

# DZZ

Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift  
German Dental Journal

Mitgliederzeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V.  
Journal of the German Society of Dentistry and Oral Medicine



Die prothetische Versorgung beim Gorlin-Goltz-Syndrom  
Zahnärztlich relevante Neben- und Wechselwirkungen  
der meistverordneten Arzneimittel in Deutschland  
Verbundfestigkeit von Verblendkeramiken zu Zirkonoxid  
Die Desinfektion des Wurzelkanalsystems

# ICX-MAGELLAN<sup>®</sup>

DAS DIGITALE PLANUNGS-KONZEPT FÜR DIE IMPLANTOLOGIE.

ICX-MAGELLAN

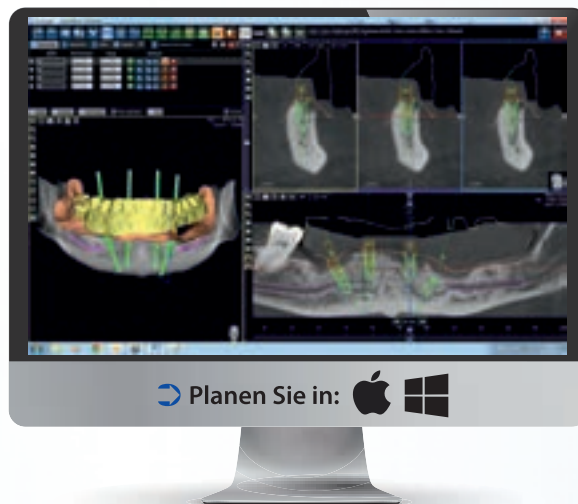
**59,- €\***

Je geführter  
Bohrschablone\*\*

\*zzgl. MwSt.



\*\*inkl. bis zu 14 Bohrhülsen und bis zu 6 Fixierschrauben  
je Kiefer – bei angelieferten STL-Dateien.



Infos: Tel.: 02643/902000-0 · [www.medentis.de](http://www.medentis.de)



Prof. Dr. Christian H. Splieth

## Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

auf der letzten DGZMK-Versammlung in Frankfurt wurde mit überwältigender Mehrheit erstmalig für ganz Deutschland die Selbstständigkeit einer Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde beschlossen, die sich dann auf ihrer Frühjahrstagung in Greifswald im März diesen Jahres konstituierte. Gleichzeitig wurde das neue Kürzel „DGKiZ“ beschlossen, um im digitalen Zeitalter eine passende, freie Domäne zu erwerben ([www.dgkiz.de](http://www.dgkiz.de)).

23 Jahre nach der Wiedervereinigung ist damit die Kinderzahnheilkunde unter dem Dach der DGZMK „erwachsen“ geworden. Mit dem Einigungsvertrag wurde die Kinderzahnheilkunde Lehr- und Prüfungsfach im Grundstudium Zahnmedizin und aus dem Osten kam auch das Selbstverständnis, dass Kinderzahnheilkunde eine Fachzahnärztdisziplin ist. In den letzten 20 Jahren konnte dieses spezialisierte zahnmedizinische Wissen systematisch ausgebaut, internationalisiert und in Deutschland durch die DGKiZ verbreitet werden. Ein Meilenstein dazu ist sicherlich die Eröffnung eines Masterstudiengangs Kinderzahnheilkunde in Kooperation von DGKiZ und der Universität Greifswald, der im Januar 2014 schon im zweiten Durchgang beginnt. Die deutsche Kinderzahnheilkunde ist mit diesem fachzahnärztäquivalenten Studiengang in der internationalen Spitze angekommen. Auch die Zahl der auf Kinderzahnheilkunde spezialisierten Kollegen in der Niederlassung hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen und stellt inzwischen eine wichtige und etablierte Säule in der Versorgungslandschaft und der DGKiZ dar. Dies ist eine Bereicherung für das Spektrum der deutschen Zahnmedizin und

hilft häufig, die besonderen Therapiebedarfe von Kindern abzusichern.

Einzig die Situation an den deutschen Hochschulen ist unbefriedigend. An vielen deutschen Universitäten finden sich im Lehrkörper keine Spezialisten für Kinderzahnheilkunde, die Restauration des Milchgebisses im Grundstudium Zahnmedizin wird häufig nicht praktisch trainiert und die Hochschulen sind auch nicht immer die erste Adresse für die Versorgung komplexer Fälle. Eine der vorrangigsten Aufgaben der neuen DGKiZ wird daher neben der Etablierung von hohen Qualitätsstandards in der Kinderzahnheilkunde die Verbreiterung der universitären Basis sein. Dies ermöglicht der deutschen Zahnmedizin, dann auch international auf diesem Feld eine herausragende Rolle zu spielen.

Ich wünsche allen Beteiligten hierbei viel Erfolg, um in Zukunft in Deutschland für Kinder eine noch bessere zahnärztliche Betreuung anbieten zu können.

Ihr

Prof. Dr. Ch. H. Splieth  
Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde  
Universität Greifswald

<b>GASTEDITORIAL / GUESTEDITORIAL</b> .....	<b>649</b>
---	------------

## ■ PRAXIS / PRACTICE

<b>BUCHBESPRECHUNG / BOOK REVIEW</b> .....	<b>652-654</b>
--	----------------

<b>BUCHNEUERSCHEINUNGEN / NEW PUBLICATIONS</b> .....	<b>655</b>
--	------------

### **PRAXISLETTER / CLINICAL PRACTICE CORNER**

M. Behr

Aufbissbehelfe mit anteriorem okklusalen Stopp/Jig-Schienen

<i>Occlusal appliance with anterior occlusal stop/jig-splint</i> .....	<b>656</b>
--	------------

<b>PRODUKTE / PRODUCTS</b> .....	<b>660-661</b>
----------------------------------	----------------

### **FALLBERICHT / CASE REPORT**

J. Kilian

Die prothetische Versorgung beim Gorlin-Goltz-Syndrom: ein Fallbericht

<i>Prosthetic rehabilitation at the Gorlin-Goltz syndrome: a case report</i> .....	<b>662</b>
--	------------

## ■ WISSENSCHAFT / RESEARCH

### **ORIGINALARBEITEN / ORIGINAL ARTICLES**

F. Halling

Zahnärztlich relevante Neben- und Wechselwirkungen der meistverordneten Arzneimittel in Deutschland

<i>Dentally relevant side effects and interactions of the most prescribed drugs in Germany</i> .....	<b>669</b>
--	------------

P. Kosyfaki, M.V. Swain, J. Fischer, S. Witkowski, J.R. Strub

Verbundfestigkeit verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid

<i>Bond strength of veneering ceramics to zirconia</i> .....	<b>678</b>
--	------------

### **ÜBERSICHTSARBEIT / REVIEW**

C. Tennert

Die Desinfektion des Wurzelkanalsystems

<i>Disinfection of the root canal system</i> .....	<b>696</b>
--	------------

■ GESELLSCHAFT / SOCIETY

**ONLINE-FORTBILDUNG / ONLINE CONTINUING EDUCATION**  
 Fragebogen: DZZ 11/2013.....707

**FORTBILDUNGSKURSE DER APW / CONTINUING DENTAL EDUCATION COURSES OF THE APW**..... 708

**MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT / NEWS OF THE SOCIETIES**  
 Der Wrigley Prophylaxe Preis 2013 – Frühförderung zahlt sich aus ..... 709  
 Umstellung der Einzugsermächtigungen in ein SEPA-Lastschriftmandat..... 710

**TAGUNGSKALENDER / MEETINGS**..... 710-711

**BEIRAT / ADVISORY BOARD**..... 712

**IMPRESSUM / IMPRINT**..... 712

**Titelbildhinweis:**

In seinem Praxisletter stellt Prof. Dr. Michael Behr das Thema: „Aufbissbehelfe mit anteriorem okklusalen Stopp/Jig-Schienen“ dar und kommt zu dem Ergebnis, dass Aufbissbehelfe mit anteriorem Stopp/Jig nur kurzfristig, z.B. zur Erleichterung einer Bissregistrierung, eingegliedert werden sollten, denn bei längerfristiger Nutzung bestehen diverse Gefahren und Nebenwirkungen. Lesen Sie mehr ab Seite 654ff.

Links: Individuelle gefertigte Schienen (alio loco) mit anteriorem Aufbiss in situ.

Rechts: Situation bei zwanglosem Kieferschluss ohne Schiene. Iatrogener frontoffener Biss (SKD 8 mm) verursacht durch Tragen einer Jig-Schiene bei permanenter zahnmedizinischer Kontrolle (alio loco) über einen Zeitraum von 2 Jahren

(Fotos: M. Behr)



Bitte beachten Sie: Die ausführlichen Autorenrichtlinien finden Sie unter [www.online-dzz.de](http://www.online-dzz.de) zum Herunterladen.

## Homöopathischer Ratgeber: Zähne<sup>1</sup>

Ravi Roy & Carola Lage-Roy, Lage & Roy Verlag, Riegsee-Hagen 2013, 8. Aufl., ISBN 978-3-929108-11-8, 8. Aufl., 77 Seiten, 10,50 Euro

Die Autoren *Ravi Roy* (der in Indien Medizin mit Schwerpunkt Homöopathie studiert hat) und *Carola Lage-Roy* (die als Heilpraktikerin tätig ist) beschäftigen sich in ihrem Buch mit der Anwendung der Homöopathie in der Zahnmedizin.

Homöopathen ordnen den von ihnen verwendeten Arzneimitteln bestimmte Wesenseigenschaften (Arzneimittelporraits) zu. Auf dieser Grundlage suchen sie mittels sogenannter Reperorien bei ihren Patienten nach bestimmten Merkmalen, wozu unter anderem die Kopf- und Schädelabmessungen, das Aussehen und die Körperstatur sowie ihnen relevant erscheinende Charaktereigenschaften zählen. Diese Merkmale fassen sie zu homöopathischen Persönlichkeitsporraits ihrer Patienten

zusammen. Je besser homöopathisches Arzneimittelporrait und Persönlichkeitsporrait eines Patienten übereinstimmen, desto ausgeprägter soll der Behandlungseffekt sein. Diese Zuweisungen nehmen sie nicht nur bei Erwachsenen, sondern bereits bei Kleinkindern vor (zum Beispiel „Calcium-carbonicum-Kind“, „Calcium-phosphoricum-Kind“ oder „Calcium-fluoricum-Kind“), wobei es allerdings innerhalb der homöopathischen Literatur gewisse Unterschiede bei den Bewertungen gibt. So erkennt etwa die bekannte Homöopathin *Dorsci-Ulrich* das „Calcium-carbonicum-Kind“ an einer eher runden Kopf- und Gesichtsform, was auf innere Ausgeglichenheit hindeuten soll, das „Calcium-phosphoricum-Kind“ an einer eher ovalen Gesichtsform, die ihrer Auffassung

nach unter anderem mit charakterlicher Unbeständigkeit einhergeht und das „Calcium-fluoricum-Kind“ an einer eher quadratischen Kopf- und Gesichtsform, die sie mit vornehmlich negativen Charaktereigenschaften assoziiert. Einem solchen Kind werden für sein späteres Leben Charaktermerkmale wie Egoismus, Maßlosigkeit, Misstrauen und Schadenfreude vorhergesagt. *Roy* und *Lage-Roy* erkennen demgegenüber das „Calcium-carbonicum-Kind“ unter anderem an (Zitat) „seinem großen Kopf“. Als Charaktereigenschaft ordnen sie ihm einen Mangel an „innerer Struktur“ zu. Das „Calcium-phosphoricum-Kind“ wird als „feingliedriger“ als das „Calcium-carbonicum-Kind“ bezeichnet. Es kommt in seinen Charaktermerkmalen insgesamt etwas besser weg, nur kann es

<sup>1</sup> Das Buch ist im Eigenverlag des Ehepaars Roy erschienen und kann über den Narayana-Verlag ([info@narayana-verlag.de](mailto:info@narayana-verlag.de), [www.narayana-verlag.de](http://www.narayana-verlag.de)) bezogen werden.





„nicht lange bei einer Sache bleiben“. Am schlechtesten schneidet das „Calcium-fluoratum“- und besonders das „Fluoricum-acidum-Kind“ ab, dessen Vorfahren womöglich Geschlechtskrankheiten gehabt haben und das deshalb an einem sogenannten Miasma (= „Befleckung“) leidet. Man erkennt es Roy und Lage-Roy zufolge leicht an seiner schiefen Nase. Wenn es einem solchen Menschentyp nicht gelingt, seinen Willen durchzusetzen, kann er (Zitat) „... richtig aggressiv werden, bis hin zum Haß ...“. Die Autoren erläutern (Zitat): „... Hier äußert sich das syphilitische Miasma, das Zerstörerische in ihm ...“.

Auf der Grundlage solcher Assoziationen zwischen Körpermerkmalen und Charaktereigenschaften geben die Autoren Empfehlungen für zahnmedizinische Eingriffe ab, wobei sie auch ihre homöopathisch geprägten Einschätzungen zu bestimmten Nahrungs- und Genussmitteln sowie zu dentalen Werkstoffen vortragen.

Neben Zucker fördert nach Ansicht der Autoren Kaffee die Kariesbildung.

Das Tabakkauen wird hingegen – entgegen aller aktuellen Erkenntnisse – als sehr positiv gesehen, es (Zitat) „... ist bei Tabakkauern festzustellen, dass diese sich ins hohe Alter ein kräftiges Gebiss und gesunde Zähne erhalten ...“.

Der Anwendung von Fluoriden zur Kariesprophylaxe in der aktuell empfohlenen Dosierung stehen sie wiederum sehr skeptisch gegenüber, da Fluoride nach ihrer Vorstellung Ursachen zahlreicher schwerer Krankheiten bis hin zu einer vorzeitigen Vergreisung sind.

Auch Dentalmaterialien (allen voran Amalgam, aber auch Gussmetalle) können nach Einschätzung der Autoren zu mannigfaltigen Erkrankungen führen, wobei besonders unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Migräne, Schlafstörungen, Gereiztheit, schnelle Ermüdung oder geringer Appetit, an denen viele Menschen gelegentlich leiden, aufgeführt werden. Ergänzend wird auf „energetische“ Beziehungen zwischen bestimmten Zähnen und Körperorganen hingewiesen, wobei die Feststellung nicht fehlt, dass nicht nur



zahnärztliche Restaurationen, sondern auch wurzelkanalbehandelte „tote“ Zähne den Energiefluss stören können.

Dieses Buch ist ein typisches Beispiel für die von Homöopathen praktizierte Nocebo-Placebo-(Zahn)medizin. Um die dahinter stehende Methodik besser

## ICH BIN KAPITALIST

und weiß, dass Wissen eine verlässliche Währung ist.

Dr. S. Marcus Beschnidt | Zahnarzt

Was für meine Patienten und mich letztlich zählt, ist der Behandlungserfolg. Um diesen sicher zu stellen, ist mir fast jedes Mittel recht. Ich lasse keine Chance aus, mein Wissen zu mehren und mich mit erfahrenen Kolleginnen und Kollegen auszutauschen. CAMLOG bietet dazu viele Möglichkeiten. Und ich profitiere davon – fachlich, menschlich und wirtschaftlich.  
[www.camlog.de](http://www.camlog.de)



verstehen zu können, muss man wissen, dass bei nahezu jeder Behandlung zwei Effekte zum Tragen kommen: Einerseits geht es um spezifische Effekte, die z.B. durch invasive Eingriffe oder die Verabreichung von Medikamenten mit pharmakologisch definierten Eigenschaften eintreten. Diese spezifischen Effekte können nützlich, aber auch schädlich sein, weshalb vorab eine entsprechende Nutzen-Risiko-Abwägung vorgenommen werden muss. Andererseits werden bei einer Intervention gleichzeitig auch nichtspezifische Effekte hervorgerufen. Diese werden wiederum in Placeboeffekte (positiver Art) und Noceboeffekte (negativer Art) differenziert. Sie werden heutzutage als psychobiologische Phänomene gesehen, die durch den therapeutischen Kontext insgesamt entstehen (Scheinbehandlungen, Behandlungserwartungen und Vorerfahrungen der Patienten, verbale und nonverbale Kommunikation der Behandler, Patient-Behandler-Interaktion). Die zugrundeliegenden Mechanismen zur Entstehung von Placebo- und Noceboeffekten sind Lernen durch Pawlowsche Konditionierung, ausgelöst durch verbale Informationen oder Suggestionen. Es erscheint bemerkenswert, dass Nocebos wesentlich weniger bekannt sind als Placebos, obwohl beiden eine große Bedeutung zukommt. Die homöopathische Nocebo-Placebo-Kaskade läuft üblicherweise Folgendermaßen ab:

1. In einem zunächst allgemein gehaltenen ersten Schritt werden Patienten-ängste gegenüber weit verbreiteten Dentalmaterialien (z.B. Füllungsmaterialien) und Behandlungsformen (z.B. endodontische Interventionen) aufgegriffen und über die Medien weiter verbreitet. Dadurch wird ein zunächst noch vages „Nocebogefühl“ in der Bevölkerung erzeugt und wach gehalten.
2. Kommt ein Patient in die Praxis eines homöopathisch bzw. komplementärmedizinisch orientierten (Zahn)arz-


tes, wird ein großer Beschwerdenkatalog abgefragt. Da fast jeder Mensch gelegentlich unspezifische Symptome (z.B. Müdigkeit, Antriebsschwäche, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen) verspürt, wird die Vermutung geäußert, die Symptome könnten Ausdruck einer Materialunverträglichkeit sein. Damit werden die zunächst noch generalisierten, latenten Nocebovorstellungen individualisiert.

3. In einem dritten Schritt bietet man dem Patienten an, den Verdacht einer Unverträglichkeit, Vergiftung oder „energetischen Belastung“ durch spezielle Testmethoden zu überprüfen. Es kommen dabei in aller Regel fragwürdige, wissenschaftlich nicht hinreichend abgesicherte Verfahren zum Einsatz (*Roy & Lage-Roy* favorisieren unter anderem Bioresonanz, Elektroakupunktur, Kinesiologie, Pendeln und Wünschelrute). Dadurch werden die Nocebovorstellungen weiter verfestigt.
4. Bei einem Teil der Patienten sind die Noceboeffekte schließlich so stark, dass die damit zusammenhängenden Befürchtungen und Ängste groß genug sind, um sich nunmehr auf homöopathische Ausleitungs- und Entgiftungs-Prozeduren einzulassen. Es ist durchaus vorstellbar, dass diese im Sinne von Placebo-Reaktionen von manchen Patienten subjektiv als Entlastung wahrgenommen werden. Allerdings werden die von Homöopathen für sich beanspruchten „Heilungen“ fast nie unter Anwendung aktueller Standards nachgewiesen. Auch seriöse Verlaufsdokumentationen werden in aller Regel nicht vorgelegt. Manche Betroffene lassen parallel zu den unspezifischen homöopathischen Behandlungen auch invasive Maßnahmen spezifischer Art wie Entfernungen von intakten zahnärztlichen Restaurationen, Extraktionen von erhaltungswürdigen Zähnen oder gar Ausfräsungen von Kieferknochen

vornehmen, was sehr hohe iatrogene Schädigungen nach sich ziehen kann. Es handelt sich bei Interventionen aus der homöopathischen Vorstellungswelt also nicht, wie häufig beschwichtigend vermerkt wird, um zwar etwas skurrile aber im Grunde harmlose Maßnahmen. Vielmehr kommen – auch in diesem Buch – verschiedene Punkte zusammen, die die propagierten Vorstellungen als ausgesprochen problematisch erscheinen lassen:

Die Zuordnungen von Körpermerkmalen (Kopfform, Körperstatur usw.) zu mehr oder weniger willkürlich formulierten Charaktereigenschaften und darauf aufbauende Typenbeschreibungen haben sich in der wissenschaftsorientierten Medizin als unhaltbar erwiesen. Dass sie in der Homöopathie immer noch propagiert werden, zeugt von einem bedrückenden Menschenbild, das – allen gegenteiligen Erkenntnissen zum Trotz – dort bis heute offenbar weit verbreitet ist.

Die unter dem Deckmantel einer „Ganzheitsbetrachtung“ betriebenen Förderungen von Noceboeffekten (z.B. Angsterzeugung vor Dentalmaterialien) und deren nachfolgende Behandlungen mit Placebos (z.B. homöopathische „Ausleitungs“- und „Entgiftungs“-Behandlung) sind keineswegs als ungefährlich anzusehen, sondern offenbaren Praktiken, die sich von einem bislang weithin akzeptierten, fachübergreifenden medizinischen Konsensus freigezogen haben.

Auch wenn Homöopathie aufgrund ihrer starken Lobbyarbeit bei einem beachtlichen Bevölkerungsanteil „en vogue“ erscheint, von gesundheitspolitischen Entscheidungsträgern gefördert und inzwischen sogar von den gesetzlichen Krankenkassen bezuschusst wird, so bleibt sie ein Gedankengebäude, vor dem gewarnt werden muss. Wer sich die Mühe macht, dieses Buch zu lesen, wird sich von einer solch kritischen Einschätzung kaum frei machen können. 

Hans-Jörg Staehle, Heidelberg



## Buchneuerscheinungen

R. E. Marx

### Bisphosphonat-induzierte Osteonekrose der Kiefer

#### Ätiologie, Prävention, Behandlung

Quintessenz, Berlin 2013, 1. Aufl., 184 S., Buch/Softcover, ISBN/EAN: 978-3-86867-107-0, 88,00 Euro

Der Zusammenhang zwischen bestimmten Formen der Bisphosphonattherapie und Knochennekrosen der Kiefer ist seit mehreren Jahren bekannt. *Robert E. Marx* erläutert in diesem Buch die kausalen biologischen Mechanismen des Phänomens und stellt Behandlungsprotokolle für alle Stadien der Bisphosphonat-induzierten Osteonekrose vor. Das Buch bietet darüber hinaus eine vereinfachte Einteilung dieser Stadien, Erläuterungen zu einem Serum-CTX-Test für die orale Bisphosphonattherapie, neueste Erkenntnisse zu den häufig mit Bisphosphonaten behandelten Krankheiten Osteopenie und Osteoporose sowie eine Methode zur Risikoabschätzung hinsichtlich der Entwicklung einer Osteonekrose unter Bisphosphonatmedikation. Ausführliche Falldarstellungen liefern praktische Anleitungen zu allen behandelten Problemen und Aspekten. Dieses Werk muss auch vor dem Hintergrund der jüngst verabschiedeten AWMF S3 Leitlinie „Bisphosphonat-assoziierte Kiefernekrosen“ der DGZMK gesehen werden. Daher erfolgt im Anhang des Werkes ein Nachwort zu dieser deutschen Ausgabe und der vollständige Abdruck dieser S3 Leitlinie.

C. P. Bergmann, A. Stumpf

### Dental Ceramics

#### Microstructure, Properties and Degradation

Springer, Berlin 2013, VII, 84 S., ISBN/EAN: 978-3-642-38223-9, 53,45 Euro, Reihe/Serie: Topics in Mining, Metallurgy and Materials Engineering

Written in clear, practical language, this application-oriented book reviews the mechanical behavior and degradation of dental ceramics, details their manufacturing procedures and offers practical examples of their use in dental clinics. This book gives an introduction to the mechanical behavior and degradation of dental ceramics and guides the reader through their performance under effect of oral environments. It addresses the different kinds of dental ceramics, their properties, degradation and mechanical aspects with less emphasis on the physics and chemistry involved, which makes the reading interesting for beginners in the field. In each chapter, the reader will learn about the mechanical behavior of dental ceramics and each phenomenon involved in their application, besides finding some practical examples of their use in dental clinics, their manufacturing procedures and types of degradation. The clear language and the application-oriented perspective of the book makes it suitable for both professionals and students who want to learn about dental ceramics.

VOR der Behandlung mit Icon



NACH der Behandlung mit Icon

Prof. Dr. C. R. G. Torres

## Die Antwort auf White Spots: I can Icon!

Schnell, schonend, ästhetisch:

Die Infiltrationsbehandlung mit Icon.

Kariogene White Spots – eine gerade nach Bracket-entfernung ebenso ungerne wie häufig gesehene Erscheinung. Bieten Sie Ihren Patienten jetzt eine schonende Behandlungsform statt eines invasiven Eingriffs. Die Infiltration mit Icon ermöglicht es nachweislich, White Spots auf Glattflächen wirksam zu maskieren. Schnell, schonend, ästhetisch. In nur einer Sitzung. Gute Aussichten für Sie und Ihre Patienten. [www.dmg-dental.com](http://www.dmg-dental.com)





## Thema

# Aufbissbehelfe mit anteriorem okklusalem Stopp/Jig-Schienen

## *Occlusal appliance with anterior occlusal stop/jig-splint*

### Fragestellung

■ Erfüllen anteriore Aufbissbehelfe / Stopps / Jigs ihre Funktion? Bestehen bei ihrer Anwendung spezifische Risiken?

### Hintergrund

Das „Lexikon der Zahnmedizin“ von Hoffmann-Axthelm [11] definiert den Begriff „Jig“ folgendermaßen: „(Ein) Frontzahnreiter als schiefe Ebene aus Kunststoff, wird auf die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers aufgesetzt zur vorübergehenden Disklusion der Seitenzähne als Voraussetzung für die Einstellung der Kieferlage in eine retrale Kontaktposition“. Seit vielen Jahrzehnten nutzen Zahnmediziner zur Entspannung der Kaumuskulatur vor einer Bissregistrierung anterior im Bereich der Schneidezähne kurzfristig eingebrachte Aufbissbehelfe [7, 15, 19, 27]. Dies kann im einfachsten Fall eine Watterolle sein bis hin zu konfektionierten oder individuell gefertigten Aufbissen aus Kunststoff.

Diesem Vorgehen liegt die Vorstellung zugrunde, dass durch die Entkopplung der Zahnreihen, eingefahrene Reflexmuster der Muskulatur unterbrochen werden, wodurch die Kaumuskulatur sich entspannen kann. Es lässt sich zeigen, dass durch anteriore Stopps die elektromyographisch nachweisbare Aktivität der Kaumuskulatur verringert wird [2]. Dieser Effekt hält aber nur kurzfristig an [2]. Nicht geeignet sind daher anteriore Stopps (Jig-schienen, etc.), um länger- oder gar langfristig eine Änderung der Muskelaktivität herbeizufüh-

ren. Befürworter, die den längerfristig Einsatz anteriorer Stopps propagieren, stützen sich meistens auf das pathophysiologische Modell eines „Circulus vitiosus“ [31], welches nach wie vor populär ist. Danach triggern z.B. okklusale Fehlkontakte bei Kieferschluss Muskelhyperaktivität, welche mit der Zeit zu Schmerzen in der Muskulatur führt und wiederum durch den Schmerz eine erneute Muskelaktivität immer wieder aktiviert [31].

Mittlerweile konnten Stohler [30] und Lund [21] aber nachweisen, dass dieses Modell nicht zutrifft und dass viele elektromyografische Untersuchungen, die die These des Circulus vitiosus-Modells vermeintlich stützen sollen, lediglich auf Artefaktmessungen beruhen. Stohler [30] zeigte, dass ein schmerzhafter Muskel nicht automatisch zu elektromyographisch nachweisbaren Aktivitäten in der Ruhephase nach schmerzhafter Belastung neigen muss. Daraus ergibt sich, dass Aufbissbehelfe mit anteriorem okklusalem Stopp ungeeignet sind, langfristig myofasziale Schmerzen zu therapieren [7, 21, 30]. Die ersten Protagonisten anteriorer Stopps wie Lucia, Lauritzen oder Hawley [7, 18, 19] haben das auch so gesehen und folglich die Anwendung ihrer Aufbissbehelfe zeitlich streng limitiert.

Leider wurde, wie schon oben angedeutet, die Grundidee anteriorer Stopps, die Kaumuskulatur mit einem anterioren Aufbiss kurzfristig zu deprogrammieren, um die Einstellung der zentrischen Bisslage zu ermöglichen, als ein Konzept missverstanden [1, 29], welches generell auch langfristig zur Therapie myofaszieller Schmerzen einsetzbar sei (Abb. 1–4). Noch weniger Einsicht in die vorliegen-



M. Behr

den Pathomechanismen zeigen Vorschläge, das Konzept des anterioren Aufbissbehelfs auch für Diskusverlagerungen, zervikogene Kopfschmerzen und gar Migräne zu nutzen [28]. Eine gute Übersicht, wie die Pathomechanismen des zervikogenen Kopfschmerzes, der Migräne und anderer Kopfschmerzarten heutzutage betrachtet werden, finden sich unter [3, 4, 10, 13, 16, 17, 23, 24, 26].

