandlungsschema fortgeführt.

Estimating the masking effect of post-orthodontic white spot lesions before resin infiltration

Introduction: Orthodontic treatment with fixed elements increases the risk of developing white spot lesions due to additional retention opportunities for biofilm. One approach for the esthetic treatment of these lesions is caries infiltration. In order to estimate the final masking effect of the resin infiltration, re-wetting with water or ethanol is often performed just after the etching procedure.

Patient cases: Four patients who were diagnosed with white spot lesions in the esthetically visible area during treatment with fixed orthodontic appliances were informed about the possibility of optically masking these lesions using resin infiltration. The infiltration (Icon, DMG) was performed according to the manufacturer's instructions, but the etching procedure was performed up to three times. The decision regarding whether to repeat the etching procedure was made subjectively by the practitioner during the re-wetting test with ethanol. The masking effect generated by ethanol and resin infiltration was analyzed using digital photographs before treatment, before and during the first 9 seconds of re-wetting as well as one week after treatment.

Result: In all 4 patient cases, the observed minimum color difference during re-wetting appears to be a good indicator for assessing whether a satisfactory masking effect can be achieved. Furthermore, in the total of 55 treated white spot lesions, lesions with higher color value differences were etched more frequently than lesions with less pronounced color value differences. Overall, the masking effect one week after resin infiltration was satisfactory in all cases.

Discussion: During the re-wetting test, the minimum color difference between the initial lesion and the intact enamel which surrounds the lesion seems to be a good predictor of the final outcome of resin infiltration of post-orthodontic white spot lesions. Furthermore, white spot lesions with proa higher initial color difference appear to require multiple etching procedures.

Conclusion: Resin infiltration is a useful microinvasive method for masking white spot lesions which develop during orthodontic treatment with fixed appliances. Moreover, the temporary masking effect achieved by the re-wetting test with ethanol can be used as an indicator for estimating the number of etching procedures required.

Key words: caries infiltration; post-orthodontic treatment; enamel lesion; white spot lesion; esthetics

herschbarkeit des Maskierungseffektes während der klinischen Anwendung schwierig. Die unterschiedliche Maskierung verschiedener Läsionen liegt u.a. an der variablen Dicke der Oberflächenschicht [8, 14]. Diese ist bei inaktiven Läsionen

zumeist dicker und weniger durchlässig im Vergleich zu neu entstandenen, aktiven Läsionen [1]. Die Poren von aktiven Läsionen scheinen demgegenüber größer und die Oberflächenschicht weniger mineralisiert, sodass der Kunststoff tiefer in den

Läsionskörper eindringen kann [13]. Allerdings gibt es bis heute keine Möglichkeit nach dem Ätzen abzuschätzen, wie gut der Infiltrant durch die (restliche) Oberflächenschicht diffundieren wird. Dies wäre jedoch wünschenswert, da, sobald der Infiltrant appliziert wurde und das Ergebnis nicht befriedigend ist, der Infiltrant nur schwerlich entfernt werden kann, um hiernach eine tiefere Infiltration anzustreben. Gleichwohl ist unabhängig von der Dicke der zu entfernenden Oberflächenschicht ebenso ein hoher Demineralisierungsgrad der Läsion ungünstig, um ein möglichst vollständiges Maskierungsergebnis zu erreichen.

Auf Grundlage der Brechungsindizes von Flüssigkeiten, die näher am Brechungsindex von gesundem Schmelz als am Brechungsindex von Luft liegen, müsste die Applikation einer Flüssigkeit nach dem Ätzvorgang eine (temporäre) Beurteilung ermöglichen, ob die Oberflächenschicht ausreichend entfernt wurde, um eine ausreichend tiefe Diffusion zu ermöglichen [6]. Folglich wäre in der Theorie der Maskierungserfolg mithilfe einer Flüssigkeit vor der Applikation des Infiltranten beurteilbar. Anhand der hier präsentierten 4 Fallbeispiele sollte daher der Frage nachgegangen werden, ob das finale Ergebnis der Infiltration während des Wiederbefeuchtungstestes vorhergesagt werden kann.

Fallbeispiele

Vier Patienten, die sich über „weiße Flecken“ auf den Zähnen im ästhetisch sichtbaren Bereich nach Entfernung der festsitzenden Apparatur im Rahmen ihrer kieferorthopädischen Behandlung beklagten, wurden im Rahmen einer klinischen Studie therapiert [10]. Die weißlichen Schmelzareale wurden als postorthodontische White-Spot-Läsion diagnostiziert.

Nach Einwilligung erfolgte die Infiltration entsprechend dem folgenden Behandlungsschema (Abb. 1):

- a. Reinigung der Zähne mit fluoridfreier Polierpaste (Cleanic; Kerr, Bioggio, Schweiz)
- b. Applikation von flüssigem Kofferdam (OpalDam; Ultradent, South Jordan, USA), um



Abbildung 2A–D Nach der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Elementen dominierten multiple White-Spot-Läsionen das Erscheinungsbild des Ober- und Unterkiefers dieses Patienten (**A**). Nach erfolgter Ätzung (**B**) und Abschätzung des Maskierungserfolges während des Wiederbefeuchtungstestes (**C**) stellte sich eine Woche nach der Infiltration ein zufriedenstellendes Endergebnis (**D**) ein. Der Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration (**D**) an den zervikalen Rändern der Zähne 11 und 21 ist nochmals geringer als der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung (**C**). Es ist zu beachten, dass Teilabbildung C nur den Wiederbefeuchtungstest der Zähne 11 und 21 zeigt und dass vor Aufnahme des Endergebnisses (**D**) die kavitierte Läsion an Zahn 23 restaurativ versorgt wurde.

- das Arbeitsfeld trocken zu halten und die Gingiva zu schützen
- c. Ätzen der Zähne mit 15%igem HCl-Gel – 2 min pro Läsion (ICON etch; DMG, Hamburg, Deutschland)
- d. Absaugen des HCl-Gels und absprühen mit Wasser – 30 sec pro Zahn
- e. Trockenpusten der Zähne – 30 sec pro Zahn

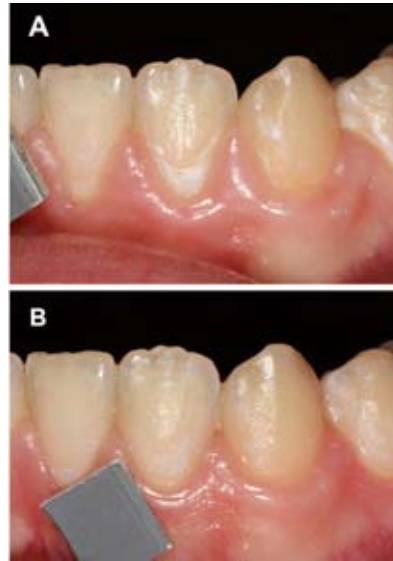


Abbildung 3A/B Zahn 33 mit einer zervikal gelegenen White-Spot-Läsion. Die Graukarte auf den Bildern diente zur Standardisierung der Farbauswertung. **A**) Ausgangssituation: **B**) Situation eine Woche nach der Infiltration

- f. Wiederbefeuchten der Zähne mit Ethanol – 30 sec pro Zahn (ICON dry; DMG, Hamburg, Deutschland)
- g. Trockenpusten der Zähne – 10 sec pro Zahn

Während der Wiederbefeuchtung entschied die Behandlerin (C.K.), ob das Maskierungsergebnis für sie zufriedenstellend war. Falls die subjektive Beurteilung nicht zufriedenstellend war, wurden die Schritte c–g wiederholt. Der Ätzvorgang wurde dabei maximal dreimal durchgeführt. Im Anschluss wurde das Behandlungsschema fortgeführt:

- h. Auftragen des Infiltranten – 3 min Einwirkungszeit (ICON Infiltrant; DMG, Hamburg, Deutschland)
- i. Entfernen der Überschüsse mit einem Schaumstoffpellet
- j. Lichthärten – 40 sec pro Zahn
- k. Auftragen des Infiltranten – 1 min Einwirkungszeit
- l. Entfernen der Überschüsse mit einem Schaumstoffpellet
- m. Lichthärten – 40 sec pro Zahn
- n. Abschließend fand eine Politur der infiltrierten Bereiche statt (Sof-Lex; 3 M, Saint Paul, USA und Occlubrush; Kerr, Orange, USA).

Um den Maskierungserfolg zu beurteilen, wurden standardisiert (Verschlusszeit: 1/250, Blendenöffnung: F29, ISO-Empfindlichkeit: 100, Weißabgleich: 6250 K, Zahn-Objektivabstand: 20 cm) digitale Fotografien zu folgenden Zeitpunkten angefertigt und verglichen: vor der Behandlung, eine Sekunde vor der Ethanolapplikation (Behaltungsschritt f), in den neun folgenden Sekunden (1 Bild pro Sekunde) und eine Woche nach der Behandlung (Abb. 2–4). Dabei wurde darauf geachtet, einen Farbeinfluss aufgrund einer Dehydratation der Zähne zu vermeiden.

Ergebnisse

Nach Entfernung der Brackets wurden bei den 4 Patienten (14–16 Jahre) 55 White-Spot-Läsionen (ICDAS Code 2, OK: n = 29; UK: n = 26) an den Frontzähnen sowie den ersten Prämolaren diagnostiziert. Die Ausgangssituation sowie das Endergebnis der durchgeführten Behandlungen sind in Abbildung 2 und Abbildung 5 dargestellt. In allen Fällen konnte eine zufriedenstellende Maskierung erreicht werden. Dies zeigte sich unabhängig von der Anzahl der Ätzvorgänge. In einer nach der Behandlung durchgeführten Auswertung der digitalen Bilder zeigte sich, dass die Anzahl der durchgeführten Ätzschritte mit den Ausgangsfarbunterschieden korrelierte. Je stärker der (verbliebene) Farbunterschied während der Behandlung eingeschätzt wurde, desto mehr Ätzschritte wurden durchgeführt. Des Weiteren zeigte sich, dass der subjektiv empfundene minimale Farbunterschied während des Wiederbefeuchtungstestes gut zur Abschätzung des Farbunterschiedes eine Woche nach der Infiltration geeignet ist. Zähne, die während der ersten 3–5 sec des Wiederbefeuchtungstestes kein zufriedenstellendes Maskierungsergebnis aufwiesen, wurden ein weiteres Mal geätzt (Abb. 4). Des Weiteren konnte die Empfindung der Behandlerin, dass der Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration nochmals signifikant geringer als der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung war, anhand der Auswertung der digitalen Bilder bestätigt werden (Abb. 5).

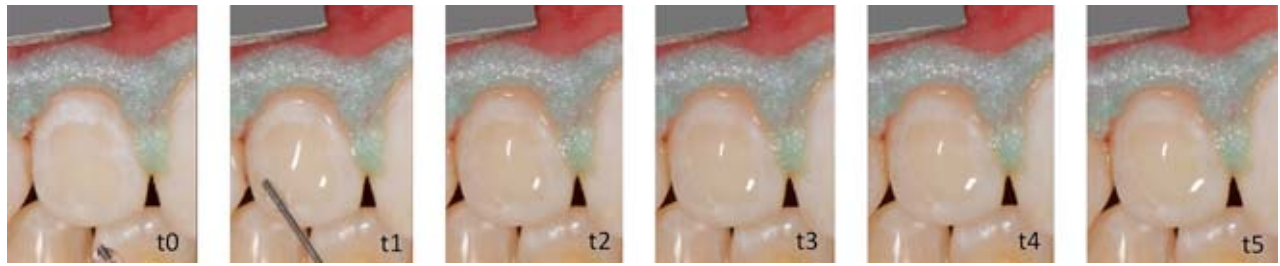


Abbildung 4t0–t5 Mithilfe des Wiederbefeuchtungstests mit Ethanol vor der anschließenden Infiltration kann eingeschätzt werden, ob der Maskierungserfolg bei einer zuvor geätzten Läsion (**t0**) zufriedenstellend sein wird. Falls dies nicht innerhalb der ersten 3–5 sec (**t1–t5**) feststellbar ist, so wie in diesem Fallbeispiel, sollte nochmalig mit Salzsäure für 2 min geätzt werden.

Diskussion

Anhand der Fallbeispiele wurden die Veränderungen des Farbunterschiedes während des Wiederbefeuchtungstests, deren Einfluss auf die Anzahl an Ätztvorgängen und deren Korrelation mit den Ergebnissen eine Woche nach der Infiltration, beschrieben. Es ist zu erkennen, dass der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung geeignet zu sein scheint, den Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration abzuschätzen. Dabei kommt es insbesondere in den ersten 3 sec der Wiederbefeuchtung zu einer starken Reduktion des Farbunterschiedes. Wird kein deutlicher Farbwertabfall (d.h. eine Maskierung) subjektiv festgestellt, sollte nochmals geätzt werden. In jedem Fall wird der Farbunterschied durch die Infiltration im Vergleich zum Wiederbefeuchtungstest (noch) weiter reduziert. Dies könnte im höheren Brechungsindex des Infiltranten ($BI = 1,51$) begründet

liegen, der im Vergleich zum Brechungsindex von Ethanol ($BI = 1,36$) näher am Brechungsindex von gesundem Schmelz ($BI = 1,63$) liegt. Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass die Anzahl der Ätztvorgänge mit dem Ausgangsfarbunterschied korrelierte. Die Daten zeigten eine positive, allerdings schwache Korrelation zwischen der Anzahl der Ätztvorgänge und der auf Grundlage des optischen Erscheinungsbildes subjektiven Einschätzung des Schweregrades der White-Spot-Läsion [10].

Um ein ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis bei der Maskierung von White-Spot-Läsionen zu erhalten, ist eine möglichst vollständige Infiltration des Läsionskörpers notwendig [13]. Dazu muss die Oberflächenschicht der Läsion während des Ätztvorganges so modifiziert werden, dass der Kunststoff bzw. das Ethanol in die Läsion diffundieren kann. Allerdings variiert die Dicke dieser Oberflächenschicht stark [14]. Dies könnte auch

erklären, warum nicht nur bei diesen Patientenfällen die Anzahl der Ätztvorgänge und somit die Länge des Ätztvorganges variiert wurde [7, 8]. In Abhängigkeit des ästhetischen Erscheinungsbildes wurde in den genannten Studien und in den vorliegenden Patientenfällen die Anzahl der Ätztvorgänge bzw. die Dauer des Ätzens variiert. Allerdings wurde die maximale Anzahl an Ätztvorgängen auf drei begrenzt, um nicht zu viel Schmelz zu entfernen. Die Begrenzung galt auch, wenn das ästhetische Ergebnis beim Wiederbefeuchtungstest nach dem dritten Ätztvorgang nicht zufriedenstellend war. Da jeder Ätztvorgang zwischen $35\ \mu\text{m}$ und $45\ \mu\text{m}$ der Schmelzoberfläche entfernt [14], resultieren 3 Ätztvorgänge in einer maximalen Entfernung von $105\text{--}135\ \mu\text{m}$ und damit wahrscheinlich in einer vollständigen Entfernung der Oberflächenschicht in den meisten aktiven und auch inaktiven Läsionen. Eine weitere Wiederholung



Abbildung 5A1–C1 und A2–C2 Übersichtsaufnahmen von 3 Patienten mit postorthodontischen White-Spot-Läsionen. **A1, B1, C1**: Ausgangssituation; **A2, B2, C2**: jeweilige Situation eine Woche nach der Infiltration. Ein zufriedenstellendes Maskierungsergebnis konnte in allen 3 Fällen erreicht werden.

Autoren	Publikationsjahr	Dauer der Nachuntersuchung	Anzahl der behandelten Patienten/ Anzahl der infiltrierten Läsionen	Behandelte Zähne	Ergebnisse
Kim et al. [7]	2011	1 Woche	9 Patienten, 18 Zähne	Frontzähne	61 % komplett, 33 % teilweise, 6 % gar nicht maskiert
Hammad et al. [4]	2012	Sofort	18 Patienten, 108 Zähne	OK-Frontzähne (ICDAS 2+3)	Signifikanter Anstieg des Grauwertes (= Maskierung)
Knösel et al. [8]	2013	6 Monate	20 Patienten, 111 infiltrierte u. 108 Kontrollzähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$: Infiltration -2,3 Kontrolle +0,2 Signifikante Verbesserung
Knösel et al. # [9]	2019	2 Jahre	8 Patienten, 45 Zähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$: Infiltration -3,2
Senestraro et al. [20]	2013	8 Wochen	20 Patienten, 46 infiltrierte u. 20 Kontrollzähne	OK-Frontzähne	Reduktion der Läsionsfläche 61 % Infiltration 1 % Kontrolle

(Abb. 1–5, Tab. 1: R. J. Wierichs und C. Kobbe)

#Nachauswertung von Knösel et al. 2013

Tabelle 1 Klinische Studien zum Maskierungserfolg bei White-Spot-Läsionen zumeist nach kieferorthopädischer Behandlung

des Ätzworganges würde folglich eine unnötige Entfernung des Schmelzes bedeuten. Insbesondere, weil nach Entfernung der Oberflächenschicht der Maskierungserfolg wahrscheinlich zunehmend von der Tiefe bzw. dem Mineralisationsgrad der Läsion abhängt und nicht mehr von der weniger porösen Oberflächenschicht.

Die Behandlung der hier präsentierten Fälle erfolgte im Rahmen einer von der Ethikkommission der RWTH Aachen genehmigten (EK 110/13) und bereits veröffentlichten Studie [10]. In der genannten Studie konnte an insgesamt 221 Läsionen in 29 Patienten gezeigt werden, dass die Infiltration den Farbunterschied von White-Spot-Läsionen nach der Behandlung subjektiv und objektiv deutlich reduziert. Die finalen Farbunterschiede lagen nur leicht über dem wahrnehmbaren Schwellenwert [5]. Diese Farbunterschiede werden vom menschlichen Auge aus einem gewöhnlichen sozialen Abstand nicht wahrgenommen. Weiter zeigte eine Untergruppenanalyse, dass der Farbunterschied von 73 % der Läsionen, die einmal geätzt wurden, unter die-

sem Schwellenwert lag, wohingegen Läsionen, die zwei- oder dreimal geätzt wurden den Schwellenwert in nur 62 % bzw. 32 % der Fälle unterschritten. Das Endergebnis, bei Läsionen die zwei- oder dreimal geätzt wurden, war somit weniger zufriedenstellend als bei einmal geätzten Läsionen. Des Weiteren konnte eine starke Korrelation zwischen dem minimalen Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung und dem finalen Farbwert eine Woche nach der Infiltration festgestellt werden und belegt werden, dass der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung ebenfalls gut geeignet ist, zu beurteilen, ob ein weiterer Ätzschritt notwendig ist. Die Ergebnisse sind zudem im Einklang mit vorherigen Studien [7, 8], die ebenfalls einen guten Maskierungseffekt mit dieser Behandlung bei postorthodontischen White-Spot-Läsionen zeigten. Weitere klinische Studien, die ebenfalls den Maskierungserfolg nach der Infiltration untersuchten, und deren Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Interessanterweise deuten die Studien ebenfalls darauf hin, dass die

Zeit zwischen der Abnahme der Brackets und dem Infiltrieren eine wichtige Rolle zu spielen scheint, um eine erfolgreiche Maskierung der White-Spot-Läsionen zu erzielen [8]. Je schneller die Behandlung stattfindet, desto erfolgreicher scheint der Maskierungseffekt. Der Einfluss des zeitlichen Abstandes führte in der vorliegenden Studie dazu, dass Patienten, bei denen die kieferorthopädische Behandlung länger als 12 Monate zurücklag, exkludiert wurden. Des Weiteren kam die Frage auf, ob der Maskierungserfolg durch eine Infiltration der White-Spot-Läsionen während der kieferorthopädischen Behandlung weiter optimiert werden könnte. Allerdings wurde dieser Frage bislang nur in einer nicht kontrollierten Studie [16] und einem Fallbericht [12] nachgegangen. In beiden Veröffentlichungen wurden White-Spot-Läsionen unmittelbar nach dem Erkennen infiltrierte ohne die kieferorthopädische Behandlung zu unterbrechen. Obwohl die Ergebnisse in beiden Veröffentlichungen vielversprechend waren, ist dieser Ansatz bislang nur wenig untersucht.

Schlussfolgerung

Die Patientenfälle veranschaulichen, dass der temporäre Maskierungserfolg beim Wiederbefeuchtungstest mit Ethanol vor der anschließenden Infiltration ein guter Prädiktor für den definitiven Maskierungserfolg zu sein scheint und für die Bestimmung der notwendigen Anzahl an Ätzworgängen herangezogen werden kann. Des Weiteren scheinen White-Spot-Läsionen mit einem höheren Ausgangsfarbsunterschied mehr Ätzworgänge zu benötigen. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die Infiltration eine nützliche Methode ist, White-Spot-Läsionen, die während der kieferorthopädischen Behandlung auftreten, hiernach zu maskieren.

Anmerkung der Autoren

Die in diesem Artikel präsentierten Fälle sind im Rahmen einer klinischen Studie, die unter dem Titel „Evaluation of the value of re-wetting prior to resin infiltration of post-orthodontic caries lesions“ im Journal of Dentistry erschienen ist, behandelt worden [10].

Interessenkonflikte

R. Wierichs und C. Kobbe erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

H. Meyer-Lückel wird in den von der Charité Berlin gehaltenen Patenten zur Methode Kariesinfiltration als Erfinder aufgeführt und ist an den Erlösen der Lizenzierung der Patente an die Dentalfirma DMG beteiligt.

Literatur

- Ando M, Fontana M, Eckert GJ, Arthur RA, Zhang H, Zero DT: Objective and quantitative assessment of caries lesion activity. *J Dent* 2018; 78: 76–82
- Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prah-Andersen B: Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res* 2005; 39: 41–47
- Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ: Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982; 81: 93–98
- Hammad SM, El Banna M, El Zayat I, Mohsen MA: Effect of resin infiltration on white spot lesions after debonding orthodontic brackets. *Am J Dent* 2012; 25: 3–8
- Johnston WM, Kao EC: Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68: 819–822
- Kidd EA, Fejerskov O: What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res* 2004; 83 Spec No C:C35–38
- Kim S, Kim EY, Jeong TS, Kim JW: The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *Int J Paediatr Dent* 2011; 21: 241–248
- Knosel M, Eckstein A, Helms HJ: Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multi-bracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 86–96
- Knosel M, Eckstein A, Helms HJ: Long-term follow-up of camouflage effects following resin infiltration of post-orthodontic white-spot lesions in vivo. *Angle Orthod* 2019; 89: 33–39
- Kobbe C, Fritz U, Wierichs RJ, Meyer-Lueckel H: Evaluation of the value of re-wetting prior to resin infiltration of post-orthodontic caries lesions. *J Dent* 2019; 91: 103243
- Meyer-Lückel H, Paris S: Kariesinfiltration. In: Meyer-Lückel H, Paris S, Kim E (Hrsg): *Karies: Wissenschaft und Klinische Praxis*. Thieme, Stuttgart 2012, 271–283
- Meyer-Lückel H, Wierichs R, Sheikh Ali F: Masking and arresting of caries during treatment with brackets. In: DMG Dental-Material Gesellschaft mbH (Hrsg): *Icon smooth surfaces – case reports*. DMG Eigenverlag, Hamburg 2019, 16–19
- Meyer-Lueckel H, Paris S: Infiltration. In: Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand KR (Hrsg): *Caries management – science and clinical practice*. Thieme, Stuttgart, New York 2013, 245–258
- Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM: Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res* 2007; 41: 223–230
- Ogaard B: Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 96: 423–427
- Ogodescu A, Ogodescu E, Talpos S, Zetu I: [Resin infiltration of white spot lesions during the fixed orthodontic appliance therapy]. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi* 2011; 115: 1251–1257
- Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dorfer C, Meyer-Lueckel H: Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent* 2013; 41 (Suppl 5): e28–34
- Sadowsky SJ: An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 433–442
- Sardana D, Zhang J, Ekambaram M, Yang Y, McGrath CP, Yiu CKY: Effectiveness of professional fluorides against enamel white spot lesions during fixed orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2019; 82: 1–10
- Senestraro SV, Crowe JJ, Wang M et al.: Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2013; 144: 997–1005
- Wiechmann D, Klang E, Helms HJ, Knosel M: Lingual appliances reduce the incidence of white spot lesions during orthodontic multibracket treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 414–422
- Wong FS, Winter GB: Effectiveness of microabrasion technique for improvement of dental aesthetics. *Br Dent J* 2002; 193: 155–158



(Foto: Richard J. Wierichs)

DR. RICHARD J. WIERICHS
Klinik für Zahnerhaltung,
Präventiv- und Kinderzahnmedizin
zmk – Zahnmedizinische Kliniken Bern
Universität Bern
Freiburgstr. 7
3010 Bern, Schweiz
richard.wierichs@zmk.unibe.ch

**Jetzt
durchstarten:
ab € 9,90**



Fortbilden, wann & wo Sie wollen

Nutzen Sie das umfangreichste Online-Fortbildungsangebot

- wo immer Sie sind
- zeitlich und räumlich unabhängig
- bequem, sicher, kostengünstig und effizient

Sichern Sie sich Ihren Zugang

- zu über 1.000 Lernvideos von Operationen bis Experten-Webinare und
- anerkannten CME-Beiträgen zum
- besten Preis-Leistungsverhältnis am Markt

Jetzt anmelden unter dental-online-college.com

Lukas Brämwig, Tamara Pollak, Marie-Theres Richter, Isabel Knaup, Michael Wolf

Erwachsenen-Kieferorthopädie – aktuelle Innovationen und interdisziplinäre Möglichkeiten*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Digitalisierung bringt auch in der Kieferorthopädie Innovationen und Weiterentwicklungen mit sich. Im Folgenden werden spannende neue Behandlungsmöglichkeiten aufgezeigt, die auch immer mehr bei interdisziplinären Fragestellungen Anwendung finden.

Einleitung: Die Behandlung erwachsener Patienten gehört mittlerweile zum klinischen Alltag des Kieferorthopäden. Bei der Indikationsstellung gibt es keinen Unterschied zu der Therapie von Kindern und Jugendlichen: Ziel ist die Verhütung und die Behandlung von Fehlstellungen der Kiefer und der Zähne zum Erreichen sowie Erhalten eines gesunden Kauorgans.

Diskussion: Dennoch gilt es, einige Besonderheiten zu berücksichtigen: Die Biomechanik sollte entsprechend des ggf. fortgeschrittenen Attachment-Verlustes angepasst werden. Gleichzeitig ist der Wunsch nach möglichst unauffälligen Behandlungsmethoden groß. Des Weiteren spielen interdisziplinäre Behandlungskonzepte eine weit größere Rolle als bei Kindern und Jugendlichen.

Ergebnisse: Für all diese Anforderungen ergeben sich Dank der Digitalisierung in der Kieferorthopädie neue und innovative Therapieoptionen. Durch mittels Intraoralscan erzeugter Datensätze bieten sich sowohl in der Diagnostik als auch in der Planung vielfältige Möglichkeiten, mit denen die Behandlung verbessert und für den Patienten komfortabler gestaltet werden soll. Hierfür werden spezielle kieferorthopädische Software-Lösungen benötigt, mit denen individualisierte Therapiekonzepte erarbeitet werden können. Über den Export von STL-Dateien können Behandlungsapparaturen mit verschiedenen Systemen gedruckt und für den Kieferorthopäden verfügbar gemacht werden. In den kommenden Jahren werden hier weitere Fortschritte erwartet, was die digitale Kieferorthopädie zu einem spannenden Arbeitsfeld macht.

Schlüsselwörter: digitale Kieferorthopädie; Erwachsenen-Kieferorthopädie; 3D-Druck; CAD/CAM-Versorgungen; interdisziplinäre Kieferorthopädie

Klinik für Kieferorthopädie, Uniklinik der RWTH Aachen: Dr. Lukas Brämwig, Tamara Pollack, Dr. Marie-Theres Richter, Dr. Isabel Knaup, Univ.-Prof. Dr. Michael Wolf

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Brämwig L, Pollak T, Richter M, Knaup I, Wolf M: Orthodontics for adults – current innovations and interdisciplinary possibilities. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 174–180

Zitierweise: Brämwig L, Pollak T, Richter M, Knaup I, Wolf M: Erwachsenen-Kieferorthopädie – aktuelle Innovationen und interdisziplinäre Möglichkeiten. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 292–299

Peer-reviewed article: eingereicht: 18.03.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 15.04.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0292-0299

Orthodontics for adults – current innovations and interdisciplinary possibilities

Introduction: At this point in time, treatment of adult patients is part of the everyday lives of orthodontists. There is no difference when determining the indication for therapy in children and adolescents: The goal is the prevention and treatment of misalignments of jaws and teeth, as well as maintaining a healthy masticatory system.

Discussion: Nevertheless, there are some characteristics that need to be taken into consideration: The biomechanics should be adjusted in accordance to the progressing loss of attachment. Simultaneously, there is a great desire for preferably subtle treatment options. Furthermore, interdisciplinary treatment concepts play a more important role in adults compared to children and adolescents.

Results: The digitalization in orthodontics resulted in new and innovative therapy options for all these requirements. Generated data records using intraoral scans offer various options in diagnosis as well as planning in order to improve treatments and patient comfort. Special orthodontic software solutions were necessary to establish individualized therapy concepts. Treatment appliances with different systems can be printed using the export of STL data and made available for orthodontists. Further advances are expected in the next few years, which makes digital orthodontics an exciting work field.

Keywords: digital orthodontics; orthodontics for adults; 3D-print; CAD/CAM restorations; interdisciplinary orthodontics

Einleitung

Die Kieferorthopädie ist längst nicht mehr auf Behandlungen von Kindern und Jugendlichen beschränkt. Auch die Therapie von erwachsenen Patienten gehört in diesem Fachgebiet der Zahnmedizin mittlerweile zum klinischen Alltag. Bereits in den Jahren 2012 bis 2014 waren in den USA und Kanada jeder vierte Patient, der sich in kieferorthopädischer Behandlung befand, über 18 Jahre alt [1]; die Tendenz ist steigend.

Die Gründe für diesen Trend sind vielfältig: In der heutigen Gesellschaft gibt es ein stärkeres Bewusstsein für Zahngesundheit und vor allem für erwachsene Patienten ist hier auch die Zahnstellung wichtig. So ist es gesellschaftlich etabliert, dass gerade und weiße Zähne attraktiv und gesund wirken, wohingegen Dysgnathien zu negativen Reaktionen im sozialen Umfeld führen können [18].

Die in den letzten Jahrzehnten optimierte zahnmedizinische Versorgungslage und der demografische Wandel führen zudem zwangsläufig zu einem Anstieg des Altersdurchschnitts in der kieferorthopädischen Praxis: Ein immer älter werdendes Patientenkollektiv hat einen erhöhten Bedarf, die Stellung der eigenen natürlichen Zähne zu optimieren.

Doch nicht nur aus ästhetischen Gründen wird der Kieferorthopäde von Erwachsenen aufgesucht: Beispielsweise aus parodontalprophylaktischer Sicht bietet es sich auch im fortgeschrittenen Alter an, Zahnfehlstellungen zu korrigieren und somit durch Fehlbelastungen begünstigte Knochenveränderungen vorzubeugen.

Auch bei anderen interdisziplinären Fragestellungen, wie der präprothetischen Pfeilerverteilung oder der prächirurgischen Ausformung der Zahnbögen, sollten die zahnärzt-

lichen Disziplinen Hand in Hand arbeiten, um das bestmögliche Ergebnis für den Patienten zu erreichen.

Durch bereits etablierte Behandlungsmöglichkeiten wie die Lingualtherapie oder auch die Alignertherapie lässt sich die kieferorthopädische Behandlung möglichst unauffällig gestalten, was von vielen Patienten, die im Berufsleben stehen und eine herkömmliche Therapie aufgrund der temporären ästhetischen Beeinträchtigung bislang abgelehnt haben, gewünscht wird. Mittels des Fortschritts in der digitalen Kieferorthopädie stehen zudem weitere neue spannende Ansätze für eine individuelle Behandlungsplanung und -durchführung bereit [6, 10, 11, 23].

Besondere Anforderungen in der Erwachsenen-Kieferorthopädie

Die kieferorthopädische Behandlung erwachsener Patienten unterliegt einigen Besonderheiten. Generell sollte – wie bei jedem Patienten – vor Beginn der Therapie ein parodontales Screening stattfinden und bei Behandlungsbedarf eine Überweisung an den Hauszahnarzt erfolgen. Dies ist unerlässlich, da andernfalls die kieferorthopädische Therapie im entzündeten Parodont zu einer Progression der PA-Destruktion beiträgt [20].

Mit steigendem Alter liegt zudem häufig eine dichtere Kortikalis, ein Attachmentverlust sowie eine geringere Vaskularisierung des Knochens vor, was teilweise mit einer Einschränkung von Zahnbewegungen einhergeht. Des Weiteren werden von erwachsenen Patienten vermehrt Medikamente eingenommen, die einen Effekt auf den Knochenmetabolismus haben und so auch die orthodontische Therapie mit beeinflussen (Tab. 1).

In Folge des häufig bereits eingetretenen Attachmentverlustes verlagert sich das Widerstandszentrum der Zähne weiter nach apikal, woraufhin die orthodontischen Kräfte angepasst werden müssen. Außerdem muss infolge dessen auch über weitere Verankerungsmaßnahmen nachgedacht werden, da die PA-geschwächten Zähne die Gegenkräfte im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie häufig nicht mehr alleine



Abbildung 1–3 Behandlung eines erwachsenen Patienten mit einer vollständig individualisierten lingualen Apparatur

auffangen können. Abhilfe können hier u.a. Miniimplantate schaffen, auf die weiter unten näher eingegangen werden soll.

Der Wunsch der erwachsenen Patienten

Erwachsene Patienten suchen den Kieferorthopäden vor allem mit dem Wunsch auf, eine möglichst unauffällige und zeitlich absehbare Behandlung durchführen zu lassen. Die linguale Multibracket-Therapie stellt hierzu eine von den Patienten sehr gefragte Alternative zu der vestibulären festsitzenden Zahnsperre dar. Mittels einer komplett individualisierten Apparatur können Zahnbewegungen effizient in allen 3 Raumebenen durchgeführt werden (Abb. 1–3).

Durch die Etablierung der Aligner-Therapie wurde dem Kieferorthopäden zudem ein weiteres Werkzeug an die Hand gegeben, möglichst schonend Schritt für Schritt das gewünschte Behandlungsergebnis zu erreichen. Dennoch sei hier zu erwähnen, dass eine Selektion der geeigneten Patientenfälle sowie die Erfahrung des Behandlers mit dem System unabdingbar für den Behandlungserfolg mit Alignern sind.

Aktuelle Innovationen in der Kieferorthopädie

Um dem Wunsch der erwachsenen Patienten gerecht zu werden, bieten sich digitale Technologien an, mit denen eine möglichst präzise und individualisierte Planung durchgeführt werden kann.

Die digitale Kieferorthopädie setzt sich aus 3 Bausteinen zusammen:

1. Scan-System (Intraoralscanner oder Modellscanner)
2. CAD-Software
3. 3D-Druck

Scan-Systeme

Grundlage für einen digitalen Arbeitsablauf ist immer ein dreidimensionaler Datensatz, welcher in der Regel durch einen intraoralen Scanner generiert wird. Sollte kein Intraoral-scanner zur Verfügung stehen, kann prinzipiell auch der Umweg über einen Modellscanner gewählt werden.

Verschiedene Scan-Systeme sind seit einigen Jahren in der Kieferorthopädie etabliert und mehr und mehr dabei, den konventionellen Abdruck zu verdrängen. Die Genauigkeit puderfreier intraoraler Scanner entspricht der des klassischen Abdrucks [13], bietet jedoch zugleich einen wesentlich höheren Patientenkomfort.

CAD-Software

Der so erzeugte Datensatz kann dann in eine geeignete CAD-Software importiert werden, mit der die weitere Verarbeitung erfolgt (Abb. 4).

Im Folgenden soll der voll-digitale Ablauf von der Diagnostik, über die Planung bis hin zur anschließenden Umsetzung der Therapie skizziert und die Vorteile der Digitalisierung aufgezeigt werden. Wir verwenden hierfür in unserer Klinik die Software OnyxCeph^{3TM} (Image Instruments).

Der Workflow in der digitalen kieferorthopädischen Diagnostik umfasst die digitale Fotografie, das digitale Röntgen und die bereits erwähnte digitale Abformung.

Anhand der so generierten Daten kann eine vollumfängliche Auswertung der Patientenunterlagen erfolgen, die durch die klinische Untersuchung ergänzt werden muss.

Die intra- und extraoralen Bilder sowie die Fern-Röntgen-Seitenbilder können am Computer vermessen und analysiert werden. Auch das dreidimensionale Modell lässt sich per

Software auswerten (Abb. 5). Studien zeigen, dass die Genauigkeit der Vermessung digitaler Modelle der konventionellen Auswertung am Gipsmodell ebenbürtig ist und früher oder später den neuen Goldstandard in der kieferorthopädischen Befundung darstellen wird [17].

Wenn die Diagnostik abgeschlossen und die Wahl auf ein geeignetes Therapiemittel gefallen ist, kann dieses auch digital geplant und designt werden.

Wie oben beschrieben, zählen zu den unauffälligen Behandlungsmethoden, welche von den erwachsenen Patienten präferiert werden, die Lingual- und die Aligner-Therapie.

Diese setzen in der Regel ein Set-Up voraus, welches die gewünschte Endposition der Zähne simuliert. Früher waren hierfür die allseits bekannten, aufwendigen händischen Arbeitsschritte am Sägemodell notwendig. Dies ist nun in einer wesentlich präziseren und effektiveren Vorgehensweise digital möglich (Abb. 6). Durch eine geeignete Software können Zähne einzeln segmentiert werden und anschließend in den Raumebenen entsprechend der gewünschten Zielposition frei bewegt werden.

In der Lingualtherapie können anhand des Ziel-Set-Ups auf den Patienten ausgerichtete, individualisierte Bögen berechnet werden. Diese können mittels einer ausgedruckten Schablone händisch nachgebogen werden. Alternativ dazu kann die Bogengeometrie im CSV-Format an einen Biegeroboter übermittelt werden, was zu einer Zeitersparnis und zu einer Erhöhung der Präzision führt. Die therapeutische transversale Expansion der Zahnbögen stellt in vielen Fällen ein Stabilitätsrisiko von

kieferorthopädischen Behandlungen dar [22]. Erste eigene Daten zeigen, dass in Folge einer individualisierten Therapie eine stabilere Zahnposition erreicht werden kann [Wolf et al., submitted].

Auch für die digitale Planung der Aligner-Therapie ist eine klinische Expertise unabdingbar, um Grenzbewegungen einschätzen und Hilfsmittel wie beispielsweise Attachments richtig planen zu können.

Zudem wird in vielen Fällen eine zusätzliche Verankerung benötigt. Sollte dieser Verankerungsbedarf maximal sein, kann hierfür eine skeletale Verankerung in Form eines Miniimplantates (TAD; temporary anchorage device) gewählt werden. Hierdurch können Zahnbewegungen vollzogen werden, die sonst nur unter großen Nebenwirkungen durchgeführt werden könnten. Beispiele hierfür sind Mesialisierungen und Distalisierungen von Molaren, Intrusionen einzelner elongierter Zähne, Enmasse-Retraktionen und Distraktionen einzelner impaktierter Zähne [3].

Die Insertion eines solchen TADs wird im Idealfall auch digital geplant. Je nach Verwendungszweck muss das Miniimplantat in eine andere Region inseriert werden. Die in der topografischen Umgebung naheliegenden anatomischen Strukturen wie Zahnwurzeln, Nervus alveolaris inferior und Arteria palatina müssen hierbei geschont werden. Um dies zu gewährleisten, bietet sich die Zuhilfenahme von Bohrschablonen an. Diese können konventionell im Labor oder über ein CAD/CAM-Verfahren hergestellt werden.

Hierzu wird zunächst ein Röntgenbild mit dem intraoralen Scan überlagert (Abb. 7). Für palatinale Miniimplantate wird in der Regel ein Fern-Röntgen-Seitenbild verwendet. Soll ein TAD interradikulär inseriert werden, benötigt man für den Überlagerungsprozess ein DVT. Hierdurch lässt sich eine zielgenaue Positionierung der Miniimplantate unter Berücksichtigung der umgebenden anatomischen Strukturen digital planen. Sobald die gewünschte Position und Angulation des Miniimplantates festgelegt ist, wird ein gesondertes Modell errechnet, welches die Einschubrichtung definiert. Über dieses kann



Abbildung 4 Segmentiertes digitales Modell nach intraoralem Scan (3Shape TRIOS 3)

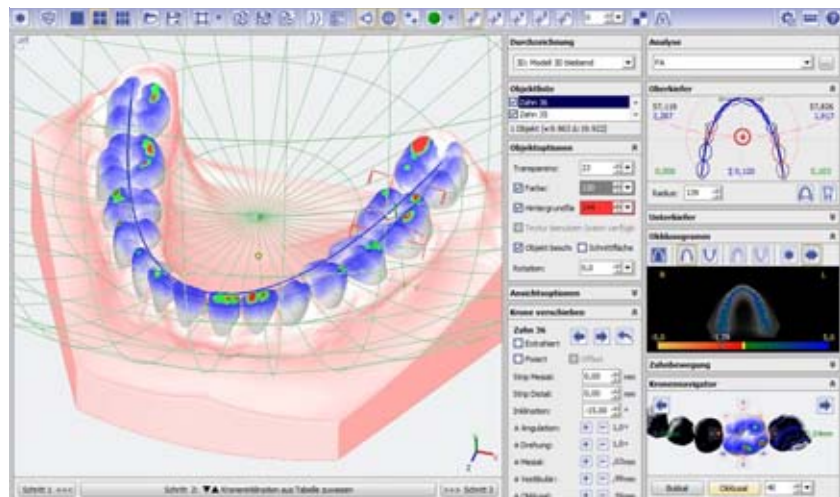


Abbildung 5 Kieferorthopädische Auswertung eines digitalen Modells mittels der kieferorthopädischen Software OnyxCeph^{3TM}

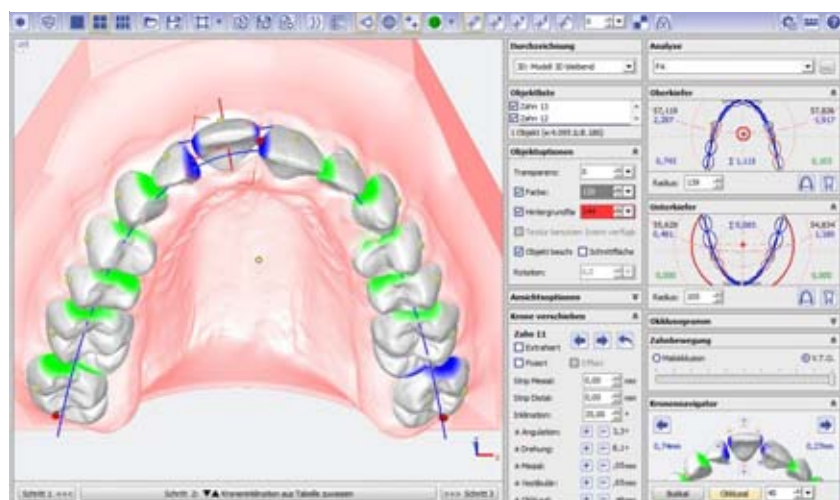


Abbildung 6 Erstellen eines digitalen Set-ups mittels der kieferorthopädischen Software OnyxCeph^{3TM}

Typ	Substanz	Auftreten/Einsatz	Effekte	Wirkung auf Knochen und Zahnbewegung
Medikamente	NSAID (Aspirin, Ibuprofen)	Analgetikum, antiinflammatorisch	Knochenresorption ↓	Zahnbewegung ↓
	Paracetamol	Analgetikum c	Kein Einfluss	Kein Einfluss
	Bisphosphonate	Osteoporose, Krebstherapie	Knochenresorption ↓	Zahnbewegung ↓
	Insulin, Metformin	Diabetes mellitus	Knochenstabilisierung ↑	Zahnbewegung ↓
	Vitamin D	Schwangerschaft, Stillzeit, Depressionen	Knochenresorption ↑	Zahnbewegung ↑
	Eicosanoide (Prostaglandine, Leukotriene etc.)	Mediatoren	Knochenresorption ↑	Zahnbewegung ↑
	Flourid	Osteoporose, Kariesprophylaxe	Knochenresorption ↓ Knochenmasse ↑ Knochendichte ↑	Zahnbewegung ↓

Tabelle 1 Medikamente und ihre Wirkung auf den Knochen und die Zahnbewegung

(Abb. 1–16; Tab. 1; L. Brämwig)



Abbildung 7 Überlagerung eines intraoralen Scans des Oberkiefers mit einem Fern-Röntgen-Seitenbild

nun eine Bohrschablone in der gewünschten Ausdehnung designt werden (Abb. 8–10).

Die Verwendung einer CAD/CAM-Schablone gewährleistet eine bessere Kontrolle während der Insertion und reduziert das Risiko einer Abweichung vom geplanten Insertionspfad auch bei unerfahrenen Behandlern [2].

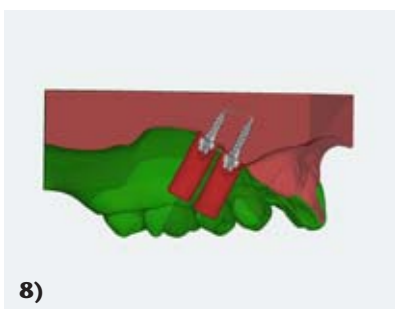
Eine weitere Indikation für die Anfertigung eines DVTs für die Planung von Miniimplantaten ist bei schwierigen anatomischen Situationen gegeben.

So konnten wir bei Patienten mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte in eigenen Untersuchungen zeigen, dass es zu einer deutlich stär-

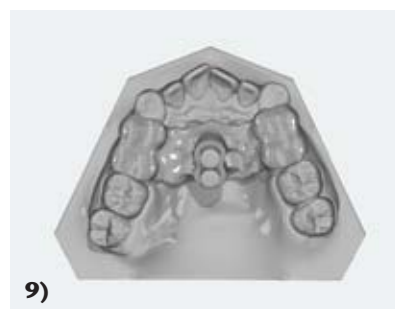
keren Schleimhautüberlagerung im anterioren Gaumen kommt und dass sich die beste Insertionsregion auf der nicht betroffenen Kieferhälfte am Übergang von Prämaxilla und Maxilla befindet [14] (Abb. 11 und 12).

Auch eine Kombination von Minipins und Alignern hat sich klinisch als praktikabel erwiesen und erweitert somit das Indikationsspektrum von Schienen-Behandlungen in ausgewählten Fällen [21].

Zusätzlich stehen für die herkömmliche vestibuläre Bracket-Behandlung digitale Werkzeuge zur Verfügung. Die korrekte Bracketpositionierung zu Beginn einer Behandlung hat einen entscheidenden Einfluss auf den kieferorthopädischen Be-



8)



9)



10)

Abbildung 8–10 Digitale Positionierung der Miniimplantate mit anschließendem Design der Bohrschablone

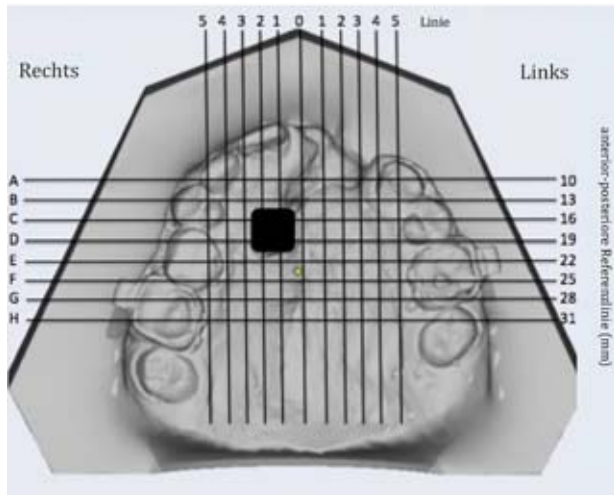


Abbildung 11 Bestmöglicher Insertionsort für Miniimplantate auf der nicht betroffenen Seite

handlungserfolg. Die konventionelle Bebänderung der Patienten läuft in der Regel durch ein direktes Klebverfahren am Patienten ab, bei dem jedes Bracket einzeln auf den Zahn gesetzt, ausgerichtet und lichtgehärtet wird. Alternativ hierzu können Übertragungstrays hergestellt werden, mit denen die Brackets kieferweise in den Patientenmund überführt werden können. Dies setzt einen Laborprozess voraus, bietet jedoch mit einer deutlich reduzierten Stuhlzeit einen Vorteil für Patienten und Behandler. Außerdem konnten Studien zeigen, dass durch das indirekte Kleben eine genauere Bracketpositionierung in der Vertikalen gewährleistet werden konnte [12].

Ein solches Übertragungstray lässt sich inzwischen ebenfalls digital planen und designen.

Auch hier dient als Grundlage ein per Software segmentiertes Modell, auf dem die Zahnwurzeln simuliert mit abgebildet werden können. Entsprechend der Zahnachse können nun virtuell die Brackets an die richtige Position platziert werden. Über die geplante Bracketposition kann dann eine Positionierungsschablone entworfen, als STL-Datensatz abgespeichert und an einen Drucker übermittelt werden (Abb. 13). In die CAD/CAM-Schablone können die Brackets platziert und anschließend indirekt in den Patientenmund überführt werden. Erste Untersuchungen aus unserer Klinik zeigen, dass hierdurch eine

gute Übertragung der digital geplanten Bracketposition erreicht werden kann.

Eine weitere Möglichkeit mittels entsprechender Software-Angebote kieferorthopädische Behandlungsgeräte zu gestalten, ist die Planung und das Design individualisierter metallischer Apparaturen. Ein patientenspezifisches Anpassen von Behandlungsgeräten war durchaus auch bereits zuvor möglich. Jedoch ging die Verwendung von konfektionierter Ware bei anatomischen Gegebenheiten, die stark von der Norm abweichen, stets mit Einschränkungen einher. Auch hier zeigen sich durch digitale Methoden effiziente Lösungsansätze, sodass möglichst grazile Apparaturen individuell angepasst und anschließend hergestellt werden können (Abb. 14 und 15). Neben dem Vorteil der hoch präzisen Passung können hierdurch auch Terminketten verkürzt werden, da beispielsweise das für konventionelle Bänder not-

Schleimhaut

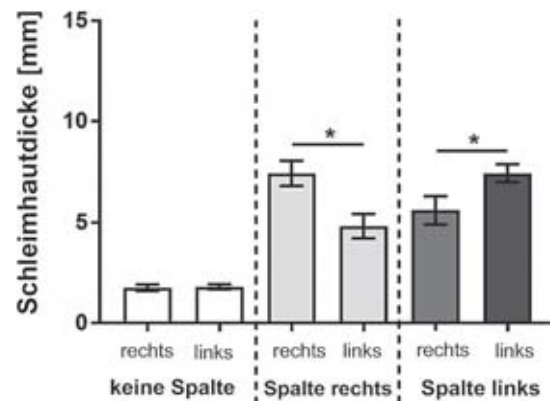


Abbildung 12 Geringere Schleimhautdicke bei Nicht-Spalt-Patienten im Vergleich zu Spalt-Patienten

wendige Separieren bei digital hergestellten Bandapparaturen nicht notwendig ist und somit entfällt.

3D-Druck

Alle im vorherigen Abschnitt dargestellten Verfahren der Therapieplanung und des Designs von Behandlungsapparaturen mittels einer CAD-Software münden im 3D-Druck.

So können die Zahnkränze für Aligner, Bohrschablonen für Miniimplantate oder auch Bondingtrays für die Bracket-Übertragung als STL-Datensatz abgespeichert und an einen Drucker übermittelt werden.