Verstärkte Beachtung gewann das Konzept des anterioren Stopps 1998 mit der Einführung des sogenannten NTI-tss Aufbissbehelfs [1, 28, 29] (Nociceptive Trigeminal Inhibition tension suppression system). Laut Hersteller ist der Aufbissbehelf für die Prävention und Therapie von Bruxismus, kraniomandibulären Dysfunktionen, okklusalen Traumen, Spannungskopfschmerzen und gar Migräne indiziert. Der NTI-tss Behelf besteht aus einem vorgefertigten anterioren Stopp, der mit autopolymerisie-



**Abbildung 1a-b** Links: 1a) Individuelle gefertigte Schienen (alio loco) mit anteriorem Aufbiss in situ. Rechts: 1b) Situation bei zwanglosem Kieferschluss ohne Schiene. Iatrogener frontoffener Biss (SKD 8 mm) verursacht durch Tragen einer Jig-Schiene bei permanenter zahnmedizinischer Kontrolle (alio loco) über einen Zeitraum von 2 Jahren.

renden Kunststoff an die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers angepasst wird. Beim Kieferschluss okkludiert der Patient nur auf den beiden mittleren Schneidezähnen des Unterkiefers. Alle anderen Zahnkontakte werden aufgehoben. Vergleichbare Aufbissbehelfe werden auch individuell angefertigt. Die Behelfe werden meist nachts, je nach Therapiekonzept auch tagsüber, getragen [25].

Konfektionierte, wie individuell hergestellte, anteriore Aufbissbehelfe, werden vor allem in nicht-wissenschaftlicher Literatur [25] als bewährte und erfolgreiche Methode dargestellt, um Patienten mit länger bestehenden Kopf- und Gesichtsschmerzen endlich eine er-

folgreiche, unkomplizierte und nebenwirkungsfreie Therapieform zukommen zu lassen. Vielfach berichten auch Zahnmediziner unter der Vernachlässigung der Kriterien von GCP [12] (good clinical practice) euphorisch über ihre persönlichen Erfahrungen. Von Seiten wissenschaftlich fundierter Autoren werden Schienen mit anteriorem Stopp dagegen nüchterner beurteilt [1, 29]. In einem Review zu NTI-tss Aufbissbehelfen konnten *Stapelmann* und *Türp* [29] 5 randomisierte klinische Studien identifizieren, die aber einige Mängel aufweisen. Zu diesen Mängeln zählen geringe Fallzahlen ( $n = 10$  bis 38), unklare und widersprechende Einschlusskriterien sowie unscharfe Abgrenzung von Pa-

tienten verschiedener Entitäten von Kopfschmerz [28]. Gerade „Kopfschmerzen“ haben unterschiedliche Ursachen und Pathomechanismen [3, 4, 10, 13, 16, 17, 23, 24, 26]. Der Begriff „Migräne“ wird oft missbraucht, um „stärkere“ Kopfschmerzen zu beschreiben. Folgen wir dem in der Publikation von *Pietrobron* [26] beschriebenen Pathomechanismus mit kortikaler Streudepolarisation und Verbreitung des Schmerzes über das trigemino-vaskuläre System, so ist die Wirkung eines anterioren Stopps auf Erkrankungen wie Migräne schwer nachvollziehbar. *Stapelmann* und *Türp* [29] sehen die Indikation eines NTI-tss Aufbissbehelfs daher allenfalls bei der Diagnose „Bruxismus“.

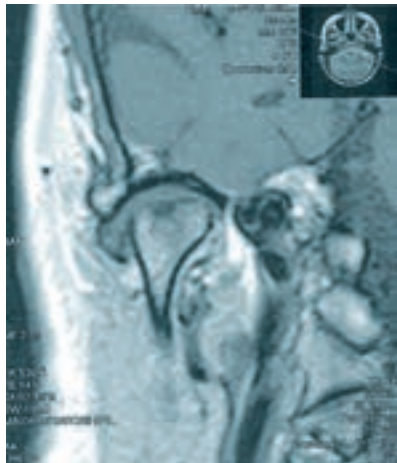


**Abbildung 2** Patientin trug über 2 Jahre, die in Abbildung 1 gezeigte Jig-Schiene. Die Patientin hat verstärkte Schmerzen im Bereich der Kiefergelenke und der Kaumuskulatur. Die Lippen können nicht mehr zwanglos geschlossen werden. Man erkennt die Anspannung der Kaumuskulatur im Bereich der Wange.



**Abbildung 3** Frontoffener Biss einer 22-jährigen Patientin nach Tragen einer Jig-Schiene.





**Abbildung 4** Ausschnitt aus einem MRT (alio loco). Zu erkennen ist eine partielle Diskusverlagerung nach buccal sowie ein osteolytischer Prozess (Pfeil) im Bereich des kranialen Anteils des Kondylus. Die Patientin war zur Linderung ihrer Kiefergelenksbeschwerden mit einer Jig-Schiene therapiert worden. Unter dieser Therapie verstärkten sich die Beschwerden.

(Abb. 1–4: M. Behr)

Als Beweis für die Wirkung einer Jig-Schiene wurden und werden elektromyographische Untersuchungen herangezogen. In der Tat lassen sich durch anteriore Stopps Änderungen der EMG-Aktivität nachweisen [2]. Dies trifft aber auch für andere Schienenformen zu und ist kein Alleinstellungsmerkmal von Jig-Schienen oder gar dem NTI-tss Aufbissbehelf [1, 2]. Interessanterweise konnten Baad-Hansen et al. [1] zwar eine Änderung der EMG Aktivität der Kaumuskelatur bei NTI-tss Schienen zeigen, es ließ sich aber keine Korrelation zu den klinischen Befunden ableiten, d.h. Patienten mit reduzierter EMG-Aktivität hatten weiterhin Schmerzen. Jokstad

[14] fasste die Ergebnisse seines Vergleichs von NTI-tss Aufbissbehelfen und Michiganschienen zur Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen so zusammen: „... the currently best available evidence suggests that for the management of TMDs the NTI tss device is similarly efficacious as a stabilization appliance“. Diesen, den klassischen Schienen vom z.B. Michigantyp allenfalls gleichwertigen klinischen Ergebnissen [6, 32], stehen bei Jig-Schienen erhebliche Nebenwirkungen gegenüber, die bei Schienen vom Michigantyp nicht gefunden werden [1, 6, 8, 9, 14, 22, 29, 33].

Folgende Nebenwirkungen wurden bisher in der Literatur dargestellt:

- frontoffener Biss durch Elongation der Molaren bei längerer Tragedauer [6, 22] (Abb. 1–3)
- Verschlucken und Aspiration des NTI-tss Aufbissbehelfs (bisher 5 Fälle mit Aspiration bekannt) [8, 9, 33]
- verstärkte Schmerzen bei Diskopathien und anderen Kiefergelenkerkrankungen [8, 14] (Abb. 4)
- radiologisch nachweisbare geweitete Parodontalspalten mit Knochenresorption [12, 14]
- erhöhte Zahnbeweglichkeit [9, 14, 22]
- aufbissempfindliche Frontzähne [9, 14, 22]
- Mundtrockenheit nachts [14]
- Schluckbeschwerden [14, 22]
- NTI-tss Aufbissbehelf während der Nacht unbemerkt verloren [14]


Auch in unserer eigenen Klinik stellen immer wieder Patienten mit iatrogen bedingten frontoffenen Bissen bzw. mit schmerzhaften Kiefergelenken nach „Therapie“ mit Jig-Schienen vor (Abb. 1–4). Das erstaunliche dabei ist, dass die meisten Patienten permanent unter zahnärztlicher Kontrolle waren und die Änderungen der Bisslagen und der Be-

schwerden nicht bemerkt oder ignoriert wurden.

Ist es zu einer Bissöffnung gekommen, lässt sich diese nur mit komplexen kieferorthopädischen, prothetischen und kieferchirurgischen Maßnahmen korrigieren [5]. Es empfiehlt sich, zunächst den iatrogenen Fehlbiss mit einer klassischen Michiganschiene [32] zu stabilisieren und zu versuchen, Gelenk- und Muskelbeschwerden erst einmal zu lindern. Danach können die kosten- und zeitintensiven Korrekturmaßnahmen geplant und angegangen werden [5].

## Statement

Aufbissbehelfe mit anteriorem Stopp/Jig sollten nur kurzfristig, z.B. zur Erleichterung einer Bissregistrierung, eingegliedert werden. Werden anteriore Stopps/Jigs längerfristig eingesetzt, bestehen folgende Gefahren und Nebenwirkungen:

- frontoffener Biss durch Elongation der Molaren bei längerer Tragedauer
- Verschlucken und Aspiration des NTI-tss Aufbissbehelfs (bisher 5 Fälle mit Aspiration dokumentiert)
- verstärkte Schmerzen bei Diskopathien und anderen Kiefergelenkerkrankungen
- radiologisch nachweisbarer erweiterter Parodontalspalt mit Knochenresorption
- erhöhte Zahnbeweglichkeit der Zähne, die die gesperrte Okklusion tragen
- aufbissempfindliche Frontzähne
- Mundtrockenheit nachts 

M. Behr, J. Fanghänel,  
M. Gosau, P. Proff,  
Regensburg

## Literatur

1. Baad-Hansen I, Jadid F, Castrillon E, Thomsen PB, Svensson P: Effect of a nociceptive trigeminal inhibitory splint on electromyographic activity in jaw closing muscles during sleep. *J Oral Rehabil* 2007;34:105–111
2. Bodere C, Woda A: Effect of a jig on EMG activity in different orofacial pain conditions. *Int J Prosthodont* 2008;21: 253–258
3. Bogduk N, Govind J: Cervicogenic headache: an assessment of the evidence on clinical diagnosis, invasive tests, and treatment. *Lancet Neurol* 2009;8:959–968
4. Buzzi MG, Moskowitz MA: The pathophysiology of migraine: year 2005. *J Headache Pain* 2005;6:105–111
5. Chate RA, Falcorer DT: Dental appliances with inadequate occlusal coverage: a case report. *Brit Dent J* 2011;210: 109–110
6. Clark GT, Minakuchi H: In TMDs. An evidence based approach to diagnosis and treatment: Edited by Laskin LM, Greene CS, Hylander WL. Quintessence publishing, Chicago 2006, 377–390
7. Dawson PE: Functional occlusion. From TMJ to smile design. Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri 2007, 76–83

8. FDA MAUDE (2004): Us Food and Drug Administration; Manufacturer and user facility device experience – Adverse event report. [http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfMAUDE/Detail.CFM?MDRFOI\\_ID=557167](http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfMAUDE/Detail.CFM?MDRFOI_ID=557167). Zugriff: Jul 2013
9. Fitis D: Überbelastade incisiver – en effekt av NTI skenan. *Ajour Odont* 2002; 3:5
10. Hess K: Kopf- und Gesichtsschmerzen sowie Neuralgien. In: Siegenthaler W. (Hrsg.). *Siegenthalers Differentialdiagnose. Innere Krankheiten-vom Symptom zur Diagnose*. Kap. 5, 19. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 2005, 209–221
11. Hoffmann-Axthelm W: *Lexikon der Zahnmedizin*. Quintessenz Verlag, Berlin, Chicago 1983, 307
12. ICH GCP (2005): Richtlinie 2005/28/EG zur Festlegung von Grundsätzen und ausführlichen Leitlinien der guten klinischen Praxis für zur Anwendung beim Menschen bestimmte Prüfpräparate sowie von Anforderungen für die Erteilung einer Genehmigung zur Herstellung oder Einfuhr solcher Produkte. <http://ichgcp.net/wp-content/themes/clean-home/images/hed.png?v=1.2>.
13. Internationale Kopfschmerzgesellschaft (IHS) (2003): [http://ihs-classification.org/de/02\\_klassifikation/02\\_teil1/01.00.00\\_migraine.html](http://ihs-classification.org/de/02_klassifikation/02_teil1/01.00.00_migraine.html)
14. Jokstad A, Mo A, Krogstad BS: Clinical comparison between two different splint designs for temporomandibular disorder therapy. *Acta Odontol Scand* 2005;63:218–226
15. Karl PJ, Foley TF: The use of deprogramming appliance to obtain centric relation records. *Angle Orthod* 1999;69: 117–125
16. Leone M, Franzini A, Bussone G: Stereotatic stimulation of posterior hypothalamus gray matter in a patient with intractable cluster headache. *N Engl J Med* 2001;345,1428–1429
17. Leroux E, Ducros A: Cluster headache. *Review. Orphanet J Rare Dis* 2008;3: 20–31
18. Lotzmann U: Okklusionsschienen und andere Aufbißbehelfe. *Grundlagen und Praxis*. Neuer Merkur Verlag, München 1992
19. Lucia VO: A technique for recording centric relation. *J Prosthet Dent* 1964; 14:492–505
20. Lund JP : Persistent pain and motor dysfunction. In: Sessle BJ, Lavigne GJ, Lund JP, Dubner R (eds.): *Orofacial Pain. From basic science to clinical management*. 2. ed., chap. 15. Quintessence Publishing, Hanover Park, IL 2008, 117–124
21. Lund JP, Donga R, Widmer CG, Stohler CS: The pain adaptation model: A discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;69:683–694
22. Magnusson T, Adiels AM, Nillson HL, Helkimo M: Treatment effect on signs and symptoms of temporomandibular disorders – comparison between stabilization splint a new type of splint (NTI). A pilot study. *Swed Dent* 2004;28: 11–20
23. May A: Cluster headache: pathogenesis, diagnosis, and management. *Lancet* 2005;366:843–855
24. May A: Das trigeminovaskuläre System des Menschen. *Zerebraler Blutfluss, funktionelle Bildgebung und primäre Kopfschmerzen*. *Nervenarzt* 2003;74: 1067–1077
25. NTI-tss Newsletter (2009). Sonderausgabe Nachlese zum MAP Symposium vom Januar 2009. [http://www.karrdent.ch/images/stories/pdf/190309\\_newsletter-de.pdf](http://www.karrdent.ch/images/stories/pdf/190309_newsletter-de.pdf).
26. Pietrobon D: Migraine: new molecular mechanisms. *Neuroscientist* 2005;4: 373–386
27. Rehany A, Stern N: The modified Hawley occlusal splint. *J Prosthet Dent* 1981;45:536–541
28. Shankland WE: Migraine and tension-type headache reduction through pericranial muscular suppression: a preliminary report. *Cranio* 2001;9:269–278
29. Stapelmann H, Türp JC: The NTI-tss device for the therapy of bruxism, temporomandibular disorders, and headache – Where do we stand? A qualitative systematic review of the literature. *BMC Oral Health* 2008;8:22–23
30. Stohler CS: Craniofacial pain and motor function: pathogenesis, clinical correlates, and implications. *Crit Rev Oral Biol Med* 1999;10:504–518
31. Travel J, Rinzler S, Hermann M: Pain and disability of the shoulder and arm. Treatment by intramuscular infiltration with procaine hydrochloride. *JAMA* 1942;120:417–422
32. Türp JC, Komine F, Hugger A: Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a quantitative systematic review. *Clin Oral Invest* 2004;8: 179–195
33. Wright EF, Jundt JS: The NTI appliance for TMD and headache therapy. *Tex Dent J* 2006;123:1118–1124



## Die neue Generation Brennöfen



Ivoclar Vivadent hat seine Programat-Brennöfen P510 und P310 technologisch neu ausgestattet und das Design weiterentwickelt. Das Ergebnis ist eine moderne Generation

von Öfen mit QTK2-Muffeltechnologie. Im Vergleich zu den Vorgängermodellen verfügen die neuen Modelle somit über eine Technologie, die in Kombination mit dem SiC-Bodenreflektor für noch homogenere Temperaturverteilung sorgt und so zu optimalen Brennresultaten führt. Das Besondere am Programat P510 ist die Infrarot-Kamera. Sie misst die Temperatur direkt auf der Oberfläche der Brennobjekte, wobei sie den Vortrocknungs- und Schließprozess automatisch regelt. Der neue Programat P310 ist dank des hochauflösenden und farbigen Touchscreens bedienerfreundlicher.

### Ivoclar Vivadent GmbH

Dr. Adolf-Schneider-Straße 2, 73479 Ellwangen  
Tel.: 07961 8890, Fax: 07961 6326  
info@ivoclarvivadent.de, www.ivoclarvivadent.com

## Neue Penta Mischkanülen rot



Im Oktober 2013 führte 3M ESPE die Penta Mischkanülen rot ein, die dank ihrem geänderten Design mit allen Pentamix automatischen Mischgeräten kompatibel sind. Mit diesen verbesserten Mischkanülen gewährleisten alle Pentamix Geräte ein sicheres, homogenes und blasenfreies Mischen von Abformmaterialien – einfach auf Knopfdruck.

Neu ist die optimierte Geometrie, die das Aufstecken auf das Gerät erleichtert. Außerdem wurde die bisher transparente Aufsteckseite durch eine graue ersetzt – so wird die Erkennbarkeit verbessert und der Anwender kann prüfen, ob sich die Kanüle in der korrekten Position befindet.

### 3M Espe

ESPE Platz, 82229 Seefeld  
Tel.: 0800 2753773, Fax: 0800 3293773  
info3mespe@mmm.com, www.3mespe.de

## 5. Internationaler CAMLOG Kongress – Jetzt anmelden



Das Motto des 5. Internationalen CAMLOG Kongresses vom 26. bis 28. Juni 2014 in Valencia, Spanien, lautet: „The Ever Evolving World of Implant Dentistry“. Kernstück des Programms sind die chirurgischen und prothetischen Konzepte und Empfehlungen basierend auf dem

1. und 2. CAMLOG Foundation Consensus Report. Diese Reports wurden beziehungsweise werden von einem Expertenteam aus 18 Ländern erarbeitet. Den Abschluss der beiden Kongresstage bilden Falldiskussionen zum brisanten Thema „Komplikationen – was können wir aus ihnen lernen?“ mit Teilnehmenden aus dem Auditorium. Tipp: Eine hervorragende Möglichkeit, Kenntnisse in der Implantologie weiter zu vertiefen, bieten die am Vortag des Kongresses angebotenen praktischen „Hands-on“- oder theoretischen Workshops. Anmeldungen sind ab sofort auf der unten angegebenen Homepage möglich.

### CAMLOG Foundation

Margarethenstrasse 38, CH-4053 Basel  
Tel +41 61 565 4-00, Fax: 01  
info@camlogfoundation.org  
www.camlogcongress.com

## Medirel – Vertrieb von Spezialprodukten

Medirel ist ein Unternehmen mit „AAA“-Ranking: Verwaltung, Lager und Vertrieb werden vom Firmengelände aus gesteuert. Die Immobilie und der gesamte Lagerbestand gehören zum aktiven Betriebsvermögen. Im März 2013 hat Medirel die Zertifizierung Klasse I von Dun & Bradstreet erhalten. Das Unternehmen wurde 1974 als Vertriebsfirma von Spezialprodukten für den Zahnarzt- und Laborbedarf gegründet. Heute schenken 80 Prozent der Schweizer Zahnärzte Medirel ihr Vertrauen. Um den besten Service zu gewährleisten, besuchen Außendienstmitarbeiter in regelmäßigen Abständen die Zahnarztpraxen. Medirel ist auch Export- und Marketing-Büro für La Maison Dentaire. Das Unternehmen stellt Spezialprodukte für die Endodontie, Prothetik, Chirurgie, Dentalhygiene und Ästhetik her, einschließlich der Rocanal- und Asba Produktlinie. Weltweit haben mehr als 60 Millionen Patienten mindestens eine Wurzelkanalfüllung mit Rocanal.



### MEDIREL SA

Via Redondello 20, CH-6982 Agno  
Vertrieb in Deutschland: M+W Dental  
Tel.: 06042 880088  
email@mw dental.de, www.mwdental

Alle Beschreibungen sind Angaben des Herstellers entnommen.

## 50 Jahre DMG



Seit 50 Jahren engagiert sich das 1963 gegründete Unternehmen dafür, Zahnärzten die Arbeit zu erleichtern. Ob verlässliche Abformungen, temporäre oder permanente Versorgung: Zahnärzte und Labors in über 80 Ländern vertrauen auf DMG Markenprodukte wie Luxatemp, LuxaCore, Honigum oder Icon. Unter den zahlreichen Innovationen, die

DMG im Lauf der Firmengeschichte vorstellte, waren einige, die die Zahnmedizin veränderten. Die verschweißten, selbstaktivierenden Amalgamkapseln zum Beispiel, die 1978 neue Standards setzten. Die DMG patentierte die neue Materialklasse der Compomere. Oder Luxatemp, das erste provisorische Kronen- und Brücken-Material aus der Kartusche. Für Icon, das einzige Produkt zur Infiltrationsbehandlung, erhielt DMG unter anderem den Deutschen Innovationspreis.

### DMG

Elbgaustraße 248  
22547 Hamburg  
Kostenfreies Service-Telefon: 0800 3644262  
info@dmg-dental.com, www.dmg-dental.com

## Chirurgische Hand- und Winkelstücke

Das Produktportfolio der chirurgischen Hand- und Winkelstücke wurde erweitert. Durch die ergonomische Form wird ermüdungsfreieres Arbeiten ermöglicht. Ferner sind die Instrumente mit einer Mini-LED+ ausgestattet. Und: Die Kühlung kann erstmals mit den tauschbaren Sprayclips individuell angepasst werden, um immer an der richtigen Stelle zu kühlen. Optimale Voraussetzung zur verbesserten Reinigung und Hygiene bietet auch die neue kratzfesteste Beschichtung. Außerdem sind die neuen chirurgischen Hand- und Winkelstücke komplett zerlegbar, thermodesinfizierbar und bis 135° Celsius sterilisierbar. Und: Es handelt sich um das erste chirurgische Winkelstück mit 45°-Kopf.



### W&H Deutschland GmbH

Raiffeisenstraße 3b, 83410 Laufen/Obb.  
Tel.: 08682 89670, Fax: 08682 896711  
office.de@wh.com, www.wh.com

## Bis zu 60° kompensierbar



Die derzeit am Implantatmarkt erhältlichen Attachmentssysteme erlauben eine Angulationskompensation von bis zu 40°. Straumann präsentiert nun unter dem Namen SFI-

Anchor (SFI: Stress Free Implants) eine leistungsfähigere Lösung zur Befestigung von Deckprothesen auf Implantaten. Die neuen Sekundärteile ermöglichen eine um 50 Prozent höhere Kompensation der Implantatangulation. Der Zahnarzt kann mit dieser neuen Technik Implantatdivergenzen von bis zu 60° leicht ausgleichen. Auch verringert sich durch die innovative Konstruktion das Risiko abgenutzter Sekundärteile. Die abriebfesten Retentionseinsätze haben eine längere Haltbarkeit. SFI-Anchor ist für die Straumann Implantate RC (Regular CrossFit) und RN (Regular Neck) erhältlich. Eine kurze Einführung in das Produkt bietet ein Video, das auf der Straumann Website unter der Rubrik „Lösungen für unbezahnte Kiefer“ zu finden ist.

### Straumann GmbH

Jechtinger Straße 9, 79111 Freiburg  
Tel.: 0761 45010. Fax: 0761 450 1149  
info.de@straumann.com, www.straumann.de

## ICX-MAGELLAN von medentis medical

Digitale Implantatplanung und geführte Chirurgie halten verstärkt Einzug in die moderne Zahnmedizin. medentis medical rundet sein bewährtes Implantatsystem ICX-templant nun mit einer eigenen Planungssoftware ab. Mit nur 59 Euro pro Bohrschablone kommt damit neuer Schwung in die Preispolitik der schablonengeführten Implantologie.



Mit dem ICX-Magellan-System bietet die medentis medical jetzt eine Möglichkeit zur 3Dgeplanten und schablonengeführten Implantation als Komplettsystem: angefangen bei der digitalen Analyse der Patientenfälle über die präzise Behandlungsplanung bis hin zur Erstellung einer auf die Therapiestrategie abgestimmten individuellen Bohrschablone für das ICX-SafetyGuide-Bohrersystem. Die ICX-Magellan Software ist kompatibel mit CT/DVTB Bildern im DICOM 3.0-Format, welche alle modernen CTs und DVTs erstellen können.

### medentis medical GmbH

Gartenstraße 12, 53507 Dernau  
Tel.: 02643 902000-0, Fax: 02643 902000-20  
info@medentis.de, www.medentis.de

J. Kilian<sup>1</sup>

# Die prothetische Versorgung beim Gorlin-Goltz-Syndrom: ein Fallbericht

## *Prosthetic rehabilitation at the Gorlin-Goltz syndrome: a case report*



J. Kilian

**Einführung:** Das Gorlin-Goltz-Syndrom ist eine autosomal dominant vererbte multifaktorielle Erkrankung, die im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich durch das Auftreten von multiplen Basaliomen bzw. Basalzellkarzinomen und odontogenen Keratozysten charakterisiert ist.

**Methode:** Der vorliegende Fallbericht stellt die prothetische Versorgung einer Patientin mit Gorlin-Goltz-Syndrom vor. Die Patientin wünschte keine weiteren chirurgischen Eingriffe und wurde daher konventionell mit Teleskopprothesen versorgt.

**Ergebnisse/Schlussfolgerung:** Die Lebensqualität von Patienten mit Gorlin-Goltz-Syndrom ist aufgrund der zahlreichen notwendigen operativen Eingriffe zur Entfernung der Neoplasien, der daraus resultierenden Vernarbungen im Gesichtsbereich und des frühzeitigen Zahnverlustes oftmals stark eingeschränkt. Daher wünschen sich die Patienten häufig eine unkomplizierte prothetische Versorgung ohne weitere chirurgische Eingriffe. Unabhängig von der Art der prothetischen Versorgung sind sehr engmaschige Kontrolluntersuchungen sowie eine enge Zusammenarbeit mit den weiteren behandelnden Ärzten unabdingbar. (Dtsch Zahnärztl Z 2013, 68: 662–667)

*Schlüsselwörter:* Gorlin-Goltz-Syndrom; naevoides Basalzellkarzinom; naevoide Basalzellkarzinomatose; naevoide Basalzellkarzinome; Kieferzysten; Doppelkronen; Teleskopkronen; Teleskopprothesen

**Introduction:** Gorlin-Goltz syndrome is a multifactorial hereditary condition and is transmitted as an autosomal dominant trait. It is characterized by the appearance of multiple basaliomata or basal cell carcinomata and odontogenic keratocysts in the oral and maxillofacial area.

**Method:** This case report presents the prosthetic rehabilitation of a patient with Gorlin-Goltz syndrome. Since the patient did not wish any further surgical treatments, she was provided with conventional telescopic prostheses.

**Results/Conclusion:** Patients with Gorlin-Goltz syndrome often have a limited quality of life because of the numerous surgical treatments necessary for the removal of neoplasias, the resultant scarring in the facial area and the early loss of teeth. Therefore the patients often ask for an uncomplicated prosthetic treatment without any further surgical interventions. Regardless of the kind of prosthetic treatment, regular control check-ups and close cooperation with the patient's other doctors are indispensable.

*Keywords:* Gorlin-Goltz syndrome; naevoid basal cell carcinoma; naevoide naevoid basal cell carcinomatosis; naevoid basal cell carcinomata; jaw cysts; double crowns; telescopic crowns; telescopic crown-retained partial dentures

<sup>1</sup> Fichtestr.3, 78224 Singen

Peer-reviewed article: eingereicht: 15.01.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 24.04.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0662-0667

Hauptkriterien (Major criteria)	Nebenkriterien (Minor criteria)
Multiple Basalzellkarzinome	Spina bifida
Solitär, vor dem 20-ten Lebensjahr auftretende Basalzellkarzinome	Verkürzung des I. Metakarpalknochens
Odontogenetische Keratozysten	Hypertelorismus
Palmo-plantare Pits	Telecantus
Verkalkung der Falx Cerebri	Frontooccipitaler Kopfumfang
Rippenanomalien (gespalten, verschmolzen, fehlend)	
Ovarialfibrome	
Medulloblastom	
Phalangenentzündung	
Verkürzung des IV. Metakarpalknochens	

**Tabelle 1** Diagnostische Haupt- und Nebenkriterien bei Gorlin-Goltz-Syndrom nach Kimonis et al. 1997 [14].

**Table 1** Major and minor diagnostic criteria for Gorlin-Goltz syndrome according to Kimonis et al. 1997 [14].

## Einleitung

Das Gorlin-Goltz-Syndrom ist eine Erkrankung, die unter den Namen Naevobasalzellkarzinomatose, erbliche kutaneo-mandibuläre Polyonkose, Ward Syndrom, Naevoides Basalzellkarzinomsyndrom, Hermans-Großfeld-Spaas-Valk-Krankheit, Basalzellnaevussyndrom (BZNS) oder Naevobasalzellkarzinome bekannt ist. *Kaposi* berichtete 1872 erstmals über die Symptomatik. *Jarisch* und *White* befassten sich 1894 mit dem Krankheitsbild [12]. 1960 beschrieben und benannten *Robert Goltz* und *Robert Gorlin* die Erkrankung [10].