Je nach Indikation stehen hierfür verschiedene Verfahren zur Verfügung, von denen sich in der Zahnmedizin vor allem der SLA- (Stereolithographie), DLP- (Digital Light Processing) und der FDM-Druck (Fused Deposition Modeling) etabliert haben. Resin-Drucker können in der Regel mit kürzeren Druckzeiten punkten, wohingegen bei den Filament-



Abbildung 13 Digitale Positionierung von Brackets mit anschließendem Design eines Übertragungstrays

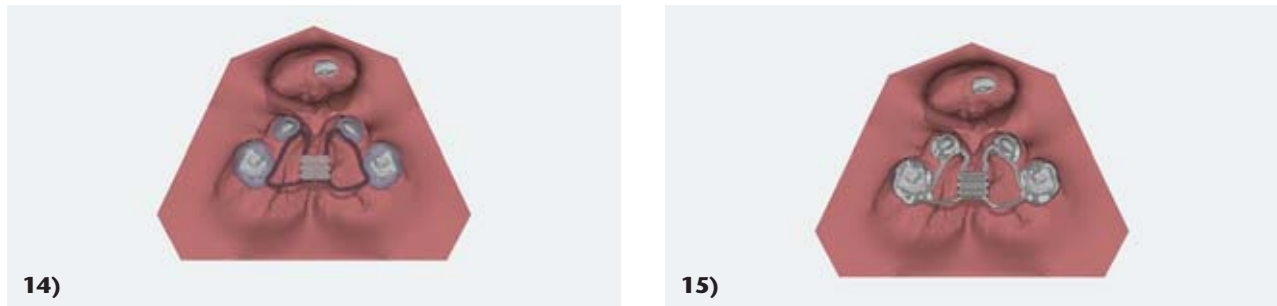


Abbildung 14 und 15 Individualisiertes Design einer Gaumennahterweiterungs-Apparatur bei einem Patienten mit beiseitiger LKG-Spalte

Druckern das Post-Processing in Form von Alkoholisieren und Nachhärten entfällt. Für kieferorthopädische Fragestellungen kann mit allen Systemen eine klinisch zufriedenstellende Präzision erreicht werden [5, 9], wenngleich in den nächsten Jahren noch mit einem weiteren Fortschritt zu rechnen ist.

Eine weitere Form des 3D-Drucks stellt der SLM-Druck (Selective Laser Melting) dar, mit dem metallische Apparaturen hergestellt werden können. Der Erwerb eines solchen Druckers ist für die Einzelpraxis jedoch derzeit noch zu kostenintensiv, ein externer Druck über größere Labore wird aber bereits angeboten. In einem additiven Fertigungsverfahren wird der zu verarbeitende Werkstoff in Pulverform Schicht für Schicht verschmolzen. Bei kieferorthopädischen Apparaturen handelt es sich

hierbei meist um eine Cobalt-Chrom-Legierung.

Interdisziplinäre KFO

Neben den oben angesprochenen Innovationen der Digitalisierung in der Kieferorthopädie bieten sich auch im interdisziplinären Austausch Vorteile. So können sich beispielsweise die zahnärztlichen Kollegen anhand eines digitalen Modells zeitgleich über die entsprechende Fragestellung an ihren Arbeitsplätzen beraten, ohne dabei auf das Gipsmodell zurückgreifen zu müssen.

Und nicht nur in den rein kieferorthopädischen, sondern auch in fachübergreifenden Behandlungen der Patienten bieten sich Schnittstellen, die Dank digitaler Technologien zu einem Behandlungsfortschritt geführt haben.

So können beispielsweise anhand von 3D-Datensätzen Operations-Splinte über ein CAD/CAM-Verfahren zunächst designt und anschließend ausgedruckt werden. Studien konnten zeigen, dass im Vergleich zu konventionellen Splints eine gleiche bzw. höhere Präzision bei einem geringeren Zeitaufwand in der Herstellung erzielt werden konnte [7, 8, 24, 25].

Des Weiteren kann bei kieferorthopädisch-kieferchirurgisch zu behandelnden Patienten ein sogenanntes VTO (visual treatment objective) erstellt werden, um prätherapeutisch eine Prognose für das Weichgewebsprofil nach der Umstellungsosteotomie erstellen zu können. Dieses Tool kann zur Demonstration und Patientenkommunikation genutzt werden, sollte dennoch vorsichtig eingesetzt werden, um nicht unrealistische Erwartungen zu schüren [15]. Ein solches VTO kann entweder anhand von zwei-

dimensionalen oder durch dreidimensionale Datensätze erzeugt werden, wobei mit letzterem genauere Prognosen erstellt werden können [19].

Auch in einem weiteren Arbeitsgebiet zwischen chirurgisch tätigen Zahnärzten und Kieferorthopäden bieten sich neue und spannende Ansätze, um die Versorgung von Patienten zu verbessern. Bei Patienten mit Nichtanlagen oder vorzeitigen Zahnverlusten ist teilweise ein Lückenschluss aus kieferorthopädischer Sicht nicht anzuraten. Um eine solche Lücke dennoch zu schließen, wird häufig auf bewährte prothetische Versorgungen zurückgegriffen, mit denen zweifelsohne gute Ergebnisse erzielt werden können. In ausgewählten Fällen bietet sich jedoch auch die autogene Transplantation eines Zahnes in die aplastische Region als vorhersagbare Therapievariante an [16]. Liegt ein dreidimensionales Röntgenbild vor, kann im Vorfeld der OP der zu transplantierte Zahn aus dem DICOM-Datensatz des DVTs herausgerechnet und präoperativ ausgedruckt werden. Das so erstellte Template wird dann während der OP in die zu versorgende Region anprobiert. Dies hat den Vorteil, dass der Knochen optimal auf den zu transplantierten Zahn vorbereitet werden kann, was mit einem geringen Knochenverlust einhergeht. Des Weiteren wird die extraalveoläre Zeit des Zahnes während des Eingriffes und eine Beschädigung der PDL-Zellen minimiert, was zu einer verbesserten Prognose der Versorgung führen soll [4].

Auch bei anderen zahnmedizinischen Versorgungen zeigen sich neue Behandlungswege auf. Besteht bei der Therapie subgingivaler Defekte seitens des Zahnarztes der Wunsch

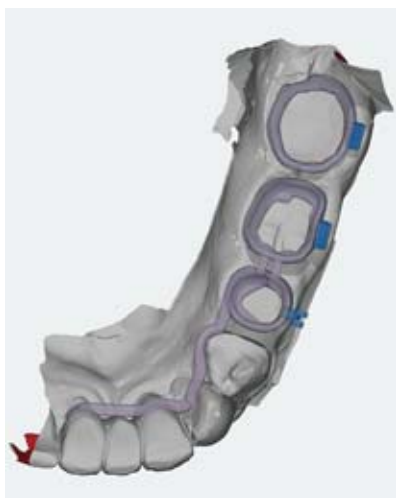


Abbildung 16 Individualisierte Aufrichte-Apparatur zur Extrusion des Zahnes 37 für spätere Versorgung eines subgingivalen Defektes

an den Kieferorthopäden, den betroffenen Zahn zu extrudieren, sollte bei einem nichtbeendeten Patienten eine möglichst starke Verankerung gewählt werden, um unerwünschte Nebeneffekte auf benachbarte Zähne zu vermeiden. Durch den SLM-Druck lassen sich, wie oben beschrieben, starre und dennoch sehr grazile Apparaturen hierfür gestalten, mit denen die gewünschten Zahnbewegungen ohne einen Verankerungsverlust durchgeführt werden können (Abb. 16). Nach erfolgter Extrusion kann vom Zahnarzt die weitere Versorgung des Zahnes vorgenommen werden.

Schlussfolgerungen

Mittels digitaler Behandlungsmethoden sind in der Kieferorthopädie vielfältige neue Ansätze gegeben, mit denen die Therapie erleichtert und verbessert werden kann. Darüber hinaus zeigen sich neue Behandlungsspektren auf, die auch bei interdisziplinären Fragestellungen und Therapieplanungen genutzt werden und somit einen Beitrag zum Behandlungserfolg leisten können. Die nächsten Jahre werden Dank des zu erwartenden Fortschritts in der 3D-Druck-Technologie zu weiteren spannenden Innovationen führen.

Interessenkonflikte

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

Literatur

- American Association of Orthodontists (2014). Adults are seeking orthodontic treatment in record numbers. <https://us.dental-tribune.com/news/adults-are-seeking-orthodontic-treatment-in-record-numbers/>
- Cassetta M, Altieri F, Di Giorgio R, Barbato E: Palatal orthodontic miniscrew insertion using a CAD-CAM surgical guide: description of a technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018; 47: 1195–1198
- Chang HP, Tseng YC: Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *Kaohsiung J Med Sci* 2014; 30: 111–115
- Curtis JMT, Foster EC, Ananth S et al.: Autotransplantation of a surgically removed canine using a customised 3D-printed surgical template. *J Orthod* 2020; 47: 82–90
- Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A: 3D printing in dentistry. *Br Dent J* 2015; 219: 521–529
- Elnagar MH, Aronovich S, Kusnoto B: Digital workflow for combined orthodontics and orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2020; 32: 1–14
- Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A, Hultgren B, Vadnais T: The precision of computer-generated surgical splints. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 814–817
- Hammoudeh JA, Howell LK, Boutros S, Scott MA, Urata MM: Current status of surgical planning for orthognathic surgery: traditional methods versus 3D surgical planning. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2015; 3: e307
- Hazeveld A, Huddleston Slater JJ, Ren Y: Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145: 108–115
- Knaup I, Wagner Y, Wego J, Fritz U, Jäger A, Wolf M: Potential impact of lingual retainers on oral health: comparison between conventional twistflex retainers and CAD/CAM fabricated nitinol retainers: a clinical in vitro and in vivo investigation. *J Orofac Orthop* 2019; 80: 88–96
- Knösel M, Klang E, Helms HJ, Wiechmann D: Lingual orthodontic treatment duration: performance of two different completely customized multi-bracket appliances (Incognito and WIN) in groups with different treatment complexities. *Head Face Med* 2014; 10: 46
- Koo BC, Chung CH, Vanarsdall RL: Comparison of the accuracy of bracket placement between direct and indirect bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 346–351
- Kurz M, Attin T, Mehl A: Influence of material surface on the scanning error of a powderfree 3D measuring system. *Clin Oral Invest* 2015; 19: 2035–2043
- Moscarino S, Scholz J, Bastian A, Knaup I, Wolf M: Bone and soft tissue palatal morphology and potential anchorage sides in cleft palate patients. *Ann Anat* 2019; 224: 41–46
- Peterman RJ, Jiang S, Johe R, Mukherjee PM: Accuracy of Dolphin visual treatment objective (VTO) prediction software on class III patients treated with maxillary advancement and mandibular setback. *Prog Orthod* 2016; 17: 19
- Regoje A: Erfolgsraten nach Zahntransplantation. Eine retrospektive Studie. Diplomarbeit Medizinische Universität Graz (2014)
- Rossini G, Parrini S, Castrolforio T, Deregibus A, Debernardi CL: Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149: 161–170
- Scheffel DLS, Jeremias F, Fragelli CMB, Dos Santos-Pinto LAM, Hebling J, de Oliveira OB Jr.: Esthetic dental anomalies as motive for bullying in schoolchildren. *Eur J Dent* 2014; 8: 124–128
- Van Hemelen G, Van Genechten M, Renier L, Desmedt M, Verbruggen E, Nadjmi N: Three-dimensional virtual planning in orthognathic surgery enhances the accuracy of soft tissue prediction. *J Craniomaxillofac Surg* 2015; 43: 918–925
- Wennström JL, Stokland BL, Nyman S, Thilander B: Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103: 313–319
- Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D: Der Beneslider zur Distalisierung im Oberkiefer. *Inf Orthod Kieferorthop* 2013; 45: 42–50
- Wolf M, Schulte U, Küpper K et al.: Post-treatment changes in permanent retention. *J Orofac Orthop* 2016; 77: 446–453
- Wolf M, Schumacher P, Jäger F et al.: Novel lingual retainer created using CAD/CAM technology: evaluation of its positioning accuracy. *J Orofac Orthop* 2015; 76: 164–174
- Wrzosek MK, Peacock ZS, Laviv A et al.: Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45: 1065–1069
- Zinser M, Zoeller J: Computer-designed splints for surgical transfer of 3D orthognathic planning. *Facial Plast Surg* 2015; 31: 474–490



(Foto: L. Brämswig)

DR. LUKAS BRÄMSWIG
Klinik für Kieferorthopädie
Uniklinik RWTH Aachen
Pauwelstr. 30
52074 Aachen
sbraemswig@ukaachen.de

Philipp Winterhalder, Nassim Ayoub, Stephan Möhlhenrich, Ali Modabber, Frank Hölzle

Fortschritte und Grenzen bei der Planung und Umsetzung von Dysgnathie-Operationen*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die aktuellen Fortschritte der Dysgnathiechirurgie sind geprägt von Digitalisierung, neuen Materialien, minimaler Invasivität und einem individuell optimierten Behandlungsergebnis. Dieser Beitrag gibt einen Überblick zu Möglichkeiten der digitalen Operationsplanung, innovativen Behandlungsverfahren und deren Limitationen.

Einleitung: Seit der ersten Dysgnathieoperation im Jahr 1849 hat sich die Dysgnathiechirurgie stetig weiterentwickelt, als Konstante steht jedoch die enge Zusammenarbeit mit der Kieferorthopädie.

Material und Methode: Durch dreidimensionale Röntgenaufnahmen, Gesichtsscans und leistungsfähige Datenverarbeitung kann heute in Ergänzung der bisherigen Planungsdiagnostik eine computerbasierte Operationsplanung erfolgen, welche auch die resultierenden Weichgewebsveränderungen berücksichtigt. Mit diesem Verfahren können auch individualisiertes Osteosynthesematerial und Osteotomieschablonen hergestellt werden, die in Kombination sogar eine Dysgnathieoperation ohne Verankerung der Zähne in einem Splint ermöglichen. Für die Osteotomie stellt die Piezochirurgie durch den Wirkmechanismus bedingt eine minimalinvasive Alternative zu konventionellen Verfahren dar. Als Osteosynthesematerial kann alternativ zu Titan auch resorbierbares Polymer verwendet werden.

Schlussfolgerung: Durch die moderne Kieferorthopädie und die computerunterstützte Operationsplanung ist für geeignete Fälle mit dem Surgery First-Konzept eine Dysgnathieoperation ohne vorherige kieferorthopädische Behandlung möglich. Die Auswirkungen der Dysgnathiechirurgie auf die oberen Atemwege müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Über die Therapie von Kieferfehlstellungen hinaus, hat sich die Dysgnathiechirurgie mit der damit möglichen Atemwegsvergrößerung als Behandlungsoption bei der obstruktiven Schlafapnoe etabliert.

Schlüsselwörter: computerbasierte Operationsplanung; Vorhersage von Weichgewebsänderungen; individualisiertes Osteosynthesematerial; resorbierbares Osteosynthesematerial; surgery first; piezochirurgische Osteotomien; Auswirkungen auf die oberen Luftwege

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums der RWTH Aachen: Dr. Dr. Philipp Winterhalder, Dr. Dr. Nassim Ayoub, PD Dr. Dr. Ali Modabber, Univ.-Prof. Dr. Dr. Frank Hölzle

Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Klinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinik Witten/Herdecke: PD Dr. Stephan Möhlhenrich

*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Winterhalder P, Ayoub N, Möhlhenrich S, Modabber A, Hölzle F: Advances and limits in planning and implementing orthognathic surgery. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 181–187

Zitierweise: Winterhalder P, Ayoub N, Möhlhenrich S, Modabber A, Hölzle F: Fortschritte und Grenzen bei der Planung und Umsetzung von Dysgnathie-Operationen. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 300–307

Peer-reviewed article: eingereicht: 16.03.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 09.07.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0300-0307

Advances and limits in planning and implementing orthognathic surgery

Introduction: Orthognathic surgery has steadily developed since its establishment in 1849, and is characterized by consistent collaboration with orthodontics.

Materials and Methods: Computer-based operation planning, that also takes resulting changes in soft tissue into account, can now be carried out through three-dimensional X-ray imaging, face scans and powerful data processing. This procedure can also be used to produce individualized osteosynthesis material and osteotomy templates, which in combination even enable orthognathic surgery without the use of an occlusal wafer. Piezo surgery represents a minimally invasive alternative to conventional methods for the osteotomy. As an alternative to titanium, resorbable polymers can also be used as osteosynthesis material.

Conclusion: Due to modern orthodontics and computer-based operation planning, the surgery-first concept enables orthognathic surgery without prior orthodontic treatment for eligible cases. The effects of orthognathic surgery on the upper airway must be considered during planning. In addition to treating dysgnathia, orthognathic surgery expands the upper airway and has become established as a treatment option for obstructive sleep apnea.

Keywords: computer-based surgery planning; prediction of soft tissue changes; individualized osteosynthesis material; resorbable osteosynthesis material; surgery first; piezosurgical osteotomies; effects on the upper airways

Einleitung

Die Dysgnathiechirurgie ist seit ihren Ursprüngen von kontinuierlicher Weiterentwicklung geprägt. Um die aktuellen Fortschritte und Grenzen einzuordnen, lohnt sich ein kurzer Blick auf die Geschichte der Dysgnathiechirurgie [38]. Die erste orthognathe Chirurgie erfolgte durch den amerikanischen Chirurgen Hüllihen, welcher 1849 mit einer anterioren Segmentosteotomie die Unterkieferlänge bei einer Patientin mit verbrennungsbedingter Deformität normalisierte [13]. Als Gründungsväter der frühen Dysgnathiechirurgie gelten u.a. Angle und Blair, welche um 1907 standardisierte Unterkieferosteotomien zur Behandlung der mandibulären Prognathie beschrieben [5, 38]. Blair begann ebenfalls Dysgnathien zu klassifizieren und erkannte die Wichtigkeit der Kieferorthopädie

[38]. Von zahlreichen Chirurgen wurden weitere Verfahren zur Unterkieferkorrektur beschrieben, welche sich aufgrund von hohen Rezidivraten und signifikanten Risiken nicht bewähren konnten [38].

Es folgte die Entwicklung der heute verwendeten Osteotomien (Abb. 1): Wassmund verlagerte im Jahre 1935 mit einer anterioren Segmentosteotomie die Maxilla zur Therapie der maxillären Protrusion [43]. Trauner wendete 1955 die umgekehrt L-förmige Osteotomie des Unterkieferastes zur Therapie der mandibulären Prognathie bei verkürztem Unterkieferast an [41]. Schuchardt beschrieb im selben Jahr die posteriore maxilläre Osteotomie und die, zur Vergrößerung der Knochenanlagerungsfläche schräge, sagittale Osteotomie des Unterkieferastes [33]. Kôle führte 1959 Osteotomien des

Alveolarfortsatzes in beiden Kiefern sowie 1968 Kinnkorrekturen mittels einer Genioplastie durch [20, 21]. Obwegeser entwickelte 1955 die revolutionäre sagittale Spaltosteotomie des Unterkieferastes [30], welche 1958 von Dal Pont [9] und 1968 von Hunsuck modifiziert wurde [14]. 1969 führte Obwegeser die Vorverlagerung der Maxilla mittels einer Le-Fort-I-Osteotomie durch und kombinierte diese 1970 mit einer Unterkieferkorrektur zur erstmaligen Umstellungsosteotomie beider Kiefer [28, 29]. Zusätzlich zur Entwicklung dieser effektiven Osteotomien, war die postoperative Stabilität der Kiefer im Wesentlichen auch der Weiterentwicklung der Osteosyntheseverfahren zu verdanken, wofür die 1958 in der Schweiz gegründete Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen bis heute wegweisend ist.

Neben den chirurgischen Aspekten sind für die erfolgreiche Therapie von Dysgnathien die kieferorthopädische Behandlung und die interdisziplinäre Behandlungsplanung von absoluter Notwendigkeit. Für die großen Fortschritte der Kieferorthopädie steht exemplarisch die erstmals 1984 beschriebene Möglichkeit, mit Minischrauben eine skeletale Verankerung zu erreichen [8]. Im Vergleich zu ihren Anfängen ist die moderne kieferorthopädische Behandlung heute schonender, schneller und kann in ausgewählten Fällen sogar langwierige präoperative Zahnbewegungen überflüssig machen.

Als Grundlage der interdisziplinären Behandlungsplanung ist nach wie vor die individualisierte Kephalmetrie anzusehen, welche 1974 von Hasund eingeführt und zusammen mit Segner weiterentwickelt wurde [10, 35]. Zusätzlich erfolgen detaillierte Modellanalysen und klinische Untersuchungen. Der resultierende Behandlungsplan gliedert sich meist in präoperative Maßnahmen, beispielsweise eine kieferorthopädische Vorbehandlung, gefolgt von der Dysgnathieoperation zur Verlagerung von einem oder beider Kiefer sowie einer abschließenden kieferorthopädischen Nachbehandlung. Um den Behandlungserfolg zu sichern, ist dabei während allen Behandlungsphasen eine enge Zusammenarbeit zwi-

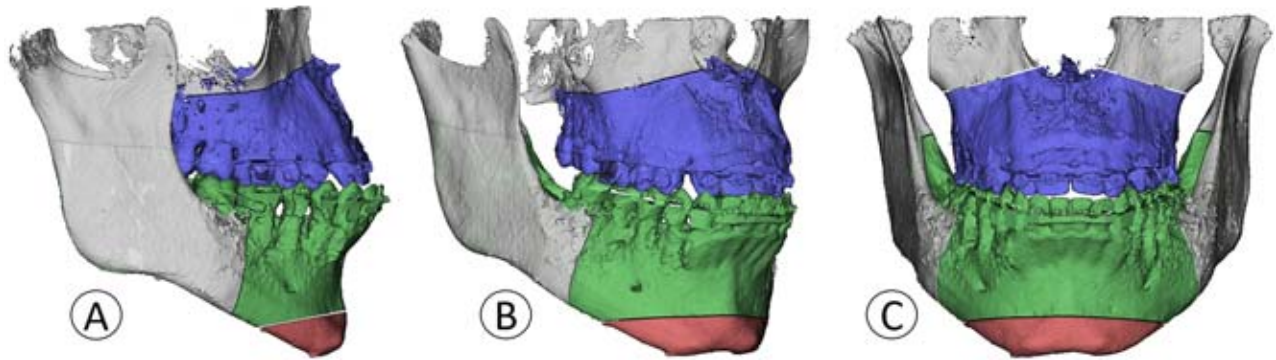


Abbildung 1A–C Verlauf häufiger Osteotomielinien zur Kieferverlagerung, Ansicht von lateral (**A**), im Halbprofil (**B**) und von frontal (**C**): Am Oberkiefer in Le-Fort-I-Ebene (blau), am Unterkiefer mittels bilateraler sagittaler Spaltosteotomie (grün) und bei Bedarf mit zusätzlicher Kinnplastik (rot).

(Abb. 2–4 aus [44]: Mit freundlicher Genehmigung der teamwork media GmbH)

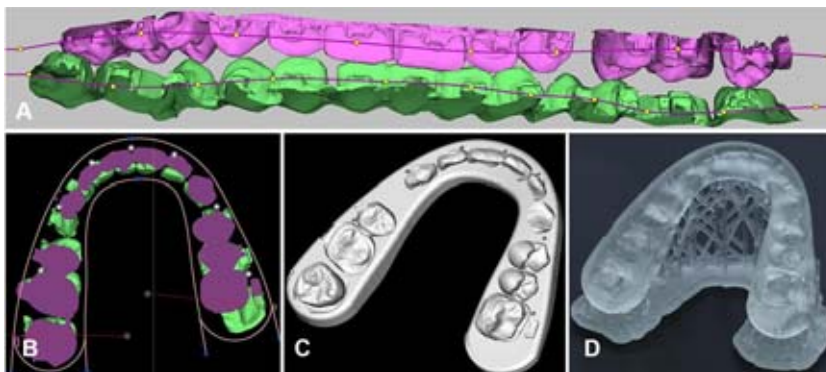


Abbildung 2A–D Digitale Splinterstellung anhand der Zahnbögen nach der geplanten Verlagerung (**A und B**). Der Splint wird als STL-Datei ausgegeben (**C**) und 3-D-gedruckt (**D**).

schen Kieferorthopädie und Kieferchirurgie notwendig.

Nach Abschluss der Vorbehandlung wird zur Planung der Dysgnathieoperation eine Modelloperation durchgeführt, in welcher die Verlagerungstrecken aus den vorherigen Analysen umgesetzt werden. Neben der bewährten Modelloperation an Gipsmodellen im Artikulator gewinnen auch zunehmend digitale Operationsplanungen an Bedeutung.

Die aktuellen Fortschritte der Dysgnathiechirurgie sind geprägt von Digitalisierung, neuen Materialien, minimaler Invasivität und einem individuell optimierten Behandlungsergebnis. Stellvertretend dazu werden im Folgenden die computerbasierte Operationsplanung, die Vorhersage von Weichgewebsänderungen, individuelles und resorbierbares Osteosynthesematerial, das Surgery First-

Konzept, die piezochirurgische Dysgnathiechirurgie und die Auswirkungen auf die oberen Luftwege erläutert.

Computerbasierte Operationsplanung

Die analoge Operationsplanung anhand von Gipsmodellen, Gesichtsbogen, Artikulator und Wachsbissen hat sich über Jahrzehnte bewährt. Als Alternative hierzu hat sich durch die zunehmende Verfügbarkeit und Weiterentwicklung digitaler Technologien die computerbasierte Operationsplanung sowohl in der Forschung als auch in der Patientenversorgung gut etabliert. Unabhängig vom analogen oder digitalen Ansatz stellt die exakte Erfassung dentaler, skelettaler, funktioneller und ästhetischer Problematiken eine absolute Notwendigkeit für eine erfolgreiche Planung dar.

In Ergänzung zur kieferorthopädischen und kieferchirurgischen Expertise bilden hierfür nach wie vor die individualisierte Kephalometrie, die Modellanalyse und die klinische Untersuchung die Grundlage zur Behandlungsplanung. Die Operationsplanung ist dabei nicht isoliert, sondern als Teil des Behandlungsplanes anzusehen. Ebenso wie bei der analogen Operationsplanung führt auch die Operationsplanung mit digitalen Methoden nur dann zum Erfolg, wenn der Behandler die Fähigkeit besitzt, die zugrundeliegenden individuellen dentalen, skelettalen, ästhetischen und funktionellen Parameter und deren Abweichungen zu erfassen und zu verstehen. Erst die Kenntnisse der kephalometrischen Grundprinzipien, beispielsweise der Harmoniebox, ermöglichen es, die Vorteile der dreidimensionalen, computergestützten Dysgnathieplanung optimal zu nutzen.

Die individualisierte Kephalometrie stellt deshalb trotz der neuartigen Analyse- und Planungsmethoden nach wie vor die Grundvoraussetzung zur erfolgreichen Behandlung dar. Durch die individualisierte Kephalometrie gelingt eine ganzheitliche Diagnostik zur Differenzierung zwischen dentalen und skelettalen Ursachen. Des Weiteren ermöglicht diese eine Analyse der Gesichtsproportionen sowie die Abschätzung von sich bedingenden Abhängigkeiten in sagittaler und vertikaler Richtung. Bei der Therapieplanung dient die individualisierte Kephalometrie u.a. dazu, die Einstellung der Spee-

und Wilsonkurve festzulegen, die Achsenstellung der Fronten bei Kieferrotationen korrekt zu planen und autorotatorische Effekte bei Veränderung der Vertikalrelation abzuschätzen. Leider bieten Softwareprogramme zur digitalen Operationsplanung die Bestimmung von kephalometrischen Parametern oft nur in reduzierter Anzahl oder nicht mit klassischen Parametern vergleichbar an; hier sollten Programmhersteller eine vollständige kephalometrische Analyse anbieten.

Nach Abschluss der umfassenden Diagnostik ist es mit der computerbasierten Operationsplanung nicht nur möglich Operationssplinte, sondern auch Analysen und Vorhersagen zum Weichgewebe zu erstellen. Insbesondere bei Asymmetrien kann die digitale Operationsplanung helfen, da Spiegelungen zur optimalen Korrektur erfolgen können. Dabei sind die Bewegungen der skelettalen Basen jedoch nur grob abschätzbar, weshalb die kephalometrische Analyse der erforderlichen Bewegungen bereits beim Beginn der Behandlungsplanung hilfreich ist.

Bei der Analyse und Vorhersage von Weichgewebsveränderungen sollte der Patient über die Messfehler und Vorhersagefehler der verwendeten Geräte und Programme informiert werden, um unerfüllbaren, konkreten Erwartungen und möglicherweise sogar rechtlichen Belangen vorzubeugen.

Die computerbasierte Operationsplanung kombiniert dreidimensionale Röntgendaten aus einer DVT oder einer CT mit einer digitalen Abformung der Zahnbögen. Zur Analyse des Weichgewebes erfolgt zusätzlich ein Gesichtsscan. Aus diesen Datensätzen wird in einer Planungssoftware ein Gesamtmodell erstellt, an welchem die Operation simuliert wird. Nach erfolgreicher virtueller Verlagerung der Kiefer werden die Operationssplinte digital erstellt und 3D-gedruckt, womit intraoperativ nach der Osteotomie über die Zahneinbisse die neuen Kieferpositionen definiert werden (Abb. 2, 3 und 4). Da bei der Planung die Kieferbewegungen im 1/100 mm-Bereich positioniert werden können, lassen sich auch komplexe Fälle mit beispielsweise aus-

geprägter vertikaler Höhenkorrektur erfolgreich behandeln [15]. Die Vorteile der computerbasierten Operationsplanung hinsichtlich der Ergebnisqualität umfassen des Weiteren die Berücksichtigung der individuellen Kiefergelenkachse und der zu erwartenden Änderung der Weichgewebe. Durch die computerbasierte Operationsplanung kann zusätzlich die Planungsdauer im Vergleich zur analogen Planung verkürzt werden. Für die Planung einer alleinigen Unterkieferverlagerung kann die Planungsdauer von 195 min um 41 % reduziert werden, bei einer Verlagerung beider Kiefer verkürzt sich die Planungsdauer von 385 min sogar um 62 % [31].

Die in der Literatur im Vergleich zur analogen Operationsplanung beschriebene Verkürzung der Planungsdauer ist fraglich, wenn zusätzlich die Erhebung der grundsätzlichen Dysgnathieparameter und die Splintherstellung im eigenen 3D-Druck berücksichtigt wird. Bei der alternativen Festlegung der erforderlichen Bewegungen und Abgabe der Umsetzung an einen Dienstleister oder ein Softwareprogramm, würden jedoch Planungs-Know-how und Verständnis verloren gehen. Eine somit verkürzte Planungszeit würde den Einfluss des Behandlers reduzieren und zusätzliche Kosten verursachen. Als weitere Nachteile der computerbasierten Operationsplanung sind die hohen Investitionskosten und die erforderliche Einarbeitung von Mitarbeitern in den neuen Workflow zu nennen.

Vorhersage von Weichgewebsveränderungen

Die Verlagerung der Kiefer bewirkt immer auch eine Verlagerung der umgebenden Weichgewebe. Während die Verlagerung der Kiefer präzise geplant und umgesetzt werden kann, ist die resultierende Verlagerung der Weichgewebe schwieriger einzuschätzen. Grund dafür ist, dass die Weichgewebe der Verlagerung nicht exakt 1:1 folgen, sondern sich für die jeweiligen anatomischen Regionen unterschiedlich verhalten. Selbst in Kenntnis dieser speziellen Verlagerungsfaktoren erschwert die individuelle Reaktion des Patienten eine Vorhersage und lässt keine prä-

zise Aussage zur Verlagerung der Weichgewebe zu. Da die Weichgewebe einen entscheidenden Anteil am ästhetischen und funktionellen Ergebnis haben, ist die Berücksichtigung der bestmöglich geschätzten Verlagerung bei der Planung und Evaluation dennoch lohnenswert. In zahlreichen Studien wurden daher Mittelwerte der Verlagerungsfaktoren für die anatomischen Regionen ermittelt. Als zweidimensionale Datengrundlage wurden dabei Fernröntgenseitenbilder und Fotografien verwendet, wobei neue Studien zunehmend auf dreidimensionalen Daten aus CT, DVT und Gesichtsscan basieren. Die Verlagerungsfaktoren wurden in der Sagittalen wie folgt beschrieben, wobei ein Verlagerungsfaktor kleiner 1 eine kleinere Verlagerung als der entsprechende Knochenreferenzpunkt bedeutet: 0,78 im Bereich der Oberlippe, 0,77 an der Unterlippe, 0,74 an der Nasenspitze, 0,70 an der Nasenbasis und 0,73 an den Wangen [23] sowie 0,94 am Kinn [6].

Eine Beurteilung der tatsächlichen Weichgewebsverlagerung ist aufgrund der postoperativen Schwellung erst nach einigen Wochen sinnvoll. Eine Untersuchung zur Vorhersagegenauigkeit von 3 Planungsprogrammen zeigte für Dolphin 3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) einen mittleren Fehler von 1,8 mm +/- 0,8 mm, für ProPlan CMF (Dentsply-Sirona, York, PA, USA) entsprechend 1,2 mm +/- 0,4 mm sowie für die Vorhersage anhand einer Finite-Elemente-Simulation einen Fehler von 1,3 mm +/- 0,4 mm [18]. Allerdings hat die Messung der Weichgewebe selbst bereits einen relativ hohen Fehler, so wird beispielsweise bei einem Gesichtsscan zur Erfassung von 90 % der Messpunkte ein Fehlerintervall von bis zu +/- 2 mm benötigt [17].

Individualisiertes Osteosynthesematerial

Durch neue Fertigungsverfahren ist es möglich geworden, patientenspezifisches Osteosynthesematerial und Osteotomieschablonen herzustellen. Grundlage hierfür ist die computerbasierte Operationsplanung. Osteo-

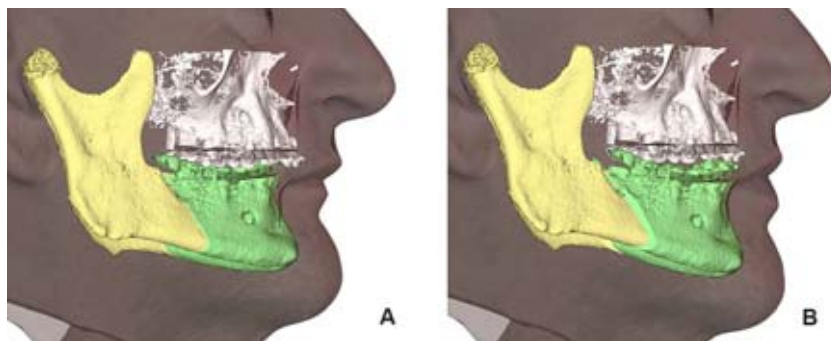


Abbildung 3A/B Simulation des Weichgewebes bei einem Patienten mit Klasse-II-Dysgnathie. Präoperative Situation (A) und Planung der Unterkieferverlagerung (B).

synthesematerial kann somit direkt anhand der virtuellen Formgebung mittels Lasersinterung aus Titan erstellt werden. Eine weniger aufwändige Alternative besteht darin, anhand der virtuellen Situation aus Kunststoff 3D-Modelle der Knochen zu drucken und daran durch Anbringen konfektioniertes Osteosynthesematerial zu individualisieren. Mit der computerbasierten Operationsplanung können zur präzisen Umsetzung der Osteotomien mittels 3D-Druck auch Osteotomieschablonen aus Kunststoff angefertigt werden. Diese Osteotomieschablonen können zusätzlich dabei helfen, den Sicherheitsabstand zu Zahnwurzeln oder Nerven zu halten.

Die Verwendung von patientenspezifischem Osteosynthesematerial und Osteotomieschablonen soll eine exakte Umsetzung der geplanten Kieferverlagerungen ermöglichen. Dies stellt besonders in der vertikalen Dimension einen Vorteil dar, da diese Umsetzung bei rein Splint-basierten Methoden operativ sehr anspruchsvoll ist. In Kombination mit passend lasergesintertem Osteosynthesematerial können die Schraubenlöcher der Osteotomieschablonen nach der Osteotomie für das Osteosynthesematerial verwendet werden. Somit wird die Position genau übertragen und ein Operationssplint ist nicht mehr zwingend notwendig [39]. Allerdings sind Schablonen und individuell hergestelltes Osteosynthesematerial, besonders, wenn dies verblockt gesintert wurde, aufgrund der größeren Abmessungen nicht mit minimal-invasiven Operationszugängen anwendbar. Eine weitere Möglichkeit

zur splintlosen Operation ist die Verwendung einer intraoperativen Navigation [4]. Hierzu sind sowohl optische als auch elektromagnetische Systeme verfügbar, welche trotz guter Ergebnisse aufgrund ihres hohen apparativen Aufwandes jedoch noch keine breite Verwendung finden. Der Nachteil einer splintlosen Operation besteht darin, dass die Okklusion direkt nach der Verlagerung meist noch instabil ist, da die kieferorthopädische Nachbehandlung noch aussteht. Zur Sicherung des postoperativen Ergebnisses ist während der Heilungsphase in vielen Fällen ein Splint daher sinnvoll, auch wenn dieser zur intraoperativen Positionierung nicht notwendig ist.

Ein wesentlicher Nachteil von patientenspezifischem Osteosynthesematerial und Osteotomieschablonen ist der erhöhte Planungsaufwand. Insbesondere die Lasersinterung von patientenspezifischem Osteosynthesematerial entspricht für eine Dysgnathieoperation derzeit in etwa der gesamten Fallpauschalenvergütung und ist daher noch nicht als Standardverfahren etablierbar. Mit der zunehmenden Entwicklung der Fertigungstechnologien und der immer häufigeren Nutzung ist in Zukunft mit einer Kostenreduktion und einer breiteren Anwendung dieser innovativen Verfahren zu rechnen.

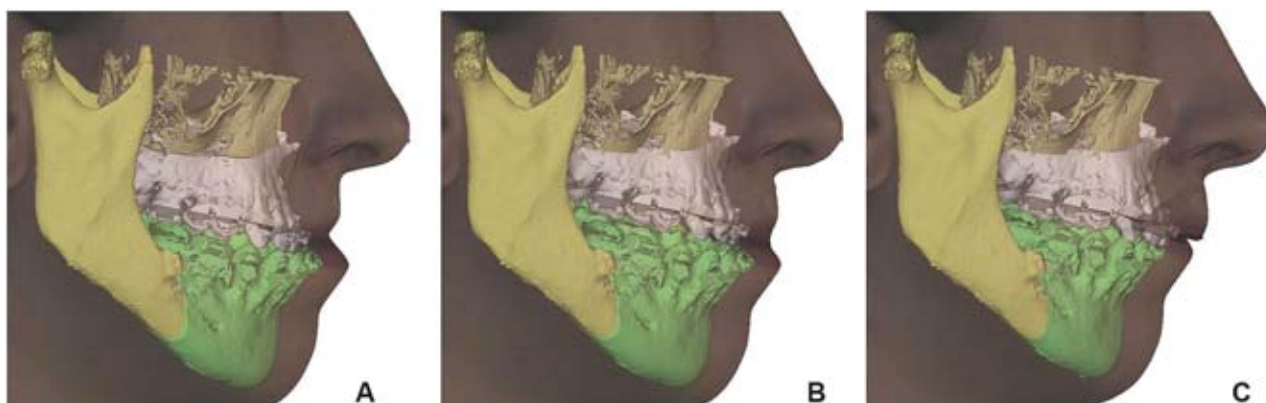
Resorbierbares Osteosynthesematerial

Bereits 1932 war mit reinem Magnesium ein resorbierbares Osteosynthesematerial verfügbar, welches sich jedoch aufgrund der biochemischen Instabilität nicht bewährt hat. Resor-

bierbares Osteosynthesematerial trat in den Hintergrund, da mit der Einführung von Edelstahl in den 1940er Jahren und nachgefolgt von Titan in den 1950er Jahren bis heute große Erfolge erzielt werden konnten [34]. Persistierendes Osteosynthesematerial kann jedoch zu Fremdkörpergefühl, bakterieller Besiedelung und Wachstumseinschränkungen führen. Bei der Bildgebung mittels Röntgen oder MRT verursacht Titan Artefakte, welche die Diagnostik erschweren. Auch bei erneuten Unfällen oder anderweitig notwendigen Operationen kann das persistierende Osteosynthesematerial eine Komplikationsquelle darstellen. Häufig wird das Osteosynthesematerial daher nach abgeschlossener Knochenheilung wieder entfernt, wobei auch dieser Zweiteingriff mit den allgemeinen Operationsrisiken behaftet ist und durch die vorbestehenden Narben erschwert wird.

Dem Wunsch nach resorbierbarem Osteosynthesematerial kommt der Fortschritt der biochemischen Industrie entgegen, welche seit den 1960er Jahren resorbierbare Polymere entwickelt und seit den 1990er Jahren resorbierbares Osteosynthesematerial u.a. auf der Basis von Milchsäure, Glycolsäure und Polydioxanon anbietet. Je nach Zusammensetzung reicht die vollständige Abbauphase von Wochen bis Jahren, wobei der Abbau meist auf einer Hydrolyse der Esterbindungen basiert [34].

Um die im Vergleich zu Titan geringere Festigkeit der Polymere teilweise zu kompensieren, ist resorbierbares Osteosynthesematerial größer dimensioniert und erfordert daher invasivere Operationszugänge. In klinischen Studien ist Osteosynthesematerial aus resorbierbarem Polymer bei Dysgnathieoperationen sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer ausreichend stabil und verursacht ähnliche Komplikationsraten wie Osteosynthesematerial aus Titan [1, 16, 32]. Resorbierbares Osteosynthesematerial aus Polymeren hat zudem die Besonderheit nicht röntgenopak zu sein. Dies bietet den Vorteil bei Bildgebungen keine Artefakte zu erzeugen, verhindert aber auch Lage- und Integritätskontrollen. Eine weitere Option stellen neuartige Magnesiumumlegierungen mit Zirkonium und



(Abb. 1–4: P. Winterhalder)

Abbildung 4A–C Simulation des Weichgewebes bei einer Patientin mit Klasse-III-Dysgnathie. Präoperative Situation (A), Planung der Oberkieferverlagerung (B) und der anschließenden Unterkieferrückverlagerung (C).

Strontium dar, welche im Vergleich zu Polymeren deutlich stabiler sind, jedoch hinsichtlich der Biokompatibilität weiter verbessert werden müssen [34].

Surgery First

Bei der Entwicklung einer Dysgnathie verändert sich meist die Stellung der Zähne so, dass die zugrundeliegende skelettale Ursache kompensiert wird. Beispielsweise sind bei einer Rücklage des Unterkiefers daher die Unterkieferfrontzähne häufig stark protrudiert. In einer solchen kompensierten Situation würde eine Normalisierung der skelettalen Basis durch eine Kieferverlagerung zu einer Malokklusion führen. Im herkömmlichen Behandlungskonzept wird daher als Dekompensation zuerst die Zahnstellung in Bezug auf den Alveolarkamm und den Zahnbogen normalisiert. Hierdurch wird die dysgnathiebedingte Malokklusion in voller Ausprägung sichtbar. Die nun im Modell zueinander passenden Zahnbögen werden bei der Planung der Dysgnathieoperation bestmöglich ausgerichtet und in der Operation entsprechend verlagert.

Im Kontrast dazu wird seit 2009 unter dem Begriff „Surgery First“ ein Behandlungskonzept verwendet, bei dem vor der Dysgnathieoperation keine oder nur eine minimale kieferorthopädische Behandlung erfolgt [7]. Erst im Anschluss wird mittels kieferorthopädischer Behandlung sofort die definitive, bestmögliche Okklusion angestrebt. Dieses Vorgehen wurde erst durch die Fortschritte der kieferorthopädischen Behandlung

möglich gemacht, oft unter Verwendung von skelettalen Verankerungselementen wie beispielsweise Minischrauben. Als Vorteile des Surgery First-Konzeptes gelten eine um mehrere Monate verkürzte Behandlungsdauer und eine reduzierte Patientenbelastung durch Auslassen der Vorbehandlungsphase [36]. Das Surgery First-Konzept wird bei Klasse-II- und Klasse-III-Dysgnathien sowohl für die Verlagerung von einem als auch bei der Kiefer verwendet. Die Behandlungsplanung ist sehr anspruchsvoll und umfasst oft eine computerunterstützte Operationsplanung.

Für die Indikationen zum Surgery First-Konzept gibt es keinen Konsens. Als geeignet gelten insbesondere Patienten mit einer mandibulären Prognathie, geringen Engständen und wenig dentaler Kompensation [7, 22]. Für das Surgery First-Konzept ungeeignet erscheinen jedoch Patienten mit einer mandibulären Retrognathie, tiefem Biss, schmalen Gaumen oder ausgeprägten Achsenabweichungen der Frontzähne [7, 22]. Mit zunehmender Asymmetrie des Patientenfalls sollte eine Behandlung mit dem Surgery First-Konzept kritisch hinterfragt werden [11], obwohl auch erfolgreiche Behandlungen von ausgeprägten Asymmetrien beschrieben wurden [42]. Die Behandlungsverfahren zum Surgery First-Konzept befinden sich in stetiger Weiterentwicklung, wodurch sich die Indikationsstellungen erweitern können. So wurde beispielsweise für die Behandlung einer Protrusion der Unterkieferfrontzähne als Surgery First-Konzept

eine piezochirurgische, subapikale Osteotomie beschrieben [12]. Um die beim Surgery First-Konzept umfangreiche, postoperative kieferorthopädische Behandlung zu erleichtern, werden bei Bedarf intraoperativ skelettale Verankerungselemente wie Miniplatten oder Minischrauben eingebracht. Zusammen mit dem postoperativ gesteigerten Knochenumbau [36] können somit innerhalb einiger Monate umfangreiche Zahnbewegungen erfolgen. Ob das Surgery First-Konzept eine erfolgsversprechende Therapie darstellt, muss vom Kieferorthopäden und Chirurgen in enger Zusammenarbeit für jeden Patienten individuell diskutiert werden. Obwohl in der digitalen Operationsplanung alle Verlagerungen hochpräzise erfolgen, stellt insbesondere bei einer mehrfachen Unterteilung eines Kiefers die räumliche Positionierung der Segmente für den Anwender eine große Herausforderung dar. Neben chirurgischen Aspekten ist dabei eine kieferorthopädische Expertise zur Lagebestimmung der Kiefer und Beurteilung der postoperativ umfangreichen kieferorthopädischen Bewegungen unabdingbar. Aufgrund der ausbleibenden präoperativen Dekompensation ist beim Surgery First-Konzept die unmittelbar postoperative Okklusion oft nur minimal abgestützt. Durch unvorteilhafte Okklusionskontakte kann es postoperativ sogar zu Unterkieferfehlstellungen kommen [7]. Insbesondere bei mehrfacher Segmentierung des Oberkiefers ist daher eine postoperative Stabilisierung durch einen Operationssplint zu

empfehlen. Der Splint kann hierfür zusätzlich auch bereits zur intraoperativen Verwendung durch einen eingearbeiteten transpalatinalen Bogen verstärkt werden.

Piezochirurgische Osteotomien

Grundlage der Piezochirurgie ist die 1880 von den Brüdern Pierre und Jaques Curie gemachte Beobachtung, dass ein Kristall elektrische Energie in Mikrobewegungen umwandelt, was als piezoelektrischer Effekt bezeichnet wird (von griechisch piezein, 'drücken'). Die klinische Nutzung entwickelte sich seit den 1950er Jahren von vereinzelt Anwendungen in der dentoalveolären Chirurgie bis hin zu den heutigen modernen Piezochirurgiegeräten, wovon in Deutschland das erste 2002 zugelassen wurde [40].

Bei der Piezochirurgie werden mit verschiedenen gezahnten oder diamantierten Aufsätzen die Mikrobewegungen des Piezokristalls auf das Gewebe übertragen. Die Schwingungen betragen dabei etwa 60–210 µm bei einer Frequenz von 25–29 kHz [2]. Hierdurch werden nur mineralisierte Gewebe abgetragen und Weichgewebe wie Nerven geschont. Die Piezochirurgie kann sowohl für die Verlagerung des Oberkiefers in der LeFort-I-Ebene als auch am Unterkiefer zur sagittalen Spaltosteotomie verwendet werden. Durch piezochirurgische Osteotomien ist ein deutlicher zeitlicher Vorteil möglich [19], wobei gleichzeitig die Sägeschnitte noch graziler gestaltet werden können.

Eine Übersichtsarbeit mit 799 Patienten zeigte für die piezochirurgische Spaltosteotomie des Unterkiefers keine verlängerte Operationsdauer [37]. Die Häufigkeit von Nervbeeinträchtigungen mindestens 6 Monate nach der Operation war jedoch mit 4,7 % der Patienten deutlich geringer als entsprechend 61,6 % bei Verwendung einer Säge.

In einer weiteren Studie wurde der Einfluss der Piezochirurgie auf das Frakturmuster der sagittalen Spaltosteotomie untersucht, wobei sich im Vergleich zur konventionellen Osteotomie kein Unterschied ergab [27]. Da die Auswahl von verschiedenen Osteotomieaufsätzen die Piezochirurgie vielseitig einsetzbar macht, wurde

zusätzlich mit einem gebogenen Aufsatz die Unterkieferbasis piezochirurgisch geschwächt. Dies zeigte jedoch sogar, ebenfalls wie eine entsprechende konventionelle Schwächung, ein schlechteres Frakturmuster.

Auswirkungen auf die oberen Luftwege

Durch die Verlagerung der Kiefer mit dem angrenzenden Weichgewebe werden zwangsläufig auch die oberen Atemwege beeinflusst. Eine Ausmessung der oberen Atemwege und deren Veränderungen ist durch die dreidimensionale Bildgebung mittels DVT oder CT möglich und hat sich gegenüber Messungen anhand von Fernröntgenseitenbildern als überlegen gezeigt [25].

Bei Störungen der Nasenatmung kann der Atemwegswiderstand in diesem Bereich zusätzlich mittels einer Rhinomanometrie bestimmt werden. Eine Gaumennahtweiterung bewirkt eine Vergrößerung der Nasenhöhle und bei der Nasenatmung einen verminderten Atemwegswiderstand [3].

Eine Rückverlagerung des Unterkiefers verkleinert den Atemweg und birgt bei ausgeprägten Klasse-III-Dysgnathien das Risiko einer Atemwegsstörung. Dies gilt insbesondere, wenn die Zunge im Verhältnis zum Kiefer groß ausgebildet ist. Als Alternative zu einer alleinigen Unterkieferverlagerung sollte bei Klasse-III-Dysgnathien daher eine zusätzliche Oberkieferverlagerung in Erwägung gezogen werden. Selbst bei diesem Vorgehen sind Änderungen der Atemwege feststellbar, wie sie in einer Studie mit 22 Patienten beschrieben wurden [24]. Das Volumen des Nasopharynx veränderte sich von präoperativ 5,4 cm³ auf postoperativ 5,2 cm³. Im Oropharynx zeigte sich eine Verkleinerung von 17,8 cm³ auf 11,9 cm³ und im Hypopharynx von 7,2 cm³ auf 4,6 cm³. Trotz der deutlichen Änderungen bestand 6 Monate postoperativ bei keinem der Patienten eine Atemwegsstörung.

Die Auswirkungen von Kieferverlagerungen auf die Atemwege sind nicht nur bei Dysgnathiepatienten von Bedeutung. Beim obstruktiven Schlafapnoesyndrom werden durch einen verminderten Muskeltonus die

oberen Atemwege durch das Eigengewicht der Weichgewebe verlegt. Der Patient erwacht durch diese Atemnot, teils ohne es zu bemerken, wiederholt aus dem Schlaf. Obwohl meist außer Müdigkeit wenig Symptome bestehen, können sich ernsthafte gesundheitliche Folgen wie arterielle Hypertonie, Herzkrankheiten oder Diabetes mellitus entwickeln. Bei therapieresistenter obstruktiver Schlafapnoe stellt eine Vorverlagerung beider Kiefer daher eine wichtige Behandlungsoption dar [26]. Um im Bereich des Unterkiefers die Vorverlagerung der Weichgewebe zu verstärken, wird dabei oft zusätzlich eine Kinnplastik durchgeführt.