Die klinischen Hauptsymptome der Erkrankung sind das Auftreten von Basalzellkarzinomen, Palmoplantarkeratosen, Gabelrippen und Verkalkungen der Falx cerebri. Die Manifestation der Erkrankung ist in jeder Altersgruppe möglich. Im klinischen Bild ist die Erkrankung häufig mit multiplen Nebensymptomen verbunden. Neben der Haut können das ZNS, das Skelettsystem, die Augen, der Mund- und Kieferbereich, das kardiovaskuläre System sowie der Genitaltrakt betroffen sein (siehe Tab. 1) [14, 16, 17].

Bei 65–75 % der Patienten treten gehäuft odontogene Keratozysten auf [4], und zwar zweimal häufiger im Unter- als im Oberkiefer, v.a. im Ramus- und posterioren Bereich des Unterkiefers [18, 31].

Oberkieferzysten finden sich hauptsächlich im Bereich der Tubera und der Eckzähne. Die Behandlung der Keratozysten erfolgt durch Enukektion, Kürettage, Marsupialisation, En-block-Resektion sowie Sagittal-Split und Le Fort 1-Osteotomie zur Verbesserung des chirurgischen Zugangs [25]. Als Folge dieser Zysten bzw. ihrer Entfernung verlieren die Patienten häufig schon in einem frühen Alter viele Zähne. Die prothetische Versorgung betroffener Patienten erfordert vom Zahnarzt eine enge multidisziplinäre Zusammenarbeit mit dem betreuenden Kieferchirurgen und den anderen behandelnden Ärzten.

## Falldarstellung

### Anamnese

Eine 71-jährige Patientin (Abb. 1–3) stellte sich mit dem Wunsch zur prothetischen Neuversorgung des Ober- und Unterkiefers vor.

Die allgemeine Anamnese ergab, dass die Patientin an dem Gorlin-Goltz Syndrom litt. Aufgrund dieser multifaktoriellen Erkrankung befand sich die Patientin in allgemeinmedizinischer, dermatologischer, neurologischer, augenärztlicher und psychologischer Behandlung. Bei der Patientin mussten bereits zahlreiche Ba-

salzellnävi und Kieferzysten entfernt werden.

Die erste Kieferzyste wurde zusammen mit mehreren bleibenden Zähnen im Alter von 12 Jahren entfernt. Mit 14 Jahren erfolgte eine Nachresektion der Zyste. Eine weitere Zystektomie wurde ein Jahr später im ersten Quadranten vorgenommen. Dabei wurden weitere bleibende Zähne extrahiert. Im Alter von 19 Jahren wurde die Patientin aufgrund einer Zyste im zweiten Quadranten erneut operiert. Auch bei diesem operativen Eingriff wurden bleibende Zähne entfernt. Die erste prothetische Versorgung erhielt die Patientin im Alter von 25 Jahren.

Die Patientin wurde allein im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich bislang mehr als 30 Mal operiert. Zum einen mussten mehrfach intraorale operative Eingriffe zur Entfernung von Kieferzysten vorgenommen werden. Zum anderen wurden zahlreiche Basalzellkarzinome mit Hilfe der photodynamischen Therapie (PDT), der Kryotherapie oder auf chirurgischem Wege entfernt.

Zum Zeitpunkt der Erstvorstellung bestanden mehrere basaloide Veränderungen am gesamten Körper. Auch unterschiedlich große, multilokale Epidermalzysten und Lipome wurden diagnostiziert. Diese multiplen, gutartigen Tumore, die bei der Patientin gehäuft besonders im Bereich der Extremitäten auftraten,





**Abbildung 1** Palmarare Pits.

**Figure 1** Palmar pits.



**Abbildung 2** Lippenbild der Ausgangssituation

**Figure 2** Lip image of the initial situation.



**Abbildung 3** Intraorale vestibuläre Ansicht der Ausgangssituation.

**Figure 3** Intraoral vestibular view of the initial situation.

wurden neben den Basalzellkarzinomen ebenso dermatologisch therapiert.

## Befundaufnahme

### Dental

Die Zähne 18, 17, 16, 23–28, 38–35, 31–48 fehlten. Viele davon waren im Rahmen der operativen Eingriffe der Zystenresektionen entfernt worden. Aufgrund von Karies und überstehenden Kronenrändern wurden multiple insuffiziente Kronen sowie eine insuffiziente prothetische Versorgung im Ober- und Unterkiefer festgestellt. Die Zähne 15 bis 22 wiesen Karies auf. Die Zähne 14, 11, 22 und 34 waren wurzelkanalbehandelt und reagierten negativ auf den Kälteprovokationstest. Der Zahn 32 war epigingival frakturiert und wies eine Caries profunda auf. Dieser Zahn reagierte ebenfalls negativ auf den Kälteprovokationstest.

### Parodontal

Die Zähne im Ober- und im Unterkiefer wiesen erhöhte Sondierungstiefen auf. Der Zahn 22 wies bukkal eine Sondierungstiefe von 10 mm auf. Die Zähne 14 und 22 zeigten einen Lockerungsgrad von I. Der Zahn 14 zeigte zusätzlich einen Furkationsbefall von Grad I mesial und Grad II distal. Die Zähne 13 und 12 wiesen einen Attachmentverlust von bis zu 5 mm auf. Der BOP (Bleeding on Probing) war mit 37,5 % erhöht. Die Mundhygiene wurde als mäßig eingestuft. Der zahnlose Unterkieferabschnitt wies nur einen geringen Anteil befestigter Gingiva auf.

### Funktionell

Aufgrund der stark abgenutzten Prothesenzähne lag eine mangelnde Abstützung

im Seitenzahnbereich vor. Zusätzlich bestand in der Front ein Kreuzbiss sowie ein Kopfbiss im Seitenzahnbereich. Die Laterotrusion erfolgte über die Frontzähne.

### Prothetisch

Beide Kiefer waren prothetisch mit insuffizienten, etwa 10 Jahre alten Prothesen versorgt. Im Oberkiefer befand sich eine Stegprothese, der Unterkiefer war mit einer insuffizienten Teleskopprothese versorgt (Abb. 4a, b).

### Röntgenologisch

Röntgenologisch konnte ein horizontaler Knochenabbau mit vertikalen Einbrüchen Regio 15, 14, 11, 21, 22, 32, 34 festgestellt werden. Die unbezahnten Kieferabschnitte wiesen einen horizontalen und vertikalen Kieferkammabbau auf. Die Zähne 14, 11, 22 und 34 waren endodontisch behandelt. Die Zähne 22 und 34 zeigten eine insuffiziente Stiftversorgung. Röntgenologisch konnte Karies an den Zähnen 14, 11, 21, 34, 33 und 32 diagnostiziert werden. Die Zähne 14, 11, 22 und 32 wiesen periapikale Aufhellungen auf. Im apikalen Wurzelabschnitt des Zahnes 14 zeigte sich überstopftes Wurzelkanalmaterial als eine diffuse Verschattung (Abb. 5).

## Diagnosen

Intraoral konnte eine Atrophie der unbezahnten Kieferabschnitte (Klasse III nach *Seibert*) festgestellt werden. Dental lag ein prothetisch und konservierend insuffizient versorgtes adultes Gebiss vor. Dabei wurden multiple kariöse Läsionen an den Zähnen 15, 14, 12, 11, 21, 22, 34, 33 und 32 festgestellt. Parodontal wurde eine generalisierte chronische moderate Parodontitis diagnostiziert.

Es bestand eine Neutralbisslage mit Kreuzbiss in der Front. Die funktionelle Abstützung war aufgrund der abgenutzten prothetischen Versorgung insuffizient. Sowohl Ober- als auch Unterkiefer waren mit insuffizienten Kronen und Prothesen versorgt. Im Oberkiefer lag eine Kennedy-Klasse I, im Unterkiefer eine Kennedy-Klasse I<sub>3</sub> vor. Der röntgenologische Befund ergab eine Kieferkammatrophy der unbezahnten Kieferkammabschnitte und einen horizontalen Knochenverlust der bezahnten Bereiche beider Kiefer. Apikal des Zahnes 14 befand sich überstopftes Wurzelmaterial. Die Zähne 22 und 32 hatten eine fortgeschrittene Parodontitis apikal. Alle vorhandenen Kronen wiesen röntgenologisch insuffiziente Ränder auf.

## Prognosen

Die Zähne 14 und 22 erhielten aufgrund der vorliegenden insuffizienten Wurzelkanalbehandlungen mit dem überstopften Material an Zahn 14, dem insuffizienten Stift an Zahn 22 sowie dem Attachmentverlust eine schlechte Prognose. Aufgrund der ausgedehnten apikalen Osteolyse und des Attachmentverlusts war Zahn 32 ebenso nicht erhaltungswürdig. Die Prognose der Zähne 11 und 33 wurde aufgrund der vorliegenden insuffizienten Wurzelkanalversorgung als fraglich eingestuft. Die Zähne 15, 13, 12, 21, 33 erhielten eine gute Prognose für die geplante Neuversorgung.

## Behandlungsplanung

Nach eingehender Beratung über die zahlreichen therapeutischen Versorgungsmöglichkeiten äußerte die Patientin den dringenden Wunsch einer pro-



thetischen Versorgung ohne weitere operative Eingriffe. Somit war eine festsitzende Versorgung der beiden Kiefer nicht möglich. Auch eine implantologische Pfeilerzahnvermehrung im vierten Quadranten kam für sie nicht in Frage.

Ein weiterer Wunsch der Patientin war eine möglichst langlebige Versorgung, um im Falle eines Zahnverlustes die Prothese weiterhin tragen zu können. Ästhetisch wünschte sich die Patientin längere Oberkieferzähne und ein ebenmäßigeres Lächeln. Es wurde daher im Ober- und Unterkiefer eine Versorgung mit offenen gestalteten Teleskopprothesen geplant. Teleskopprothesen haben ein großes Indikationsspektrum, können einfach erweitert werden und bieten einen im Vergleich zu Modellgussprothesen erhöhten Tragekomfort [11].

## Therapie

### Präprothetische Vorbehandlung

Nach parodontaler Vorbehandlung und Entfernung der Kronen im Ober- und Unterkiefer erhielten die Pfeilerzähne Aufbaufüllungen (Clearfil Core, Kuraray Europe GmbH, Frankfurt/Main). Bei der Kariesexkavation zeigte sich, dass der Zahn 11 derart stark kariöse Defekte aufwies, dass er ebenfalls nicht mehr erhaltungswürdig war. Daher wurde er zusammen mit den anderen nichterhaltungswürdigen Zähnen 14, 22 und 32 extrahiert. Bei Zahn 22 zeigte sich nach der Extraktion eine radiologisch nicht erkennbare Wurzellängsfraktur durch einen perforierten Stift (Abb. 6).

Der Zahn 34 wurde endodontisch revidiert und mit einem Titanstift (ER Stabilisierungsstift, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG, Lemgo) sowie mit einem plastischen Aufbau (Clearfil Core, Kuraray Europe GmbH, Frankfurt/Main) versorgt. Aufgrund einer koronalen Fraktur des Zahns 33 wurde eine Wurzelkanalfüllung und anschließend ein gegossener Stiftkernaufbau angefertigt. Nach vorläufiger Präparation der Pfeilerzähne wurden diese mit Provisorien versorgt und Interimsprothesen eingegliedert.

### Prothetische Phase

Nach der Reevaluation der präprothetischen Phase erfolgte eine definitive epigingivale Hohlkehlpräparation der Pfei-

lerzähne. Die Abformung beider Kiefer erfolgte mit individuellen Löffeln und einem Polyether-Abformmaterial (Impregum Penta 3M Espe, Neuss). Die Herstellung der Sägemodelle diente der Anfertigung der Primärkronen. Die darauffolgende Fixationsabformung (Impregum Penta 3M Espe, Neuss) diente der Herstellung der Arbeitsmodelle, der Anfertigung von Registrierschablonen sowie einer Schablone für die Gesichtsbogenübertragung. Nach der zentrischen Kieferrelationsbestimmung und der Gesichtsbogenübertragung fertigte das Labor eine Wachsauflage mit Kunststoffzähnen und nach deren korrekter Passung das Gerüst an. Anschließend wurde die Wachsauflage auf das Gerüst übertragen, nochmals anprobiert und auf Passung, Funktion und Ästhetik überprüft. Eine weitere Sitzung erfolgte mit der in Kunststoff übertragenen fertiggestellten Arbeit (Aesthetic Autopolymerisat Candulor AG, Wangen/ZH, CH) (Abb. 7a und b). Die Befestigung der Primärkronen erfolgte mit einem Glasionomerzement (Cetac-Cem-Plus, 3M Espe, Neuss) (Abb. 8a und b).

### Nachsorge

Bereits beim ersten Kontrolltermin nach einem Jahr wurde die Neubildung einer Zyste im vierten Quadranten diagnostiziert. Diese wurde operativ entfernt. Nach 6 Wochen wurde die Prothese in diesem Bereich unterfüttert. Das Recall wurde halbjährlich festgelegt.

## Diskussion

Das Gorlin-Goltz-Syndrom ist eine multifaktorielle Erkrankung [16]. Die Manifestation dieser Erkrankung ist in jeder Altersgruppe möglich [27]. Ihre Ätiologie beruht auf einer autosomal dominanten Vererbung. Sie kann durch eine inkomplette Penetranz von Mutationen der Loci des Gens 9q22.3 (ein PTCH Tumorsuppressoren), 9q31 und 1p32 hervorgerufen werden [6, 13, 16, 23]. Die Symptomatik zeigt sich in multiplen pathologischen Veränderungen oder Missbildungen der Haut, des Gehirns, des Skeletts, der Knochen, der Weichgewebsstrukturen des orofazialen Systems, des Genitaltraktes sowie des Seh- und des Hörvermögens.

Die zahnärztliche Untersuchung bei Gorlin-Goltz-Patienten spielt eine enorm wichtige Rolle, da die Erkrankung auf-



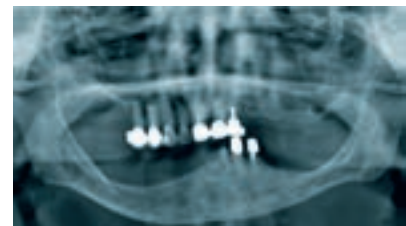
**Abbildung 4a** Intraorale, okklusale Ansicht der insuffizienten Oberkieferversorgung.

**Figure 4a** Intraoral, occlusal view of the insufficient supply of the maxilla.



**Abbildung 4b** Intraorale, okklusale Ansicht der insuffizienten Unterkieferversorgung.

**Figure 4b** Intraoral, occlusal view of the insufficient supply of the mandible.



**Abbildung 5** OPT der Ausgangssituation.

**Figure 5** OPT of the initial situation.

grund der häufig auftretenden Kieferzysten oft das erste Mal beim Zahnarzt diagnostiziert wird [20]. Die Zystenbildung wurde sowohl im Ober- als auch Unterkiefer beobachtet [1–3, 7, 10, 27, 30].

Aufgrund der weiteren vielfältigen Symptome der Erkrankung benötigen die Patienten eine multidisziplinäre medizinische Betreuung. Somit ist eine dermatologische, neurologische, pädiatrische, chirurgische, psychologische, kieferchirurgische und zahnärztliche Aufsicht von Bedeutung [5, 8, 20].

Die dermatologische Betreuung bezieht sich vor allem auf die Diagnostik der Basalzellkarzinome. Bei 50 bis 97 % der



**Abbildung 6** Längsfraktur des Zahns 22.  
**Figure 6** Longitudinal fracture of tooth 22.

Patienten treten multiple Hauttumoren auf. Zu den weiteren klinischen Hautsymptomen zählen gehäuft anzutreffende palmo-plantare Pits [24]. Diese äußern sich als punktförmige Grübchen (Abb. 1), die an den Innenflächen der Hände und der Füße lokalisiert sind [9].

Im stomatognathen System manifestiert sich die Erkrankung durch das Auftreten von Mund-, Kiefer- und Gaumenspalten, durch Nichtanlagen, einen gestörten Zahndurchbruch, impaktierte Zähne oder Zahnfehlbildungen. Malignitäten, die im Mund- und Kieferbereich vorkommen, sind die Medulloblastome, Ameloblastome, Spindelzellkarzinome, odontogenetische Myxome, Fibrosarkome und idiopathische Pseudozysten [14]. Es wurden Anomalien wie ein skelettal offener Biss, Progenie, eine Hyperplasie des Processus coronoideus, eine Malokklusion sowie ein tiefer Gaumen beobachtet. Weiterhin können das zentrale Nervensystem, das Skelett, die Augen, das kardiovaskuläre System, das auditive System sowie der Genital- [16, 17] und der Gastrointestinaltrakt [26] betroffen sein.

Die Diagnostik der Erkrankung erfolgt nach vorliegenden Symptomen. Wenn mehr als 2 Basalzellkarzinome vorliegen bzw. ein Basalzellkarzinom vor dem 30. Lebensjahr diagnostiziert wird, wenn Kieferzysten vorliegen, eine Verkalkung der Falx cerebri oder palmoplantare Grübchen (mehr als 3) anzutreffen sind, so handelt es sich um Hauptkriterien der Erkrankung. Andere Symptome zählen als Nebenkriterien [15]. Sind 2 Hauptkriterien anzutreffen oder liegt ein Hauptkriterium und 2 Nebenkriterien vor, so ist die Diagnose der Erkrankung eindeutig (siehe Tab. 1 [14]).

Die Therapie der Erkrankung im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich erfolgt symptomatisch, indem auftretende pathologische Veränderungen wie Basal-



**Abbildung 7a** Intraorale, okklusale Ansicht des mit Teleskopkronen versorgten Oberkiefers.

**Figure 7a** Intraoral, occlusal view of the maxilla supplied with telescopic crowns/prostheses.



**Abbildung 8a** Intraorale, okklusale Ansicht der neuen Oberkieferversorgung.

**Figure 8a** Intraoral, occlusal view of the new maxilla supply.



**Abbildung 7b** Intraorale, okklusale Ansicht des mit Teleskopkronen versorgten Unterkiefers.

**Figure 7b** Intraoral, occlusal view of the mandible supplied with telescopic crowns/prostheses.



**Abbildung 8b** Intraorale, okklusale Ansicht der neuen Unterkieferversorgung.

**Figure 8b** Intraoral, occlusal view of the new mandible supply.

(Tab. 1, Abb. 1–10: J. Kilian)

zellkarzinome oder Kieferzysten entfernt werden.

Basalzellkarzinome können entweder chirurgisch oder mithilfe einer photodynamischen Therapie entfernt werden [21]. Zysten werden chirurgisch, mithilfe der Kryotherapie oder mithilfe Carnoy'scher Lösung entfernt [28]. Die chirurgische Entfernung der Zysten reicht vom einfachen Eingriff wie der Enukleation mit Kürettage bis hin zu komplizierten Operationen wie der Enukleation mit peripherer Osteotomie [2] oder der Entfernung des gesamten Knochenblocks [22].

Eine prothetische Versorgung von Patienten mit Gorlin-Goltz-Syndrom ist oft erschwert, da es aufgrund der Zystenbildungen und deren Entfernung häufig schon zu einem frühen Zahnverlust kommen kann [20]. Die noch verbliebenen Pfeilerzähne sind oftmals ungünstig verteilt und die Patienten weisen große Kieferkammdefekte auf.

Der Zahnarzt sollte eine prothetische Versorgung in Abhängigkeit vom gesund-

heitlichen und psychischen Zustand des betroffenen Patienten planen und durchführen. Grundsätzlich sind alle Versorgungsarten möglich. Auch eine Implantation ist bei solchen Patienten nicht kontraindiziert. Allerdings können aufgrund der jeweiligen Knochenqualität und -quantität Komplikationen entstehen, die zu einem Verlust der Implantate führen können [19].


Aufgrund der angeborenen und erworbenen Defekte wurde die prothetische Behandlung der vorgestellten Patientin erschwert. Da die Patientin schon zahlreiche vorherige Operationen durchziehen musste und weitere Kieferzysten nicht auszuschließen waren, wünschte sie sich eine prothetische Neuversorgung, die keine weiteren operativen Eingriffe erforderte.

Die Versorgung der Patientin mit Teleskopprothesen hat durchaus Vorteile. Die prothetische Versorgung mit Doppelkronenprothesen weist einen guten Prothesenhalt und eine gute -stabilität sowie

ein optimales ästhetisches Ergebnis auf. Im Falle eines verloren gegangenen Pfeilerzahnes können die Teleskopprothesen sehr einfach erweitert werden. Auf operative Eingriffe z.B. in Form einer implantologischen Pfeilervermehrung wurde auf Wunsch der Patientin verzichtet. Doppelkronenpfeiler haben eine höhere Überlebensrate, wenn der Patient in ein regelmäßiges Nachsorgeprogramm aufgenommen wird [29]. Bei der vorgestellten Patientin ist ein strenges Recall unerlässlich, um pathologische Kieferveränderungen frühzeitig erkennen und behandeln zu können.

## Schlussfolgerung

Im vorliegenden Fallbericht wurde die prothetische Versorgung einer Patientin mit Gorlin-Goltz-Syndrom vorgestellt. Die zahnärztliche Betreuung solcher Patienten sollte in Kooperation mit anderen behandelnden Ärzten wie Chirurgen, Dermatologen, Kieferchirurgen, Psychologen und Neurologen durchgeführt werden. Aufgrund der multiplen operativen Eingriffe im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich wurden auf Wunsch der Patientin keine weiteren chirurgischen Eingriffe durchgeführt. Im Ober- und im Unterkie-

fer erfolgte eine prothetische Versorgung mit Teleskopprothesen. Eine regelmäßige Nachkontrolle zur frühen Erkennung neu auftretender Zysten ist unerlässlich. 

**Interessenskonflikt:** Die Autorin erklärt, dass kein Interessenskonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

## Korrespondenzadresse

ZÄ Jolante Kilian  
Fichtestr.3, 78224 Singen  
jolie.kilian@gmx.de

## Literatur

1. Auluck A, Suhas S, Pai KM: Multiple odontogenic keratocysts: report of a case. *J Can Dent Assoc* 2006;72:651–656
2. Bornstein MM, Filippi A, Altermatt HJ et al.: Die odontogene Keratozyste oder benigner Tumor? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005;115:110–128
3. Brooks JK, Nikitakis NG: Recurring lesions of the jaws. Gorlin-Goltz syndrome. *Gen Dent* 2008;56:106, 108–109
4. Carl W, Helm F, Wood R: Disorders involving medicine and dentistry: the basal cell nevus syndrome. *Quintessenz Int Dent Dig* 1982;13:1041–1047
5. Casaroto AR, Loures DC, Moreschi E et al.: Early diagnosis of Gorlin-Goltz syndrome: case report. *Head Face Med* 2011;7:2
6. Cohen MM, Jr.: Nevoid basal cell carcinoma syndrome: molecular biology and new hypotheses. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:216–223
7. Daramola JO, Komolafe OF, Ajagbe HA et al.: Syndrome of multiple jaw cysts, skeletal anomalies, and basal cell nevi: report of a case. *J Natl Med Assoc* 1980;72:259–262
8. Debski T, Jethon J: [Gorlin-Goltz syndrome – a case report]. *Pol Merkur Lekarski* 2010;28:466–469
9. Diaz-Fernandez JM, Infante-Cossio P, Belmonte-Caro R et al.: Basal cell nevus syndrome. Presentation of six cases and literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2005;10(Suppl.1): E57–66
10. Gorlin RJ, Goltz RW: Multiple nevoid basal-cell epithelioma, jaw cysts and bifid rib. A syndrome. *N Engl J Med* 1960;262:908–912
11. Groten M RG: Hybridteleskope zur Verankerung von kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz. *Quintessenz Zahntech* 2009;1568–1580
12. Jarisch W: Zur Lehre von den Hautgeschwülsten. *Arch Dermatol Syphilol* 1894;28:162–222
13. Johnson RL, Rothman AL, Xie J et al.: Human homolog of patched, a candidate gene for the basal cell nevus syndrome. *Science* 1996;272:1668–1671
14. Kimonis VE, Goldstein AM, Pastakia B et al.: Clinical manifestations in 105 persons with nevoid basal cell carcinoma syndrome. *Am J Med Genet* 1997;69:299–308
15. Ljubenovic M, Ljubenovic D, Binic I et al.: Gorlin-Goltz syndrome. *Acta Dermatovenerol Alp Panonica Adriat* 2007;16:166–169
16. Lo Muzio L: Nevoid basal cell carcinoma syndrome (Gorlin syndrome). *Orphanet J Rare Dis* 2008;3:32
17. Lo Muzio L, Nocini PF, Savoia A et al.: Nevoid basal cell carcinoma syndrome. Clinical findings in 37 Italian affected individuals. *Clin Genet* 1999;55:34–40
18. Lovin JD, Talarico CL, Wegert SL et al.: Gorlin's syndrome with associated odontogenic cysts. *Pediatr Radiol* 1991;21:584–587
19. Markt JC: Implant prosthodontic rehabilitation of a patient with nevoid basal cell carcinoma syndrome: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2003;89:436–442
20. Nagy K, Kiss E, Erdei C et al.: Complex care by multiple medical and dental specialists of a patient with aggressive Gorlin-Goltz syndrome. *Postgrad Med J* 2008;84:330–332
21. Neves DR, Ramos DG, Magalhaes GM et al.: Photodynamic therapy for treatment of multiple lesions on the scalp in nevoid basal cell carcinoma syndrome: case report. *An Bras Dermatol* 2010;85: 545–548
22. Ortega Garcia de Amezaga A, Garcia Arregui O, Zepeda Nuno S et al.: Gorlin-Goltz syndrome: clinicopathologic aspects. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13:E338–343
23. Pan S, Dong Q, Sun LS et al.: Mechanisms of inactivation of PTCH1 gene in nevoid basal cell carcinoma syndrome: modification of the two-hit hypothesis. *Clin Cancer Res* 2010;16:442–450
24. Pereyra-Rodriguez JJ, Bernabeu-Wittel J, Conejo-Mir J: Multiple palmar pits and basal cell carcinomas. *CMAJ* 2010;182:E533
25. Posnick JC, Clokie CM, Goldstein JA: Maxillofacial considerations for diagnosis and treatment in Gorlin's syndrome: access osteotomies for cyst removal and orthognathic surgery. *Ann Plast Surg* 1994;32:512–518
26. Prodinge PM, Sarbia M, Massmann J et al.: Gorlin syndrome associated with small bowel carcinoma and mesenchymal proliferation of the gastrointestinal tract: case report and review of literature. *BMC Cancer* 2010;10:360
27. Rai S, Gauba K: Jaw cyst-Basal cell nevus-Bifid rib syndrome: a case report. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007;25: 137–139
28. Voorsmit RA: The incredible keratocyst: a new approach to treatment. *Dtsch Zahnärztl Z* 1985;40:641–644
29. Wenz HJ Kern M: Langzeitbewahrung von Doppelkronen. *Quintessenz Zahntech* 2007;1482–1494
30. Wilson C, Murphy M: Conservative management of multiple keratocystic odontogenic tumours in a child with Gorlin-Goltz syndrome: a case report. *Eur J Paediatr Dent* 2008;9:195–198
31. Woolgar JA, Rippin JW, Browne RM: A comparative histological study of odontogenic keratocysts in basal cell naevus syndrome and control patients. *J Oral Pathol* 1987;16:75–80



# dent up date

▶ So fühlt sich Wissen an.  
Erleben Sie **all-in-one**  
Fortbildung in neuer  
Qualität!



Die ersten 50 Anmeldungen  
erhalten einen Dental  
Online College Gut-  
schein im Wert von

**€ 50**

**Implantologie**  
Sa., 15.02.2014

**JETZT FRÜHBUCHER-  
RABATT BIS ZUM  
15.12.2013 SICHERN!**

Anmelden unter  
[www.dent-update.de](http://www.dent-update.de)

Fleming's  
Conference Hotel  
in Frankfurt a. M.

## 1 Tag Fortbildung Jahr Fachwissen

Sie erfahren alles über  
die neuesten Erkenntnisse  
in der Implantologie an  
nur einem Tag  
(8 CME-Punkte).

## Expertenwissen und Austausch

Sie besprechen Ihr  
individuelles Fallbeispiel  
mit Koryphäen der  
Zahnmedizin und  
diskutieren mit Kollegen.

## Renommierte Experten

Prof. Dr. Günter Dhom  
Prof. Dr. Frank Schwarz  
Prof. Dr. Jürgen Becker  
Dr. Gerhard Iglhaut  
Prof. Dr. Axel Zöllner

PARTNER:



VERANSTALTER:





F. Halling<sup>1</sup>

# Zahnärztlich relevante Neben- und Wechselwirkungen der meistverordneten Arzneimittel in Deutschland

*Dentally relevant side effects and interactions of the most prescribed drugs in Germany*



F. Halling

**Einleitung:** Mehr als 50 % aller zahnmedizinischen Patienten sind heute multimorbide und multimedikamentiert. Unter einer Polypharmakotherapie treten unerwünschte Arzneimittelwirkungen besonders häufig auf. Deshalb sollten Zahnärzte die wichtigsten Nebenwirkungen der am häufigsten verordneten systemischen Arzneimittel und deren mögliche Interaktionen mit der zahnärztlichen Medikation kennen.