Interessenkonflikte

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

Literatur

1. Agnihotry A, Fedorowicz Z, Nasser M, Gill KS: Resorbable versus titanium plates for orthognathic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 10: CD006204
2. Aly LAA: Piezoelectric surgery: Applications in oral and maxillofacial surgery. *Future Dental Journal* 2018; 4: 105–111
3. Baratieri C, Alves M, Souza MMG de, Souza Araújo MT de, Maia LC: Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 146–156
4. Berger M, Kallus S, Nova I et al.: Approach to intraoperative electromagnetic navigation in orthognathic surgery: A phantom skull based trial. *J Craniomaxillofac Surg* 2015; 43: 1731–1736
5. Blair VP: Operations on the jaw-bone and face. *Surg Gynecol Obstet* 1907; 4: 67–78
6. Chang Y-J, Ruellas ACO, Yatabe MS, Westgate PM, Cevidanes LHS, Huja SS: Soft tissue changes measured with three-dimensional software provides new insights for surgical predictions. *J Oral Maxillofac Surg* 2017; 75: 2191–2201
7. Choi D-S, Garagiola U, Kim S-G: Current status of the surgery-first approach (part I): concepts and orthodontic protocols. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019; 41: 10

8. Creekmore TD, Eklund MK: The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 1983; 17: 266–269
9. Dal Pont G: L'osteotomia retromolare per la correzione della prognia. *Minerva Chir* 1, 1958
10. Hasund A: Klinische Kephalometrie für die Bergen-Technik. Universität in Bergen, Kieferorthopädische Abteilung des zahnärztlichen Institutes 1974
11. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R, Peiró-Guijarro MA: Surgery first in orthognathic surgery: what have we learned? A comprehensive workflow based on 45 consecutive cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72: 376–390
12. Hernández-Alfaro F, Nieto MJ, Ruiz-Magaz V, Valls-Ontañón A, Méndez-Manjón I, Guijarro-Martínez R: Inferior subapical osteotomy for dentoalveolar decompensation of class III malocclusion in 'surgery-first' and 'surgery-early' orthognathic treatment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017; 46: 80–85
13. Hullihen SP: Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *Am J Dent Sci* 1849; 9: 157–165
14. Hunsuck EE: A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg* 1968; 26: 250–253
15. Jaisinghani S, Adams NS, Mann RJ, Polley JW, Giroto JA: Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Eplasty* 2017; 17:ic1. eCollection 2017
16. Kanno T, Sukegawa S, Furuki Y, Nariai Y, Sekine J: Overview of innovative advances in bioresorbable plate systems for oral and maxillofacial surgery. *Jpn Dent Sci Rev* 2018; 54: 127–138
17. Knoops PGM, Beaumont CAA, Borghi A et al.: Comparison of three-dimensional scanner systems for craniomaxillofacial imaging. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2017; 70: 441–449
18. Knoops PGM, Borghi A, Breakey RWF et al.: Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery: a clinical comparison of Dolphin, ProPlan CMF, and probabilistic finite element modeling. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019; 48: 511–518
19. Koba A, Tanoue R, Kikuta S, Hirashima S, Miyazono Y, Kusakawa J: The usefulness of piezoelectric surgery in sagittal split ramus osteotomy. *Kurume Med J* 2018; 64: 57–63
20. Köle H: Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1959; 12: 277–288
21. Köle H: Die chirurgische Behandlung von Formveränderungen des Kinns. *Wien, Med Wschr* 1968; 118: 331–334
22. Kwon T-G, Han MD: Current status of surgery first approach (part II): precautions and complications. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019; 41: 23
23. Lai H-C, Denadai R, Ho C-T, Lin H-H, Lo L-J: Effect of Le Fort I maxillary advancement and clockwise rotation on the anteromedial cheek soft tissue change in patients with skeletal class III pattern and midface deficiency: a 3D imaging-based prediction study. *J Clin Med* 2020; Jan; 9(1): 262; doi: 10.3390/jcm9010262
24. Lee W-Y, Park Y-W, Kwon K-J, Kim S-G: Change of the airway space in mandibular prognathism after bimaxillary surgery involving maxillary posterior impaction. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2016; 38: 23
25. Lenza MG, Lenza MMdO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM: An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13: 96–105
26. Liu SY-C, Awad M, Riley RW: Maxillo-mandibular advancement: contemporary approach at stanford. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2019; 27: 29–36
27. Möhlhenrich SC, Ayoub N, Peters F et al.: Evaluation of the lingual fracture patterns after bilateral sagittal split osteotomy according to Hunsuck/Epker modified by an additional inferior border osteotomy using a burr or ultrasonic device. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019; 48: 620–628
28. Obwegeser HL: Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The „dish-face“ deformity. *Plast Reconstr Surg* 1969; 43: 351–365
29. Obwegeser HL: Die einzeitige Vorbewegung des Oberkiefers und Rückbewegung des Unterkiefers zur Korrektur der extremen Progenie. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 1970; 80: 347–356
30. Obwegeser HL, Trauner R: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd* 1955; 23: 11–26
31. Park S-Y, Hwang D-S, Song J-M, Kim U-K: Comparison of time and cost between conventional surgical planning and virtual surgical planning in orthognathic surgery in Korea. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019; 41: 35
32. Park Y-W: Bioabsorbable osteofixation for orthognathic surgery. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2015; 37: 6
33. Schuchardt K: Formen des offenen Bisses und ihre operativen Behandlungsmöglichkeiten. In: Schuchardt K, Wassmund M (Hrsg): *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Bd. I., Thieme, Stuttgart 1955, S. 222
34. Schumann P, Lindhorst D, Wagner MEH, Schramm A, Gellrich N-C, Rucker M: Perspectives on resorbable osteosyn-thesis materials in craniomaxillofacial surgery. *Pathobiology* 2013; 80: 211–217
35. Segner D, Hasund A: Individualisierte Kephalometrie. Segner 1991
36. Sharma VK, Yadav K, Tandon P: An overview of surgery-first approach: recent advances in orthognathic surgery. *J Orthod Sci* 2015; 4: 9–12
37. Silva LF, Carvalho-Reis ENR, Bonardi JP et al.: Comparison between piezoelectric surgery and conventional saw in sagittal split osteotomies: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017; 46: 1000–1006
38. Steinhäuser EW: Historical development of orthognathic surgery. *J Craniomaxillofacial Surg* 1996; 24: 195–204
39. Suojanen J, Leikola J, Stoor P: The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: a series of 32 maxillary osteotomy patients. *J Craniomaxillofac Surg* 2016; 44: 1913–1916
40. Thomas M, Akula U, Ealla KKR, Gajjada N: Piezosurgery: a boon for modern periodontics. *J Int Soc Prev Community Dent* 2017; 7: 1–7
41. Trauner R: Zur Progenieoperation. *Ost Z Stomat* 1955; 52: 361
42. Villegas C, Uribe F, Sugawara J, Nanda R: Expedited correction of significant dentofacial asymmetry using a „surgery first“ approach. *J Clin Orthod* 2010; 44: 97–103; quiz 105
43. Waßmund M: *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer*, Bd. 1., H. Meußner, Leipzig 1935
44. Winterhalder P, Ayoub N, Modabber A, Hölzle F: *Dysgnathiechirurgie im digitalen Workflow*. teamwork 2020; 01: 34–39



(Foto: Philipp Winterhalder)

DR. DR. PHILIPP WINTERHALDER
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer
und Gesichtschirurgie des Universitäts-
klinikums der RWTH Aachen
Pauwelstr. 30
52074 Aachen
pwinterhalde@ukaachen.de

Katrin Hertrampf, Martin Kunkel

S2k-Leitlinie „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“*

Zusammenfassung: Die Aktualisierung der Leitlinie „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“ wurde im Jahr 2017 begonnen und nach insgesamt 3 formalen Konsensusprozessen im April 2020 abgeschlossen. Sie erfolgte unter Koordination durch die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und federführender Beteiligung der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Konkret aktualisiert und präzisiert die Leitlinie den Stand der Kenntnisse und Empfehlungen insbesondere zu folgenden Aspekten:

- Die Klassifikationen potenziell maligner oraler Läsionen unter Berücksichtigung der aktualisierten WHO-Klassifikation von 2017.
- Die Sonderstellung der proliferativen verrukösen Leukoplakie
- Die Definition der „verdächtigen“ Läsion unter Beschreibung klinischer Hinweise auf eine maligne Transformation
- Die konkrete Benennung der Untersuchungen, deren Stellenwert nicht durch belastbare Studiendaten gesichert ist
- Die topische Kortikoid-Therapie des Lichen, insbesondere intraläsionale Therapien.

Darüber hinaus wurden die vorhandenen Empfehlungen aktualisiert und durch Statements und neue Empfehlungen ergänzt.

Schlüsselwörter: Vorläuferläsion; Zahn- Mund- und Kieferheilkunde; maligne Transformation; Früherkennung; Screening; Mundschleimhaut; WHO-Klassifikation

Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel: Prof. Dr. Katrin Hertrampf
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Knappschafts Krankenhaus Bochum: Prof. Dr. Dr. Martin Kunkel

*Mit freundlicher Genehmigung der Zahnärztlichen Mitteilungen (zm); Erstpublikation in zm 2020; 110, Nr. 18, S. 64–70 sowie auch deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Hertrampf K, Kunkel M: S2k guideline „Diagnostics and management of precursor lesions of oral squamous cell carcinoma in dental and oral medicine“. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 188–195

#Mit der Verwendung der maskulinen Form sind gleichermaßen männliche, weibliche und andere Personen gemeint.

Zitierweise: Hertrampf K, Kunkel M: S2k-Leitlinie „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 308–316

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0308-0316

S2k guideline “Diagnostics and management of precursor lesions of oral squamous cell carcinoma in dental and oral medicine”

Overview: The update of the guideline on “diagnostics and management of precursor lesions of oral squamous cell carcinoma in dental and oral medicine” began in 2017 and was finalized in April 2020 after a total of three formal consensus processes. It was coordinated by the German Society of Dental and Oral Medicine (DGZMK) and the German Society for Oral and Maxillofacial Surgery. Specifically, the guideline updates the knowledge and recommendations, particularly the following aspects:

- the classification of potentially malignant oral lesions considering the updated WHO classification of 2017
 - special status of proliferative verrucous leukoplakia
 - definition of “suspicious” lesions under observation of clinical evidence of a malignant transformation
 - specific designation of examinations, whose significance is not supported with reliable study data
 - topical corticoid therapy of lichen, especially intralesional therapies
- Furthermore, the existing recommendations were updated and complemented by statements and new recommendations.

Keywords: precursor lesion; dental and oral medicine; malignant transformation; early detection; screening; oral mucosa; WHO classification

Einleitung

Leitlinien haben das Ziel, den aktuellen Wissensstand für ein relevantes Problem der Gesundheitsfürsorge zu erfassen und nach Möglichkeit Kernaussagen zur Versorgung in der Form von klaren Handlungsempfehlungen zu formulieren. Hierzu sind regelmäßige Aktualisierungen erforderlich, um mit der Entwicklung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes Schritt zu halten. Vor diesem Hintergrund wurde die Aktualisierung der Leitlinie „Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“ im Jahr 2017 in Angriff genommen und im April 2020 abgeschlossen. Sie erfolgte unter Koordination durch die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und federführender Beteiligung der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.

Die Aktualisierung der Leitlinie wurde durch die Task Force Qualität, bestehend aus Vertretern von DGZMK, KZBV und BZÄK, in die Liste der priorisierten Themen der DGZMK, BZÄK und KZBV aufgenommen und gefördert.

Die Autoren der Leitlinie haben zur Formulierung der Empfehlungen und der Hintergrundtexte aktuelle, orientierende Literaturrecherchen (Medline) bis 2018 durchgeführt und die maßgebliche Literatur in die Leitlinie aufgenommen. Auf Basis der bestehenden Leitlinie wurde durch die Koordinatoren danach das Dokument im ersten Schritt überarbeitet und die aktuelle Literatur ergänzt. Gleichzeitig wurden Formulierungen, die in der Vergangenheit zu Missverständnissen geführt hatten, präzisiert und eine formale Trennung von Empfehlungen und Statements einbezogen. Auch die Referenzierung zu anderen Leitlinien wurde aktualisiert.

Dieser Entwurf war zunächst die Basis für ein formales Delphi-Verfahren mit zwei Delphi-Runden und einer abschließenden Konsensuskonferenz unter Beteiligung der Mandatsträger[#] der Fachgesellschaften am 23.01.2019 in Köln (siehe Tab. 1) unter methodischer Moderation der AWMF. Im Rahmen dieser Konsensuskonferenz wurden die Kernaussagen und Ergänzungen im Kontext der Literatur diskutiert und eine formale und strukturierte Konsentierung in der Methodik eines nominalen Gruppenprozesses angeschlossen. Eine weitergehende Bewertung von Studien im Sinne einer Evidenz-Graduierung oder auch Gewichtung und Synthese von Studienergebnissen erfolgte nicht, da es sich um eine S2k-Leitlinie handelt.

Konkret aktualisiert und präzisiert die Leitlinie den Stand der Kenntnisse und Empfehlungen insbesondere zu folgenden Aspekten:

- Klassifikationen potenziell maligner oraler Läsionen unter Berücksichtigung der aktualisierten WHO-Klassifikation von 2017
- Sonderstellung der proliferativen verrukösen Leukoplakie
- Definition der „verdächtigen“ Läsion unter Beschreibung klinischer Hinweise auf eine maligne Transformation
- Konkrete Benennung der Untersuchungen, deren Stellenwert nicht durch belastbare Studiendaten gesichert ist
- Topische Kortikoid-Therapie des Lichen ruber mucosae, insbesondere intraläsionale Therapie
- Empfehlungen

Der Stand der Forschung und die Entscheidungsgrundlagen der Empfehlungen wurden erneut, wie in der Vorgängerversion, in Form von Hintergrund-Texten erläutert, die in der Langversion der Leitlinie enthalten sind. Diese Texte werden hier zur Information wiedergegeben, da sie auch die Bezüge zur maßgeblichen Literatur herstellen.

Klassifikationen potenziell maligner oraler Läsionen unter Berücksichtigung der aktualisierten WHO-Klassifikation von 2017

In der aktuellen WHO-Klassifikation der Kopf-Hals-Tumoren 2017 [7] wird

WHO 2017: Dysplasie	WHO 2005: Dysplasie	Ljubljana Klassifikation squamöser intra-epithelialer Läsionen (SIL)	Squamöse intra-epitheliale Neoplasie (SIN)	Squamöse intra-epitheliale Neoplasie (SIN) reduziert
–	Squamöse Hyperplasie	Squamöse (einfache) Hyperplasie	–	–
Geringgradige Dysplasie (low grade)	Geringgradige Dysplasie	Basale und parabasale Hyperplasie	SIN I	SIN: Geringes Risiko
Mäßiggradige Dysplasie (high grade)	Mäßiggradige Dysplasie	Atypische Hyperplasie (Risikoepithel)	SIN II	SIN: hohes Risiko
Hochgradige Dysplasie (high grade)	Hochgradige Dysplasie		SIN III	
Carcinoma in situ	Carcinoma in situ	Carcinoma in situ		
Invasives Karzinom	Invasives Karzinom			

*Da sowohl mäßiggradige Dysplasie als auch hochgradige Dysplasie als „risikoreiche“ Läsionen gelten, kann die Graduierung in eine binäre Struktur „low grade“ und „high grade“ modifiziert werden (wobei „high grade“ auch mäßige und hochgradige Dysplasie einschließt)

Übersicht 1 Synopsis der Klassifikationen potenziell maligner oralen Läsionen [6, 7, 10, 25]

nun wieder vorrangig die Einteilung in Dysplasiegrade verwendet. Der Begriff der intraepithelialen Neoplasie (englisch: Squamous Intraepithelial Neoplasia; abgekürzt: SIN) wird allerdings weiterhin synonym auf potenziell maligne orale Läsionen (vorher: orale Vorläuferläsionen) des Plattenepithelkarzinoms angewandt. Damit bleibt der potenziell neoplastische Charakter der Läsionen auch in der Nomenklatur abgebildet. Im folgenden Text wird nach der WHO-Klassifikation (2017) einheitlich der Begriff der potenziell malignen oralen Läsionen anstelle der Vorläuferläsion und ansonsten sehr unterschiedlichen Bezeichnungen (Präkanzerose, präkanzeröse Läsion, potenziell maligne Läsion, Precursorläsion etc.) verwendet.

Im Vergleich zur früheren Version der WHO-Klassifikation wird nun eine Reduktion der Dysplasiegrade auf eine binäre Einteilung neu eingeführt. Letztlich werden danach die traditionellen drei Dysplasiegrade auf eine „low grade“- und eine „high grade“-Gruppe reduziert, was im Wesentlichen der klinischen Risikobewertung entspricht und sich bereits in der Aufteilung in eine „low risk“- und eine „high risk“-SIN ankündigt. In der früheren Nomenklatur beinhaltete die hochgradige intraepithe-

liale Neoplasie (SIN 3) das Carcinoma in situ früherer Klassifikationen (Karzinomrisiko von 90 %) [5, 15, 27], (siehe Übersicht 1).

Sonderstellung der proliferativen verrucösen Leukoplakie

Die proliferative verrucöse Leukoplakie (PVL) nimmt eine Sonderstellung ein, da hier der morphologische Dysplasiegrad nicht mit dem klinischen Gefährdungspotenzial korreliert. Obwohl bei der PVL typischerweise niedrige Dysplasiegrade gefunden werden oder eine Dysplasie gänzlich fehlen kann, ist bei dieser Entität mit einer besonders hohen malignen Transformationsrate (um 70 %) und einer konsekutiv hohen tumorbezogenen Mortalität zu rechnen.

Definition der „verdächtigen“ Läsion unter Beschreibung klinischer Hinweise auf eine maligne Transformation

Da die Handlungsempfehlungen unter anderem darauf basieren, dass eine Schleimhautläsion als „verdächtig“ gewertet wird, wurden zur Konkretisierung neben dem zeitlichen Verlauf klinische Kriterien in die Leitlinie aufgenommen, die bereits bei

der Erstuntersuchung als Hinweise auf eine maligne Transformation sind zu werten sind.

Dies sind im Einzelnen:

- Neu aufgetreten oder von unbekannter Dauer
- Starke Hyperkeratose
- Inhomogenität
- Erosion
- Blutung bei Berührung oder leichter mechanischer Belastung
- Fehlende Ursache
- Pathologische Gefäßerweiterung/Gefäße

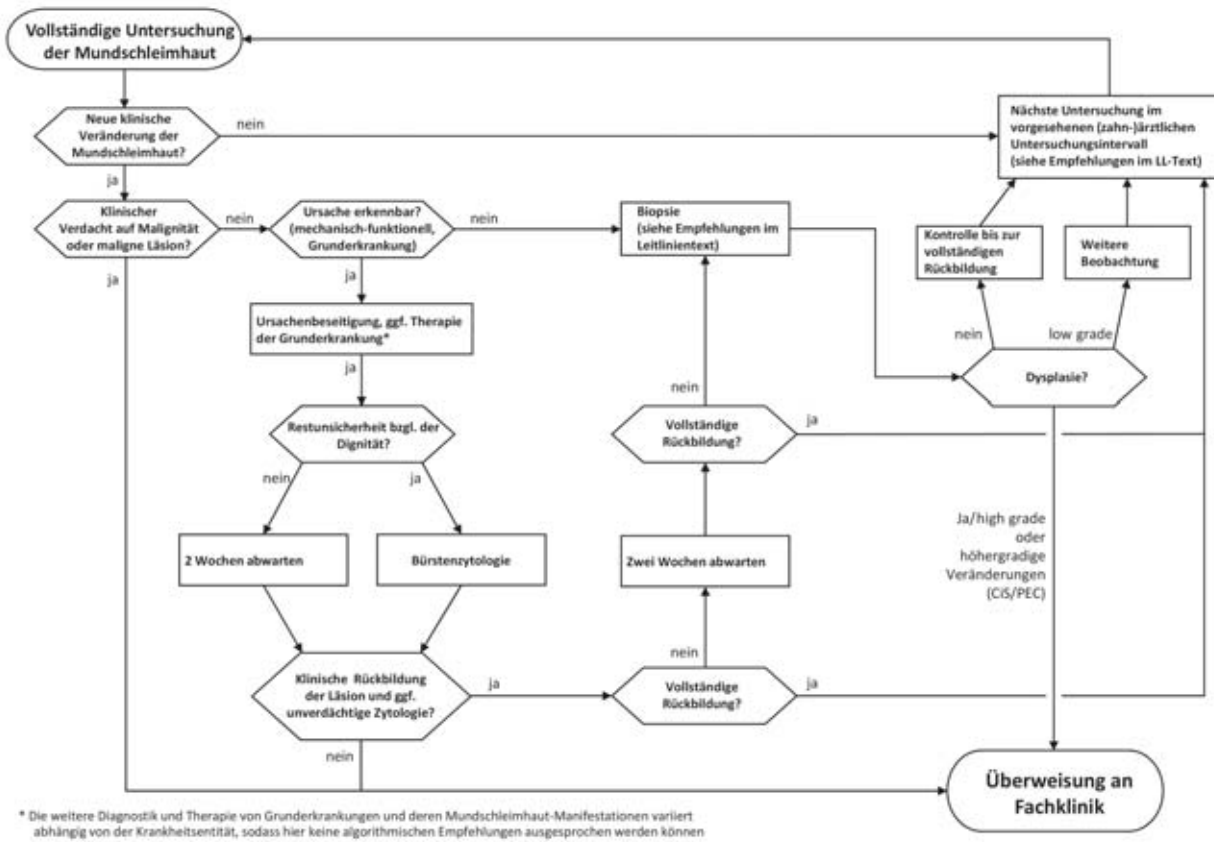
Der Algorithmus zur vollständigen Untersuchung der Mundschleimhaut wurde aktualisiert (Abb. 1).

Konkrete Benennung der Untersuchungen, deren Stellenwert nicht durch belastbare Studiendaten gesichert ist

Die Beschreibung der Untersuchungsmethodik wurde aktualisiert und neu gegliedert, speziell wird nun eine Gruppe von Untersuchungen ausgewiesen, deren Stellenwert nicht durch belastbare Studiendaten gesichert ist.

Notwendige Untersuchungen zur Therapieentscheidung:

- Inspektion: Hierbei wird durch einen systematischen Unter-



Beteiligte Fachgesellschaften/ Organisationen	Kürzel	Mandatsträger
Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie	AGOKI	Prof. Dr. A. M. Schmidt-Westhausen
Arbeitskreis Oralpathologie und Oralmedizin	AKOPOM	Prof. Dr. Dr. U. Müller-Richter
Bundesverband Deutscher Oralchirurgen	BDO	Prof. Dr. J. Jackowski Prof. Dr. T. M. Remmerbach
Bundeszahnärztekammer	BZÄK	Dr. J. Beck
Berufsverband Deutscher Pathologen	BDP	§)
Deutsche Dermatologische Gesellschaft	DDG	Prof. Dr. F. Kieseewetter
Deutsche Gesellschaft für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie	DGHNO-KHC	Prof. Dr. J. P. Klußmann Prof. Dr. C. Wittekindt (Stellvertreter)
Deutsche Gesellschaft für Implantologie	DGI	Prof. Dr. F. Schwarz
Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie	DGMKG	Prof. Dr. K. Hertrampf (Koordination) Prof. Dr. Dr. M. Kunkel (Mandat)
Deutsche Gesellschaft für Parodontologie	DGPARO	PD Dr. C. Graetz
Deutsche Gesellschaft für Pathologie	DGP	§)
Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde	DGPro	Prof. Dr. H.-J. Wenz, MME
Deutsche Krebsgesellschaft e.V. (Arbeitsgemeinschaft HNO und MKG-Chirurgie in der Onkologie)	DKG	Prof. Dr. J. P. Klußmann
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung	KZBV	Dr. J. Beck
§) Der Mandatsträger der Deutschen Gesellschaft für Pathologie (DGP) und dem Berufsverband Deutscher Pathologen (BDP) schied während des Erstellungsprozesses aus der Leitliniengruppe aus. Beiden Fachgruppierungen wurde die Möglichkeit eingeräumt, den fertigen Leitlinienentwurf zu kommentieren, in beiden Fällen erfolgte Zustimmung.		

Tabelle 1 Auflistung der beteiligten Fachgesellschaften/Organisationen und der Mandatsträger

gen befassen sich nur wenige Studien mit der Anwendung von Toluidinblau zur Detektion von Schleimhautläsionen, die nicht bereits im Vorfeld klinisch erkannt worden waren [12]. Daneben weisen mehrere Autoren kritisch auf die geringe Treffsicherheit für potenziell maligne orale Läsionen mit einer Sensitivität von bis unter 50 % hin [9, 16, 18].

Insgesamt hat der recht große Aufwand in der klinischen Umsetzung der Färbung eine Verbreitung der Methoden und den Einsatz in der zahnärztlichen Praxis bisher verhin-

dert und es finden sich in der Literatur auch keine Daten über die Anwendung in der Primärversorgung. Nach mehr als 5 Jahrzehnten ist daher eine maßgebliche Entwicklung und Verbreitung der Methode nicht mehr zu erwarten.

b) Chemi-Lumineszenz- und Autofluoreszenzdiagnostik

In den letzten Jahren sind die Verfahren zur Chemi-Lumineszenz und zur Autofluoreszenzdiagnostik als unterstützende optische Hilfsmittel bei der Detektion potenziell maligner oraler Läsionen und der oralen Karzinome

in verschiedenen Studien untersucht worden.

Beim Verfahren der Chemi-Lumineszenz Lichtquelle wird die Mundschleimhaut mit 1 % Essigsäure vorbehandelt. Mögliche Veränderungen in der Keratinisierung sollen sich weiß darstellen und durch die anschließende Behandlung mit Toluidinblau hervorstechen (exponieren). Bei der Autofluoreszenzdiagnostik sollen sich unter Benutzung von blauem Licht dysplastische bzw. neoplastische Läsionen aufgrund des Verlustes der Fluoreszenz dunkel gegenüber der gesunden (grünen) Mund-

schleimhaut darstellen. Koch et al. (2010) konnten bei der Untersuchung unter Anwendung von Autofluoreszenzdiagnostik bei einem Patientenkollektiv (N = 78) mit auffällig klinischen Schleimhautläsionen zwar eine hohe Sensitivität von 93 % zeigen, allerdings lag die Spezifität bei nur 13–17 % [11]. In der Studie von Mehrota et al. (2010) kamen beide optischen Methoden zur Anwendung und zeigten deutlich schlechtere Ergebnisse [17]. Das Verfahren mit Autofluoreszenzdiagnostik wies bei 156 untersuchten Läsionen eine Sensitivität von 50 % und eine Spezifität von 38,9 % auf. Bei der Anwendung mit Chemi-Lumineszenz lag bei den 102 untersuchten Läsionen die Sensitivität bei 0 und die Spezifität bei 75,5 %. Weitere Studien, die diese Verfahren untersucht haben, weisen ähnliche kritische unzufrieden stellende Ergebnisse auf [1, 2, 8, 21, 22]. Die inhomogene und unzureichende Datenlage zeigt für beide optischen Verfahren nach wie vor keine ausreichende wissenschaftliche Grundlage zur Anwendung im Bereich der Früherkennung von potenziell malignen oralen Läsionen und Mundhöhlenkarzinomen.

c) Narrow band imaging

Als weitere optische Methode zur Früherkennung von Mundhöhlenkarzinomen und potenziell malignen oralen Läsionen wurde in den letzten Jahren das Narrow band imaging aus anderen Bereichen der Oberflächen-diagnostik in der Mundhöhle in Studien evaluiert. Die Methode verwendet anstelle des kontinuierlichen Frequenzspektrums des weißen Lichtes, zwei schmalbandige Frequenzbereiche (400–430 nm und 525–555 nm), um Unterschiede im Gefäßplexus darzustellen. Yang et al. (2012 und 2013) zeigten anhand eines Patientenkollektivs n = 317 für das Schmalbandlicht eine Sensitivität von 96,3 % und eine Spezifität von 60,1 %, gegenüber Weißlicht mit 87 % Sensitivität und 93,5 % Spezifität. Allerdings ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse und eine mögliche Empfehlung nur bedingt möglich, da es sich bei den Studien aus dem asiatischen Raum in der Mehrzahl um bukkale Läsionen handelte, bedingt durch den Genuss von

Betel-Produkten und somit diverse Lokalisationen für Läsionen unterrepräsentiert waren [28, 29]. Ein systematischer Review von 2014 [26] kam zu der Schlussfolgerung, dass diese Methode durchaus diagnostisches Potenzial besitzt, allerdings eine Aussage für eine Empfehlung im Bereich der Früherkennung aufgrund der unzureichenden und nicht ausreichend belastbaren Datenlage nicht möglich ist.