**Methode:** Eine Übersicht der 50 in Deutschland am häufigsten verordneten Arzneimittel des Jahres 2011 wurde erstellt. Auf der Basis der aktuellen Fachinformationen wurden die Arzneimittel mit unerwünschten oralen Reaktionen und potenziellen Interaktionen mit dentalen Antibiotika, Analgetika und Lokalanästhetika herausgesucht und analysiert.

**Ergebnisse:** 24 Arzneimittel zeigen unerwünschte orale Arzneimittelwirkungen, davon 7 mit mehreren Nebenwirkungen. Drei Arzneimittel verursachen „sehr häufig“, 12 „häufig“ und 12 „gelegentlich“ orale Nebenwirkungen. Am häufigsten treten Geschmackstörungen und Mundtrockenheit als unerwünschte Wirkungen auf. Bei den Arzneimittelinteraktionen sind besonders die Auswirkungen auf die kardiale Erregungsleitung, die systemische Adrenalinwirkung und das Blutungsrisiko von Bedeutung.

**Schlussfolgerung:** Besonders bei älteren Patienten mit Polypharmakotherapie müssen Zahnärzte mit unerwünschten oralen Arzneireaktionen rechnen. Schwere Neben- und Wechselwirkungen sind im oralen Bereich selten, können aber lebensbedrohlich sein. Die Komplexität vieler Erkrankungen macht eine laufende Auffrischung der pharmakologischen Kenntnisse für den Zahnarzt unabdingbar.

(Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 669–676)

*Schlüsselwörter:* Arzneimittel; Deutschland; Nebenwirkungen; Arzneimittelinteraktionen; oraler Bereich; Zahnärzte

**Introduction:** Today more than 50 % of all dental patients suffer from multimorbidity and take multiple drugs. Adverse drug reactions appear most frequently under polypharmacy. Therefore dentists should know the essential side effects of the most frequently prescribed systemic drugs and their possible interactions with the dental medication.

**Method:** An overview of the 50 most prescribed drugs in Germany in 2011 was compiled. Based on the current summaries of product characteristics the drugs with adverse oral reactions and potential interactions with dental antibiotics, analgesics and local anesthetics were selected and analyzed.

**Results:** 24 drugs show adverse oral drug reactions, including 7 with multiple side effects. Three drugs cause oral side effects „very often“, 12 „often“ and 12 „sometimes“. Dysgeusia and xerostomia are the most frequent adverse drug reactions. Referring to the drug interactions especially the impact on cardiac conduction, the systemic effect of adrenaline and the risk of bleeding are of importance.

**Conclusion:** Due to polypharmacy especially in elder patients dentists must be alert to adverse oral drug reactions. Severe side effects or interactions in the oral region are rare, but can be life-threatening. Because of the complexity of many diseases a continuous update of the pharmacological knowledge is inevitable for the dentist.

*Keywords:* drugs; Germany; side effects; drug interactions; oral region; dentists

<sup>1</sup> Gesundheitszentrum Fulda, Fulda, Hessen

Peer-reviewed article: eingereicht: 31.05.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 19.08.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0669-0676



Definition	Häufigkeit
Sehr häufig	≥ 1/10
Häufig	≥ 1/100 bis < 1/10
Gelegentlich	≥ 1/1000 bis < 1/100
Selten	≥ 1/10.000 bis < 1/1000
Sehr selten	< 1/10.000
Nicht bekannt	Häufigkeit auf Grundlage der verfügbaren Daten nicht abschätzbar

**Tabelle 1** Häufigkeiten von UAW: Angaben in den Fachinformationen (nach [31]).

**Table 1** Frequencies of adverse drug reactions: Data in the summaries of product characteristics (according to [31]).

## Einleitung

„Ich werde ärztliche Verordnungen treffen zum Nutzen der Kranken [...], hüten aber werde ich mich davor, sie zum Schaden [...] anzuwenden“ [34]. Diese im Eid des Hippokrates formulierten Grundsätze weisen auf die besondere Bedeutung der Nutzen-Risiko-Abwägung im Bereich der ärztlichen Arzneitherapie hin. Vor dem Hintergrund einer Überalterung der Bevölkerung in Mitteleuropa muss in Zukunft mit einer deutlichen Zunahme alter und multimorbider Patienten ausgegangen werden. So liegt die Multimorbidität zahnmedizinischer Patienten, die unter einer oder mehreren systemischen Erkrankungen leiden, bei mehr als 50 % [25]. Multimorbidität ist fast zwangsläufig auch mit einer Polypharmakotherapie verknüpft [11]. Schätzungen zufolge erhält ein Drittel der an chronischen Krankheiten leidenden Menschen 4 und mehr Medikamente in Dauertherapie [21]. Dementsprechend nehmen zwischen 40 und 50 % der Patienten in zahnärztlichen Praxen ein oder mehrere Medikamente ein [1, 25]. Bei älteren Patienten (> 60 Jahre) steigt dieser Anteil auf über 80 % [12]. Bei einer Polypharmakotherapie kommt es leicht zu Medikationsfehlern, das Risiko für unerwünschte Arzneimittelwirkungen (UAW) und das Interaktionspotenzial steigt [11]. Mit UAW ist bei etwa 4–5 % aller medikamentösen Behandlungen zu rechnen [24, 31].

Nicht selten werden neue Medikamente (z.B. die direkten Gerinnungshemmer) in der Humanmedizin bereits flächendeckend eingesetzt, bevor deren

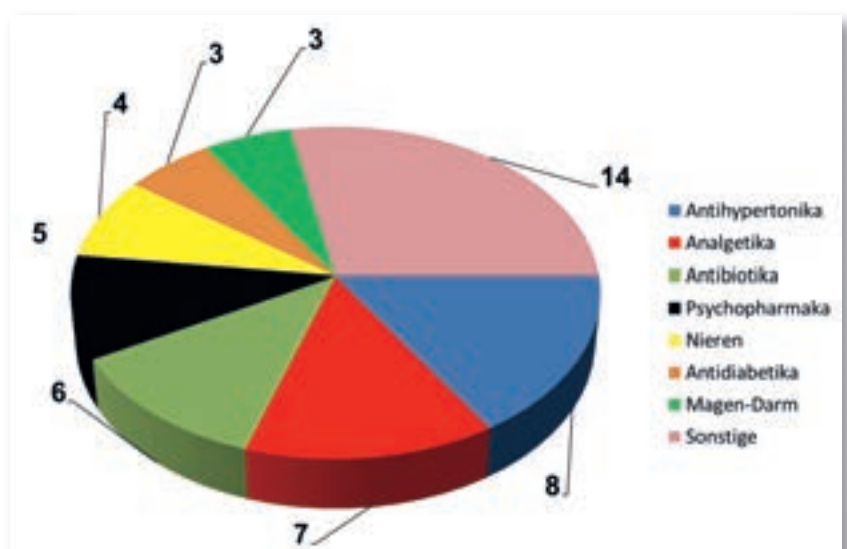
klinische Bedeutung für die Zahnmedizin wissenschaftlich erfasst worden ist. Bei diesen Patienten orientiert sich die zahnärztliche Behandlung und Medikation oft an rein empirischen Erfahrungen ohne Evidenz [6]. Letztlich beruht die Qualität der zahnärztlichen Verschreibungspraxis zu einem guten Teil auf der Vermeidung von UAW, zumal die von Zahnärzten häufig verordneten Antibiotika und Analgetika oft folgenschwere Nebenwirkungen und Arzneimittelinteraktionen hervorrufen können [27].

Vor diesem Hintergrund drängt sich die Frage auf, welche Auswirkungen die Medikamente, die der Patient im Rahmen einer haus- und/oder fachärzt-

lichen Dauertherapie einnimmt, auf den orofazialen Bereich haben. Weiterhin ist es für die zahnärztliche Behandlungsplanung wichtig, welche Arzneimittelinteraktionen die von Zahnärzten am häufigsten verordneten bzw. applizierten Arzneimittel (Antibiotika, Analgetika und Lokalanästhetika) mit der Dauermedikation des Patienten hervorrufen können.

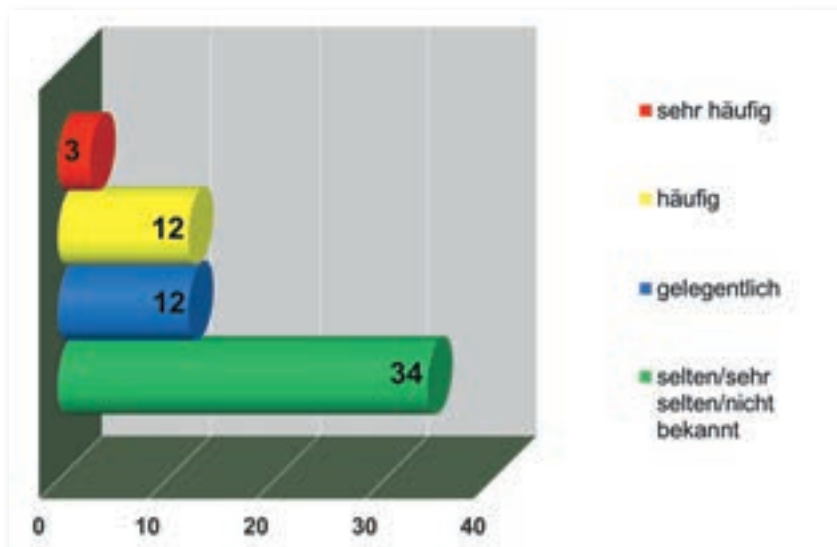
## Material und Methode

Das wissenschaftliche Institut der AOK (WiDO, Berlin) stellte für diese Studie Daten aus dem Arzneimittelindex der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV)

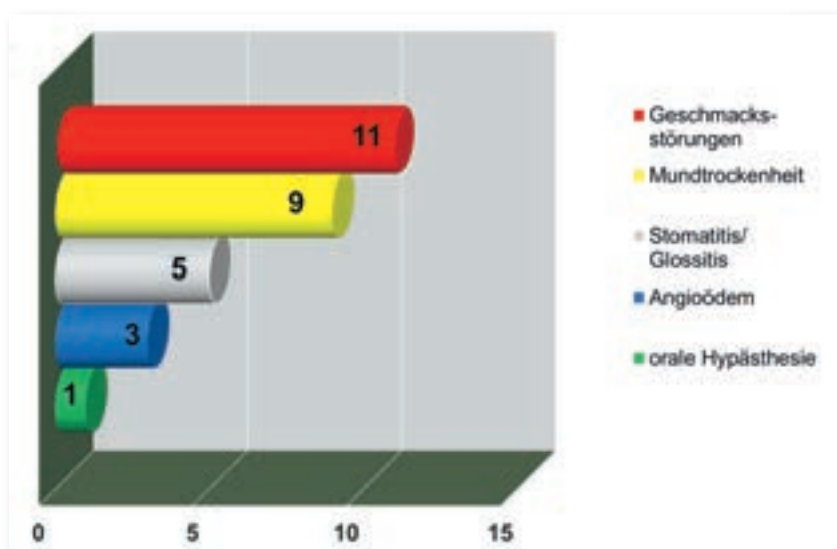


**Abbildung 1** Anteile der verschiedenen Arzneimittelgruppen an den TOP 50-Arzneimitteln.

**Figure 1** Shares of the different groups of drugs in the TOP 50-drugs.



**Abbildung 2** Anzahl der Arzneimittel mit zugehörigen Häufigkeiten oraler UAW.  
**Figure 2** Number of drugs with related frequency of adverse oral drug reactions.



**Abbildung 3** Anzahl der Arzneimittel mit jeweiliger oraler UAW.  
**Figure 3** Number of drugs with related adverse oral drug reaction.

mit einer Gesamtübersicht der 50 Arzneimittel zur Verfügung, die in Deutschland 2011 am häufigsten verordnet wurden [33]. Datengrundlage des Projekts sind die Verordnungen zu Lasten der GKV innerhalb eines Kalenderjahres, die in öffentlichen Apotheken eingelöst werden; nicht erfasst sind hier Verordnungen zu Lasten der privaten Krankenversicherung, in Krankenhäusern abgegebene Arzneimittel sowie Arzneimittel, die ohne Rezept privat in der Apotheke erworben werden (sog. OTC-Markt).

Für alle Arzneimittel dieser Liste wurden die zahnmedizinisch relevanten

unerwünschten Arzneimittelwirkungen (UAW) ermittelt. Der Begriff UAW orientiert sich an der Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [8]. Als zahnmedizinisch relevant wurden folgende UAW definiert:

- Mundtrockenheit;
- Geschmacksstörungen;
- Stomatitis, Glossitis;
- angioneurotisches Ödem;
- orale Sensibilitätsstörungen;
- Zahnfleischbluten.

Die UAW wurden mithilfe der in den Fachinformationen der einzelnen Präparate/Wirkstoffe hinterlegten Daten

(MMI Pharmindex, Vers. 1–2013, Medizinische Medien Informations GmbH, Neu Isenburg) ermittelt. Anschließend wurden die UAW entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens in Gruppen zusammengefasst [31] (Tab. 1).

Die in den Fachinformationen aufgeführten Arzneimittelinteraktionen wurden auf ihre Relevanz für die zahnmedizinische Behandlung untersucht. Insbesondere wurde auf Wechselwirkungen mit folgenden, in der Zahnmedizin sehr häufig verwendeten Arzneimitteln geachtet:

- Antibiotika (Penicilline, Cephalosporine, Lincosamide, Makrolide, Tetracykline)
- Analgetika (nichtsteroidale Antirheumatika [z.B. Ibuprofen], Paracetamol, Metamizol)
- Lokalanästhetika (Articain, Lidocain, Mepivacain).

## Ergebnisse

Im Bereich des gesamten Fertigarzneimittelsegmentes der GKV wurden 2011 insgesamt 625,4 Mio. Verordnungen und 36.167,6 Mio. DDDs (Daily Defined Doses) vorgenommen. Der Anteil der 50 am häufigsten verordneten Arzneimittel (im Folgenden „TOP 50-Liste“) lag bei 50,3 %, das entspricht 314,58 Mio. Verordnungen. Bei den DDD lag der Anteil sogar bei 63,4 %, das entspricht 22.935,1 Mio. DDD.

Antihypertonika und Analgetika werden am häufigsten verordnet, wobei Ibuprofen mit einem Volumen von 20,68 Mio. Verordnungen deutlich an der Spitze liegt (Abb. 1). Bei den relevanten oralen Nebenwirkungen, die von den Arzneimitteln der TOP 50-Liste ausgelöst werden können, fanden sich 3 mit „sehr häufigen“, 12 mit „häufigen“ und ebenfalls 12 mit „gelegentlichen“ oralen UAW. „Seltene“ und „sehr seltene“ UAW wurden bei der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt (Abb. 2). Drei Arzneimittel, nämlich Citalopram, Mirtazapin und Amitriptylin, mit 8,53 Mio. Verordnungen, können „sehr häufig“ Mundtrockenheit auslösen. Geschmacksstörungen und Mundtrockenheit sind die führenden oralen UAW der TOP 50-Liste (Abb. 3). Fünf

Art der Nebenwirkung	Wirkstoffe (Platzierung TOP 50)	Verordnungen in Mio.
Geschmacksstörungen	Metformin (11) Enalapril (20) Amoxicillin (21) Citalopram (29) Mirtazapin (41) Opipramol (46)	29,26
Mundtrockenheit	Tramadol (28) Pregabalin (49) Tiatropiumbromid (50)	8,24
Stomatitis/ Glossitis	Ibuprofen (1) Cefuroxim (30) Sulfamethoxazol/ Trimethoprim (48)	26,58
Angioneurotisches Ödem	Enalapril (20)	5,46

**Tabelle 2** Arzneimittel mit „häufigen“ oralen UAW und Verordnungsvolumen.**Table 2** Drugs with „frequent“ adverse oral drug reactions and prescription volume.

Art der Nebenwirkung	Wirkstoffe (Platzierung TOP 50)	Verordnungen in Mio.
Geschmacksstörungen	Omeprazol (10) Amlodipin (12) Lisinopril (35) Ciprofloxacin (26) Pregabalin (49)	30,88
Stomatitis/Glossitis	Salbutamol (18) Doxycyclin (36)	8,66
Mundtrockenheit	Ramipiril (4) Amlodipin (12) Enalapril (20)	39,25
Angioneurotisches Ödem	Ramipiril (4) Lisinopril (35)	18,6
Orale Hypästhesie	Mirtazapin (41)	2,47

**Tabelle 3** Arzneimittel mit „gelegentlichen“ oralen UAW und Verordnungsvolumen.**Table 3** Drugs with „occasional“ adverse oral drug reactions and prescription volume.

Arzneimittel (Amlodipin, Enalapril, Citalopram, Mirtazapin, Pregabalin) mit einem Volumen von 24,3 Mio. Verordnungen weisen beide UAW in Kombination auf. Sieben Arzneimittel zeigen mehrere (bis zu 3) orale UAW. Insgesamt liegen bei 24 Arzneimitteln relevante orale UAW vor (Tab. 2 und 3). Das potenziell lebensbedrohliche angioneurotische Ödem (auch Angioödem oder Quincke-Ödem) tritt als UAW bei den Hemmern des Angiotensin-konvertierenden Enzyms (im Fol-

genden ACE-Hemmer) auf. Bei Enalapril ist es eine „häufige“, bei Ramipiril und Lisinopril eine „gelegentliche“ UAW (Tab. 2 und 3, Abb. 4).

Bei den Arzneimittelinteraktionen sind sehr unterschiedliche Effekte feststellbar (Tab. 4). Auffällig sind die Interaktionen zahlreicher Arzneimittel mit Auswirkungen auf die systemische Adrenalinwirkung, die Blutungsneigung und den Blutzuckerspiegel. Potenziell lebensgefährliche kardiale Nebenwirkungen können Makrolide wie

Erythromycin in Komedikation mit Antidepressiva (z.B. Citalopram) hervorrufen. Eine Kontraindikation ergab sich für die Gabe bestimmter Makrolide (Erythromycin/Clarithromycin) bei gleichzeitiger Dauertherapie mit dem Lipidsenker Simvastatin. Ursächlich ist eine Makrolid-induzierte Hemmung von Cytochrom-P450-Enzymen in der Leber, was zu einem Anstieg des Blutspiegels von Simvastatin mit dem Risiko einer Myopathie oder Rhabdomyolyse führt [20].

## Diskussion

Arzneimittel werden prinzipiell zur Vorbeugung, Kontrolle und Heilung von Erkrankungen verwendet. Trotzdem zeigen sie immer wieder unerwünschte Wirkungen und Interaktionen. UAW sind vor allem bei älteren Patienten von Bedeutung, da diese aufgrund veränderter Stoffwechselforgänge, Alterung einzelner Organsysteme und Veränderungen der Körperzusammensetzung empfindlicher auf Medikamente reagieren [11, 30]. Statistisch gesehen nimmt jeder Mensch ab dem 60. Lebensjahr im Mittel 3 rezeptpflichtige und fast ebenso viele apothekenpflichtige Medikamente ein. Jedem Dritten zwischen 75 und 85 Jahren werden sogar mehr als 8 Arzneimittel verordnet [11]. Die Folge einer vermehrten Arzneimittelanwendung im Alter ist auch, dass 70- bis 80-jährige Menschen etwa 4- bis 5mal häufiger UAW aufweisen als junge Personen [29]. Wichtigste Risikofaktoren für UAW im Alter sind

- eingeschränkte Nierenfunktion;
- Gebrechlichkeit, d.h. die physiologischen Kompensationsmöglichkeiten sind erschöpft;
- niedriges Körpergewicht;
- Multimorbidität und Multimedikation.

Bis zu 10 % aller stationären Einweisungen erfolgen aufgrund schwerer UAW [15]. Der Anteil von Arzneimittelnebenwirkungen an der Gesamtmortalität wird nach einer schwedischen Studie auf 3 % geschätzt [32].

Überraschenderweise war die Bedeutung systemisch applizierter Arzneimittel für die zahnärztliche Praxis bislang nur relativ selten Gegenstand wissenschaftlicher Forschung [1, 5, 25]. Lediglich einzelne Wirkstoffe wie die Bisphosphonate oder gerinnungshemmende Medikamente, deren Nebenwirkungen für die zahnärztliche Behandlung von besonderer Bedeutung sind, rückten in den letzten Jahren in den Fokus des wissenschaftlichen Interesses [6, 26]. In Deutschland informiert die Arzneimittelkommission Zahnärzte nur einmal im Jahr systematisch über die zahnärztlichen Meldungen zu Arzneimittelnebenwirkungen [27].

Gerade die relativ häufigen UAW Mundtrockenheit und Geschmacksstörungen bei Arzneimitteln der TOP 50-Liste haben für die zahnärztliche Be-

handlung speziell älterer Patienten große Bedeutung, da sich durch die Beeinträchtigungen der Kau- und Schluckfähigkeit, durch den verminderten Speichelfluss, den oftmals reduzierten Zahnbestand und die Beeinträchtigungen des Geschmacksempfindens die Essgewohnheiten verändern und generell die Esslust vermindert wird [14, 18]. Arzneimittel können einen Eigengeschmack erzeugen oder über die Ausscheidung mit dem Speichel geschmacklich wahrgenommen werden. Zusätzlich beeinträchtigt eine trockene Mundschleimhaut die Haftung von Prothesen und erschwert dadurch die Nahrungsaufnahme [5]. Die Prävalenz für Xerostomie liegt bei den über 65-jährigen bei etwa 30 % und nimmt mit höherem Alter weiter zu [28]. Sie wird am häufigsten durch die Einnahme xerogener Medikamente verursacht [14]. Insgesamt können mehr als 400 Medikamente zu einer Unterfunktion der Speicheldrüsen führen und rund 80 % der am häufigsten verordneten Medikamente gehören zu dieser Gruppe [5, 14]. So verwundert es nicht, dass die Xerostomie und Geschmacksstörungen einen nicht unerheblichen Anteil an der hohen Prävalenz von Mangelernährung und ungewolltem Gewichtsverlust im Alter hat [14, 18]. Die klinischen Folgen einer progredienten Mangelernährung sind seit vielen Jahren wissenschaftlich gut belegt. Mangelernährung ist ein unabhängiger Risikofaktor, der Morbidität, Letalität und Lebensqualität beeinflusst und erhebliche Kosten im Gesundheits- und Sozialwesen verursacht [18].

Arzneibedingte Stomatitiden können immunogener oder nicht-immunogener Natur sein, nur intraoral oder zusammen mit extraoralen Hautveränderungen auftreten und ein breites Spektrum klinischer Befunde bieten [10]. Erschwerend kommt hinzu, dass chemisch grundverschiedene Medikamente zu klinisch ähnlichen Haut- und Schleimhautveränderungen führen können. Bei Ibuprofen, Cefuroxim und Sulfamethoxazol/Trimethoprim muss häufiger mit einer Stomatitis oder Glositis gerechnet werden (Tab. 2). Üblicherweise klingen die Beschwerden wieder ab, wenn der Patient die Medikamenteneinnahme beendet [5].

Aufgrund des potenziell tödlichen Risikos für die Patienten sollte das angioneurotische Ödem (auch Angioödem

oder Quincke-Ödem), das bei 3 Arzneimitteln als UAW genannt wird, besondere Erwähnung finden (Tab. 2 und 3, Abb. 4). Neben den hereditären Angioödem, die durch einen C1-Esterase-Inhibitor-Mangel gekennzeichnet sind und mit einer Prävalenz von 1:50.000 auftreten [3], führen ACE-Hemmer (auch Sartane und Acetylsalicylsäure) bei etwa 0,1 bis 2,2 % der Behandelten zu rezidivierenden Angioödem und beruhen auf einer pharmakologisch bedingten Abbaustörung von Bradykinin, die zu einer Zunahme der vaskulären Permeabilität führt (Tab. 2 u. 3) [3, 5, 19]. Klinisch kann das Quincke-Ödem über eine Schwellung der Lippen und des Gesichtes bis hin zu einer Schwellung der Zunge und des Larynx mit einer lebensbedrohlichen Obstruktion der oberen Atemwege reichen (Abb. 4). Grundsätzlich kann ein Quincke-Ödem ein lebensbedrohliches Krankheitsbild darstellen [5, 19]. Die Zeitdauer zwischen dem Medikationsbeginn und dem ersten Auftreten der Ödeme kann durchaus Monate bis mehrere Jahre betragen, d.h. nachdem ACE-Hemmer zuvor lange Zeit gut vertragen wurden [3]. Im Falle rezidivierender orofazialer Schwellungen sollte der behandelnde Zahnarzt nach der Abklärung möglicher dentogener Ursachen auch immer ein medikamentös induziertes Angioödem in die Differentialdiagnose einbeziehen. Wird das Ödem durch einen ACE-Hemmer induziert, muss das Medikament sofort abgesetzt werden und eine andere Medikation erwogen werden.

Arzneimittelinteraktionen können zu erwünschten, aber auch zu vermindernden und unerwünschten Wirkungen führen. Die Wahrscheinlichkeit von Wechselwirkungen steigt mit der Zahl der eingenommenen Medikamente. Das Interaktionsrisiko beträgt bei Einnahme von 2 Arzneimitteln im Durchschnitt 13 %, bei 4 Arzneimitteln 38 %, bei 7 Arzneimitteln sind es sogar 82 % [30]. Bei einer repräsentativen amerikanischen Studie fand sich bei 4 % der Teilnehmer das Risiko einer schweren Arzneimittelinteraktion. Etwa die Hälfte betraf Antikoagulantien und nicht-verschreibungspflichtige Medikamente [24]. Besonders bei älteren Patienten besteht ein eher gering ausgeprägtes Risikobewusstsein bezüglich der Gefahren einer Arzneimitteltherapie. Nach einer deutschen Studie vertrauen fast drei Viertel (71,2 %) der Befragten hier ihrem





**Abbildung 4** Angioneurotisches Ödem der Oberlippe links unter einer Medikation mit Ramipiril.

**Figure 4** Angioedema of the left side of the upper lip under medication with ramipiril.

(Tab. 1-4, Abb. 1-4: F. Halling)

Arzt. Allerdings hat die Mehrzahl der Befragten keine Erinnerung an eine Therapieberatung durch den Hausarzt oder Apotheker bei der Verordnung und Abgabe eines Arzneimittels [35].

In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass einige Interaktionen zwischen zahnärztlich verordneten Arzneimitteln und den Dauermedikationen für den Patienten durchaus lebensbedrohlich sein können (Tab. 4). So können sowohl Makrolide wie Clarithromycin als auch die trizyklischen Antidepressiva Amitriptylin und Opipramol und der selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer Citalopram zu deutlichen QT-Verlängerungen im EKG führen. Bei gleichzeitiger Gabe kann diese kardiale Repolarisationsstörung besonders ausgeprägt sein und damit die Entwicklung von ventrikulären Arrhythmien und Kammerflimmern begünstigen [4, 9].

Interaktionen mit Antikoagulantien (Cumarine) sind ebenfalls risikoreich. So erhöht eine Komedikation mit Antibiotika (z.B. Amoxicillin) das Blutungsrisiko um den Faktor 4 bis 7, bei einer Zusatzmedikation mit ASS oder die nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) wie Ibuprofen sind Blutungen 3mal häufiger [4, 5, 23].

Die Hemmung des Abbaus von Arzneistoffen ist eine häufige Ursache von Medikamenteninteraktionen. Der über-

wiegende Teil der Interaktionen beruht auf einer Konkurrenz um die in der Leber exprimierten Cytochrom-P450-Enzyme, die den Abbau von mehr als der Hälfte aller Medikamente katalysieren [4]. Ältere Makrolide wie Clarithromycin hemmen diese Enzyme mit der Folge einer verstärkten blutdrucksenkenden Wirkung von Kalziumkanalblockern wie Amlodipin. Ebenso kann durch einen Blutspiegelanstieg des Cholesterinsenkers Simvastatin eine Rhabdomyolyse ausgelöst werden, die wiederum ein akutes Nierenversagen hervorrufen kann [20]. Als Konsequenz sollten neuere Makrolide wie Roxithromycin oder Azithromycin verordnet werden, bei denen diese Gefahr nicht besteht.

Besonders auffallend sind die Wechselwirkungen mit NSAR (Tab. 4). Sie hemmen die blutdrucksenkende Wirkung der ACE-Hemmer, der Diuretika und anderer Antihypertonika. Das Risiko einer gastrointestinalen Blutung oder Ulceration ist bei gleichzeitiger Gabe von Glucocorticoiden deutlich gesteigert, und sie verstärken die gerinnungshemmende Wirkung von Cumarinen und Thrombozytenaggregationshemmern [4]. In einer aktuellen, retrospektiven Kohortenstudie wurde die Nephrotoxizität bei kombinierter Einnahme von Antihypertensiva und NSAR anhand eines Patientenkollektivs von knapp 500.00 Patienten überprüft. Interessanterweise wurde bei gleichzeiti-

ger Verabreichung zweier Antihypertensiva und NSAR ein deutlich erhöhtes Risiko für Nierenschäden gefunden. Die höchste Gefährdung besteht der Studie zufolge bei kurzfristiger Gabe (in den ersten 30 Tagen der Einnahme) mit einem relativen Risiko von 1,82 [17]. Folglich sind NSAR eine der Arzneimittelgruppen, die häufiger Anlass für eine UAW-bedingte Krankenhauseinweisung geben [11, 31]. Als Alternative bei Patienten mit gastrointestinalen oder kardialen Risiken oder als Additiva bei unzureichender Analgesie stehen deshalb die nicht sauren Nicht-opioidanalgetika Paracetamol und Metamizol zur Verfügung [7].

Da im zahnärztlichen Bereich üblicherweise Lokalanästhetika mit Adrenalinzusatz eingesetzt werden, müssen Wechselwirkungen mit den trizyklischen Antidepressiva Amitriptylin und Opipramol sowie den Betablockern Metoprolol und Bisoprolol beachtet werden (Tab. 4). Bei beiden Wirkstoffgruppen besteht bei der Lokalanästhesie die Gefahr einer erheblichen Blutdrucksteigerung mit reflektorischer Bradykardie. Allerdings sind die beschriebenen Wechselwirkungen bei den nicht-selektiven Betablockern (z.B. Propranolol) wahrscheinlicher [16, 21]. Zu den Lokalanästhetika, die auch ohne Vasokonstriktor eine gute Schmerzausschaltung erzeugen, zählen Mepivacain, Bupivacain sowie Articain. Articain ohne Adrenalinzusatz ist besonders zur Leitungsanästhesie gut einsetzbar [13].

Um Ärzten und Patienten eine Risikoabschätzungen bei der Medikation zu erleichtern, bietet das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) seit Ende April 2013 einen Online-Zugang zu seiner Datenbank mit Verdachtsmeldungen unerwünschter Arzneimittelwirkungen an [2]. Weiterhin ist es empfehlenswert, eine zertifizierte, regelmäßig aktualisierte Arzneimitteldatenbank (z.B. MMI Pharmindex oder IFAP) in die Praxissoftware zu integrieren. Sie bietet im Rahmen der elektronischen Medikamentenverordnung jederzeit Zugriff auf alle relevanten UAW und Interaktionen eines Arzneimittels. Das entbindet natürlich keinen Zahnarzt davon, bei jedem Patienten eine gründliche Medikamentenanamnese durchzuführen. Diese sollte neben der Dauer- und der Bedarfsmedikation (z.B. Antibiotika) auch stets die Selbstmedikation des Patienten beinhalten. Auffällige UAW und Arzneimittelinteraktionen im



Antihypertonika	Wechselwirkung
Metoprolol Bisoprolol	Bei gleichzeitiger Gabe von Adrenalin beträchtliche Blutdruckerhöhung möglich
Enalapril Lisinopril Ramipiril	Adrenalin und NSAR können blutdrucksenkende Wirkung abschwächen
Amlodipin	Erythromycin/Clarithromycin können blutdrucksenkende Wirkung verstärken
Analgetika	Wechselwirkung
Diclofenac Ibuprofen Acetylsalicylsäure	Gleichzeitige Anwendung mehrerer NSAR und/oder Glucokortikoide deutlich erhöhtes Risiko gastrointestinaler Ulcera und Blutungen
Acetylsalicylsäure Ibuprofen	Wirkung von Antikoagulantien kann verstärkt werden
Acetylsalicylsäure	Wirkung von Antidiabetika (z.B. Glimperid) kann verstärkt werden    Blutzucker sinkt
Antibiotika	Wechselwirkung
Amoxicillin Ciprofloxacin	Verstärkung der Blutungsneigung bei Gabe von Cumarinen
Psychopharmaka	Wechselwirkung
Citalopram Opipramol Amitryptilin	QT-Intervall – Verlängerung bei gleichzeitiger Gabe von Erythromycin/Clarithromycin
Amitryptilin Opipramol	Wirkung von Adrenalin kann erheblich verstärkt werden
Nierentherapeutika	Wechselwirkung
Furosemid Torasemid Hydrochlorothiazid	Verminderte diuretische Wirkung bei gleichzeitiger Gabe von NSAR
Hydrochlorothiazid	Abschwächung der Adrenalinwirkung
Antidiabetikum	Wechselwirkung
Glimperid	Verstärkte Wirkung bei Gabe von ASS, Tetrazyklin, Clarithromycin    Blutzucker sinkt Abgeschwächte Wirkung bei Adrenalingabe    Blutzucker steigt
Sonstiger Wirkstoff	Wechselwirkung
Simvastatin	Erythromycin/Clarithromycin kontraindiziert, da Gefahr der Myopathie/Rhabdomyolyse

**Tabelle 4** Wechselwirkungen verschiedener TOP 50-Arzneimittel mit häufig verwendeten Arzneimitteln in der Zahnmedizin.**Table 4** Interactions of different TOP 50-drugs with frequently used drugs in dentistry.

Rahmen der zahnärztlichen Behandlung sollten umgehend der Arzneimittelkommission Zahnärzte (Berlin) gemeldet werden.

### Schlussfolgerungen

Der Zahnarzt muss in zunehmendem Maße damit rechnen, dass Patienten orale Neben- und Wechselwirkungen als Folge

einer systemischen Medikation zeigen. Obwohl die Einsatzgebiete für Pharmazeutika in der Zahnmedizin relativ überschaubar sind, ist es wichtig, nicht nur Neben- und Wechselwirkungen der zahnärztlich verordneten Medikamente, sondern auch der am häufigsten verordneten Medikamente in der Allgemeinmedizin zu kennen. Bei Unklarheiten oder besonderen medizinischen Fragestellungen ist eine Kontaktaufnahme mit den behan-

delnden Haus- oder Fachärzten vor Beginn der zahnärztlichen Behandlung unerlässlich. Im Dialog muss versucht werden, notwendige medikamentöse Behandlungen mit einer möglichst geringfügigen Belastung des Patienten durch orale Neben- oder Wechselwirkungen zu vereinbaren.

Besonders Geschmacksstörungen und Mundtrockenheit treten als unerwünschte Wirkung zahlreicher Medika-

mente auf. Vital bedrohliche Wechselwirkungen sind bei der Komedikation von Antidepressiva mit Erythromycin/Clarithromycin sowie adrenalinhaltigen Lokalanästhetika mit Betablockern oder Antidepressiva zu beachten. Die vorliegende Analyse belegt, dass eine fundierte Medikamentenanamnese zum integralen Bestandteil der zahnärzt-

lichen Diagnostik gehört. Dafür ist eine ständige Aktualisierung der pharmakologischen Kenntnisse für den Zahnarzt unabdingbar.

**Interessenkonflikt:** Der Autor weist darauf hin, dass er Honorare für Vorträge und Beratung von der Firma Sanofi Aventis erhalten hat.

#### Korrespondenzadresse

Dr. med. Dr. med. dent. Frank Halling  
Gesundheitszentrum Fulda  
Praxis für Mund-, Kiefer- und  
Gesichtschirurgie  
Plastische Operationen  
Gerloser Weg 23a  
36039 Fulda  
Tel.: 0661 63362, Fax: 0661 63368  
Dr.Halling@t-online.de

#### Literatur

- Aggarwal A, Panat SR, Talukder S: Self-reported medical problems among dental patients in Western Uttar Pradesh, India. *J Dent Educ* 2011;75:1635–1640
- Bfarm: <http://www.bfarm.de/DE/BfArM/Presse/mitteil2013/pm04-2013.html> (24.4.2013)
- Bork K: Recurrent angioedema and the threat of asphyxiation. *Dtsch Ärztebl Int* 2010;107:408–414
- Cascorbi I: Drug interactions – principles, examples and clinical consequences. *Dtsch Ärztebl Int* 2012;109:546–556
- Ciancio SG: Medications' impact on oral health. *J Am Dent Assoc* 2004;135:1440–1448
- Cohen HV, Quek SY, Subramanian G, Abbas A: New antiplatelet and anticoagulant drugs. Considerations for dental patient management. *J N J Dent Assoc* 2013;84:30–33
- Daubländer M, Kämmerer P, Emmel M, Schwidurski-Maib G: Nebenwirkungen von nichtsteroidalen Antiphlogistika. *Zahnärztl Mitt* 2012;102: 68–72
- Edwards IR, Aronson JK: Adverse drug reactions: definitions, diagnosis, and management. *Lancet* 2000;356:1255–1259
- Haugaa KH, Bos JM, Tarrell RF, Morlan BW, Caraballo PJ, Ackerman MJ: Institution-wide QT alert system identifies patients with a high risk of mortality. *Mayo Clin Proc* 2013; 88:315–325
- Hornstein OP: Durch Arzneimittel und Dentaltherapeutika bedingte Stomatopathien. Kap. 19. In: Hornstein OP (Hrsg.): *Erkrankungen des Mundes*. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Berlin, Köln 1996, 350–365
- Jaehde U, Hanke F, Demgenski M: Mehr Überblick trotz Polymedikation. *Pharm Ztg* 2008;153:2110–2120
- Jainkittivong A, Aneksuk V, Langlais RP: Medical health and medication use in elderly dental patients. *J Contemp Dent Pract* 2004;5:31–41
- Kämmerer PW, Palarie V, Daubländer M et al.: Comparison of 4% articaine with epinephrine (1:100,000) and without epinephrine in inferior alveolar block for tooth extraction: double-blind randomized clinical trial of anesthetic efficacy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Aug 6. [Epub ahead of print]
- Klimek J: Xerostomie und Speicheldrüsensyndromfunktion. *Zahnärztl Mitt* 2012; 102:64–73
- Kongkaew C, Noyce PR, Ashcroft DM: Hospital admissions associated with adverse drug reactions: a systematic review of prospective observational studies. *Ann Pharmacother* 2008;42: 1017–1025
- Kretzschmar M, Zenk W: Lokale Schmerzausschaltung durch Lokalanästhetika einschließlich des Zusatzes von Vasokonstriktoren. In: Balogh A, Haen E (Hrsg.): *Klinische Pharmakologie in der zahnärztlichen Praxis*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart 2010, 15ff
- Lapi F, Azoulay L, Yin H, Nessim SJ, Suissa S: Concurrent use of diuretics, angiotensin converting enzyme inhibitors, and angiotensin receptor blockers with nonsteroidal anti-inflammatory drugs and risk of acute kidney injury: nested case-control study. *BMJ.* 2013;346:e8525. doi:10.1136/bmj.e8525
- Löser C, Lübbers H, Mahlke R, Lankisch PG: Der ungewollte Gewichtsverlust des alten Menschen. *Dtsch Ärztebl* 2007;104:A 3411–3420
- McFarland KK, Fung EY: Enalapril-induced angioedema: a dental concern. *Gen Dent* 2011;59:148–150
- Molden E, Andersson KS: Simvastatin-associated rhabdomyolysis after coadministration of macrolide antibiotics in two patients. *Pharmacother* 2007;27:603–607
- Müller CP, Nentwig GH: Lokalanästhesie bei chronisch Kranken – Was darf ich, was darf ich nicht? *Quintessenz* 2009;60:1417–1422
- Müller-Mundt G, Schaeffer D: Bewältigung komplexer Medikamentenregime bei chronischer Krankheit im Alter. *Z Gerontol Geriatr* 2011;44:6–12
- Penning-van Beest F, Erkens J, Petersen KU, Herings R: Main comedications associated with major bleeding during anticoagulant therapy with coumarin. *Eur J Clin Pharmacol* 2005;61:439–444
- Quato DM, Alexander GC, Conti RM, Johnson M, Schumm P, Lindau ST: Use of prescription and over-the-counter medications and dietary supplements among older adults in the United States. *JAMA* 2008;300:2867–2878
- Radfar L, Suresh L: Medical profile of a dental school patient population. *J Dent Educ* 2007;71:682–686
- Rustemeyer J, Bremerich A: Bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw: what do we currently know? A survey of knowledge given in the recent literature. *Clin Oral Invest* 2010;14:59–64
- Schindler C, Kirch W: Die Arzneimittelkommission Zahnärzte informiert – Diese Nebenwirkungen wurden 2011 gemeldet. *Zahnärztl Mitt* 2012;102:40–53
- Ship JA, Pillemer SR, Baum BJ: Xerostomia and the geriatric patient. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:535–543
- Siepmann M, Kirch W: Medizinische Befunde, Alter, Risiko. *Dtsch Zahnärztl Z* 2007;62:6–14
- Storka A, Pleiner J: Medikamenteninteraktionen in der Geriatrie. *Wien Med Wschr* 2009;159:462–469
- Thürmann PA: Unerwünschte Arzneimittelwirkungen – Diagnostik und Bewertung. *Pathologie* 2006;27:6–12
- Wester K, Jönsson AK, Spigset O, Druid H, Hägg S: Incidence of fatal adverse drug reactions: a population based study. *Br J Clin Pharmacol* 2008;65: 573–579
- Wissenschaftliches Institut der AOK (WiDO): *GKV-Arzneimittelindex*. Berlin 2013
- Wikipedia: Eid des Hippokrates. [http://de.wikipedia.org/wiki/Eid\\_des\\_Hippokrates](http://de.wikipedia.org/wiki/Eid_des_Hippokrates) (21.05.2013)
- Zok K: Einstellungen älterer Menschen zur Arzneimitteltherapie. *WiDO-monitor* 2012;9:1–8



## Der Anstoß zur perfekten Komposit-Restauration

ZA Ulf Krueger-Janson

### **Komposit 3D** **Natürliche Farb- und Formgestaltung**



Einer der weltweit renommiertesten Experten für funktionell-ästhetische Komposit-Chairside-Techniken präsentiert **die praxistaugliche Arbeitsanleitung** für perfekte Komposit-Restaurationen.

Unkomplizierter Schichtaufbau, Tipps für den Umgang mit Materialien und Gerätschaften sowie ausgesuchte Patientenfälle.

Ein Bestseller, der durch Didaktik, Gestaltung und brillante Bebilderung besticht.

Hardcover, 264 Seiten, rund **1.300 Abbildungen**  
ISBN: 978-3-932599-28-6

**Jetzt für 178,- Euro!**

Bestellen unter [www.teamwork-bookshop.de](http://www.teamwork-bookshop.de)  
oder Mail an [service@teamwork-media.de](mailto:service@teamwork-media.de), Fon +49 8243 9692-16, Fax +49 8243 9692-22

Zur Leseprobe:



P. Kosyfaki<sup>1</sup>, M.V. Swain<sup>1</sup>, J. Fischer<sup>1,2</sup>, S. Witkowski<sup>1</sup>, J.R. Strub<sup>1</sup>

# Verbundfestigkeit verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid\*

## *Bond strength of veneering ceramics to zirconia*



P. Kosyfaki

**Einführung:** Die Verbundfestigkeit kann den klinischen Langzeiterfolg von Zirkonoxid-Restaurationen maßgeblich beeinflussen. Ziele der vorliegenden In-vitro-Studie waren, die Verbundfestigkeit verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid zu messen, den Einfluss einer thermischen Wechselbelastung auf den Haftverbund zu evaluieren, sowie die Art der Fraktur zu bestimmen.

**Material und Methode:** VITA In-Ceram YZ Zirkonoxid-Plättchen mit maschinieren Oberflächen und 4 geschichtete Verblendkeramiken (IPS e.max Ceram, CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9) wurden verwendet. Normprüfkörper in Anlehnung an ISO 9693 wurden hergestellt. Die Verbundfestigkeit von 40 thermobelasteten und 40 thermisch unbelasteten verblendeten Prüfkörpern wurde mittels der 3-Punkt-Biegevorrichtung ermittelt. Ausgewählte Prüfkörper wurden rasterelektronenmikroskopisch untersucht.

**Ergebnisse:** Die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram erfüllte die Mindestanforderung der Norm nicht. Hingegen wurde bei Vintage ZR die Grenze von 25 MPa knapp erreicht und bei CerabienZR sowie VITA VM9 sogar überschritten. Für das Verblendmaterial ließ sich ein signifikanter Einfluss auf die Verbundfestigkeit nachweisen ( $p < 0.05$ ). Die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram lag statistisch signifikant unterhalb der von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 ( $p < 0.05$ ). Zwischen den Verbundfestigkeiten von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede ( $p > 0.05$ ). Es konnte kein statistisch signifikanter Einfluss der thermischen Wechselbelastung nachgewiesen werden ( $p > 0.05$ ). IPS e.max Ceram und CerabienZR zeigten kohäsive Frakturen innerhalb der Verblendkeramik. Vintage ZR und VITA VM9 zeigten eine Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik.

**Schlussfolgerungen:** Die Verbundfestigkeit von 3 der 4

**Introduction:** Bond strength can extensively influence the clinical performance of zirconia-based restorations. The aims of the present in vitro study were to measure the bond strength of various veneering ceramics to zirconia, evaluate the susceptibility of the bond to thermal cycling and to determine the mode of bond failure.

**Materials and Methods:** VITA In-Ceram YZ zirconia strips with machined surfaces and 4 layered veneering ceramics (IPS e.max Ceram, CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9) were used. Specimens were prepared according to the ISO Standard 9693:1999. The bond strength of 40 thermally cycled and 40 non-thermally cycled veneered zirconia specimens was measured using the three-point bending test. Selected specimens were examined under a scanning electron microscope.

**Results:** The bond strength of IPS e.max Ceram did not meet the minimum requirements of the ISO Standard 9693:1999. In contrast, the bond strength of Vintage ZR reached the borderline value of 25 MPa, while the bond strengths of CerabienZR and VITA VM9 exceeded the limit of 25 MPa. The veneering ceramic had a significant effect on the bond strength ( $p < 0.05$ ). IPS e.max Ceram had a significantly lower bond strength than CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 ( $p < 0.05$ ). There were no statistically significant differences among the bond strengths of CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 ( $p > 0.05$ ). The effect of thermal cycling on the bond strength was not statistically significant ( $p > 0.05$ ). IPS e.max Ceram and CerabienZR showed cohesive failures within the veneering ceramic. Vintage ZR and VITA VM9 showed a combination of adhesive failures at the interface and cohesive failures within the veneering ceramic.

**Conclusions:** The bond strength of 3 of the 4 veneering ceramics to zirconia fulfilled the minimum requirements

<sup>1</sup> Abteilung Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinik für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2</sup> Institut für Werkstoffwissenschaft, Technologie und Propädeutik, Universitätsklinik für Zahnmedizin, Universität Basel, Schweiz

Peer-reviewed article: eingereicht: 22.02.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 04.07.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0678-0694

\* Gemäß den Richtlinien der DZZ erscheinen die Zeichen – ° für die geschützten Handelsnamen VITA In-Ceram ° YZ, IPS e.max ° Ceram and VITA VM,9 nicht im Text, sondern nur in den Tabellen.

\* According to the guidelines of DZZ the trademarks – ° for VITA In-Ceram ° YZ, IPS e.max ° Ceram and VITA VM,9 do not appear in text, but only in the tables.



untersuchten Verblendkeramiken zu Zirkonoxid erfüllte die Mindestanforderung ( $\geq 25$  MPa) der ISO 9693. Die Verbundfestigkeit wurde durch die thermische Wechselbelastung nicht beeinflusst. Es konnte kein Zusammenhang zwischen den gemessenen Verbundfestigkeitswerten und der Art der Fraktur festgestellt werden. (Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 678–694)

*Schlüsselwörter:* Verbundfestigkeit; Verblendkeramik; Rissbeginnprüfung nach Schwickerath; Zirkonoxid

( $\geq 25$  MPa) of the ISO Standard 9693:1999. The bond strength was not influenced by thermal cycling. No correlation could be found between the obtained bond strength values and the failure mode.

*Keywords:* bond strength; veneering ceramic; Schwickerath crack-initiation test; zirconia

## 1 Einleitung

Yttriumoxid stabilisiertes tetragonales polykristallines Zirkonoxid (Y-TZP) wird aufgrund seiner hohen Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit [10] als keramisches Gerüstmaterial für Einzelkronen und Brücken verwendet [3]. Dennoch stellen Frakturen innerhalb der Verblendkeramik ein häufiges Problem dar [3]. Gemäß fraktalen [9] und fraktographischen Analysen [2, 33] klinisch frakturierter Zirkonoxidkronen [2] und Zirkonoxidbrücken [9, 33] befindet sich der primäre Bruchursprung innerhalb der Verblendkeramik. Die kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramikschicht, welche in der englischsprachigen Literatur als „chipping“ bezeichnet wird [3], kann zu sekundären

## 1 Introduction

Yttria stabilized tetragonal zirconia polycrystal (Y-TZP) due to its high flexural strength and fracture toughness [10] can be used as a ceramic framework material for single crowns and fixed dental prostheses (FDPs) [3]. Nevertheless, veneer ceramic fractures are a dominant problem [3]. According to fractal [9] and fractography analyses [2, 33] the primary origin of the veneer fracture in clinically failed zirconia crowns [2] and zirconia FDPs [9, 33] is located within the veneer surface. This cohesive failure within the veneering ceramic layer, which is referred to as chipping [3] can lead to secondary fracture initiation sites [33], which in turn can expose the underlying zirco-

Veneering ceramic material		IPS e. max <sup>®</sup> Ceram	CerabienZR	Vintage ZR	VITA VM <sup>®</sup> 9
		Fluorapatit-glass-ceramic	Feldspathic ceramic	Feldspathic ceramic	Feldspathic ceramic
Verblendkeramikmaterial		Fluorapatit-Glaskeramik	Feldspatkeramik	Feldspatkeramik	Feldspatkeramik
Liner	Liquid	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram ZirLiner Build-up Liquid 60 ml N59790	Noritake Meister Liquid  100 ml BSWAY	Vintage ZR Opaque Liner Liquid  3 ml 020815	VITA VM <sup>®</sup> 9 Effect Bonder Fluid  50 ml 7382
	Powder	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram ZirLiner clear 5 g K52071	CerabienZR Shade Base Porcelain  10 g 019675	Vintage ZR Opaque Liner  5 g 080501	VITA VM <sup>®</sup> 9 Effect Bonder  12 g 7376
Dentin	Liquid	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram Build-up Liquid 60 ml M13444	CerabienZR Forming Liquid  100 ml BKFQG	Vintage ZR Modelling Liquid  50 ml 041087	VITA VM <sup>®</sup> 9 Modelling Liquid  50 ml 29490
	Powder	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram Dentin 20 g N71634	CerabienZR Body Porcelain Build-up  50 g 027606	Vintage ZR Powder  15 g 080501	VITA VM <sup>®</sup> 9 Dentin  50 g 29650

**Tabelle 1** Übersicht der Verblendkeramikmaterialien und der dazugehörigen Flüssigkeiten. Angabe des Namens, des Inhalts und der Chargennummer.

**Table 1** Overview of names, content and batch numbers for powders and respective liquids of the veneering ceramics.

Rissen führen [33], die wiederum das Zirkonoxidgerüst exponieren können [3]. Jedoch kann der Riss direkt im Interface-Bereich von Gerüst und Verblendkeramik beginnen und somit zur Exposition des Zirkonoxidgerüstmaterials führen [2]. In beiden Fällen ist es offensichtlich, dass der Verbund entweder innerhalb der Verblendkeramik oder zwischen Verblendkeramik und Zirkonoxid nicht stark genug war, um dem Risswachstum und der Rissausbreitung Widerstand zu leisten. Die adhäsive Fraktur des Verbundes zwischen Verblendkeramik und Zirkonoxid wird in der englischsprachigen Literatur als „delamination“ beschrieben [3].

Ein offensichtliches Problem ist, dass sich „delamination“ durch menschliche visuelle Kontrolle nur schwer erkennen lässt. Die Überprüfung ihrer Existenz kann durch mikroskopische Untersuchung erfolgen [27], was jedoch unmöglich ist, wenn die Restauration in situ verbleibt [3]. Aus diesem Grund ist es sehr wahrscheinlich, dass viele Frakturen, obwohl diese in klinischen Studien als „chipping“ eingestuft wurden, tatsächlich „delamination“ oder Risserweiterung in der Nähe des Interface-Bereiches darstellen.

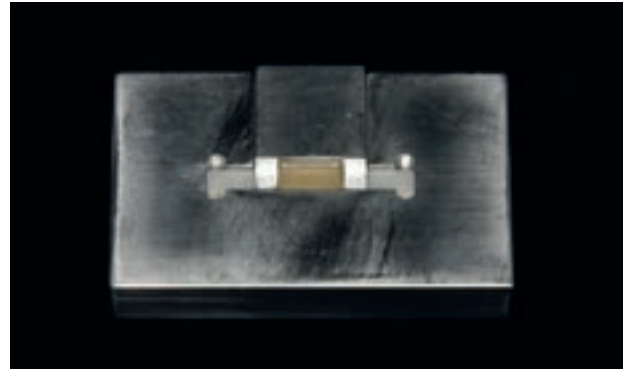
Basierend auf früheren Untersuchungen über metallkeramische Verbundsysteme [29] könnte ein schwacher Verbund zwischen Verblendkeramik und Zirkonoxid die klinische Leistungsfähigkeit und Vorhersagbarkeit von Zirkonoxid-Restaurationen umfangreich kompromittieren.

Gemäß ISO 9693 beträgt die Mindestanforderung an die Verbundfestigkeit für metallkeramische Restaurationen 25 MPa [14]. Dieser Wert wird durch die Rissbeginnprüfung nach *Schwickerath* bestimmt. Demgegenüber existiert bislang keine Prüfmethode mit der Gültigkeit einer Internationalen Norm zur Ermittlung der Verbundfestigkeit in vollkeramischen Verbundsystemen.

Dennoch haben viele Autoren [15, 25, 32, 34–36] den 3-Punkt-Biegeversuch gemäß der Rissbeginnprüfung nach *Schwickerath* zur Ermittlung der Verbundfestigkeit in Verblendkeramik/ Zirkonoxid-Verbundsystemen benutzt.

Aufgrund ihrer inhärenten Sprödigkeit sind keramische Werkstoffe extrem empfindlich gegenüber Spannungskonzentrationen um bereits in ihrer Struktur existierenden Fehlern und Mikrorissen [12]. Diese Spannungen können durch Temperaturschwankungen [12] in der Mundhöhle beim Atmen oder bei routinemäßiger Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme [21] oder durch im Mundmilieu stattfindende Korrosionsprozesse [12] entstehen. Bei Spannungen kann diese synergistische Wirkung im chemisch aktiven wässrigen Umgebungsmilieu eine unterkritische langsame Rissbildung und Rissausbreitung hervorrufen. Dies bedeutet, dass Risse ohne Vorwarnung für einige Zeit wachsen und sich weiterhin langsam entwickeln, bis plötzlich ein verzögerter Bruch des Keramikmaterials auftritt [12, 33]. Das Verbundversagen in Verblendkeramik/Zirkonoxid-Verbundsystemen könnte durch die spontane Umwandlung oberflächlicher Zirkonoxidkristalle von der tetragonalen in die monokline Phase im feuchten Milieu der Mundhöhle weiter gefördert werden [24]. In Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen [6, 8, 22, 25] kommt die thermische Wechselbelastung häufig zum Einsatz, um spezifisch abzuschätzen, ob der Verblendkeramik/Zirkonoxid-Interface-Bereich auf thermische Spannungen und hydrolytischen Angriff empfindlich reagiert.

Ziel dieser In-vitro-Studie war, die Verbundfestigkeit von verschiedenen im Handel erhältlichen geschichteten Ver-



**Abbildung 1** Verblendeter Prüfkörper und spezielle Lehre aus Aluminium zur Überprüfung der Dimensionierung der Verblendkeramik.  
**Figure 1** Veneered specimen placed in the aluminium jig in order to control the specimen dimensions.

nia framework [3]. However, cracks can initiate directly at the core veneer interface and lead to exposure of the zirconia [2]. In both cases, it is evident that the bond within and/ or between the veneering ceramic and zirconia was not strong enough to resist crack initiation and propagation. The adhesive failure of the bond between the veneering ceramic and zirconia is described in the literature as delamination [3].

An apparent problem is that merely by human visual inspection delamination is very hard to detect. Verification of its existence can be achieved through microscopic examination [27], a procedure however not feasible when the restoration remains in situ [3]. For this reason, it is highly possible that many failures, though categorized in clinical studies as chipping, may in fact comprise delamination or crack extension close to the interface.

Based upon previous investigations of metal-ceramic bonded systems [29] a weak bond between the veneering ceramic and zirconia may extensively compromise the clinical performance and predictability of zirconia-based restorations.