Topische Kortikoidtherapie des Lichen ruber mucosae, insbesondere intraläsionale Therapie

Auch der Hintergrundtext zu den Maßnahmen zur Abgrenzung inflammatorischer/irritativer Phänomene wurde erweitert und konkret die intraläsionale Therapie mit Kortikoiden aufgenommen.

Lokale Kortikoidtherapie

Für den symptomatischen Lichen ruber mucosae der Mundschleimhaut stellt die lokale Behandlung mit Steroiden die Therapie der ersten Wahl dar [13]. Für eine Empfehlung einer spezifischen Steroidtherapie hinsichtlich des Outcomes „Schmerzreduktion“ liegt nach wie vor keine ausreichende Evidenz vor [24]. Dies bestätigte auch die Studie von Liu et al. (2013) [14]. Sie konnten allerdings in ihrer randomisiert kontrollierten Studie hinsichtlich des Outcomes „Wiederauftreten einer Läsion innerhalb von 3 Monaten“ einen positiven Therapieeffekt einer intraläsionalen Therapie mit Bethamethason gegenüber einer Therapie mit Triamcinolon feststellen.

Fehlendes Ansprechen auf eine Steroidapplikation erhärtet die Indikation zur Biopsie [23].

Empfehlungen

Nachdem die Kernaussagen der Leitlinie in den Empfehlungen formuliert sind, werden nachfolgend sämtliche Empfehlungen der Leitlinie wiedergegeben. Sofern wesentliche Änderungen gegenüber der Vorgängerversion vorgenommen wurden, werden auch die Erläuterungen zu diesen Änderungen dargestellt:

Empfehlung 1:

Im Rahmen der zweimal jährlich empfohlenen systematischen Untersuchung der Mundhöhle soll sichergestellt werden, dass sämtliche Regionen der Mundschleimhaut, der Lippen und der unmittelbar angrenzenden Gewebe eingesehen und kritisch gewürdigt werden. Bei Veränderungen soll eine weitere diagnostische Abklärung erfolgen.

starker Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 2:

Wenn die Ursache für die Schleimhautveränderungen z.B. in einer mechanischen Reizung oder entzündlichen Grunderkrankung vermutet wird, soll zunächst eine Ursachenbeseitigung ggf. auch Therapie der Grunderkrankung erfolgen.

starker Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 3:

Bei Verdacht auf ein manifestes Karzinom, soll eine umgehende Überweisung/Weiterleitung zur Einleitung weiterführender Diagnostik und Therapie erfolgen.

starker Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 4:

Bei Verdacht einer malignen Transformation einer Schleimhautveränderung soll eine histologische Klärung erfolgen.

starker Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 5:

Für eine zytologische Diagnostik sollte die Entnahme mit Bürsten erfolgen, da Bürsten auch die mittleren und tieferen Zellschichten erfassen.

starker Konsens**Expertenkonsens****Statement 1:**

Für eine Empfehlung hinsichtlich eines Einsatzes von weiteren Techniken in der Zytologie (Immunhistologie, DNA-Zytometrie etc.) im Bereich der Früherkennung von oralen Vorläuferläsionen liegt bislang keine ausreichende Evidenz vor.

starker Konsens**Expertenkonsens****Empfehlung 6:**

Eine vollständige diagnostische Exzision sollte vorgenommen werden, wenn eine Biopsie für die gesamte Läsion eventuell nicht repräsentativ ist.

starker Konsens**Expertenkonsens****Empfehlung 7:**

Mundschleimhautläsionen, bei denen primär nicht die Indikation zu einer Biopsie gestellt wird, sondern bei denen eine Verlaufskontrolle vorgesehen ist, bei denen aber dennoch eine Restunsicherheit bzgl. der Dignität besteht, sollten einer Bürstenzytologie zugeführt werden.

Konsens**Expertenkonsens****Empfehlung 8
(neu aufgenommen)****Empfehlung 8:**

Bei ausgedehnten regionenübergreifenden Schleimhautläsionen, bei denen eine diagnostische Exzision zu einer hohen perioperativen Morbidität führen würde, kann eine flächige Bürstenbiopsie alternativ zu mehrfachen simultanen Biopsien erfolgen.

starker Konsens**Expertenkonsens**

Für flächige Schleimhautläsionen mit chronischem Verlauf (beispielsweise bei einer proliferativen verrucösen Leukoplakie) besteht die Problematik, dass zum einen repräsentative (bzw. am weitesten in der Tumorprogression fortgeschrittene) Lokalisationen manchmal nicht definiert werden können, zum anderen aber eine vollständige diagnostische Exzision gerade bei regionenübergreifenden Läsionen die perioperative Morbidität einer Tumorsektion bedeuten würde oder bei multifokalen Läsionen technisch nicht durchführbar ist. In diesen Ausnahmefällen muss eine Güterabwägung zwischen der größeren „Flächenabdeckung“ der Bürstenbiopsie (Verkleinerung des „sampling errors“) gegenüber der höheren diagnostischen Genauigkeit der Exzisionsbiopsie (begrenzt auf das exzidierte Gewebe) erfolgen.

Empfehlung 9:

Von einer Inzisions- oder Exzisions-Biopsie kann Abstand genommen werden, wenn innerhalb von 2 Wochen nach Ausschaltung einer adäquaten Ursache eine Rückbildung der Läsion erkennbar wird*. In diesem Fall soll die klinische Kontrolle bis zur vollständigen Rückbildung fortgesetzt werden, da eine partielle Rückbildung bei malignen Läsionen durch die Ausheilung einer überlagerten entzündlichen Komponente vgetäuscht werden kann.

Konsens**Expertenkonsens****Empfehlung 10:**

Tritt eine anfängliche Rückbildung in den ersten 2 Wochen ein, ist aber nach weiteren 2 Wochen keine vollständige Ausheilung erfolgt, sollte eine histologische Abklärung (Biopsie) erfolgen**.

starker Konsens**Expertenkonsens**

*/**Diese zeitlichen Empfehlungen zu 9 und 10 gelten für Patienten, für die eine normale Wundheilung zu erwarten ist

Empfehlung 11:

Klinisch homogene, histologisch als „low grade“ (früher SIN I oder gering dysplastisch) gewertete Läsionen können nach überwiegender Auffassung zunächst beobachtet werden.

starker Konsens

Histologisch als „high grade“ (früher SIN II oder III, bzw. mäßig oder hochgradig dysplastisch) klassifizierte Läsionen sollen vollständig exzidiert werden.

Konsens**Expertenkonsens****Empfehlung 12:**

Bei Diskrepanz zwischen dem klinischen Erscheinungsbild und der histologischen Bewertung (bspw. inhomogene Leukoplakie ohne histologische Dysplasie) soll eine erneute histologische Überprüfung erfolgen oder eine Überweisung/Weiterleitung zur Zweitmeinung/Einleitung weiterführender Diagnostik und Therapie erfolgen.

starker Konsens**Expertenkonsens**

Empfehlung 13:	
Nach der Entfernung geringgradig dysplastischer Läsionen oder bei deren Beobachtung sollte ein Kontrollintervall von 6 Monaten eingehalten werden. Bei allen anderen Ausprägungen dysplastischer Läsionen sollte ein Kontrollintervall von 3 Monaten eingehalten werden.	Konsens
Für den Lichen ruber mucosae der Mundschleimhaut existieren konkrete Empfehlungen für die Notwendigkeit zu einer dauerhaften Kontrolle. Hier sollte das Untersuchungsintervall 4 Monate nicht überschreiten.	Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 14:	
Unabhängig von der Art der Therapie soll dem Patienten eine Kontrolle dauerhaft empfohlen werden.	starker Konsens

Expertenkonsens

Empfehlung 15:	
Im Allgemeinen ist eine ambulante Behandlung in Lokalanästhesie ausreichend. Eine Behandlung unter Allgemeinanästhesie/Sedierung kann abhängig von der Lokalisation bei erwartbaren Problemen der Mitarbeit (z.B. Würgereiz) des Patienten, bei großem Gesamtumfang der mukogingivalen Maßnahmen, bei manifesten lokalen Risikofaktoren (siehe unter 7) oder nach Berücksichtigung dieser und allgemeinmedizinischer Kriterien nach der Präferenz des Patienten indiziert sein.	starker Konsens
Eine stationäre Behandlung kann beispielsweise bei schwerwiegenden Allgemeinerkrankungen oder besonderen OP-Verläufen indiziert sein.	

Expertenkonsens

Zur Information steht zusätzlich zu der Langfassung der Leitlinie ein ausführlicher Leitlinienreport zur Verfügung. Die Dokumente können über die Webseiten der AWMF, BZÄK und der DGZMK heruntergeladen werden. Die nächste Aktualisierung ist für 2025 geplant.

Interessenkonflikte

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

Literatur

1. Awan KH, Morgan PR, Warnakulasuriya S: Evaluation of an autofluorescence based imaging system (VELscopeTM) in the detection of oral potentially malignant disorders and benign keratoses. *Oral Oncol* 2011; 47: 274–277
2. Balevi B: Assessing the usefulness of three adjunctive diagnostic devices for oral cancer screening: a probabilistic approach. *Community Dent Oral Epidemiol* 2011; 39: 171–176
3. British Dental Association. Opportunistic oral cancer screening. BDA occasional paper. April 2000 (issue number 6). Available from url: http://www.bda-dentistry.org.uk/about/docs/mouth_cancer.pdf
4. Cancela-Rodriguez P, Cerero-Lapiedra R, Esparza-Gomez G, Llamas-Martinez S, Warnakulasuriya S: The use of toluidine blue in the detection of pre-malignant and malignant oral lesions. *J Oral Pathol Med* 2011; 40: 300–304
5. Department of Dental Services: Screening for oral cancer. Royal College of Surgeons of England, London 1994
6. Driemel O, Hertel K, Reichert TE, Kosmehl H: Aktuelle Klassifikation der Precursorläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms – Prinzipien der WHO-Klassifikation von 2005. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2006; 10: 89–93
7. El-Naggar AK, Chan JKC, Grandis JR, Takata T, Slootweg PJ: WHO classification of head and neck tumours. IARC, 4 edition, Lyon 2017
8. Farah CS, McIntosh L, Georgiou A, McCullough MJ: Efficacy of tissue autofluorescence imaging (VELscope) in the visualization of oral mucosal lesions. *Head Neck* 2012; 34: 856–862
9. Fedele S: Diagnostic aids in the screening of oral cancer. *Head Neck Oncol* 2009; 1: 5

10. Gale N, Pilch BZ, Sidransky D, Westra WH, Califano J: Epithelial precursor lesions. In: Barnes L, Eveson JW, Reichart P, Sidransky D (eds.): *World Health Organization classification of tumors. Pathology and genetics of head and neck tumors*. IACR, Lyon 2005, 140–143

11. Koch FP, Kaemmerer PW, Biesterfeld S, Kunkel M, Wagner W: Effectiveness of autofluorescence to identify suspicious oral lesions – a prospective, blinded clinical trial. *Clin Oral Invest* 2011; 15: 975–982

12. Lingen MW, Kalmar JR, Karrison T, Speight PM: Critical evaluation of diagnostic aids for the detection of oral Cancer. *Oral Oncol* 2008; 44: 10–22

13. Lodi G, Scully C, Carrozzo M, Griffiths M, Sugerman PB, Thongprasom K: Current controversies in oral lichen planus: report of an international consensus meeting. Part 2. Clinical management and malignant transformation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 164–178

14. Liu C, Xie B, Yang Y et al.: Efficacy of intralesional betamethasone for erosive oral lichen planus and evaluation of recurrence: a randomized controlled trial. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013; 116: 584–590

15. Macfarlane GJ, Boyle P, Scully C: Oral cancer in Scotland: changing incidence and mortality. *BMJ* 1992; 305: 1121–1123

16. Martin IC, Kerawala CJ, Reed M: The application of toluidine blue as an adjunct in the detection of epithelial dysplasia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85: 444–446

17. Mehrotra R, Singh M, Thomas S: A cross-sectional study evaluation chemiluminescence and autofluorescence in the detection of clinically innocuous precancerous and cancerous oral lesions. *J Am Dent Assoc* 2010; 142: 151–156

18. Onofre MA, Spoto MR, Navarro CM: Reliability of toluidine blue application in the detection of oral epithelial dysplasia and in situ invasive squamous cell carcinomas. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 535–540

19. Patton LL, Epstein JB, Kerr AR: Adjunctive techniques for oral cancer examination and lesion diagnosis: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 896–905

20. Rahman F, Tippu Shoab R, Khandelwal S, Girish KL, Manjunath BC, Bhargava A: A study to evaluate the efficacy of toluidine blue and cytology in detecting of oral cancer and dysplastic lesions. *Quintessence Int* 2012; 43: 51–59

21. Scheer M, Neugebauer J, Dermann A, Fuss J, Drebber U, Zoeller JE: Autofluorescence imaging of potentially malign-

nant mucosa lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 111: 568–577

22. Shin D NV, Gillenwater A, Richards-Kortum R: Advances in fluorescence imaging techniques to detect oral cancer and its precursors. Future Oncol 2010; 6: 1143–1154

23. Thongprasom K, Dhanuthai K: Steroids in the treatment of lichen planus: a review. J Oral Sci 2008; 50: 377–385

24. Thongprasom K, Carrozzo M, Furnes S, Lodi G: Interventions for treating oral lichen planus. Cochrane Database Rev 2011; Jul 6;(7): CD001168. doi: 10.1002/14651858.CD001168.pub2

25. Van der Waal I: Potentially malignant disorders of the oral and oropharyngeal mucosa: terminology, classification and present concepts of management. Oral Oncol 2009; 45: 317–323

26. Vu AN, Farah CS: Efficacy of narrow band imaging for detection and surveillance of potentially malignant and malignant lesions in the oral cavity and oropharynx: a systematic review. Oral Oncol 2014; 50: 413–420

27. Wolff K-D., Bootz F, Beck J et al: S3-Leitlinie „Mundhöhlenkarzinom,

Diagnostik und Therapie“. www.leitlinien.de

28. Yang S-W, Lee Y-S, Chang L-C, Hwang C-C, Chen T-A: Diagnostik significance of narrow-band imaging for detecting high-grade dysplasia, carcinoma in situ, and carcinoma in oral leukoplakia. Laryngoscope 2012; 122: 2754–2761

29. Yang S-W, Lee Y-S, Chang L-C, Chien H-P, Chen T-A: Light sources used in eval-

uating oral leukoplakia: broadband white light versus narrowband imaging. J Oral Maxillofac Surg 2013; 42: 693–701

30. Zhang L, Williams M, Poh CF et al.: Toluidine blue staining identifies high-risk primary oral premalignant lesions with poor outcome. Cancer Res 2005; 65: 8017–8021



(Foto: Fotoatelier Ute Boeters, Kiel)

PROF. DR. KATRIN HERTRAMPF, MPH MME
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
Arnold-Heller-Str. 3,
Gebäude B, 24105 Kiel, Germany
hertrampf@mkg.uni-kiel.de



(Foto: privat, Prof. Kunkel)

UNIV.-PROF. DR. DR. MARTIN KUNKEL
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Knappschaftskrankenhaus Bochum
In der Schornau 23–25, 44892 Bochum
martin.kunkel@rub.de

GESELLSCHAFTSMITTEILUNGEN / SOCIETY NOTES

Volkskrankheit Parodontitis: Aktualisierte Patienteninformation liegt vor

Die bakterielle Entzündung des Zahnbetts, die Parodontitis, ist in Deutschland weit verbreitet. Auch wenn die fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) eine Abnahme der Erkrankungen ausweist, leiden noch immer insgesamt rund 11 Millionen Betroffene hierzulande unter einer schweren Form der Parodontitis. Besonders ältere Menschen sind davon

betroffen. Mit ihrer gemeinsamen überarbeiteten Patienteninformation zum Thema Parodontitis stellen die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und die Bundeszahnärztekammer (BZÄK) das Krankheitsbild dar und beschreiben mögliche Therapieformen in anschaulicher Form. Fest steht: Für den Erfolg einer Behandlung der Paro-

odontitis kommt es stark auf die Mitarbeit der Patient*innen an. Die gemeinsame Patienteninformation von DGZMK und BZÄK ist unter folgendem Link abrufbar <https://bit.ly/2ZFhyY4>. Auf der Internetseite www.zahnmedizinische-Patienteninformationen.de stehen weitere Patienteninformationen zur Auswahl.

Markus Brakel, Düsseldorf

Fabian Duttenhoefer, Marc Anton Fuessinger, Yasmin Beckmann, Rainer Schmelzeisen, Martin Boeker, Knut A. Groetz

S3-Leitlinie „Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz“ – eine praxisorientierte Handlungsempfehlung*

Dentale Implantate sind ein fester Bestandteil der modernen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Neben der Rehabilitation der physiologischen Kaufunktion und erhöhter Lebensqualität haben dentale Implantate einen positiven Einfluss auf den allgemeinen Gesundheitszustand [31]. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Therapie ist die knöchernen Einheilung der inserierten Implantate (Osseointegration). Diese hängt maßgeblich von einem adäquat funktionierendem Immunsystem ab. Darüber hinaus reguliert das Immunsystem die postoperative Wundheilung und hat einen wichtigen Einfluss auf eine mögliche spätere Periimplantitisneigung. Immundefiziente Patienten haben somit ein besonders erhöhtes Risikoprofil.

Bezogen auf die heutige demografische Entwicklung mit höherer Lebenserwartung sowie einer sich stetig verbessernden Gesundheitsversorgung ist ein Anstieg an Patientenzahlen mit Immundefizienz und dem Wunsch nach implantatgetragenem Zahnersatz zu beobachten. Vor dem Hintergrund sich stetig verbessernder immunsuppressiver Langzeitthera-

pien ist auch künftig mit einer deutlichen Zunahme dieses Patientenkollektivs zu rechnen [1, 13, 17].

Weiterhin muss bei der Entscheidungsfindung, ob dentale Implantate bei immundefizienten Patienten indiziert sind, berücksichtigt werden, dass es sich um ein sehr heterogenes Patientenkollektiv mit unterschiedlich ausgeprägter Einschränkung des Immunsystems handelt. Für die Praxis bedeutet dies einen hohen Unsicherheitsfaktor hinsichtlich der Indikationsstellung und dem damit verbundenen Behandlungsablauf – Vorbereitung, Durchführung und Nachsorge des Eingriffes.

Zur besseren Übersicht lassen sich drei umfassende Gruppen zur Einteilung der Immundefizienzen bilden:

1. Primäre, angeborene Immundefizienz[#]
2. Sekundäre, erworbene Immundefizienz, z.B. HIV-Infektion^{##}
3. Sekundäre, medikamenteninduzierte Immunsuppression, z.B. Steroide (Cortison)

Autoimmunerkrankungen

Untersuchungen innerhalb der letzten 10 Jahre verdichten die Hinweise

für eine stetige Zunahme der Häufigkeit von Autoimmunerkrankungen [17]. Heute wird in Europa und Nordamerika eine Prävalenz von bis zu 12,5 % angenommen [13, 17]. Folglich ist von einer wachsenden Anzahl an Patienten mit Autoimmunerkrankungen und Wunsch nach Zahnimplantaten zu rechnen. Die Ursache für den Abbau der immunologischen Toleranz gegenüber körpereigenen Molekülen, die sukzessive zu einer Immunantwort und später zu unterschiedlichen Formen von Autoimmunerkrankungen führt, ist nicht vollständig bekannt [28]. Sozioökonomische, genetische und umweltbedingte Faktoren sowie bestimmte Arten von Infektionen werden als Autoimmunreaktion auslösende Faktoren diskutiert.

Autoimmunerkrankungen treten gehäuft bei Frauen auf. Diese stellen mit 75 % die vorwiegende Gruppe innerhalb des Patientenkollektivs der an Autoimmunerkrankungen leidenden Patienten [13]. In einer systematischen Übersichtsarbeit wurde der Einfluss von Autoimmunerkrankungen und deren Therapie auf die Überlebensraten dentaler Implantate un-

Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinik Freiburg, Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg, Deutschland: Dr. Dr. Fabian Duttenhoefer; Dr. Dr. Marc Anton Fuessinger, Yasmin Beckmann, Prof. Dr. Dr. Rainer Schmelzeisen; Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, HELIOS Dr. Horst-Schmidt-Kliniken, Akademisches Lehrkrankenhaus Universität Mainz, Ludwig-Erhard-Str. 100, 65199 Wiesbaden, Deutschland: Prof. Dr. Dr. Knut A. Grötz; Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Medizinische Datenwissenschaft, Medizinische Fakultät und Medizinisches Zentrum, Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland: PD Dr. Martin Boeker

*Mit freundlicher Genehmigung der Zahnärztlichen Mitteilungen (zm); Erstpublikation in zm 2020; 110, Nr. 18, S. 46–50 sowie auch deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Duttenhoefer F, Fuessinger MA, Beckmann Y, Schmelzeisen R, Boeker M, Groetz KA: S3-guideline „Dental implants in patients with immunodeficiency“ – practice-oriented treatment recommendations. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 196–199

Zitierweise: Duttenhoefer F, Fuessinger MA, Beckmann Y, Schmelzeisen R, Boeker M, Groetz KA: S3-Leitlinie „Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz“ – eine praxisorientierte Handlungsempfehlung. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 317–320

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0317-0320

[#] Es gibt keine ausreichende Literatur bezüglich der primären Immundefizienz, die Rückschlüsse auf den Einfluss der Grunderkrankung auf das Überleben dentaler Implantate zulassen. Die Einteilung 1) wurde der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

^{##} Die Grunderkrankung Diabetes mellitus hat ebenfalls immunmodulatorische Einflüsse, wird in dieser Arbeit jedoch nicht mitaufgeführt. Hierzu sei an dieser Stelle auf die Leitlinie Zahnimplantate bei Diabetes mellitus (AWMF-Registernummer 083-025) verwiesen.

tersucht. Im Ergebnis zeigte sich ein deutlicher Trend zu weiblichen Patienten, die 98 % des Patientenkollektivs umfassten. Auffällig war eine häufig vorkommende Koexistenz verschiedener Autoimmunerkrankungen wie beispielsweise die Kombination von rheumatoider Arthritis und Sjögren's Syndrom oder Dermatomyositis sowie von oralen Lichen planus und Sjögren's Syndrom.

Bezogen auf die Behandlungsmodalitäten von Autoimmunerkrankungen (Rheumatoide Arthritis, Polymyalgia rheumatica, Pemphigus vulgaris, Sklerodermie, Sjögren's Syndrom und Systemischer Lupus Erythematoses) wurde vorwiegend eine Form von Steroidmedikation wie Prednison- oder andere Glucocorticoidderivate zur Therapie eingesetzt. Es wurde weder eine Auswirkung des Medikaments noch der zugrunde liegenden Autoimmunerkrankung auf das Implantatüberleben festgestellt [8].

Prinzipiell sollte aufgrund des möglichen Risikos einer malignen Transformation der oralen Manifestation der zugrunde liegenden Erkrankungen auf eine stringente Implantatnachsorge geachtet werden. So gibt es Hinweise, dass die sehr seltenen periimplantären Karzinome auffällig häufig bei Patienten mit oralen Lichen planus auftreten [22].

Sonderrolle Morbus Crohn

Die chronisch entzündliche Darm-erkrankung Morbus Crohn betrifft hauptsächlich den Magen-Darm-Trakt und hat auch direkten Einfluss auf die orale Mukosa. Die autoimmunen Entzündungsreaktionen werden durch Antigen-Antikörper-Komplexe ausgelöst, weshalb immunsuppressive und entzündungshemmende Medikamente zum Behandlungsspektrum gehören.

Hinsichtlich der Therapie von Morbus-Crohn-Patienten mit dentalen Implantaten konnte in Studien über Frühversagen eine Korrelation zwischen Implantatverlust und Morbus Crohn beobachtet werden [2, 3, 30]. Diese Ergebnisse wurden in weiteren Studien aus 2007 und 2008 statistisch belegt. Die Ursachen für die kumulative Inzidenz des frühen Implantatverlustes bei Morbus-Crohn-

Patienten werden wissenschaftlich kontrovers diskutiert. Bisher konnte gezeigt werden, dass Antigen-Antikörper-Komplexe die Osseointegration dentaler Implantate durch Autoimmunreaktionen im Bereich des Knochen-Implantat-Kontakts beeinflussen können [26]. Auch eine im Verlauf des Morbus Crohn häufig auftretende Mangelernährung führt möglicherweise zu einer mangelhaften Knochenheilung rund um dentale Implantate [9].

HIV

In den letzten 30 Jahren entwickelte sich die HIV-Infektion und nachfolgend das Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) von einer Epidemie mit verheerender Schwächung der Patienten unter der heutigen Therapie zu einer stabilen, chronischen Krankheit. Dem folgend steigt die Anzahl von Patienten in verschiedenen Krankheitsstadien, die eine implantatbasierte dentale Rehabilitation wünschen.