According to the International Organization for Standardization the minimum bond strength value for metal-ceramic restorations is 25 MPa [14]. This value is obtained through the *Schwickerath* crack-initiation test. In contrast, for bond strength measurement in all-ceramic systems no methodology having the validity of an International Standard exists to date.

Nevertheless, many authors [15, 25, 32, 34–36] have employed the three-point-bending configuration of the *Schwickerath* crack-initiation test for bond strength measurement in veneer/ zirconia systems.

Due to their inherent brittleness, ceramic materials are extremely sensitive to stress concentrations around pre-existing defects and micro-cracks in their structure [12]. These stresses may arise due to temperature fluctuations [12] of the oral cavity caused by breathing or routine fluid and food intake [21], or due to oral fluid assisted corrosion [12]. This synergistic effect in the presence of stress can provoke slow crack growth and propagation in a subcritical manner in the chemically active aqueous environment, meaning that cracks continue to develop slowly and without any warning for some time until delayed fracture of the ceramic suddenly occurs [12, 33]. Bond breakdown in veneer/

Firing Protocol	Predrying Temperature (°C)	Closing Time (min.)	Heating Rate (°C/ min.)	Firing Temperature (°C)	Holding Time (min.)	Cooling Rate (°C)
Brenn-Anleitung	Start-Temperatur (°C)	Trocknungs-Zeit (min.)	Temperatur-Anstieg (°C/ min.)	End-Temperatur (°C)	Halte-Zeit (min.)	Abkühlung (°C)
IPS e.max <sup>®</sup> Ceram						
ZirLiner clear	403	4:00	40	980	1:00	–
1. Dentin	403	4:00	40	770	1:00	–
2. Dentin	403	4:00	40	770	1:00	–
Glaze	403	6:00	60	745	1:00	450
CerabienZR						
Shade Base	600	5:00	45	950	1:00	700
1. Dentin	600	7:00	45	950	1:00	700
2. Dentin	600	7:00	45	950	1:00	700
Glaze	600	5:00	50	950	0:30	700
Vintage ZR						
1. Opaque Liner	500	7:00	45	960	1:00	–
1. Dentin	650	6:00	45	950	1:00	–
2. Dentin	650	6:00	45	950	1:00	–
Glaze	650	6:00	45	950	1:00	–
VITA VM <sub>9</sub>						
Effect Bonder	500	6:00	80	1000	1:00	–
1. Dentin	500	6:00	55	930	1:00	600
2. Dentin	500	6:00	55	920	1:00	600
Glaze	500	0:00	80	920	1:00	600

**Tabelle 2** Eingestellte Temperaturführungsregime für die 4 Verblendkeramiken.

**Table 2** Adjusted firing schedules for the 4 veneering ceramics.

blendkeramiken zu Zirkonoxid mittels 3-Punkt-Biegeversuch und Rissbeginnprüfung nach *Schwickerath* in Anlehnung an ISO 9693 zu messen. Um die Empfindlichkeit des Haftverbundes gegenüber dem hydrothermalen Angriff zu evaluieren, erfolgte eine thermische Wechselbelastung mit einer wesentlich höheren Anzahl von Zyklen (20.000) als in der bisherigen Literatur berichtet. Ein weiteres Ziel der vorliegenden Studie war, die Art der Fraktur der verschiedenen Verblendkeramik/Zirkonoxid-Kombinationen zu bestimmen.

Die Null-Hypothesen der vorliegenden Studie waren:

1. Die Verbundfestigkeiten verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid erfüllen die Mindestanforderungen

zirconia systems could be further enhanced due to superficial zirconia crystals undergoing spontaneous transformation from the tetragonal phase into the monoclinic phase in the presence of a wet environment [24]. In agreement with previous investigators [6, 8, 22, 25], thermal cycling is frequently used to specifically assess the sensitivity of the veneer-zirconia interface to thermal stress and hydrolytic attack. The aim of the present in vitro study was to measure the bond strength of various commercially available layered veneering ceramics to zirconia using the *Schwickerath* crack-initiation three-point bending test, as described in the International Standard ISO 9693:1999 for metal-ceramic restorations. To evaluate the susceptibility of the bond to hydrothermal

- ( $\geq 25$  MPa) der ISO Norm 9693 für metallkeramische Verbundsysteme.
- Zwischen den Verbundfestigkeiten verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied.
  - Die Verbundfestigkeiten verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid werden durch thermische Wechselbelastung signifikant beeinflusst.

## 2 Material und Methode

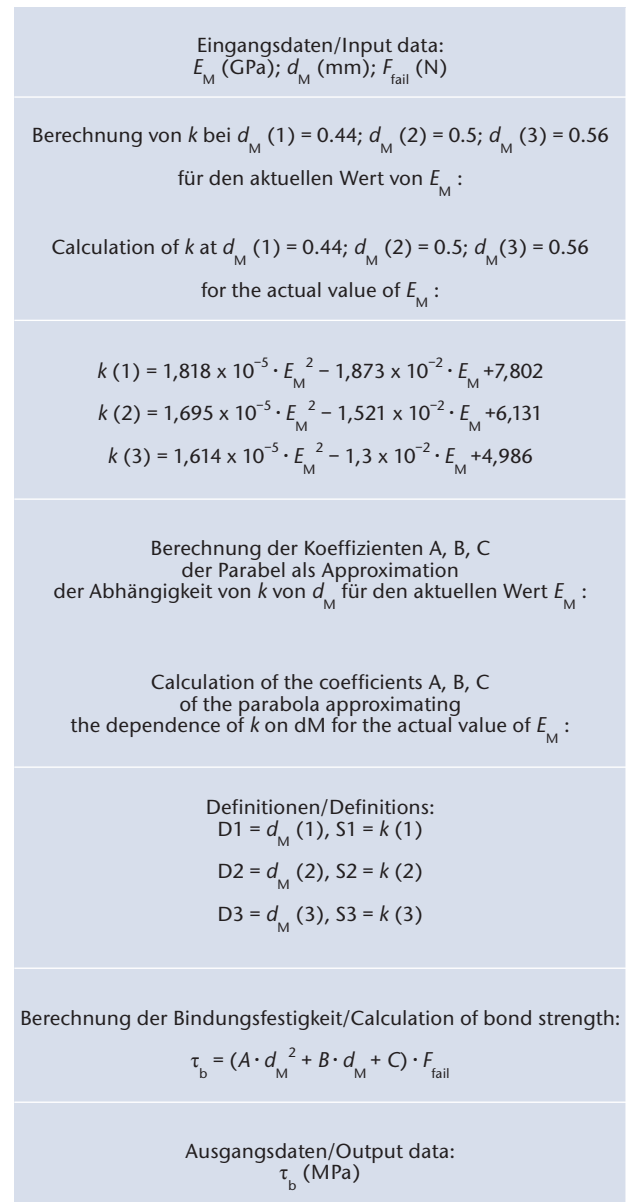
### 2.1 Prüfkörpervorbereitung

VITA In-Ceram YZ (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland) Y-TZP Zirkonoxid-Plättchen ( $n = 80$ ) wurden im vorgesinterten Zustand aus Blockmaterial herausgeschliffen (und anschließend bei  $1530^\circ\text{C}$  in einem Keramikbrennofen (VITA ZYrcomat, T, VITA Zahnfabrik) auf die erforderliche Länge  $l_M = 25,0 \pm 0,10$  mm, Breite  $b = 3,0 \pm 0,10$  mm und Dicke  $d_M = 0,5 \pm 0,05$  mm) dicht gesintert. Dicke, Breite und Länge jedes Zirkonoxid-Plättchens wurden mit einer Genauigkeit von  $0,01$  mm vermessen. Alle Zirkonoxid-Plättchen wurden für  $5$  min in ein Ultraschallbad mit  $70\%$  Ethanol getaucht und anschließend luftgetrocknet. Die gesinterten Zirkonoxid-Oberflächen wurden keiner weiteren Behandlung unterzogen.

Anschließend wurden alle  $80$  Zirkonoxid-Plättchen randomisiert in  $4$  Gruppen mit je  $20$  Plättchen ( $n = 20$ ) aufgeteilt. Jede Gruppe wurde mit einer der folgenden Verblendkeramiken verblendet: IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), CerabienZR (Kuraray-Noritake, Nagoya, Japan), Vintage ZR (Shofu, Kyoto, Japan) und VITA VM9 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland). Jedes Verblendkeramikpulver wurde mit der dazugehörigen Flüssigkeit (Tab. 1) gemischt und in aufeinanderfolgenden Schichten mittels einer speziellen Lehre aus Aluminium genau mittig auf das Zirkonoxid-Plättchen aufgebracht (Linerschicht, 1. & 2. Dentinschicht). Überschüssiges Dentin („slurry“) wurde mit einem Skalpell vor dem Aufbrennen entfernt. Nach jedem Dentinbrand wurden die Maße der aufgebrannten Keramik mit einer digitalen Schiebellehre mit einer Genauigkeit von  $0,01$  mm vermessen, um sicherzustellen, dass die Dimensionen der Verblendkeramik die Anforderungen nach ISO 9693 (Länge  $l_c = 8,0 \pm 0,10$  mm, Breite  $= 3,0 \pm 0,10$  mm, Dicke  $d_c = 1,1 \pm 0,10$  mm) erfüllten (Abb. 1). Auf Beschleifen wurde absichtlich verzichtet, weil dies zu einer lokalen Temperaturerhöhung führen könnte, was wiederum den Verbund im Interface-Bereich und/oder die thermische Belastung im Bereich des Rissbeginns möglicherweise wesentlich verändern könnte. Schließlich erfolgte der Glanzbrand. Bei allen Prüfkörpern wurde die gleiche Anzahl von Brennvorgängen durchgeführt (Tab. 2). Alle Brennvorgänge fanden in einem kalibrierten programmierbaren Keramikbrennofen (VITA VACUMAT 6000 M, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland) statt.

### 2.2 Thermische Wechselbelastung

Nach dem Verblendvorgang wurden jeweils  $10$  Prüfkörper jeder Hauptgruppe einer thermischen Wechselbelastung unterzogen. Es erfolgten  $20.000$  Zyklen, welche  $2$  alternierende Bäl-



**Tabelle 3** Flussdiagramm zur numerischen Berechnung der Ablöse-/Rissbeginn-Festigkeit gemäß ISO 9693.

**Table 3** Flow chart for numerical calculation of the bond strength according to ISO 9693:1999.

attack a thermal cycling regimen with a significantly higher number of cycles ( $20.000$ ) than those reported in the existing literature, was applied. A further aim of the present study was to determine the mode of bond failure among various veneer/zirconia combinations.

The null hypotheses of the present study were the following:

- The bond strengths of veneering ceramics to zirconia are within the range of the minimum requirements ( $\geq 25$  MPa) for metal-ceramic systems set by the International Standard ISO 9693:1999.
- There is no statistically significant difference in the bond strengths of veneering ceramics to zirconia.
- The bond strengths of veneering ceramics to zirconia are significantly affected by thermal cycling.



Veneering Ceramic	Thermal Cycling	Median	Mean	SD	CV
		MPa			
Verblendkeramik-Material	Thermische Wechselbelastung	Median	Mittelwert	St. Abweichung	Variationskoeffizient
		MPa			
IPS e.max® Ceram	yes	21.48	21.07	4.2	20.0
IPS e.max® Ceram	no	21.20	21.31	1.4	6.8
CerabienZR	yes	28.27	28.78	3.1	10.8
CerabienZR	no	26.55	26.65	1.6	6.2
Vintage ZR	yes	25.16	25.35	1.5	6.0
Vintage ZR	no	25.15	25.67	3.2	12.6
VITA VM <sub>9</sub>	yes	27.39	27.76	2.2	7.8
VITA VM <sub>9</sub>	no	28.05	28.30	2.2	7.8

**Tabelle 4** Übersicht der ermittelten Verbundfestigkeiten für die einzelnen Gruppen. Angabe des Medians, des Mittelwertes, der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten.

**Table 4** Median, Mean, Standard Deviation (SD) and Coefficient of Variation (CV) for bond strength stratified by veneering ceramic and by thermal cycling.

der mit destilliertem Wasser von 5 °C und 55 °C umfassten. Die Verweildauer betrug jeweils 45 sec und der Badwechsel dazwischen (Transportzeit) erfolgte innerhalb von 2 sec. Schließlich wurden alle thermobelasteten Prüfkörper bei Raumtemperatur trocken gelagert (n = 40). Die restlichen 10 Prüfkörper jeder Hauptgruppe wurden keiner thermischen Wechselbelastung ausgesetzt, sondern direkt bei Raumtemperatur trocken gelagert (n = 40).

### 2.3 Rissbeginnprüfung nach Schwickerath

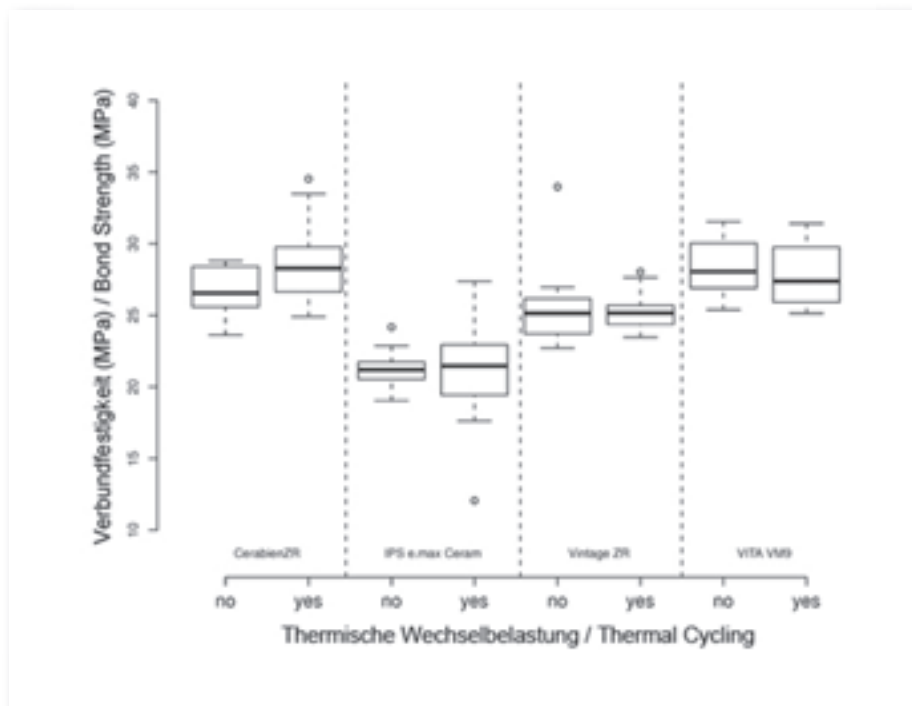
Schließlich wurden alle thermobelasteten und thermisch unbelasteten verblendeten Prüfkörper mittels der 3-Punkt-Biegevorrichtung gemäß ISO 9693 belastet. Die Prüfung wurde mithilfe einer Universalprüfmaschine (Z010/TN2S, Zwick/Roell, Ulm, Deutschland) und des Softwareprogramms Zwick testXpert v7.1 (Zwick, Ulm, Deutschland) durchgeführt. Jeder Prüfkörper wurde in der Biegevorrichtung so platziert, dass die Keramik symmetrisch auf der zur aufgebrachten Last gegenüberliegenden Seite positioniert war. Die Biegevorrichtung hatte 2 zylindrische Auflagen in einem Abstand von 20 mm. Der Radius der Auflagen und der Radius der Druckfinne (Biegekolben) betragen jeweils 1 mm. Die Kraft wurde mit einer konstanten Rate von 1,5 mm/min in der Mitte jedes Prüfkörpers aufgebracht und bis zum Versagen aufgezeichnet. Das Versagen des Verbunds wurde durch einen plötzlichen Kraftabfall auf dem Kraft-Weg-Diagramm angezeigt, wobei die Kraft digital registriert wurde. Es muss darauf hingewiesen werden, dass nach dem Ablösen der Verblendkeramik keine weitere Belastung des Zirkonoxid-Plättchens erfolgte. Anschließend wurde

## 2 Materials and Methods

### 2.1 Specimen Preparation

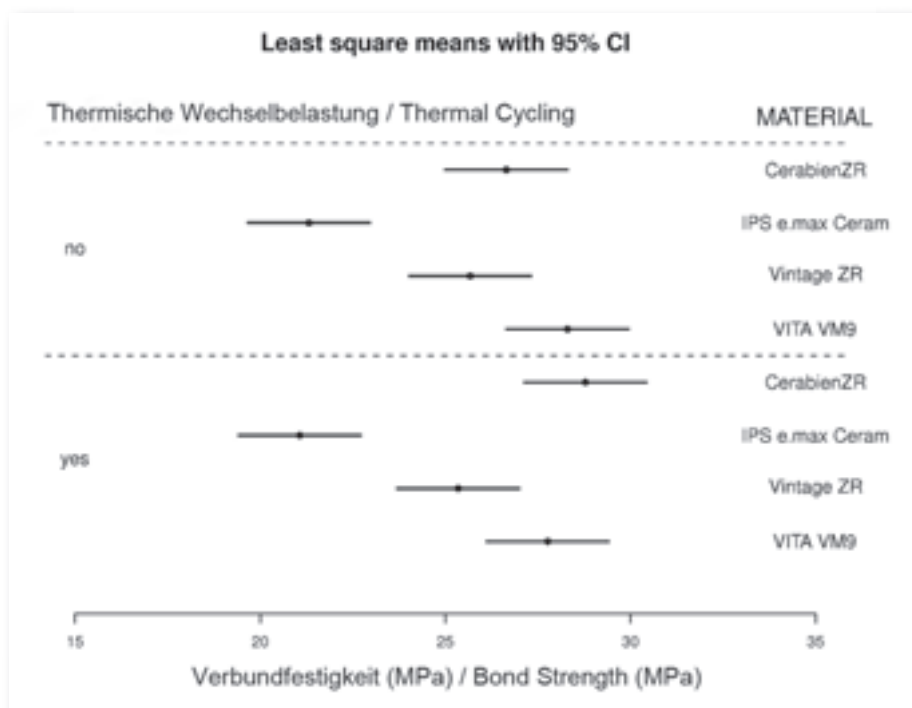
VITA In-Ceram YZ (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) strips (n = 80) of Y-TZP zirconia were prepared in the pre-sintered state and subsequently densely sintered to the final required dimensions (length  $l_M = 25.0 \pm 0.10$  mm, width  $b = 3.0 \pm 0.10$  mm, thickness  $d_M = 0.5 \pm 0.05$  mm) in a high temperature furnace VITA ZYrcomat at 1530°C (ZYrcomat T, VITA Zahnfabrik). The thickness, width and length of each zirconia strip were precisely measured to an accuracy of 0.01 mm. All zirconia strips were immersed for 5 min in an ultrasonic bath containing 70 % ethanol and air-dried. The machined and sintered zirconia surface was not subjected to any further treatment.

Subsequently all 80 zirconia strips were randomly allocated into 4 equal main groups (n = 20). Each group was veneered with one of the veneering ceramics IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), CerabienZR (Kuraray-Noritake, Nagoya, Japan), Vintage ZR (Shofu, Kyoto, Japan) and VITA VM9 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) respectively. Each veneering ceramic powder was mixed with its respective liquid (Tab. 1) and was applied in successive layers (liner layer, 1. & 2. dentin layer) at the center of each zirconia strip using a purpose developed aluminium jig. Excess dentin slurry was removed with a scalpel before firing. After each dentin firing, the dimensions of the ceramic block were measured with a digital caliper with an accuracy of 0.01 mm, to ensure that the dimensions of the veneering ceramic fulfilled the



**Abbildung 2** Box-Whisker-Plot-Diagramm der Verbundfestigkeitsprüfung. Angegeben sind Median, mittlere Quartile und Extremwerte. „Yes“ steht für Wechselbelastung, während „no“ für keine Wechselbelastung steht. Die vertikale Achse zeigt die ermittelten Verbundfestigkeitswerte (MPa).

**Figure 2** Box-whisker-plot diagram depicting the median bond strength values, quartiles and extremes. „Yes“ stands for application of thermal cycling, while „no“ stands for absence of thermal cycling. The vertical axis shows the measured bond strength values (MPa).



**Abbildung 3** Durchschnittliche Verbundfestigkeiten mit 95 % Konfidenzintervallen (KI). „Yes“ steht für Wechselbelastung, während „no“ für keine Wechselbelastung steht. Die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram lag statistisch signifikant unterhalb der Verbundfestigkeit von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 ( $p < 0.05$ ). Es konnte kein statistisch signifikanter Einfluss der thermischen Wechselbelastung nachgewiesen werden ( $p > 0.05$ ).

**Figure 3** Least squares means with 95 % confidence interval CI. „Yes“ stands for application of thermal cycling, while „no“ stands for absence of thermal cycling. IPS e.max Ceram had a significantly lower bond strength ( $p < 0.05$ ) than CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9, while the effect of the thermal cycling on the bond strength was not statistically significant ( $p > 0.05$ ).

jeder Prüfkörper mithilfe einer Lupenbrille bei 4,5x Vergrößerung (Carl Zeiss Meditec) visuell untersucht, um das Verbundversagen zu lokalisieren. Darüber hinaus wurde jeder Prüfkörper mittels eines binokularen Low-Power-Lichtmikroskops (SZH10, Zoom Stereomikroskop System, Olympus Japan) untersucht und digitale Bilder zur Darstellung des Ablöserisses wurden mit dem Software-Programm cell P (Olympus Soft Imaging System) erfasst.

Alle Prüfkörper wiesen einen Ablöseriss an einem Ende der Verblendkeramiksicht auf. Es wurden keine Risse in der Mit-

requirements of the ISO Standard (length  $l_c = 8.0 \pm 0.10$  mm, width =  $3.0 \pm 0.10$  mm, thickness  $d_c = 1.1 \pm 0.10$  mm) (Fig. 1). Grinding was deliberately avoided, because it could lead to local temperature increase, which might in turn substantially alter the interfacial bonding and/or thermal stresses in the area of crack initiation. Finally, a self glaze firing was performed. All specimens were subjected to the same number of firing cycles (Tab. 2). All firings took place in a calibrated dental ceramic oven (VITA VACUMAT 6000 M, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) with programmable settings.

Thermal cycling	Veneering Ceramic	Veneering Ceramic	Estimate	Standard Error	DF	t value	Pr>  t	Adj P	Adj Lower	Adj Upper
yes	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	CerabienZR	7.7124	1.3138	36	5.87	<.0001	<.0001	4.1740	11.2507
yes	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	Vintage ZR	-4.2798	1.3138	36	-3.26	0.0025	0.0125	-7.8182	-0.7415
yes	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	VITA VM <sub>9</sub>	-6.6978	1.3138	36	-5.10	<.0001	<.0001	-10.236	-3.1595
yes	CerabienZR	Vintage ZR	3.4326	1.3138	36	2.61	0.0130	0.0600	-0.1058	6.9709
yes	CerabienZR	VITA VM <sub>9</sub>	1.0146	1.3138	36	0.77	0.4450	0.8664	-2.5238	4.5529
yes	Vintage ZR	VITA VM <sub>9</sub>	2.4180	1.3138	36	1.84	0.0740	0.2716	-1.1204	5.9563

**Tabelle 5a** Differenzen der durchschnittlichen Verbundfestigkeiten der thermobelasteten Gruppen zum Einfluss der Verblendkeramik auf die Verbundfestigkeit.

**Table 5a** Differences of least squares means stratified by application of thermal cycling.

Thermal cycling	Veneering Ceramic	Veneering Ceramic	Estimate	Standard Error	DF	t value	Pr>  t	Adj P	Adj Lower	Adj Upper
no	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	CerabienZR	5.3311	1.0022	36	5.32	<.0001	<.0001	2.6318	8.0303
no	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	Vintage ZR	-4.3568	1.0022	36	-4.35	0.0001	0.0006	-7.0561	-1.6576
no	IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	VITA VM <sub>9</sub>	-6.9846	1.0022	36	-6.97	<.0001	<.0001	-9.6839	-4.2854
no	CerabienZR	Vintage ZR	0.9743	1.0022	36	0.97	0.3375	0.7660	-1.7250	3.6735
no	CerabienZR	VITA VM <sub>9</sub>	-1.6535	1.0022	36	-1.65	0.1077	0.3646	-4.3528	1.0457
no	Vintage ZR	VITA VM <sub>9</sub>	2.6278	1.0022	36	2.62	0.0127	0.0588	-0.0715	5.3271

**Tabelle 5b** Differenzen der durchschnittlichen Verbundfestigkeiten der thermisch unbelasteten Gruppen zum Einfluss der Verblendkeramik auf die Verbundfestigkeit.

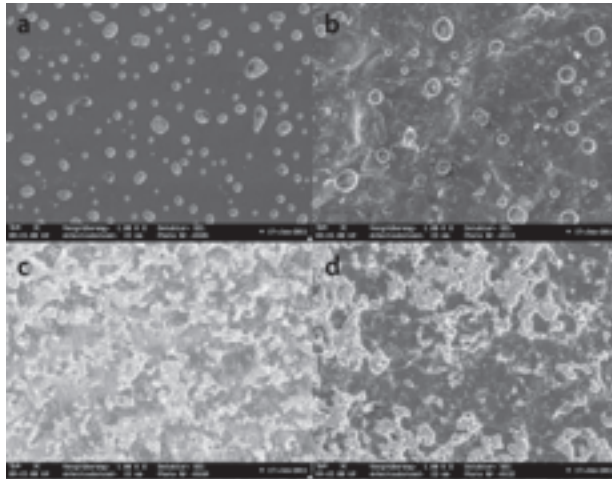
**Table 5b** Differences of least squares means stratified by absence of thermal cycling.

Thermal cycling	Veneering Ceramic	Veneering Ceramic	Estimate	Standard Error	DF	t value	Pr>  t	Adj P	Adj Lower	Adj Upper
IPS e.max <sup>®</sup> Ceram	yes	no	0.2479	1.1684	72	0.21	0.8326	1.0000	-3.3997	3.8956
CerabienZR	yes	no	-2.1334	1.1684	72	-1.83	0.0720	0.6050	-5.7810	1.5143
Vintage ZR	yes	no	0.3249	1.1684	72	0.28	0.7818	1.0000	-3.3228	3.9726
VITA VM <sub>9</sub>	yes	no	0.5347	1.1684	72	0.46	0.6486	0.9998	-3.1129	4.1824

**Tabelle 5c** Paarweise Vergleiche der durchschnittlichen Verbundfestigkeiten der verblendeten Gruppen zum Einfluss der Wechselbelastung auf die Verbundfestigkeit.

**Table 5c** Pairwise differences of least squares means stratified by veneering ceramic material.

(Abb. 1–6, Tab. 1–5: P. Kosyfaki)



**Abbildung 4** Rasterelektronenmikroskopische (REM) – Aufnahmen (Vergrößerung, 1000x) der mit den 4 Keramiken verblendeten Zirkonoxid-Oberflächen.

a) Kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik IPS e.max Ceram  
 b) Kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik CerabienZR  
 c) Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone (Interface-Bereich) und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik Vintage ZR

d) Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone (Interface-Bereich) und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik

**Figure 4** SEM images (magnification, 1000x) of the interfacial zirconia surfaces veneered with the 4 veneering ceramics.

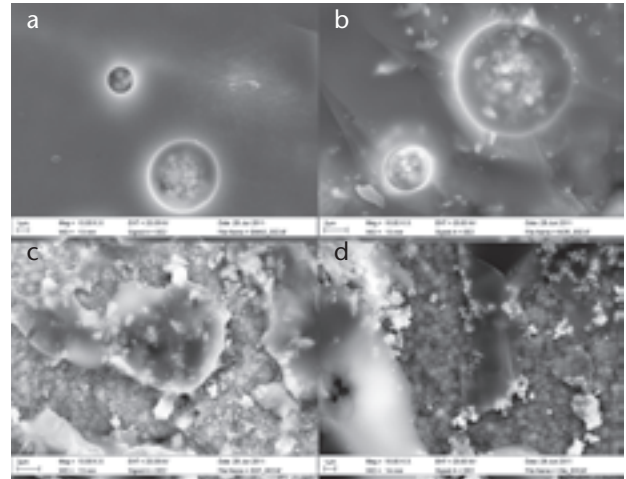
- a) Cohesive failure mode occurring within the veneering ceramic IPS e.max Ceram  
 b) Cohesive failure mode occurring within the veneering ceramic CerabienZR  
 c) Combined failure mode with cohesive failures occurring within the veneering ceramic Vintage ZR and adhesive failures at the interface  
 d) Combined failure mode with cohesive failures occurring within the veneering ceramic VITA VM9 and adhesive failures at the interface

te der Keramikschicht aufgefunden. Daher wurde die an den Prüfkörpern beim Verbundversagen gemessene Kraft als Bruchkraft  $F_{\text{fail}}$  bezeichnet und anschließend für die numerische Berechnung der Verbundfestigkeit verwendet. Während der 3-Punkt Biegeprüfung wurde bei keinem der Zirkonoxid-Plättchen die Integrität gestört.

## 2.4 Berechnung der Verbundfestigkeit

Die Verbundfestigkeit  $\tau_b$  (MPa) wurde auf der Grundlage des in ISO 9693 angegebenen Flussdiagramms (Tab. 3) berechnet. Eingangsdaten waren der Elastizitätsmodul  $E_M$  (GPa) von VITA In-Ceram YZ Zirkonoxid (210 GPa), die individuelle Dicke  $d_M$  (mm) des Zirkonoxid-Plättchens jedes Prüfkörpers und die jeweilige beim Verbundversagen gemessene Bruchkraft  $F_{\text{fail}}$  (N).

Basierend auf der mathematischen Gleichung:  $\tau_b = (A \cdot d_M^2 + B \cdot d_M + C) \cdot F_{\text{fail}}$ , wobei  $(A \cdot d_M^2 + B \cdot d_M + C)$  der Koeffizient  $k$  ( $\text{mm}^2$ ) ist, ergab sich der Verbundfestigkeitswert  $\tau_b$  für jeden Prüfkörper. Der Koeffizient  $k$  ist die Funktion des Elastizitätsmoduls  $E_M$  des Substratmaterials und der Dicke  $d_M$  des jeweiligen Plättchens. Die



**Abbildung 5** Rasterelektronenmikroskopische (REM) – Aufnahmen (Vergrößerung, 10000x) der mit den 4 Keramiken verblendeten Zirkonoxid-Oberflächen.

a) Kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik IPS e.max Ceram  
 b) Kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik CerabienZR  
 c) Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone (Interface-Bereich) und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik Vintage ZR

d) Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone (Interface-Bereich) und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik

**Figure 5** SEM images (magnification, 10000x) of the interfacial zirconia surfaces veneered with the 4 veneering ceramics.

- a) Cohesive failure mode occurring within the veneering ceramic IPS e.max Ceram  
 b) Cohesive failure mode occurring within the veneering ceramic CerabienZR  
 c) Combined failure mode with cohesive failures occurring within the veneering ceramic Vintage ZR and adhesive failures at the interface  
 d) Combined failure mode with cohesive failures occurring within the veneering ceramic VITA VM9 and adhesive failures at the interface

## 2.2 Thermal Cycling

After veneering, 10 veneered specimens of each main group were subjected to thermal cycling. A total of 20.000 cycles was applied with alternating baths of distilled water at temperatures of 5 °C and 55 °C. Dwell time was 45 sec and transfer time between the baths was 2 sec. Finally, all thermally cycled veneered zirconia specimens were stored dry at room temperature ( $n = 40$ ). The remaining 10 veneered specimens of each main group were not subjected to thermal cycling but were directly stored dry at room temperature ( $n = 40$ ).

## 2.3 Schwickerath crack-initiation test

Finally, all thermally and non-thermally cycled veneered zirconia specimens were loaded ( $n = 80$ ) using the three-point bending test according to the International Standard ISO 9693:1999. The loading took place in a universal testing machine (Z010/TN<sub>2</sub>S, Zwick/Roell, Ulm, Germany) using the software program Zwick testXpert v7.1 (Zwick, Ulm, Germany). Each specimen was placed on the specimen holder with the ce-



Verbundfestigkeit  $\tau_b$  wurde schließlich durch  $3/b$  multipliziert, wobei  $b$  die Breite des Zirkonoxid-Plättchens ist [26].

## 2.5 Statistische Analyse

Die Daten wurden mit der Statistik-Software SAS für Windows (Version 9.2.1, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA) analysiert. Eine Normalverteilung der Daten wurde unter Anwendung des Kolmogorov-Smirnov-Tests ( $p > 0.05$ ) verifiziert. Das Verblendmaterial und die thermische Wechselbelastung dienten als unabhängige Variablen. Ein lineares Modell wurde verwendet, um zu prüfen, ob beide Variablen einen Einfluss auf die Verbundfestigkeit hatten. Differenzen von Least Squares Means wurden errechnet, die p-Werte wurden anhand der Tukey-Kramer-Methode adjustiert und 95 % Konfidenzintervalle (KI) wurden bestimmt. Das Signifikanz-Niveau wurde auf 0.05 festgelegt.

## 2.6 Rasterelektronenmikroskopie (REM)

Ausgewählte Prüfkörper wurden absichtlich in der 3-Punkt-Biege-Vorrichtung weiter belastet, um die Verblendkeramik von der Zirkonoxid-Oberfläche komplett zu trennen. Anschließend wurde eine ausgewählte Anzahl der Grenzflächen (Interface-Bereich) unter Verwendung einer Sputteranlage (SCD 040 BAL-TEC, Balzers Union Wallruf, Deutschland) mit Gold beschichtet. Eine rasterelektronenmikroskopische Untersuchung wurde bei einer Beschleunigungsspannung von 15 kV durchgeführt (SEM Zeiss Leo, Oberkochen, Deutschland), um die Grenzflächeneigenschaften zu evaluieren und die Art der Fraktur zu bestimmen.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Verbundfestigkeitswerte

Die ermittelten Verbundfestigkeitswerte für die einzelnen Gruppen sind unter Angabe des Mittelwertes, des Medianwertes, der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten in Tabelle 4 dargestellt. Das Box-Whisker-Plot Diagramm liefert Informationen über Median, Quartile und Extreme (Abb. 2).

Für das Verblendmaterial ließ sich ein signifikanter Einfluss auf die Verbundfestigkeit nachweisen ( $p < 0.05$ ) (Abb. 3, Tab. 5a, 5b). Die Verbundfestigkeit der mit IPS e.max Ceram verblendeten thermobelasteten Prüfkörper war signifikant geringer als die Verbundfestigkeit der mit CerabienZR (Adj  $P < .0001$ ), Vintage ZR (Adj  $P = 0.0125$ ) oder VITA VM9 (Adj  $P < .0001$ ) verblendeten thermobelasteten Prüfkörper. Zwischen den Verbundfestigkeiten der mit CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 verblendeten thermobelasteten Prüfkörper wurden keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0.05$ ) beobachtet. Die Verbundfestigkeit der mit IPS e.max Ceram verblendeten thermisch unbelasteten Prüfkörper war signifikant geringer als die Verbundfestigkeit der mit CerabienZR (Adj  $P < .0001$ ), Vintage ZR (Adj  $P = 0.0125$ ) oder VITA VM9 (Adj  $P < .0001$ ) verblendeten thermisch unbelasteten Prüfkörper. Zwischen den Verbundfestigkeiten der mit CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 verblendeten thermisch unbelasteten Prüfkörper gab es keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0.05$ ).

ramic positioned equidistantly on the side opposite to the applied force. The specimen holder had 2 cylindrical supporting points with a span of 20 mm. The radius of the supports was 1 mm and the radius of the bending piston was 1 mm. The force was applied at a cross-head speed of 1.5 mm/min at the center of each specimen and continuously recorded up to failure of the bond. Failure of the bond was indicated by a sudden decrease in the force-displacement graph, whereby the force was digitally registered. It must be pointed out, that after debonding no further loading of the zirconia strip occurred. Subsequently, each specimen was visually inspected using medical loupes at 4.5x magnification (Carl Zeiss Meditec) to detect the location of the failure event. Furthermore, each specimen was examined under a low-powered binocular optical microscope (SZH10, Zoom Stereo Microscope System, Olympus Japan) and digital images depicting the debonding crack were captured using the software program cell P (Olympus Soft Imaging System).

All specimens failed by a debonding crack at one end of the ceramic layer and no cracks were detected in the middle of the veneering ceramic. As a result, the debonding load registered for each of these specimens was referred to as breaking force or fracture force  $F_{fail}$  and was used for the subsequent calculation of the bond strength. During loading the three-point bending test did not disrupt the integrity of any zirconia strip.

## 2.4 Calculation of the bond strength

The bond strength  $\tau_b$  (MPa) was calculated using the flow chart (Tab. 3) provided by the ISO Standard 9693:1999. Input data were the elastic modulus  $E_M$  (GPa) of VITA In-Ceram YZ (210 GPa), the individual thickness  $d_M$  (mm) of the zirconia strip of each specimen and the respective fracture force  $F_{fail}$  (N) registered for each specimen. Based on the mathematical equation:  $\tau_b = (A \cdot d_M^2 + B \cdot d_M + C) \cdot F_{fail}$ , where  $(A \cdot d_M^2 + B \cdot d_M + C)$  is the coefficient  $k$  ( $\text{mm}^2$ ), the  $\tau_b$  bond strength value for each specimen was obtained. The coefficient  $k$  is a function of the elastic modulus  $E_M$  (GPa) of the substrate material and of the thickness  $d_M$  (mm) of each strip. The  $\tau_b$  was finally multiplied by  $3/b$ , where  $b$  is the width of the zirconia strip [26].

## 2.5 Statistical Analysis

The data were analyzed using the statistical software SAS for Windows (Version 9.2.1, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). A normal distribution of the data was verified by the Kolmogorov-Smirnov test ( $p > 0.05$ ). The veneering ceramic material and thermal cycling served as independent variables. A linear model was used to examine whether the two variables had an effect on the bond strength. Differences of least squares means were calculated, the p-values were adjusted using the Tukey-Kramer method and 95 % confidence intervals (CI) were determined. Statistical significance was set at 0.05.

## 2.6 Scanning electron microscopy (SEM)

Selected specimens were further loaded in the three-point bending apparatus to deliberately peel the veneering ceramic from the zirconia surface. Subsequently, a selected number of interfacial surfaces were coated with gold using a sputter coater

Es konnte kein statistisch signifikanter Einfluss der thermischen Wechselbelastung nachgewiesen werden ( $p > 0.05$ ) (Abb. 3, Tab. 5c). Paarweise Vergleiche zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verbundfestigkeiten der thermobelasteten Prüfkörper und den Verbundfestigkeiten der thermisch unbelasteten Prüfkörper, welche jeweils mit IPS e.max Ceram (Adj P = 1.0000), CerabienZR (Adj P = 0.6050), Vintage ZR (Adj P = 1.0000) sowie VITA VM9 (Adj P = 0.9998) verblendet waren.

### 3.2 REM Ergebnisse

Die REM-Analyse zeigte, dass eine dünne Schicht der Verblendkeramik IPS e.max Ceram (Abb. 4a, 5a) und der Verblendkeramik CerabienZR (Abb. 4b, 5b) die Zirkonoxid-Oberfläche bedeckte. Diese Beobachtung deutete eine kohäsive Frakturart innerhalb der Verblendkeramik IPS e.max Ceram und CerabienZR an. Dies hatte zur Folge, dass der Widerstand gegen die Risserweiterung innerhalb der Verblendkeramik geringer als der Widerstand gegen die Risserweiterung im Interface-Bereich war. Dennoch waren die mit CerabienZR bedeckten Zirkonoxid-Körner geringfügig sichtbar (Abb. 5b). Im Gegensatz dazu waren die Zirkonoxid-Körner durch Luft einschüsse in der Verblendkeramikschicht von IPS e.max Ceram, (Abb. 5a) deutlich zu erkennen.

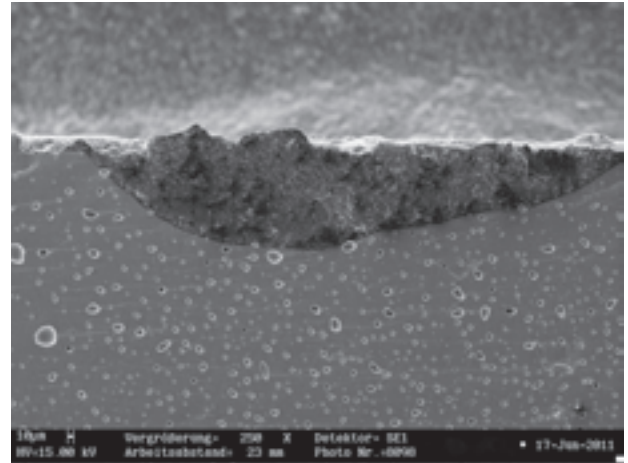
Vintage ZR (Abb. 4c, 5c) und VITA VM9 (Abb. 4d, 5d) zeigten eine Kombination von kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik und adhäsiven Frakturen an der Verbundzone. Die intermittierende Risserweiterung fand im Interface-Bereich oder innerhalb der Verblendkeramik statt. Deshalb erschien der Widerstand gegen die Risserweiterung innerhalb der Verblendkeramik dem Widerstand gegen die Risserweiterung im Interface-Bereich ähnlich zu sein. Die REM-Aufnahmen zeigten Bereiche, in denen die Verblendkeramik die darunterliegenden Zirkonoxid-Körner bedeckte, und Bereiche mit teilweise freigelegten Zirkonoxid-Körnern, welche nicht mit Verblendkeramik (Abb. 5c, 5d) bedeckt waren.

Die Grenzflächen von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 schienen sehr rau zu sein, während IPS e.max Ceram eine extrem glatte Grenzfläche aufwies. IPS e.max Ceram und CerabienZR zeigten eine ausgedehnte Porosität im Gegensatz zu der Verblendkeramikschicht von Vintage ZR und VITA VM9, welche durch eine homogene Struktur mit reduzierter Anzahl von Luftbläschen und Hohlräumen gekennzeichnet war.

Außerdem offenbarten die REM-Aufnahmen ähnliche Oberflächenstrukturen für die thermobelasteten und die thermisch unbelasteten Grenzflächen von IPS e.max Ceram und CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9. Kohäsive Frakturen im verblendeten Zirkonoxid wurden nicht beobachtet.

## 4 Diskussion

Die vorliegende Studie hat die Verbundfestigkeit von verschiedenen Verblendkeramiken zu Zirkonoxid mittels der Rissbeginnprüfung nach *Schwickerath* für metallkeramische Restaurationen untersucht. Die Ergebnisse führen zur Ablehnung der ersten Null-Hypothese, denn die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram zu Zirkonoxid erfüllte die Mindestanforderungen der ISO 9693 ( $\geq 25$  MPa) nicht. Hingegen wurde bei Vin-



**Abbildung 6** Rasterelektronenmikroskopische (REM)-Aufnahme (Vergrößerung, 250x) einer thermobelasteten Keramikoberfläche von IPS e.max Ceram, Ansicht der Grenzfläche zum Zirkonoxid.

**Figure 6** SEM image (magnification, 250x) of a thermally cycled interfacial veneering surface of IPS e.max Ceram.

(SCD 040 BAL-TEC, Balzers Union, Wallruf, Germany). Secondary electron imaging was performed using a scanning electron microscope (SEM Zeiss Leo, Oberkochen, Germany) at an accelerating voltage of 15 kV, to assess the surface characteristics and determine the mode of bond failure.

## 3 Results

### 3.1 Bond strength results

The mean and median bond strengths, standard deviations (SDs) and coefficients of variation (CVs) for each group are presented in Table 4. The box-whisker-plot diagram provides information for medians, quartiles and extremes (Fig. 2).

The veneering ceramic had a statistically significant effect on the bond strength ( $p < 0.05$ ) (Fig. 3, Tab. 5a, 5b). The thermally cycled specimens veneered with IPS e.max Ceram exhibited a significantly lower bond strength than the thermally cycled specimens veneered with CerabienZR (Adj P < .0001), Vintage ZR (Adj P = 0.0125), or VITA VM9 (Adj P < .0001). Among the thermally cycled specimens veneered with CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 no significant differences in bond strength ( $p > 0.05$ ) were observed. The non-thermally cycled specimens veneered with IPS e.max Ceram exhibited a significantly lower bond strength ( $p < 0.05$ ) than the non-thermally cycled specimens veneered with CerabienZR (Adj P < .0001), Vintage ZR (Adj P = 0.0006), or VITA VM9 (Adj P < .0001). Among the non-thermally cycled specimens veneered with CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9, no significant differences in the bond strength ( $p > 0.05$ ) were found.

Thermal cycling had no statistically significant effect on the bond strength ( $p > 0.05$ ) (Fig. 3, Tab. 5c). Pairwise comparisons stratified by the veneering ceramic material revealed no significant differences in bond strength between thermally

tage ZR die Grenze von 25 MPa knapp erreicht und bei CerabienZR sowie VITA VM9 sogar überschritten. Die zweite Null-Hypothese wurde widerlegt, weil keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Verbundfestigkeiten der 4 Verblendkeramiken zu Zirkonoxid gefunden wurden. Da die Verbundfestigkeiten der Verblendkeramiken zu Zirkonoxid durch die thermische Wechselbelastung nicht signifikant beeinflusst wurden, wurde auch die dritte Null-Hypothese nicht bestätigt.

Interessanterweise wurde die kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik nach Schertests von mehreren Autoren als ein Hinweis interpretiert, dass die Verbundfestigkeit im Interface-Bereich höher als die Festigkeit der Keramik selbst [4, 8, 17, 19] und von guter Qualität [4, 16, 19] ist. Obwohl jedoch in der vorliegenden Studie die beiden Verblendkeramiken IPS e.max Ceram und CerabienZR kohäsive Frakturen aufwiesen, blieb die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram zu Zirkonoxid unter dem Grenzwert der ISO 9693. Darüber hinaus war dieser Wert auch wesentlich geringer als die Verbundfestigkeit von CerabienZR zu Zirkonoxid, die über dem Grenzwert von 25 MPa lag. Interessanterweise findet man nach der Verbundprüfung auch auf metallischen Substraten noch Keramik gemäß REM-Aufnahmen [23] und die untersuchten Metall/Keramik-Kombinationen erfüllen trotzdem die Mindestanforderung der ISO 9693 [23]. Auf der anderen Seite wurden in einer weiteren Studie [22] Verbundfestigkeiten zwischen 9,6 (4,2) MPa und 12,5 (3,2) MPa nach Schertests berichtet, was mit dem Auftreten von adhäsiven Frakturen erklärt wurde [22]. Allerdings konnte dies in der vorliegenden Studie nicht verifiziert werden. Trotz der Anwesenheit von adhäsiven Frakturen genügten die Verbundfestigkeiten von Vintage ZR und VITA VM9 zu Zirkonoxid den Anforderungen der ISO 9693. Daher scheint es, dass die identifizierten Frakturarten mit den Verbundfestigkeiten der vorliegenden Studie nicht korrelieren und darüber hinaus, dass die Art der Fraktur zum direkten Vergleich zwischen den verschiedenen Verblendkeramiken nicht geeignet ist. Eine Studie über den metallkeramischen Verbund schlug sogar vor, dass der Erhalt der geforderten Verbundfestigkeit wichtig ist, und dass es keinen Unterschied macht, welche Frakturart beobachtet wird [23]. Leider wurden keine detaillierten Informationen über die Frakturart in Verblendkeramik/Zirkonoxid-Verbundsystemen von anderen Studien zur Verfügung gestellt, welche auch den 3-Punkt-Biegeversuch [15, 25, 34, 35] verwendet haben.

In der vorliegenden Studie betragen die Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) des Dentinmaterials nach Herstellerangaben  $9.5 \cdot 10^{-6}/K$  für IPS e.max Ceram,  $9.4 \cdot 10^{-6}/K$  für Vintage ZR,  $9.1 \cdot 10^{-6}/K$  für CerabienZR und  $8.8 \cdot 10^{-6}/K - 9.2 \cdot 10^{-6}/K$  für VITA VM9 in absteigender Reihenfolge. Offensichtlich waren alle WAK-Werte der Verblendkeramiken etwa 10 % niedriger [13] als der WAK von Zirkonoxid, der nach Herstellerangaben bei  $10.5 \cdot 10^{-6}/K$  liegt. CerabienZR und VITA VM9 zeigten niedrigere WAK-Werte im Vergleich zu IPS e.max Ceram und Vintage ZR. Daher kann angenommen werden, dass eine etwas größere WAK-Differenz zwischen CerabienZR und VITA VM9 einerseits und Zirkonoxid andererseits offenbar Druckspannungen in der Verblendkeramik erzeugt hat. Dies könnte die verbesserte Haftung von CerabienZR und VITA VM9 auf der Zirkonoxid-Oberfläche erklären. Auf der anderen Seite kann das gleiche Argument nicht auf IPS e.max Ceram und Vintage ZR angewendet werden. Obwohl die WAK-Werte von IPS e.max

and non-thermally cycled specimens veneered with IPS e.max Ceram (Adj P = 1.0000), CerabienZR (Adj P = 0.6050), Vintage ZR (Adj P = 1.0000) as well as VITA VM9 (Adj P = 0.9998).

### 3.2 SEM results

SEM detected a thin layer of veneering ceramic IPS e.max Ceram (Fig. 4a, 5a) and Cerabien ZR (Fig. 4b, 5b) covering the zirconia surface. This finding suggested a cohesive failure mode for IPS e.max Ceram and Cerabien ZR with failure occurring within the veneering ceramic. As a result the resistance to crack extension was lower within the veneering ceramic than the resistance to crack extension at the interface. Nevertheless, the zirconia grains were slightly visible through CerabienZR (Fig. 5b). In contrast, the zirconia grains could be distinctly seen through the pores on the veneering ceramic layer of IPS e.max Ceram (Fig. 5a).

A combined failure mode with cohesive failures within the veneering ceramics and adhesive failures at the interface was observed for Vintage ZR (Fig. 4c, 5c) and VITA VM9 (Fig. 4d, 5d). The crack extended intermittently along the interface or within the veneering ceramic. Therefore, the resistance to crack extension within the veneering ceramic appeared to be similar to the resistance to crack extension at the interface. SEM images revealed areas, where the veneering ceramic covered the underlying zirconia grains, and areas with partially exposed zirconia grains, which were not covered with veneering ceramic (Fig. 5c, 5d).

The interfacial surfaces of CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 appeared to be very rough, whereas IPS e.max Ceram exhibited extremely smooth interfacial surfaces. IPS e.max Ceram and CerabienZR showed extensive porosity, as opposed to the ceramic layer of Vintage ZR and VITA VM9, which yielded a rather sound homogenous structure with reduced number of air-bubbles and voids.

Furthermore, SEM disclosed similar surface patterns for the thermally and non-thermally cycled interfacial surfaces of IPS e.max Ceram and CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9. The zirconia strips themselves showed no cohesive failures.

## 4 Discussion

The present study measured the bond strength of various veneer/zirconia systems using the *Schwickerath* crack-initiation test for metal-ceramic restorations. The results lead to the rejection of the first null hypothesis, since the bond strength of IPS e.max Ceram to zirconia did not meet the minimum requirements of the ISO Standard 9693:1999 ( $\geq 25$  MPa). In contrast, Vintage ZR just reached the borderline value of 25 MPa, and CerabienZR as well as VITA VM9 exceeded the limit of 25 MPa. The second null hypothesis was rejected, as statistically significant differences were found among the bond strengths of the 4 veneering ceramics to zirconia. Because the bond strengths of veneering ceramics to zirconia were not significantly affected by thermal cycling, the third null hypothesis was not confirmed.

Interestingly, the cohesive failure within the veneering ceramic after shear testing has been interpreted by several authors as an indication that the interfacial bond strength is

Ceram und Vintage ZR geringfügig unterschiedlich waren, unterschieden sich deren Verbundfestigkeiten signifikant. Dies war ein Hinweis dafür, dass ein Unterschied darin besteht, wie leicht Risse in diesen beiden Materialkombinationen initiiert werden konnten. So konnte in der vorliegenden Studie kein klarer Zusammenhang zwischen den erhaltenen Verbundfestigkeitswerten und den WAK-Differenzen zwischen Verblendkeramik und Zirkonoxid festgestellt werden.

Die 3 Verblendkeramiken CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 zeigten eine effektive Benetzung der Zirkonoxid-Oberfläche. Zirkonoxid-Körner waren durch die dünne Verblendkeramikschiicht von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM9 nur schwach erkennbar wie aus den Abbildungen 4b bis 4d und Abbildungen 5b bis 5d ersichtlich ist. Es entsteht der Eindruck, dass die Verblendkeramik die Zirkonoxid-Oberfläche lückenlos bedeckt hat. Im Gegensatz dazu waren bei den mit IPS e.max Ceram verblendeten Prüfkörpern die darunterliegenden Zirkonoxid-Körner durch die entstandenen Poren (Abb. 4a, 5a) deutlich sichtbar, was für einen Benetzungswinkel von über 90° sprechen könnte. Mögliche Gründe für die eingeschränkte Benetzung könnten die Brenntemperatur oder die begrenzte Reaktivität zwischen der Fluorapatit enthaltenden Keramik IPS e.max Ceram und dem Zirkonoxid sein.

Thermische Wechselbelastung kam in der vorliegenden Studie zum Einsatz, um den Einfluss einer hydrothermalen Belastung auf den Interface-Bereich von verblendeten Zirkonoxid-Prüfkörpern abzuschätzen. Die Anzahl der angewendeten Zyklen (20.000) ist bereits in der Literatur beschrieben worden [22]. Außerdem sollen 20.000 Zyklen mehr als 15 Jahren klinischen Einsatzes [18] entsprechen. Somit erschien dieses Regime als klinisch relevanter zur Beurteilung der Empfindlichkeit des Verbundes gegenüber simulierten oralen Einflüssen, als niedrigere Zyklenzahlen mit 10.000 [8, 25] oder 5000 Zyklen [6].

Die vorliegende Studie konnte keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Verbundfestigkeit vor und nach der thermischen Wechselbelastung feststellen, was in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen [6, 8, 22, 25] ist. Es muss betont werden, dass die Abwesenheit einer statistischen Signifikanz nicht zwangsläufig bedeutet, dass die thermische Wechselbelastung gar keine Änderungen in der Verbundfestigkeit bewirkt hat. In früheren Studien wurde vermutet, dass die Penetration von Wassermolekülen in mikroskopische Unebenheiten des Interface-Bereichs infolge der Auflösung von Metalloxid-Bindungen [30], selektiver Auslaugung von Alkali-Ionen aus der Verblendkeramik und anschließender Auflösung des Glas-Netzwerks [5] den Verbund anfällig machen können. In der Tat veranschaulicht Abbildung 6 eine veränderte Morphologie der Verblendkeramikoberfläche. Zu erkennen sind eine stärkere Rauheit und Verlust der strukturellen Eigenschaften im Vergleich zu den benachbarten Gebieten. Diese Inhomogenität lag am seitlichen Rand der Verblendkeramik, sie war bogenförmig und zur Mitte der Fläche gerichtet. Da die Außenflächen des Prüfkörpers die Bereiche sind, welche der hydrothermalen Belastung und der damit verbundenen Auflösung unmittelbar ausgesetzt sind, ist es logisch zu erwarten, dass der Einfluss der thermischen Wechselbelastung, falls vorhanden, an den Rändern stärker ausgeprägt ist als in der Mitte der Grenzfläche. Daher

higher than the strength of the ceramic itself [4, 8, 17, 19] and of good quality [4, 16, 19]. Surprisingly, however, although both IPS e.max Ceram and CerabienZR presented a cohesive failure mode in the present study, the bond strength of IPS e.max Ceram failed to meet the ISO requirements. Moreover, it was also significantly lower than that of CerabienZR, which even exceeded the limit of 25 MPa. Interestingly, as revealed by SEM images [23] residues of ceramic are found on metal substrates following the *Schwickerath* crack-initiation test, and the examined metal-ceramic combinations still meet the minimum requirements of the ISO Standard 9693:1999 [23]. On the other hand, in one study the weak shear bond strengths with a range of 9.6 (4.2) MPa – 12.5 (3.2) MPa were related to the occurrence of adhesive failures [22]. However, this could not be verified in the present study. Despite the presence of adhesive failure, the bond strengths of Vintage ZR and VITA VM9 met the ISO requirements. Therefore, it appears that the identified failure modes cannot be correlated to the bond strengths in the present study and moreover that the failure mode cannot be used for direct comparison among various veneering ceramics. One study on metal-ceramic bond strength has even suggested that, what matters is to obtain the required strength and that it makes no difference which failure mode is observed [23]. Unfortunately, no detailed information about the mode of bond failure in veneer/zirconia systems was provided by other studies using the three-point bending test [15, 25, 34, 35].

In the present study, the coefficients of thermal expansion (CTEs) of the dentin material in descending order were  $9.5 \cdot 10^{-6}/K$  for IPS e.max Ceram,  $9.4 \cdot 10^{-6}/K$  for Vintage ZR,  $9.1 \cdot 10^{-6}/K$  for CerabienZR and  $8.8 \cdot 10^{-6}/K - 9.2 \cdot 10^{-6}/K$  for VITA VM9 according to manufacturers' data. Obviously all CTEs of the veneering ceramics were about 10 % lower [13] than the CTE of zirconia, being  $10.5 \cdot 10^{-6}/K$  according to the manufacturers' data. CerabienZR and VITA VM9 presented lower values for their CTEs compared to IPS e.max Ceram and Vintage ZR. Hence, it could be assumed that due to a slightly larger gap between the CTE of zirconia and each of the CTEs of CerabienZR and VITA VM9, compression forces were evidently introduced in the veneering ceramic. This could account for the enhanced bond strength of CerabienZR and VITA VM9. On the other hand, the same argument cannot be applied to IPS e.max Ceram and Vintage ZR. Although their CTEs differed but slightly, their bond strengths differed significantly, which indicated a difference in the ease with which cracks in these two material combinations can initiate. Thus, a clear correlation between bond strength and the CTE mismatch between the zirconia and the veneering ceramic could not be definitely verified in the present study.