Im Vergleich zu gesunden Patienten zeigten sowohl HIV-seropositive Patienten mit einer CD4-Zellzahl > 200 Zellen/ μ l als auch Patienten in einem stark immungeschwächten Zustand mit einer CD4-Zahl von weniger als 200 Zellen/ μ l keine signifikanten Unterschiede nach Implantatinsertion hinsichtlich Heilungsreaktion, Infektionsrate oder postoperativen Komplikationen. Weiterhin konnten keine höheren Implantatverlusten beobachtet werden [6, 16, 18]. Folglich gab es keine Hinweise auf eine direkte Beziehung zwischen dem Risiko postoperativer Infektionen nach Implantatversorgungen und der CD4-Zahl [10, 20, 29].

In 75 % der analysierten Studien fanden unterschiedliche Formen der Antibiotikatherapie bei der Implantatchirurgie Anwendung. Die prophylaktische Antibiotikagabe hatte keinen Einfluss auf das Risiko postoperativer Infektionen, reduzierte aber nachweislich das Risiko eines Implantatversagens [5, 15]. Zusammenfassend wurde in einer systematischen Übersicht bei HIV-positiven Patienten die Antibiotikatherapie als einer der Haupteinflussfaktoren bei der Analyse der Osseointegration von Zahnimplantaten angegeben [4].

Chemotherapie

In der modernen Krebsbehandlung ist die Chemotherapie nach wie vor eine der tragenden Säulen. Bis heute steigt die Anzahl an zugelassenen antineoplastischen Arzneimitteln, insbesondere durch die Diversifikation der Medikamente, die immer spezifischer auf bestimmte Krebsarten abzielen. Es ist somit nicht möglich, alle Mechanismen der biologischen Wirkung von Chemotherapien hinsichtlich ihres Einflusses auf dentale Implantate zu untersuchen. Dementsprechend ist die potenzielle Auswirkung von Chemotherapeutika auf die Osseointegration, einem der wichtigsten Parameter der erfolgreichen Implantattherapie, nur in wenigen Studien untersucht.

Bei bereits vorbestehenden Implantaten gibt es Hinweise darauf, dass Chemotherapien eine Vielzahl von negativen Auswirkungen wie Mukosiden, schmerzhafte periimplantäre Infektionen sowie systemische Effekte wie Fieber und Sepsis haben können.

Diese berichteten Nebenwirkungen wurden jedoch vorwiegend bei Blatt- und subperiostalen Implantaten beobachtet, die kaum noch Verwendung finden [14].

Aufgrund der schwerwiegenden Grunderkrankung bei Chemotherapie ist eine strenge Risikostratifizierung mit interdisziplinärem Ansatz in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Onkologen zu empfehlen.

Immunsuppression nach Organtransplantation

Die Zahl der Empfänger von Organtransplantaten steigt im Zuge des medizinischen Fortschrittes. Regulär sollten vor jeder Organtransplantation die Empfänger-Patienten dental saniert werden, um die Rate an postoperativen Infektionen zu verringern. Häufig ergibt sich im Nachgang an eine erfolgreiche Transplantation die Notwendigkeit der kaufunktionellen Rehabilitation von Patienten, die multiple Zahnentfernungen vor der Transplantation erhalten hatten [24, 27]. Die behandelnden Zahnärzte, Oral- und Kieferchirurgen erleben häufig den geäußerten Patientenwunsch nach implantatgetragener prothetischer Versorgung.

In mehreren Studien konnte keine nachweisbare Wirkung der verschiedenen Posttransplantationsprotokolle und deren unterschiedliche Immunsuppressionsregime inklusive Steroide und immunmodulierender Medikamente (Tacrolimus, Sirolimus, Cyclosporin und Mycophenolat) auf die Implantatüberlebensrate gezeigt werden.

Limitierend für die Schlussfolgerung sind fehlende randomisierte kontrollierte Studien. In Bezug auf die ermittelten Ergebnisse der benannten Studien konnten jedoch keine Einschränkungen für die Therapie mit dentalen Implantaten ermittelt werden.

Die Implantatinsertion sollte nur nach Absprache mit dem behandelnden Transplantationsmediziner, speziell im Hinblick auf eine prophylaktische/prolongierte Antibiotikatherapie, durchgeführt werden.

Die praxisorientierte Handlungsempfehlung und Checkliste zur Risikostratifizierung für die Indikationsstellung und das Therapiemanagement dentaler Implantate bei immundefizienten Patienten basiert auf der aktuellen S3-Leitlinie „Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz“.

Praxisorientierte Handlungsempfehlung

1. Indikationsstellung

Der zum Zeitpunkt der Indikationsstellung bestehende medizinische Status des Patienten hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Erfolgsrate von Zahnimplantaten. Im Umkehrschluss muss berücksichtigt werden, dass die geplante Implantatinsertion die Gesundheit des Patienten nicht gefährdet [12]. Somit sollte zunächst bei allen Patienten mit Indikation für dentale Implantate und einer Autoimmunerkrankung, Immundefizienz oder Immunsuppression das individuelle Implantatverlust- und Komplikationsrisiko evaluiert werden.

Primär sollte der Ausschluss eines akuten Status der Grunderkrankung sowie lokaler oder systemischer Kontraindikationen erfolgen. Die weitere Therapieplanung sollte idealerweise im interdisziplinären Austausch (Internisten, Rheumatologen, andere

fachspezifische Disziplinen) stattfinden.

2. Präoperative Vorbehandlung und Diagnostik

Zur Reduktion des Infektionsrisikos und Sanierung bereits bestehender Infektionsherde sollten hierzu notwendige Eingriffe vor Implantationen durchgeführt werden. Einen ersten Hinweis auf die Funktion des Immunsystems kann hierbei die Wundheilung geben.

Neben der radiologischen Diagnostik sollten die ermittelten klinischen Befunde, die mögliche Hinweise auf eine Kompromittierung der Weichgewebsheilung, des Knochenumbaus oder der Knochenneubildungsrate geben, in die Risikoevaluation der Indikationsstellung einfließen. Die prothetische Evaluation (Prognose der Restbezaehlung, Benefit einer Pfeilvermehrung oder Tegumententlastung) erfolgt wie bei gesunden Patienten

3. Implantatprognose

Bezogen auf eine Nachbeobachtungszeit von mindestens 24 Monaten zeigen die Literaturdaten, mit Ausnahme bei Morbus-Crohn-Patienten, keine relevanten Unterschiede zu Patienten ohne Immunsuppression.

4. Augmentationsnotwendigkeit

Kiefer-Augmentationen gehen mit erhöhten Anforderungen an das knöchernen Empfängergewebe einher. Bei Immunsuppression/Immundefizienz ist davon auszugehen, dass eine adäquate Immunantwort des Empfängergewebes bei Wundheilung systemisch vermindert ist [11, 21, 23].

5. Aufklärung des Patienten

Vor einer geplanten Implantatinsertion sollten immundefiziente Patienten zusätzlich zur Routineaufklärung über individuelle krankheitsbedingte Komplikationsrisiken (z.B. schlechtere Implantatprognose bei Morbus-Crohn-Patienten) bis hin zum Implantatverlust aufgeklärt werden. Weiterhin sollte über die Dringlichkeit einer individuell-risikoadaptierten und strukturierten Nachsorge und deren mögliche Folgekosten aufgeklärt werden.

6. Perioperatives Management

Die in den Studien beobachteten niedrigen Komplikationsraten/Implantatverlustrisiken wurden alle bei Patienten mit perioperativer systemischer Antibiotikaphylaxe erreicht.

7. Implantatinsertion

Sowohl sub- als auch transmukosale Einheilung sind möglich. Eine Empfehlung, welche Einheilung zu bevorzugen ist, kann aus der Literatur nicht abgeleitet werden. Da Knochenumbau- und Neubildungsrate unter Immunsuppression verringert sind, ist eine Sofort- oder Frühbelastung kritisch zu bewerten; gleiches gilt für die Sofortimplantation.

8. Prothetische Versorgung

Bezüglich der individuellen prothetischen Versorgung der Patienten mit Immundefizienz oder Immunsuppression gibt es in der Literatur keine belastbaren Daten. Vor dem Hintergrund erhöhter Anforderungen an das periimplantäre Weichgewebe aufgrund des nicht adäquat funktionierenden Immunsystems sollten prothetische Konzepte mit guter Hygienefähigkeit und gegebenenfalls eine tegumentale Entlastung angestrebt werden.

9. Nachsorge

Ein wesentlicher Aspekt der langfristig erfolgreichen Implantattherapie ist die regelmäßigen Nachsorge. Bezogen auf Patienten mit Immundefizienz sollte diese individuell und unter Berücksichtigung der Grunderkrankung festgelegt und regelmäßig durchgeführt werden. Weiterhin erscheint es ratsam, Patienten während akuter Phasen der Immundefizienz zusätzlich nachzuversorgen.

Checkliste zur Risikostratifizierung (niedriges Risikoprofil):

- Grunderkrankung chronisch oder inaktive Phase
- stabil eingestellte immunsuppressive Medikation
- adäquate Mundhygiene
- Fokussanierung vor Implantation
- klinisch und radiologisch regelrechte Hart- und Weichgewebsheilung

- keine Augmentation vor Implantation notwendig
- perioperative systemische Antibiotika-Prophylaxe
- konventionelle Belastung (> 2 Monate Einheilungszeit)
- prothetische Konzepte mit günstiger Hygienefähigkeit
- individuell-risikoadaptierte und strukturierte Nachsorge

Literatur

1. Ali Z, Baker SR, Shahrbaq S, Martin N, Vettore MV: Oral health-related quality of life after prosthodontic treatment for patients with partial edentulism: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 59–68.e3
2. Alsaadi G, Quirynen M, Komárek A, van Steenberghe D: Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. *J Clin Periodontol* 2007; 34: 610–617
3. Alsaadi G, Quirynen M, Michiles K, Teughels WTH, Komárek A, van Steenberghe D: Impact of local and systemic factors on the incidence of failures up to abutment connection with modified surface oral implants. *J Clin Periodontol* 2007; 34: 610–617
4. Ata-Ali J, Ata-Ali F, Di-Benedetto N, Bagan L, Bagan JV: Does HIV infection have an impact upon dental implant osseointegration? A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2015; 20: e347–356
5. Ata-Ali J, Ata-Ali F: Do antibiotics decrease implant failure and postoperative infections? A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43: 68–74
6. Campo J, Cano J, del Romero J, Hernandez V, Rodríguez C, Bascones A: Oral complication risks after invasive and non-invasive dental procedures in HIV-positive patients. *Oral Dis* 2007; 13: 110–116
7. Chaudhry HM, Bruce AJ, Wolf RC et al.: The incidence and severity of oral mucositis among allogeneic hematopoietic stem cell transplantation patients: a systematic review. *Biol Blood Marrow Transplant* 2016; 22: 605–616
8. Duttenhoefer F, Fuessinger MA, Beckmann Y, Schmelzeisen R, Groetz KA, Boeker M: Dental implants in immunocompromised patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent* 2019; 5: 43
9. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P: Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 527–551
10. Gherlone EF, Capparè P, Tecco S et al.: A prospective longitudinal study on implant prosthetic rehabilitation in controlled HIV-positive patients with 1-year follow-up: the role of CD4+ level, smoking habits, and oral hygiene. *Clin Impl Dent Relat Res* 2015; 18: 955–964
11. Hartmann K, Koenen M, Schauer S et al.: Molecular actions of glucocorticoids in cartilage and bone during health, disease, and steroid therapy. *Physiol Rev* 2016; 96: 409–447
12. Hwang D, Wang H-L: Medical contraindications to implant therapy: part I: absolute contraindications. *Impl Dent* 2006; 15: 353–360
13. Jacobson DL, Gange SJ, Rose NR, Graham NM: Epidemiology and estimated population burden of selected autoimmune diseases in the United States. *Clin Immunol Immunopathol* 1997; 84: 223–243
14. Karr RA, Kramer DC, Toth BB: Dental implants and chemotherapy complications. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 683–687
15. Keenan JR, Veitz-Keenan A: Antibiotic prophylaxis for dental implant placement? *Evid Based Dent* 2015; 16: 52–53
16. Kolhatkar S, Mason SA, Janic A, Bhola M, Haque S, Winkler JR: Surgical crown lengthening in a population with human immunodeficiency virus: a retrospective analysis. *J Periodontol* 2012; 83: 344–353
17. Lerner A, Jeremias P, Matthias T: The world incidence and prevalence of autoimmune diseases is increasing. *International Journal of Celiac Disease* 2016; 3: 151–155
18. Lin CA, Takemoto S, Kandemir U, Kuo AC: Mid-term outcomes in HIV-positive patients after primary total hip or knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014; 29: 277–282
19. Margaix-Muñoz M, Bagán JV, Jiménez Y, Sarrion M-G, Poveda-Roda R: Graft-versus-host disease affecting oral cavity. A review. *J Clin Exp Dent* 2015; 7: e138–145
20. May MC, Andrews PN, Daher S, Reebye UN: Prospective cohort study of dental implant success rate in patients with AIDS. *Int J Implant Dent* 2016; 2: 20
21. Mitra R: Adverse effects of corticosteroids on bone metabolism: a review. *PM R* 2011; 3: 466–471, quiz 471
22. Moergel M, Karbach J, Kunkel M, Wagner W: Oral squamous cell carcinoma in the vicinity of dental implants. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 277–284
23. Okamoto K, Nakashima T, Shinohara M et al.: Osteoimmunology: the conceptual framework unifying the immune and skeletal systems. *Physiol Rev* 2017; 97: 1295–1349
24. Perdigão JPV, de Almeida PC, Rocha TDS et al.: Postoperative bleeding after dental extraction in liver pretransplant patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: e177–184
25. Piccin A, Tagnin M, Vecchiato C et al.: Graft-versus-host disease (GvHD) of the tongue and of the oral cavity: a large retrospective study. *Int J Hematol* 2018; 6: 443
26. Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D: Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 1–19
27. Rustemeyer J, Bremerich A: Necessity of surgical dental foci treatment prior to organ transplantation and heart valve replacement. *Clin Oral Investig* 2007; 11: 171–174
28. Smith DA, Germolec DR: Introduction to immunology and autoimmunity. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 661
29. Stevenson GC, Riano PC, Moretti AJ, Nichols CM, Engelmeier RL, Flaitz CM: Short-term success of osseointegrated dental implants in HIV-positive individuals: a prospective study. *JCDP* 2007; 8: 1–10
30. van Steenberghe D, Jacobs R, Desnyder M, Maffei G, Quirynen M: The relative impact of local and endogenous patient-related factors on implant failure up to the abutment stage. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 617–622
31. Vogel R, Smith-Palmer J, Valentine W: Evaluating the health economic implications and cost-effectiveness of dental implants: a literature review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 343–356



(Foto: @Conny Ehm Photography, Freiburg)

DR. DR. FABIAN DUTTENHOEFER
 Universitätsklinikum Freiburg
 Department für Zahn-, Mund- und
 Kieferheilkunde; Klinik für Mund-,
 Kiefer- und Gesichtschirurgie
 Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg
 fabian.duttenhoefer@uniklinik-
 freiburg.de

Dr. Karl-Ludwig Ackermann: Pionier der oralen Implantologie

Er darf als einer der Pioniere der oralen Implantologie gelten, als ein Mann, der Spuren hinterlässt. Vorstand und Mitarbeiter der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) trauern um Dr. med. dent. Karl-Ludwig Ackermann, der am 31. Juli 2020 im Alter von 67 Jahren überraschend verstorben ist. Bei der DGZMK gehörte er acht Jahre als Beisitzer dem Vorstand an, in der größten Fachgesellschaft, der DGI, wirkte er über Jahrzehnte als Schatzmeister.

„Acki“, wie Freunde ihn nannten, hatte nicht nur als praktizierender Zahnarzt ein bewegtes Leben. Seine spätere Karriere als auch international gefragter Referent und Experte der Implantologie begann an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, der er auch nach Approbation und Promotion verbunden blieb. Seit 1980 hatte er sich mit Dr. Axel Kirsch in einer Gemeinschaftspraxis in Filderstadt niedergelassen, 1983 erlangte er die Gebietsbezeichnung „Fachzahnarzt für Oralchirurgie“. Gemeinsam mit seinem Partner Dr. Kirsch entwickelte er verschiedene Implantatsysteme, die noch heute erfolgreich am Markt sind und sich u.a. durch ein konzentriertes prothe-



(Abb. 1: Michelle Spillner/DGZMK)

Abbildung 1 Dr. med. dent. Karl-Ludwig Ackermann

tisches Konzept auszeichnen. Mit nationalen und internationalen Vorträgen als Experte, als Dozent und Lehrbeauftragter für Implantatprothetik und Ästhetische Zahnheilkunde an der Steinbeis-Hochschule Berlin und nicht zuletzt als Referent, Moderator und Vorsitzender von Sessions beim wissenschaftlichen Kongress zum Deutschen Zahnärztetag machte Dr. Ackermann sich verdient.

Nur wenige wussten wahrscheinlich, dass er auch auf einem anderen Operationsfeld sehr erfolgreich war. Als Fußballer scheiterte er in seiner Heimat Kaiserslautern nur knapp an der Bundesliga, spielte aber während seines Studiums noch eine Zeit in der zweiten Mannschaft auf Drittliga-Niveau. Auf dem Fußballfeld war seine Position die des 6ers, des Spielers also, der gegnerische Angriffe vor dem eigenen Strafraum abfängt und den Gegenangriff einleitet. Offensiv und mit großer Klasse suchte er später im Fachgebiet der Implantologie auch immer den konstruktiven Weg nach vorn und war dabei immer bereit, sich neuen Erkenntnissen anzupassen.

„Der DGZMK-Vorstand ist von diesem für alle überraschenden Lebensende sehr betroffen. Alle, die ihn persönlich kannten, teilen die Trauer seiner Familie über den Verlust eines verlässlichen, weltoffenen und mit speziellem Witz ausgestatteten Menschen und Freundes, der den Aufstieg der oralen Implantologie in Deutschland und darüber hinaus entscheidend mitgeprägt und gestaltet hat“, erklärt der DGZMK-Präsident, Prof. Dr. Roland Frankenberger (Uni Marburg).

Markus Brakel, Düsseldorf

Vorstand der DGI stiftet Karl-Ludwig-Ackermann-Medaille

Mit der Karl-Ludwig-Ackermann-Medaille wird der Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Implantologie e.V. (DGI) zukünftig Personen für ihr herausragendes Lebenswerk auf dem Gebiet der oralen Implantologie ehren. Dies hat der Vorstand der Gesellschaft auf seiner Klausurtagung am 28. August 2020 beschlossen, um die

Verdienste von Dr. Karl-Ludwig Ackermann zu würdigen, einem Pionier der Implantologie, der die Entwicklung des Faches entscheidend geprägt hat.

Seit dem Jahr 2000 war Dr. Ackermann bis zu seinem plötzlichen und unerwarteten Tod am 31. Juli 2020 Schatzmeister im Vorstand der Ge-

sellschaft, ein engagierter Lehrer und Mentor für Generationen von Zahnärztinnen und Zahnärzten, der sein Wissen, sein Können und seine Erfahrung auch auf den Kongressbühnen dieser Welt an Kolleginnen und Kollegen gerne weitergab.

Barbara Ritzert, Pöcking

Implantattherapie im Spannungsfeld von Ästhetik, Funktion und Zahnerhalt

Hybrid-Event der DGI am 27./28. November 2020: Online und vor Ort im Hotel Estrel in Berlin

Das traditionelle Treffen der DGI-Familie am 1. Adventswochenende findet in diesem Jahr am 27. und 28. November als Hybridveranstaltung statt. „Wer den persönlichen Austausch mit Kolleginnen und Kollegen vermisst, kann Wissen vor Ort tanken, wer nicht reisen will, kann sich am Bildschirm fortbilden“, erklärt DGI-Präsident Prof. Dr. Dr. Knut A. Grötz (Wiesbaden) und Fortbildungsreferent Dr. Christian Hammächer (Aachen), die Leiter des Events. Im Hotel Estrel in Berlin und auf der virtuellen Event-Plattform geht es am 27. und 28. November 2020 um das Thema „Implantattherapie im Spannungsfeld von Ästhetik, Funktion und Zahnerhalt.“

Die Planung einer Veranstaltung in Zeiten der Corona-Pandemie ist eine Herausforderung. „Die Pandemie hat Änderungen erzwungen, die wir uns vor einem Jahr niemals hätten ausmalen können“, sagt Prof. Grötz. „Manches ist von Nachteil, etwa, dass wir nur 600 Teilnehmer zulassen können, anderes ist von Vorteil, wir lernen, neue Wege zu gehen.“ „Aber egal ob vor Ort oder online – die Teilnehmer sollen Input und Anregungen für ihre tägliche Arbeit in der Praxis erhalten“, beschreibt Dr. Hammächer das Ziel des Events.

Ein spannendes Programm.

Sollte ich diese Versorgung festsitzend machen oder herausnehmbar? Wäre die Krone aus Vollkeramik die beste Lösung? Kann ich bei dieser jugendlichen Patientin schon implantieren? Muss es bei diesem Defekt autologer Knochen sein oder gibt es Alternativen? Auf solche Fragen, die sich viele Zahnärztinnen und Zahnärzte täglich stellen, gibt der Event praxisnahe Antworten. Die 22 Referentinnen und Referenten präsentie-



(Abb. 1: Knipping, @Bostelmann)

Abbildung 1 DGI-Präsident Prof. Dr. Dr. Knut A. Grötz, Wiesbaden

ren in elf Themenblöcken jeweils unterschiedliche Therapieoptionen für vergleichbare klinische Situationen. „Wir wollen bei dieser Tagung zeigen, dass es nicht um schwarz oder weiß geht, sondern dass es unterschiedliche Herangehensweisen gibt, die jeweils Vor- und Nachteile haben, aber im Einzelfall den Ansprüchen und Wünschen eines Patienten vielleicht besser gerecht werden“, sagt Dr. Hammächer.

Kontroversen erwartet. Das Thema Implantationszeitpunkt bei Jugendlichen ist ein Beispiel für die kontroversen Themen der Veranstaltung. „In diesem Fall geht es jedoch nicht darum, was in der Hand eines Spezialisten bei einem ausgewählten Kollektiv funktioniert“, sagt Prof. Grötz, „vielmehr geht es um den soliden Standard für alle.“ Spannende Diskussion verspricht auch das Thema Augmentationsmaterialien. „Es geht hier um den Goldstandard autologer Knochen und die diversen Ersatzmaterialien“, erläutert Dr. Hammächer, der auch beim Thema Materialwahl in der Prothetik lebhaft Diskussionen erwartet.

Viel Bewegung ist auch in der Diskussion der parodontalen The-



(Abb. 2: Knipping, @Sascha Cast, Bilderrausch)

Abbildung 2 DGI-Fortbildungsreferent Dr. Christian Hammächer, Aachen

men wie beispielsweise der regenerativen Parodontal- und Periimplantitis-Therapie sowie der Rezessionsdeckung an Zahn – und Implantat. Neue Antworten auf alte Fragen wird es vermutlich auch bei dem Thema geben, wie teilbezahnte und parodontal vorgeschädigte Patienten behandelt werden sollten. Hier gibt es beispielsweise neue Studienergebnisse zu den abnehmbaren Versorgungen auf Zähnen und Implantaten.

Fokus auf den Nachwuchs: kostenloser Zugang für Studierende. Unabhängig von Corona hatten die Tagungspräsidenten den Event schon von Beginn an mit einer ausgeprägten digitalen Komponente geplant. Vorgesehen war eine Live-Übertragung zu verschiedenen Universitäten, als besonderes Angebot an den zahnmedizinischen Nachwuchs. Die Weiterentwicklung des Events zur Hybrid-Veranstaltung erlaubt es nun, dass für Studierende der Online-Zugang zum Event kostenlos ist. Auch die Nexte Generation der DGI wird hier aktiv sein.

Weitere Informationen unter der Event-Website: www.dgi-event.de
Barbara Ritzert, Pöcking

Tagesordnung der DGZMK-Hauptversammlung 2020

Donnerstag, den 12. November 2020 um 17:00 Uhr
im Videoraum für die DGZMK Hauptversammlung.
Anmeldung über www.dgzmk.de/Hauptversammlung

- | | |
|--|---|
| <p>I. Genehmigung der Tagesordnung</p> <p>II. Bericht des Präsidenten über das abgelaufene Geschäftsjahr</p> <p>III. Bericht des Vizepräsidenten</p> <p>IV. Bericht des Generalsekretärs</p> <p>V. Bericht des APW-Vorsitzenden</p> <p>VI. Bericht des Kassenprüfers</p> <p>VI. Entlastung des Vorstandes</p> <p>VII. Genehmigung des Haushaltsplanes 2021</p> <p>VIII. Ernennung des Wahlausschusses</p> | <p>IX. Wahlen</p> <p>A. Wahl der/s APW-Vorsitzenden</p> <p>B. Wahl der Kassenprüfer</p> <p>X. Beschlussfassung über eingegangene Anträge</p> <p>XI. Sonstiges</p> <p>Düsseldorf, den 01.10.2020</p> <p>Prof. Dr. Roland Frankenberger</p> <p>Präsident der DGZMK</p> |
|--|---|

Aufgrund des bestehenden Infektionsrisikos mit Covid-19 findet die DGZMK Hauptversammlung in diesem Jahr online statt.

Die Hauptversammlung wird über eine Videoplattform (Zoom) übertragen.

Für die Teilnahme ist eine vorherige Registrierung über die DGZMK Seite www.dgzmk.de/Hauptversammlung bis zum **11. November 10 Uhr** zwingend erforderlich. Nach der Registrierung erhalten Mitglieder die Zugangsdaten für die Online-Teilnahme sowie stimmberechtigte Mitglieder einen gesonderten Code für die Online Abstimmungen und Wahlen.

Welches Equipment benötigen Sie für eine Online-Teilnahme ?

Für die Registrierung benötigen Sie eine E-Mail-Adresse und Ihre Mitgliedsnummer.

Für die Online-Teilnahme benötigen Sie einen Laptop oder einen PC. Eine Videokamera ist nicht zwingend erforderlich. Die Möglichkeit der Tonübertragung (Mikrofon) ist vorteilhaft, sofern Sie beabsichtigen Wortbeiträge abzugeben. Für kürzere Beiträge besteht aber auch die Möglichkeit via Chat.

Für die Online-Abstimmungen benötigen Sie ein Handy, auf dem Sie Ihre E-Mails empfangen können und auf dem sich ein Internetbrowser befindet (handelsübliche Ausstattung

eines Smartphones). Eine App muss nicht heruntergeladen werden.

Weitere Informationen zu dem Verfahren wird die DGZMK auf ihrer Webseite unter www.dgzmk.de/Hauptversammlung und im Newsletter veröffentlichen.

Anlage zu TOP X: Änderung der DGZMK Satzung¹

§ 7 Hauptversammlung

(1) Alljährlich einmal hat der Vorstand anlässlich der wissenschaftlichen Jahrestagung gemäß § 3 eine Hauptversammlung einzuberufen, in der der Präsident seinen Jahresbericht erstattet und der Generalsekretär Rechnung ablegt.

(2) Die Ankündigung der Hauptversammlung erfolgt durch den Präsidenten auf der Internetseite der DGZMK [in zwei Publikationsorganen] mit einer Frist von mindestens 10 Wochen.

(3) Die Einladung mit Bekanntgabe der Tagesordnung erfolgt durch den Präsidenten auf der Internetseite der DGZMK [in den betreffenden Publikationsorganen] mit einer Frist von mindestens 4 Wochen.

§ 7 a Durchführung der Hauptversammlung (wird neu eingefügt)

1. Der Geschäftsführende Vorstand kann beschließen,

- a) die Hauptversammlung ohne Anwesenheit der Mitglieder an einem Versammlungsort durchzuführen und den Mitgliedern zu gestatten, ihre Mitgliederrechte im Wege der elektronischen Kommunikation auszuüben und/oder
- b) den Mitgliedern zu gestatten ohne Teilnahme an der Hauptversammlung ihre Stimmen vor der Durchführung der Hauptversammlung schriftlich abzugeben. Derartige schriftliche Stimmabgaben sind gültig, wenn alle Mitglieder mit der Ankündigung der Tagesordnung der Hauptversammlung (§ 7 Abs. 3) über die Möglichkeit der schriftlichen Stimmabgabe informiert wurden und Stimmabgaben spätestens zwei Kalenderwochen vor dem angekündigten Hauptversammlungstermin auf der Geschäftsstelle der DGZMK in Textform eingehen. Die Mitglieder sind auf die einzuhaltende Frist in der Tagesordnung der Hauptversammlung hinzuweisen. Die abgegebenen Stimmen dürfen bis zur Durchführung der Hauptversammlung nur durch den Vorstand oder einen vom

Vorstand hierzu berufenen Mitarbeiter der Geschäftsstelle ausgewertet und verwahrt werden. Vorstand oder der berufene Mitarbeiter haben über das Ergebnis der schriftlichen Stimmabgabe bis zur Bekanntgabe in der Hauptversammlung gegenüber allen nicht in den Vorstand berufenen Mitgliedern sowie sonstigen Dritten Stillschweigen zu bewahren.

2. Werden Maßnahmen nach Abs. 1 lit. a) und b) kombiniert beschlossen, sind die nach Maßgabe des Absatzes 1 lit. b) wirksam im Vorfeld der Hauptversammlung abgegebenen Stimmen den nach Maßgabe des Absatzes 1 lit. a) abgegebenen Stimmen hinzuzurechnen, wobei sicherzustellen ist, dass das Ergebnis der schriftlichen Stimmabgaben bei Abstimmungen nach Absatz 1 lit. a) bis zum Abschluss des Stimmabgabevorganges gegenüber allen Mitgliedern geheim gehalten wird.
3. Soweit die Hauptversammlung über das Internet als Online-Versammlung stattfindet, ist sicher zu stellen, dass es sich bei der Versammlung um eine geschlossene Benutzergruppe handelt. Die Mitglieder verpflichten sich Zugangsdaten nicht an Dritte weiter zu geben.
4. Die weiteren Einzelheiten werden entsprechend des aktuellen Standes der Technik und unter Berücksichtigung der aktuellen datenschutzrechtlichen Vorgaben durch den Geschäftsführenden Vorstand festgelegt.
5. Diese Regelungen gelten analog für die Vorstands- und Beiratssitzungen der DGZMK sowie ihrer unabhängigen Gesellschaften, Arbeitsgemeinschaften und Arbeitskreise.

§ 8 Aufgaben und Befugnisse der Hauptversammlung

(1) Die Aufgaben und Befugnisse der Hauptversammlung sind, soweit sich aus der Satzung nichts Abweichendes ergibt, insbesondere:

- a) die Satzung einschließlich Wahlordnung sowie die Geschäftsordnung für die Hauptversammlung zu beschließen,
- b) die Jahresrechnung abzunehmen, sowie die Entlastung des Vorstandes und der Geschäftsführung zu beschließen,
- c) Wahl des Vorstandes gemäß § 10,
- d) [Wahl des Tagungsleiters]
- e) Wahl der Kassenprüfer,
- f) [Festlegung des Tagungsthemas],
- g) [Festlegung des Tagungsortes]
- h) Festsetzung des Beitrages,
- i) Beschlussfassung über eingegangene Anträge.

§ 10 Vorstand

(9) Scheidet ein Mitglied des Vorstandes vor Beendigung der Amtsdauer aus, so wählt die nächste Hauptversammlung ein neues Vorstandsmitglied. [Seine Amtsdauer endet zu dem für das ausgeschiedene Mitglied gültigen Termin.]

§ 12 a Aufwändungsersatz

1. Mitglieder, Organmitglieder und Mitarbeiter des Vereins haben Anspruch auf Ersatz ihrer nachgewiesenen Aufwendungen für eigene Auslagen im Rahmen ihrer Tätigkeit und Aufgabenerfüllung nach § 670 BGB.
2. Der Anspruch auf Aufwändungsersatz kann nur innerhalb einer Frist von einem Jahr nach seiner Entstehung geltend gemacht werden. Erstattungen werden nur gewährt, wenn die Aufwendungen mit Belegen und Aufstellungen, die prüffähig sein müssen, nachgewiesen werden.
3. Von der Mitgliederversammlung können per Beschluss Pauschalen über die Höhe des Aufwändungsersatzes festgesetzt werden.
4. Darüber hinaus können die Vorstandsaufgaben von DGZMK und APW im Rahmen der haushaltsrechtlichen Möglichkeiten gegen eine darüber hinausgehende Entschädigung ausgeübt werden. Dies gilt auch, soweit der Vorstand Mitglieder mit einzelnen Aufgaben beauftragt.
5. Die Entscheidung über die Art der Tätigkeit im Rahmen der Nr. 4 trifft der Vorstand, über die Höhe der Entschädigung entscheidet die Mitglie-

derversammlung. Für die Geltendmachung des Anspruches gilt Nr. 2 entsprechend.

6. Für den Fall, dass die Beauftragung durch den Vorstand oder die Bestellung durch die Mitgliederversammlung widerrufen wird, erlischt damit auch das der Entschädigung zugrundeliegende Vertragsverhältnis mit dem Verein. Gleiches gilt für den Fall, dass auf Betreiben einer der Vertragsparteien das Vertragsverhältnis endet.

7. Zur Erledigung der Geschäftsführungsaufgaben und zur Führung der Geschäftsstelle ist der Vorstand ermächtigt, hauptamtlich Beschäftigte anzustellen.

§ 14 Tagungsleitung

(1) Der Geschäftsführende Vorstand ist für die Organisation, Planung und Durchführung der wissenschaftlichen Jahrestagung verantwortlich. [Der Tagungsleiter wird von der Hauptversammlung aus dem Kreis der Mitglieder der DGZMK gewählt. Ihm obliegt im Einvernehmen mit dem Vorstand die Vorbereitung und Leitung der wissenschaftlichen Sitzungen auf der Jahrestagung.]

(2) Der Geschäftsführende Vorstand erstattet dem Vorstand in seinen Sitzungen regelmäßig Bericht über den aktuellen Planungsstand. [Der Tagungsleiter nimmt an dem Teil der Vorstandssitzungen, die der Vorbereitung des wissenschaftlichen Programms dienen, mit beratender Stimme teil.]

§ 15 Beirat

(1) Zur Beratung des Vorstandes sowie zur Förderung der Verbindungen zwischen der DGZMK und den selbständigen, der DGZMK assoziierten wissenschaftlichen Gesellschaften, den Arbeitsgemeinschaften und Arbeitskreisen der DGZMK und den korporativ oder kooperierend der DGZMK beigetretenen Gesellschaften wird ein Beirat gebildet. Die genannten Gruppierungen werden im Beirat jeweils durch ein Vorstandsmitglied vertreten. In der Regel sollte dies der/die Präsident/in der Vorsitzende/r sein.

(2) [Der Beirat besteht aus je einem Vorstandsmitglied der selbständigen der

¹ Die neu eingefügten Änderungsvorschläge sind mit Unterstrich, die Streichungen in eckigen Klammern und in kursiv hervorgehoben.

DGZMK assoziierten wissenschaftlichen Gesellschaften, sowie je einem Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaften und Arbeitskreise der DGZMK und der korporativ der DGZMK beigetretenen regionalen Gesellschaften.]

(2 neu) Die korporativ der DGZMK beigetretenen regionalen Gesellschaften wählen aus ihrer Mitte für jeweils vier Jahre eine/n Vertreter/in [in der Praxis tätigen Zahnarzt], der/die Mitglied der DGZMK ist und an den Vorstandssitzungen der DGZMK mit Stimmrecht teilnimmt. Das gewählte Mitglied darf nicht dem Vorstand einer der in § 10 Abs. 1 und Abs. 2 genannten Fachgesellschaften angehören.

(3 neu) Die übrigen assoziierten Gesellschaften, Arbeitsgemeinschaften oder Arbeitskreise der DGZMK, die

nicht [regionalen und nicht] im Vorstand vertreten[en] sind, [Gruppierungen] wählen aus ihrer Mitte für jeweils vier Jahre ein Mitglied, das ordentliches Mitglied der DGZMK ist, das an den Vorstandssitzungen der DGZMK mit Stimmrecht teilnimmt. Das gewählte Mitglied darf nicht dem Vorstand einer der in § 10 Abs. 1 und Abs. 2 genannten Fachgesellschaften angehören.

(4 neu) Sitzungen des Beirates werden durch den Präsidenten in der Regel anlässlich der Jahrestagung, bei Bedarf oder auf Antrag von 1/3 der Beiratsmitglieder unter entsprechender Anwendung der Geschäftsordnung des Vorstandes einberufen und geleitet. Die Sitzungen können gemeinsam mit den Vorstandssitzungen durchgeführt werden. Der Präsident

kann Vertreter anderer Fachgesellschaften oder wissenschaftlicher Vereinigungen als Gäste einladen.

§ 18 Kassenprüfer

(1) Die DGZMK hat ihre Einnahmen und Ausgaben laufend zu buchen, nach Ablauf jedes Rechnungsjahres durch eine geeignete Prüfstelle prüfen und einen Revisionsbericht anfertigen zu lassen. (2) Nach Ablauf jedes Rechnungsjahres und Vorliegen des Revisionsberichtes haben die alle zwei Jahre von der Hauptversammlung gewählten zwei Kassenprüfer die zweckmäßige Verwendung der Haushaltsmittel zu prüfen, der Hauptversammlung hierüber einen Bericht vorzulegen und dem Vorstand Vorschläge für seine Finanzplanung zu unterbreiten.

„Corona bedeutet großen Mehraufwand – aber das APW-Kursprogramm läuft“

APW-Team stellt sich vor: Karin Odor über Schwierigkeiten in der Pandemie und ihr Ankommen in der dentalen Welt

Im Bereich der Fortbildung für Zahnmediziner*innen genießt die Akademie Praxis und Wissenschaft (APW) einen ausgezeichneten Ruf. Seit immerhin 46 Jahren zielt die APW schon darauf, die wissenschaftliche Kompetenz ihrer Fachgesellschaften in Curricula und Einzelkursen über Lehrangebote in die Praxen zu tragen. Dabei spielt aber nicht nur das Know-how der Referenten eine große Rolle – wichtig für den Erfolg sind auch die Mitarbeiter*innen, die hinter den Kulissen den organisatorischen Teil dieses Fortbildungsangebots abwickeln, für die nötigen Buchungen und Reservierungen sorgen, Fragen beantworten und die Kommunikation zwischen Referenten und Teilnehmern*innen unterstützen. In loser Folge stellen wir Ihnen hier das



(Abb. 1: Karin Odor)

Abbildung 1 Bei sportlichen Aktivitäten findet Karin Odor ihren Ausgleich.

APW-Team vor, das für einen reibungslosen Ablauf der APW-Fortbildungsveranstaltungen verantwortlich ist. Karin Odor gibt Einblicke in ihren Aufgabenbereich und die besonderen Schwierigkeiten, die von den Schutzverordnungen zur Corona-Pandemie ausgehen.

Welche Themenfelder und Fachbereiche und Kurse in der APW betreuen Sie?

Ich bin für die Fachbereiche Implantologie, Digitale Zahnmedizin CAD/CAM und Gutachter verantwortlich und betreue hier die Curricula als auch die Einzelkurse. Im Bereich der Implantologie arbeite ich eng mit der Fachgesellschaft zusammen.

Wie sehr hat die Corona-Pandemie in letzter Zeit die Arbeit verändert? Wie wirkt sie sich weiter aus?

Zu Beginn der Corona-Pandemie mussten wir leider alle zeitnah geplanten Präsenzkurse vorerst absagen. Es war, wie überall, eine sehr unsichere Zeit für uns, da wir nicht wussten, wie sich die Situation entwickelt. Nach und nach konnten wir die Durchführung der Kurse dann wieder aufnehmen. Hierfür müssen neue Kurstermine gefunden werden, an denen die jeweiligen Referenten verfügbar sind und die bei den Curricula in die Serienplanungen passen. Auch wenn die Zeit- und Ablaufpläne damit ein wenig durcheinandergeraten, freuen wir uns über jeden Kurs, der stattfinden kann und ich denke, das sehen auch die Teilnehmer*innen so. Bei den Präsenzkursen werden nun natürlich die behördlich angeordneten Maßnahmen der Corona-Schutzverordnungen befolgt. Die Umsetzung stellt für uns und alle Beteiligten einen erheblichen Mehrauf-

wand dar, lohnt sich am Ende aber natürlich, da der Kursbetrieb somit aufrecht erhalten bleiben kann.

Was ist Ihr Eindruck: Wie stark stehen Präsenzkurse gegenüber blended-Learning oder E-Learning in der Gunst noch vorn, zeichnet sich hier – besonders unter den Bedingungen der Pandemie-Schutzbestimmungen – ein Trendwechsel ab?

Online-Kurse erleben derzeit ja definitiv einen Aufschwung und werden immer beliebter. Auch bei der APW wurden und werden einige Kurse online durchgeführt anstatt als Präsenzveranstaltung. Dies wird von vielen Teilnehmer*innen gut angenommen, jedoch sind z.B. die praktischen Hands-On-Übungen oder Live-OPs schlagkräftige Argumente, die für einen Präsenzkurs sprechen. Auch das Netzwerken und der persönliche Austausch untereinander spielen für die Teilnehmer*innen hier eine wichtige Rolle.

Ich denke aber, dass auch wir als APW den Trend weiter verfolgen und vermehrt Online-Kurse anbieten, die sich mit überwiegend theoretischen Themen befassen. Dass hier ein großes Interesse herrscht, zeigt sich ja z.B. bei den 3 APW-Online-Seminaren der letzten Monate.

Wie lange arbeiten Sie schon bei der APW und wie schwer war es, sich in die weitgehend unbekanntem Belange der „dentalen Welt“ einzuarbeiten?

Ich bin seit Oktober 2019 bei der APW beschäftigt und bin von meinen Kolleginnen wirklich toll eingearbeitet worden. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Organisation und Abwicklung der Kurse. Hier stehen die Planung als auch die Vor-

und Nachbereitung der Kurse und die Kommunikation mit den Teilnehmer*innen & Referenten eher im Vordergrund als fachliche Themen der dentalen Welt. Der Einblick in diese, den ich – quasi nebenbei – bekomme, zeigt mir aber, wie spannend und interessant die Zahnmedizin ist und was für ein breites Feld an Möglichkeiten abgedeckt wird.

In welchen Bereichen haben Ihre Kursteilnehmer den größten Beratungsbedarf?

Die meisten Fragen werden natürlich vor Beginn einer Einzelkurs- oder Curriculumteilnahme gestellt, wenn das Interesse geweckt ist und die Interessenten sich zu den Kursangeboten detailliert informieren möchten.

Durch die tägliche Auseinandersetzung mit zahnmedizinischen Themen ist mein Vertrauen in meinen Zahnarzt gestiegen/gesunken/gleich geblieben und warum?

Die Zahnarztpraxis meines Vertrauens besuche ich seit ca. 20 Jahren – meine Arbeit nimmt hier keinen Einfluss, denn ich bin rundum zufrieden.

Abseits des Büro-Alltags: Wie schaffen Sie persönlich einen Ausgleich zur Arbeit, welchen Hobbys gehen Sie am liebsten nach?

Den Ausgleich suche ich gerne in sportlichen Aktivitäten wie beim Klettern oder Joggen und Wandern; draußen in der Natur kann ich immer gut abschalten. Dies gelingt aber auch beim Lesen, Musikhören oder Kochen und natürlich bei lustigen Treffen im Freundeskreis.

Das Interview mit Karin Odor führte Markus Brakel

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“.



2020

17.10.2020 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Befundungs-„Boot Camp“ – Dental-radiologische Diagnostik
Referenten: Prof. Dr. Dr. Dennis Rottke, M.Sc., PD Dr. Dirk Schulze
Ort: Freiburg
Gebühren: 690,00 €, 650,00 € DGZMK-Mitgl., 600,00 € APW-Mitgl.
Kursnummer: ZF2020CA02
Fortbildungspunkte: 10

23.–24.10.2020 (Fr 14.00–18.00 Uhr, Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Implantatchirurgie und -prothetik – Konzepte für den niedergelassenen Praktiker
Referent: PD Dr. Dietmar Weng
Ort: Berlin
Gebühren: 545,00 €, 515,00 € APW-Mitgl.
Kursnummer: CA20190003WK13
Fortbildungspunkte: 19

23.–24.10.2020 (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
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: ZF2020CA03
Fortbildungspunkte: 15

07.11.2020 (Sa 09.00–15.00 Uhr)

Thema: Ernährung in der Parodontologie – Stabile PA dank gesunder Ernährung? Wunsch oder Realität?
Referent: PD Dr. Johan Wölber
Ort: Frankfurt
Gebühren: 430,00 €, 400,00 € DGZMK-Mitgl., 380,00 € APW-Mitgl.
Kursnummer: ZF2020CP06
Fortbildungspunkte: 6

13.–14.11.2020 (Fr 14.00–19.00 Uhr, Sa 9.00–16.30 Uhr)

Thema: Function under your control
Referenten: Dr. Marcus Striegel, Dr. Thomas Schwenk
Ort: Nürnberg
Gebühren: Teilnehmer, die diesen Kurs über die APW buchen, erhalten exklusiv einen Rabatt von 5 % auf die reguläre Kursgebühr von 1.320,00 € zzgl. der gesetzlichen USt. und zahlen 1.254,00 € zzgl. der gesetzlichen USt.
Kursnummer: ZF2020CF04
Fortbildungspunkte: 15

13.–14.11.2020 (Fr 14.00–18.00 Uhr, Sa: 1. Gruppe 9.00–12.00 Uhr, 2. Gruppe 13.00–16.00 Uhr)

Thema: Praktische Kinderzahnheilkunde
Referentin: Dr. Tania Roloff
Ort: Hamburg
Gebühren: 690,00 €, 660,00 € DGZMK-Mitgl., 640,00 € APW-Mitgl.
Kursnummer: ZF2020CK04
Fortbildungspunkte: 8

20.–21.11.2020 (Fr 10.00–18.00 Uhr, Sa 14.00–19.00 Uhr)

Thema: Die 7 Säulen des Praxiserfolges
Referenten: Dr. Marcus Striegel, Dr. Thomas Schwenk
Ort: Nürnberg
Gebühren: Teilnehmer, die diesen Kurs über die APW buchen, erhalten exklusiv einen Rabatt von 5 % auf die reguläre Kursgebühr von 1.320,00 € zzgl. der gesetzlichen USt. und zahlen 1.254,00 € zzgl. der gesetzlichen USt.
Kursnummer: ZF2020CA03
Fortbildungspunkte: 15

21.11.2020 (Sa 09.00–17.00 Uhr)

Thema: Update der zahnärztlichen Pharmakologie
Referent: Dr. Dr. Frank Halling
Ort: Fulda
Gebühren: 450,00 €, 420,00 € DGZMK-Mitgl., 390,00 € APW-Mitgl.
Kursnummer: ZF2020CA05
Fortbildungspunkte: 8

Anmeldung/Auskunft:

**Akademie Praxis und Wissenschaft
 Liesegangstr. 17a; 40211 Düsseldorf
 Tel.: 0211 669673 – 0; Fax: – 31
 E-Mail: apw.fortbildung@dgzmk.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/schriftleitung/>

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 (heftverantwortlich, V. i. s. d. P.); Prof. Dr. Guido Heydecke, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martinistr. 52, 20246 Hamburg;

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. Heide-
 mann, 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

Leitung Geschäftsbereich Medizin und Zahnmedizin / Director Business Division Medicine and Dentistry
 Katrin Groos

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

Internet
 www.online-dzz.de

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

Erscheinungsweise / Frequency
 6-mal jährlich
 Jahresbezugspreis (1.7–31.12.2020)
 Inland € 116,78, Ausland € 116,78,
 ermäßigter Preis für Studenten jährlich (1.7–31.12.2020) Inland € 70,65,
 Ausland € 83,79, Einzelheftpreis (1.7–31.12.2020)
 Inland € 19,53, Ausland € 21,72
 Preise inkl. gesetzl. MwSt. und Versand
 Die Kündigungsfrist beträgt 6 Wochen zum Ende des Kalenderjahres. Gerichtsstand Köln. „Für Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. ist der Bezug im Mitgliedsbeitrag enthalten“.

Verantwortlich für den Anzeigenteil / Advertising Coordinator
 Michael Heinrich, Tel. +49 2234 7011-233, heinrich@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
 Christian Ruhmann, Tel.: +49 2234 7011-272,
 ruhmann@aerzteverlag.de

Layout
 Linda Gehlen

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: DAAEDED3, Postbank Köln 192 50–506
 (BLZ 370 100 50),
 IBAN: DE 8337 0100 5000 1925 0506,
 BIC: PBNKDEFF

Zurzeit gilt **Anzeigenpreisliste** Nr. 19, gültig ab 1.1.2020
 Auflage lt. IVW 2. Quartal 2020
 Druckauflage: 19.931 Ex.
 Verbreitete Auflage: 19.668 Ex.
 Verkaufte Auflage: 19.489 Ex.
 Diese Zeitschrift ist der IVW-Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. angeschlossen.
 Mitglied der Arbeitsgemeinschaft LA-MED Kommunikationsforschung im Gesundheitswesen e.V. 75. Jahrgang
 ISSN print 0012-1029
 ISSN online 2190-7277

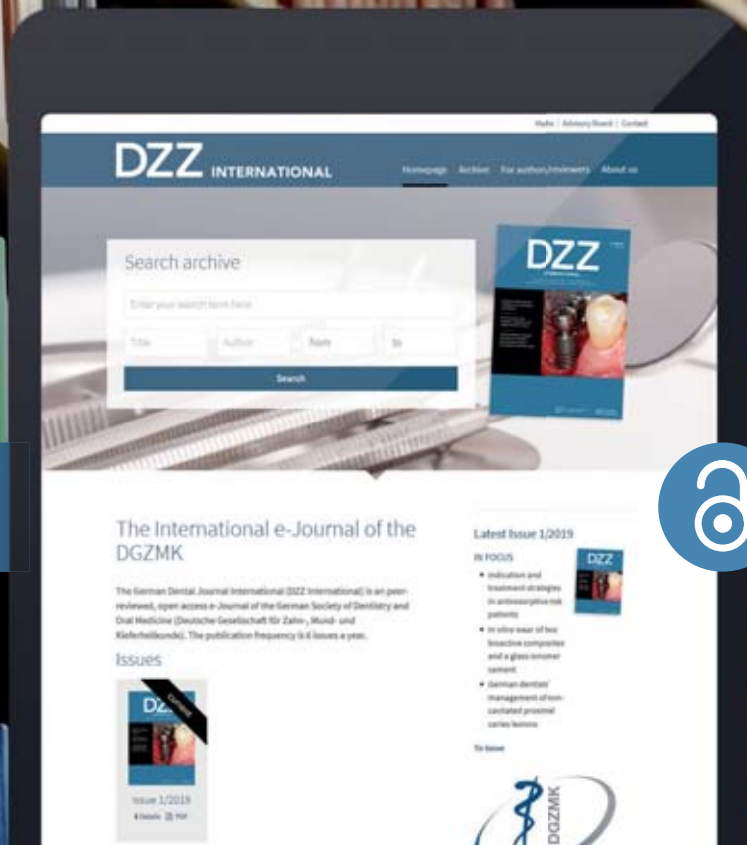
Urheber- und Verlagsrecht / Copyright and Right of Publication
 Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte sind vorbehalten. Diese Publikation darf daher außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ohne vorherige, ausdrückliche, schriftliche Genehmigung des Verlages weder vervielfältigt noch übersetzt oder transferiert werden, sei es im Ganzen, in Teilen oder irgendeiner anderen Form. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen 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 bezeichnet sind.

Haftungsausschluss / Disclaimer
 Die in dieser Publikation dargestellten Inhalte dienen ausschließlich der allgemeinen Information und stellen weder Empfehlungen noch Handlungsanleitungen dar. Sie dürfen daher keinesfalls ungeprüft 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 Erkenntnisstand entsprechen, und im Zweifel einen Spezialisten zu konsultieren. Verfasser und Verlag übernehmen keinerlei Verantwortung oder Gewährleistung für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität der in dieser Publikation dargestellten 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, sofern kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges 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:



PREISBEISPIEL

**VOLLVERBLENDETES ZIRKON
„CALYPSO“**

671,75 €*

4 Kronen und 2 Zwischenglieder, Zirkon, vollverbl.
(Sagemax, Vita VM 9, Vita Akzent)

*inkl. MwSt., Artikulation, Material, Modelle und Versand.
*Der Preis ist ab 01.04.2020 gültig.



Mehr Lachen. Nutzen Sie die Vorteile des Komplettanbieters.

Der Mehrwert für Ihre Praxis: Als Komplettanbieter für zahntechnische Lösungen beliefern wir seit über 30 Jahren renommierte Zahnarztpraxen in ganz Deutschland. *Ästhetischer Zahnersatz zum smarten Preis.*