Noticeably, the 3 veneering ceramics CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 shared the common feature of effective wetting. Zirconia grains were only faintly discernible through the thin coating of the veneering ceramic layer of CerabienZR, Vintage ZR and VITA VM9 as seen in Figures 4b to 4d and Figures 5b to 5d. This suggested a good wetting property of these materials, since it appeared that the veneering ceramic had effectively flowed across the zirconia surface. In contrast, the remaining layer of IPS e.max Ceram rendered the underlying zirconia grains clearly visible within the pores (Fig. 4a, 5a), which was indicative of a wetting angle over 90°. Apparent reasons for the limited wettability could be the firing temperature or the li-



ist die beobachtete Rauheit ein Anzeichen für die Verschlechterung des keramischen Materials infolge chemischer Reaktionen mit dem wässrigen Umgebungsmilieu.

Ferner lagen die WAK-Werte der mit IPS e.max Ceram, CerabienZR und Vintage ZR (Tab. 4) verblendeten thermobelasteten Prüfkörper höher als die korrespondierenden thermisch unbelasteten Prüfkörper, was auf eine höhere Streuung der Verbundfestigkeitswerte der thermobelasteten Prüfkörper hindeutet. Dies zeigt, dass die thermische Wechselbelastung wiederholte Spannungen in dem Verblendkeramik-Zirkonoxid-Interface-Bereich verursacht hat. Somit wurde das Auftreten von initialen kleinen Rissen in den Prüfkörpern begünstigt, was anscheinend zum Verbundversagen nach dem Test beigetragen hat.

In der vorliegenden Studie wurden die verblendeten Prüfkörper, die einer thermischen Wechselbelastung unterzogen werden sollten, vor dem Test trocken gelagert, weil ausschließlich der Einfluss der thermischen Wechselbelastung auf die Empfindlichkeit des Verbunds von Interesse war und nicht der zusätzliche Einfluss der Lagerung in einer flüssigen Lösung. Demgegenüber war in 2 Studien der thermischen Wechselbelastung eine Wasserlagerung vorausgegangen [22, 25]; die Interaktion zwischen Wasserlagerung und thermischer Wechselbelastung wurde jedoch von diesen Autoren nicht angesprochen.

Vor dem Brennen der Prüfkörper wurden Probebrände durchgeführt, um Brennparameter, Qualität, Transparenz und Glanz des jeweils gebrannten Probekörpers zu kontrollieren, und wenn nötig die Brenntemperaturen anzupassen. Aufgrund der Tatsache, dass verschiedene Keramiköfen oder sogar Keramiköfen von der gleichen Firma zu unterschiedlichen Brennergebnissen führen können, wurden alle Brennvorgänge in demselben Ofen und auf demselben Brennträger durchgeführt. Alle Prüfkörper haben insgesamt die gleiche Anzahl von Brennvorgängen durchlaufen, welche einen Linerbrand, 1. und 2. Dentinbrand und einen Glanzbrand umfassten (Tab. 2). Daher war der Grad der thermischen Ermüdung für alle Zirkonoxid-Plättchen vergleichbar.

Ein kritischer Punkt ist, dass die niedrige Wärmeleitfähigkeit von Zirkonoxid [31] den Interface-Bereich zwischen Verblendkeramik und Zirkonoxid isoliert. Ferner zeichnet sich das rigide Zirkonoxid infolge seiner Sprödigkeit durch „zero creep“ bei den Sintertemperaturen der Verblendkeramik aus [20]. Infolgedessen ist Zirkonoxid nicht in der Lage übermäßigen thermischen Spannungen im gleichen Maße wie Metall nachzugeben. Daher vermögen die Zirkonoxid-Restaurationen bei normaler oder schneller Abkühlung nicht die sich bildenden Spannungen abzubauen. Erwartungsgemäß zeigen Zirkonoxid-Restaurationen eine relativ inhomogene Verteilung von transienten und residualen Spannungen sowie erhöhte Temperaturgradienten innerhalb der Verblendkeramik [31]. Aus diesem Grund wurden die konventionellen Abkühlungsraten von mehreren Herstellern modifiziert und eine langsame Abkühlungsstrategie in die Brennprogramme für Zirkonoxid-Restaurationen eingeführt [3]. In der vorliegenden Studie wurden die aktuellen jeweiligen Herstelleranweisungen bezüglich der Abkühlung befolgt (Tab. 2). Langsames Abkühlen erfolgte für IPS e.max Ceram erst beim Glanzbrand (ein Brand), während Vintage ZR Prüfkörper gar nicht langsam abgekühlt wurden. Beruhend auf Tabelle 4 lag

imited reactivity of the nominally fluorapatite containing IPS e.max Ceram with VITA In-Ceram YZ zirconia.

Thermal cycling was employed in the present study to evaluate the impact of hydrothermal stress on the interfacial zone of veneered zirconia specimens. The number of cycles (20.000) applied has been already described in the literature [22]. Also, 20.000 cycles are considered to correspond to over 15 years of clinical service [18]. Thus, this regimen appeared to be more clinically relevant for assessing bond susceptibility to simulated oral conditions, than shorter regimens with 10.000 cycles [8, 25] or 5000 cycles [6].

The present study detected no statistically significant difference in the bond strengths before and after thermal cycling, which is in accordance with previous investigations [6, 8, 22, 25]. It must be emphasized that absence of statistical significance does not necessarily mean that thermal cycling failed altogether to cause any changes in the bond strength. It has been previously assumed that the penetration of water molecules down into interfacial micro-imperfections may render the bond susceptible because of rupture of metal oxide bonds [30], selective leaching of alkali ions from the veneering ceramic and subsequent dissolution of the glass network [5]. In fact, Figure 6 illustrated an altered morphology of the veneering ceramic surface with excessive roughness and loss of its structural characteristics compared to the neighboring areas. This inhomogeneity was located at the lateral edge of the veneering ceramic, it had an arch-like shape and a direction towards the center of the surface. Considering that the external surfaces of the specimen are the regions directly exposed to the hydrothermal stress and associated dissolution effects, it is logical to expect that the effect of thermal cycling, if existent, is more pronounced at the edges, rather than in the centre of the interfacial surface. Therefore, the observed roughness is indicative of deterioration of the ceramic material due to chemical reactions with its water surroundings.

In addition, the coefficients of variation of the thermally cycled specimens veneered with IPS e.max Ceram, CerabienZR and Vintage ZR (Tab. 4) are higher than those of the respective non-thermally cycled specimens, thus suggesting a higher scatter in the bond strength values of the thermally cycled specimens. This indicates that thermal cycling imposed a repeated stress mechanism on the veneer-zirconia interface and thus favored the occurrence of initial small cracks in the specimens, which apparently contributed to the onset of failure of the bond after loading.

In the present study the veneered zirconia specimens to be thermally cycled were also stored dry prior to loading, because of interest was exclusively the effect of thermal cycling on the bond sensitivity and not the additional effect of storage in a liquid solution. In contrast, in 2 studies water storage preceded thermal cycling [22, 25]; the interaction however between thermal cycling and water storage was not addressed by these authors.

Prior to sintering the veneering ceramics, test firing cycles were run, to control the firing parameters, the quality, transparency and degree of gloss of a fired sample, and if it was necessary to adjust the firing schedules. Due to the fact that different ovens, even of the same company, can lead to different firing results, all firings took place in one oven and using one firing tray. All specimens were veneered by the same number of firings, these comprised a liner firing, 2 dentin firings and a

die Verbundfestigkeit von IPS e.max Ceram unterhalb der Grenze von 25 MPa und Vintage ZR erreichte sie knapp. Auf der anderen Seite fand eine langsame Abkühlung für CerabienZR (4 Brände) und für VITA VM9 (3 Brände) statt. Bemerkenswert erreichten CerabienZR und VITA VM9 auch die höchsten Verbundfestigkeitswerte. Diese Beobachtung könnte ein Hinweis darauf sein, dass eine langsame Abkühlung bei den Dentinbränden sowie beim Glanzbrand die Verbundfestigkeit positiv beeinflussen könnte.

Die mittleren Verbundfestigkeitswerte der vorliegenden Studie lagen zwischen 21,07 (4,2) MPa und 28,78 (3,1) MPa. Im Allgemeinen ergaben jedoch andere Studien über 3-Punkt-Biegeversuche unterschiedliche Werte für die Verbundfestigkeit verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid. Diese Verbundfestigkeitswerte lagen zwischen 15,6 MPa und 15,9 MPa [25], zwischen  $24,2 \pm 1,3$  MPa und  $44,8 \pm 6,7$  MPa [35], zwischen  $25,4 \pm 2,3$  MPa und  $33,8 \pm 3,2$  MPa [15], zwischen  $25,5 \pm 5,0$  MPa und  $38,1 \pm 10,5$  MPa [34], zwischen  $26,0 \pm 2,9$  und  $28,9 \pm 1,7$  MPa [32] und zwischen  $25,78 \pm 1,0$  und  $30,47 \pm 1,99$  MPa [36]. Die scheinbare Variation in den veröffentlichten numerischen Werten lässt sich auf die unterschiedlichen Studienprotokolle, welche unterschiedliche Verblendmaterialien (Dentin-/Linermaterialien) oder Zirkonoxid-Substrate, Oberflächenvorbehandlungen und Simulationsmethoden des oralen Umgebungsmilieus umfassten, zurückführen.

Die Rissbeginnprüfung nach *Schwickerath* wurde in der vorliegenden Studie eingesetzt, weil sie im Gegensatz zu anderen Methoden wie Schertest, Zugprüfung oder 4-Punkt-Biegeversuch ein standardisiertes Testverfahren mit einer vorgeschriebenen festgelegten Grenze von 25 MPa darstellt. So liefert diese Prüfung reproduzierbare Resultate und ermöglicht eine standardisierte einfache vergleichende Bewertung der untersuchten Verbundfestigkeiten [26].

Gemäß ISO 9693 gelten für das Metallsubstrat eine 0,2 %-Dehngrenze von 250 MPa und eine 3 %-Bruchdehnung als Mindestanforderungen. Da Keramiken spröde sind, wurde argumentiert, dass sich der 3-Punkt-Biegeversuch für die Messung der Verbundfestigkeit in mehrschichtigen vollkeramischen Verbundsystemen [11, 22] nicht eignet. In der vorliegenden Studie war VITA In-Ceram YZ Zirkonoxid das Substratmaterial. Als keramisches Material ist Zirkonoxid spröde. Jedoch besitzt Zirkonoxid nach Herstellerangaben eine Biegefestigkeit von mehr als 900 MPa. Somit kann Zirkonoxid der während des Tests auf das Verblendkeramik/Zirkonoxid-Verbundsystem übertragene Biegebelastung standhalten.

Die für die vorliegende Studie ausgewählten Materialien könnten in zukünftigen klinischen Studien über Zirkonoxid-Restaurationen verwendet werden, um ihre Leistungsfähigkeit in-vivo zu evaluieren. Basierend auf aktuellen klinischen Daten fand die Kombination VITA VM9/VITA In Ceram YZ Zirkonoxid in einer klinischen prospektiven Studie für die Herstellung von Inlay-Brücken [1] Anwendung. Außerdem war Vintage ZR das Verblendkeramikmaterial für dreigliedrige Ce-TZP Brücken in einer prospektiven Fallserie mit einem Beobachtungszeitraum von 12 Monaten [28], während eine dreijährige prospektive klinische Studie über die Leistungsfähigkeit von aus IPS e.max Ceram/IPS e.max ZirCAD hergestellten Einzelkronen [7] berichtet.

glaze firing (Tab. 2). Therefore the degree of thermal fatigue for all zirconia strips was approximately the same.

A critical issue is that the low thermal diffusivity of zirconia [31] insulates the veneer-zirconia interface. Moreover, due to its brittleness the rigid zirconia has zero creep at the sintering temperatures of the veneering ceramic [20]. As a consequence, zirconia is incapable of yielding to excessive thermal stresses to the same degree as the metal does. Therefore upon normal or rapid cooling zirconia restorations cannot accommodate the developing stresses, and are expected to show a relatively inhomogeneous distribution of transient and residual stresses as well as increased temperature gradients within the veneering ceramic [31]. For this reason, the conventional cooling rates have been modified by several manufacturers and a slow cooling strategy in their firing programs for zirconia restorations has been introduced [3]. In the present study the current cooling instructions of each manufacturer were followed (Tab. 2). Slow cooling took place only during glaze firing for IPS e.max Ceram (one firing), while Vintage ZR specimens were not slowly cooled. Based on Table 4, the bond strength of IPS e.max Ceram was below the borderline value of 25 MPa and of Vintage ZR just reached it. On the other hand, slow cooling was performed for CerabienZR (4 firings) and VITA VM9 (3 firings). Remarkably, CerabienZR and VITA VM9 reached also the highest bond strength values. This observation might be an indication that slow cooling during dentin firing and glaze firing might positively influence the bond strength.

The mean bond strengths in the present study ranged between 21.07 (4.2) MPa and 28.78 (3.1) MPa. In general, however, other studies with three-point bending tests found different ranges for the bond strength of various veneering ceramics to zirconia, these being 15.6 MPa – 15.9 MPa [25],  $24.2 \pm 1.3$  MPa –  $44.8 \pm 6.7$  MPa [35],  $25.4 \pm 2.3$  MPa –  $33.8 \pm 3.2$  MPa [15],  $25.5 \pm 5.0$  MPa –  $38.1 \pm 10.5$  MPa [34],  $26.0 \pm 2.9$  –  $28.9 \pm 1.7$  MPa [32] and  $25.78 \pm 1.0$  –  $30.47 \pm 1.99$  MPa [36]. The apparent variation in the published numerical values can be explained by the different study protocols, which employed different veneering materials (dentin/liner materials) or zirconia substrates, surface pretreatments and methods for simulation of oral clinical conditions.

The *Schwickerath* crack-initiation test was used in the present study. Contrary to other methodologies such as the shear test, the microtensile test or the four-point bending test, the *Schwickerath* crack-initiation test involves a standardized testing procedure and has a set limit of 25 MPa. Thus, it can yield reproducible results and allow a standardized straightforward comparative assessment of the examined bond strengths [26].


According to the ISO Standard 9693:1999 the prerequisites for the metal substrate are a 0.2 % offset yield strength of 250 MPa and a 3 % elongation to failure. Since ceramics are brittle, it has been argued that the three-point bending test cannot be applied for bond strength measurement in all-ceramic multilayered systems [11, 22]. In the present study, VITA In-Ceram YZ zirconia comprised the substrate material. As a ceramic material, zirconia is brittle, yet its flexural strength is over 900 MPa according to the manufacturers' data. Thus, zirconia can adequately support the bending load transferred to the veneer/zirconia system during testing.

The materials selected for the present study could be used in future clinical trials on zirconia-based restorations, in order

## 5 Schlussfolgerungen

Die Verbundfestigkeit von 3 der 4 untersuchten Verblendkeramiken zu Zirkonoxid erfüllte die Mindestanforderung ( $\geq 25$  MPa) der ISO 9693. Die Verbundfestigkeit wurde durch die thermische Wechselbelastung nicht beeinflusst. Es konnte kein Zusammenhang zwischen den gemessenen Verbundfestigkeitswerten und der Art der Fraktur festgestellt werden.

## Danksagungen

Die Autoren bedanken sich bei Herrn *Thomas Jauss* für die REM-Aufnahmen, Frau *Susanne Stampf* für die statistische Analyse und bei VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland für die Herstellung der Zirkonoxid-Plättchen. 

**Interessenskonflikt:** Die Autorin/die Autoren erklären, dass kein Interessenskonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse


Dr. Panagiota Kosyfaki  
D.D.S., Dr. med. dent.  
Spezialistin für Prothetik (DGPro)  
Abteilung Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik,  
Universitätsklinik für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde,  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg  
panagiota.kosyfaki@yahoo.de

to evaluate their performance in vivo. Based on recent clinical data, the combination VITA VM9/VITA In Ceram YZ has been implemented for the fabrication of inlay-retained FDPs in a prospective clinical study [1]. Also, Vintage ZR was the veneering material for three-unit Ce-TZP FDPs in a prospective case series with an observation period of 12 months [28], while a three-year clinical trial reported on the performance of IPS e.max Ceram/ IPS e.max ZirCAD single crowns [7].

## 5 Conclusions

The bond strength of 3 of the 4 veneering ceramics to zirconia fulfilled the minimum requirements ( $\geq 25$  MPa) of the ISO Standard 9693:1999. The bond strength was not influenced by thermal cycling. The bond strength was not influenced by thermal cycling. No correlation could be found between the identified failure modes and the obtained bond strength values.

## Acknowledgements

The authors would like to thank Mr. *Thomas Jauss* for performing the scanning electron microscopy images, Mrs. *Susanne Stampf* for performing the statistical analysis of the data and VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany, for kindly providing the zirconia strips. 

**Conflicts of interest:** The authors declare no conflicts of interest.

## Literatur

1. Abou Tara M, Eschbach S, Wolfart S, Kern M: Zirconia ceramic inlay-retained fixed dental prostheses – first clinical results with a new design. *J Dent* 2010;39:208–211
2. Aboushelib MN, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ: Bridging the gap between clinical failure and laboratory fracture strength tests using a fractographic approach. *Dent Mater* 2009;25:383–391
3. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M: Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010;37:641–652
4. Al-Dohan HM, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME, Lang BR: Shear strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent* 2004;91:349–355
5. Anusavice KJ, Kakar K, Ferree N: Which mechanical and physical testing methods are relevant for predicting the clinical performance of ceramic-based dental prostheses? *Clin Oral Implants Res* 2007;18(Suppl 3):218–231
6. Ashkanani HM, Raigrodski AJ, Flinn BD, Heindl H, Mancl LA: Flexural and shear strengths of ZrO<sub>2</sub> and a high-noble alloy bonded to their corresponding porcelains. *J Prosthet Dent* 2008;100:274–284
7. Beuer F, Stimmelmayer M, Gernet W, Edelhoff D, Guh JF, Naumann M: Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessence Int* 2010;41:631–637
8. Blatz MB, Bergler M, Ozer F, Holst S, Phark JH, Chiche GJ: Bond strength of different veneering ceramics to zirconia and their susceptibility to thermocycling. *Am J Dent* 2010;23:213–216
9. Bulpakdi P, Taskonak B, Yan J, Mecholsky JJ, Jr.: Failure analysis of clinically failed all-ceramic fixed partial dentures using fractal geometry. *Dent Mater* 2009;25:634–640
10. Chevalier J: What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials* 2006;27:535–543
11. Choi BK, Han JS, Yang JH, Lee JB, Kim SH: Shear bond strength of veneering porcelain to zirconia and metal cores. *J Adv Prosthodont* 2009;1:129–135
12. De Aza AH, Chevalier J, Fantozzi G, Schehl M, Torrecillas R: Crack growth resistance of alumina, zirconia and zirconia toughened alumina ceramics for joint prostheses. *Biomaterials* 2002;23:937–945
13. Denry I, Kelly JR: State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299–307
14. DIN EN ISO 9693:1999. (= ISO 9693:1999 = EN ISO 9693:2000–12) Metal-ceramic dental restorative systems. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. Beuth Verlag, Berlin
15. Doi M, Yoshida K, Atsuta M, Sawase T: Influence of pre-treatments on flexural strength of zirconia and debonding crack-initiation strength of veneered zirconia. *J Adhes Dent* 2011;13:79–84
16. Fischer J, Stawarczyk B, Sailer I, Hämmerle CH: Shear bond strength between veneering ceramics and ceria-stabilized zirconia/alumina. *J Prosthet Dent* 2010;103:267–274
17. Fischer J, Stawarczyk B, Trottman A, Hämmerle CH: Impact of thermal misfit on shear strength of veneering ceramic/zirconia composites. *Dent Mater* 2009;25:419–423
18. Fischer J, Zbären C, Stawarczyk B, Hämmerle CH: The effect of thermal cycling on metal-ceramic bond strength. *J Dent* 2009;37:549–553
19. Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B: Effect of zirconia surface treatments on

- the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater J* 2008;27:448–454
20. Fischer J, Stawarczyk B, Hämmerle CH: Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. *J Dent* 2008;36:316–321
  21. Gale MS, Darvell BW: Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89–99
  22. Guess PC, Kulis A, Witkowski S, Wolke-witz M, Zhang Y, Strub JR: Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater* 2008;24:1556–1567
  23. Kellerhoff RK, Fischer J: Ceramic bonding to a machined Au-Ti alloy. *Quintessence Int* 2007;38:867–872
  24. Kim JW, Covell NS, Guess PC, Rekow ED, Zhang Y: Concerns of hydrothermal degradation in CAD/CAM zirconia. *J Dent Res* 2010;89:91–95
  25. Kuriyama S, Terui Y, Higuchi D et al.: Novel fabrication method for zirconia restorations: Bonding strength of machinable ceramic to zirconia with resin cements. *Dent Mater J* 2011;30:419–424
  26. Lenz J, Schwarz S, Schwickerath H, Sperner F, Schäfer A: Bond strength of metal-ceramic systems in three-point flexure bond test. *J Appl Biomater* 1995;6:55–64
  27. Ohlmann B, Rammelsberg P, Schmitter M, Schwarz S, Gabbert O: All-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: preliminary results from a clinical study. *J Dent* 2008;36:692–696
  28. Philipp A, Fischer J, Hämmerle CH, Sailer I: Novel ceria-stabilized tetragonal zirconia/alumina nanocomposite as framework material for posterior fixed dental prostheses: preliminary results of a prospective case series at 1 year of function. *Quintessence Int* 2010;41:313–319
  29. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH: A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(Suppl 3):86–96
  30. Studart AR, Filser F, Kocher P, Lüthy H, Gauckler LJ: Cyclic fatigue in water of veneer-framework composites for all-ceramic dental bridges. *Dent Mater* 2007;23:177–185
  31. Swain MV: Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomater* 2009;5:1668–1677
  32. Tada K, Sato T, Yoshinari M: Influence of surface treatment on bond strength of veneering ceramics fused to zirconia. *Dent Mater J* 2012;31:287–296
  33. Taskonak B, Yan J, Mecholsky JJ, Jr., Sertgoz A, Kocak A: Fractographic analyses of zirconia-based fixed partial dentures. *Dent Mater* 2008;24:1077–1082
  34. Wehnert L, Slotosch S, Freesmeyer WB: Einfluss von mechanischen Oberflächenbearbeitungsverfahren auf den Verbund von Y-TZP zu vier Verblendkeramiken. *Quintessenz Zahntech* 2011;37:342–356
  35. Wehnert L, Radlanski RJ, Freesmeyer WB: Untersuchungen zum Verbund von Zirconia-TZP zu ausgewählten Verblendkeramiken. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:36–47
  36. Yamaguchi H, Ino S, Hamano N, Okada S, Teranaka T: Examination of bond strength and mechanical properties of Y-TZP zirconia ceramics with different surface modifications. *Dent Mater J* 2012;31:472–480



**Jetzt anmelden!**  
Limitierte Teilnehmerzahl.



## Ihr Weg zur Interdisziplinären Mundgesundheitspraxis. Fortbildungsangebot mit Workshop

### Unsere Themen:

- Interdisziplinäre Diagnostik in der Zahnarztpraxis
- Technologien zur Früherkennung von Parodontitis
- Innovative Präventions- und Therapiemethoden
- Gesundheitsökonomische Aspekte der interdisziplinär arbeitenden Zahnarztpraxis
- Case-Management und Patienten-Compliance

### Unsere Referenten:

- Sylvia Fresmann
- Dr. Dirk Ziebolz
- Dirk Bürger
- Jan-Philipp Schmidt
- Dr. Björn Eggert

Die Teilnahmegebühr beträgt für Praxismitarbeiter/ -innen 79,- und für Zahnärzte 99,-.

Mehr Informationen erhalten Sie auf  
**[www.team-im-fokus.de](http://www.team-im-fokus.de)**  
oder telefonisch 06221 4321427\*

\*deutsche Festnetzgebühren, Mobilfunkgebühren können abweichen



Unterstützt von:



**PHILIPS**



For better dentistry  
**DENTSPLY**



Veranstaltet von:



C. Tennert<sup>1</sup>

# Die Desinfektion des Wurzelkanalsystems

## *Disinfection of the root canal system*



C. Tennert

**Einleitung:** Eine erfolgreiche endodontische Behandlung erfordert die Entfernung von Gewebsresten, Mikroorganismen und deren Toxinen aus dem Wurzelkanalsystem. Schwer zugängliche Bereiche des Wurzelkanals werden durch mechanische Bearbeitung nicht vollständig erfasst. Deshalb stellt die Desinfektion des Wurzelkanalsystems einen essenziellen Bestandteil einer endodontischen Behandlung dar.

**Material und Methode:** Es gibt kein Präparat, das alle Anforderungen an eine endodontische Spüllösung erfüllt. Es gibt viele Bestrebungen, Kombinationspräparate zu entwickeln, um das Wurzelkanalsystems chemisch aufbereiten zu können. Die konventionelle Spülung mit Spritze und Kanüle reduziert zwar Mikroorganismen des Wurzelkanalsystems, schafft aber keine komplette Eliminierung.

**Ergebnisse und Schlussfolgerung:** Es stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, um die Wirkung der Spüllösungen im Wurzelkanalsystem zu verbessern. Die Aktivierung der Spülflüssigkeit mittels eines Masterpoints (manuell-dynamisch) und vor allem die Schall- und Ultraschallaktivierung erhöhen die Reinigungswirkung deutlich. Neben der Spülung des Wurzelkanalsystems gibt es weitere Methoden zur Desinfektion, wie photodynamische Therapie, Ozon und Lasersysteme. Diese können adjuvant zu Spüllösungen eingesetzt werden, um besonders in Fällen persistierender Infektionen zusätzliche Effekte zu erzielen.

(Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 696–706)

*Schlüsselwörter:* Endodontie; Wurzelkanal; Desinfektion; Mikroorganismen; Bakterien

**Introduction:** Successful endodontic treatment involves the removal of tissue remnants, microorganisms and microbial toxins from the root canal. Unaccessible regions of the root canal are not prepared completely during mechanical instrumentation. Irrigation of the root canal system remains essential during root canal treatment.

**Material and Method:** There is no solution that meets all demands of an endodontic irrigant. A combination of multiple irrigants is necessary to completely clean the root canal system. Conventional irrigation using syringe and canula reduces microorganisms, but is not able to completely eliminate them.

**Result and Conclusion:** There are multiple techniques to enhance the effect of irrigants. Manual-dynamic activation and especially sonic and ultrasonic activation of irrigants enhance their cleaning effects. Along with irrigation, there are other methods of disinfecting the root canal system, e.g. photodynamic therapy, ozone and laser systems. They are recommended as an adjunct to irrigation protocols, especially in cases of persistent infections.

*Keywords:* endodontics; root canal; irrigation, disinfection; microorganisms; bacteria

<sup>1</sup> Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 26.11.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 16.07.2013

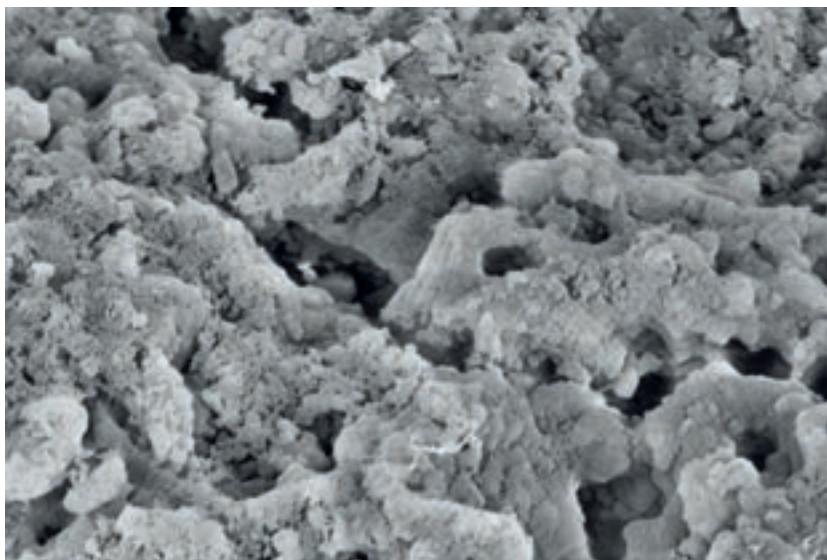
**DOI** 10.3238/dzz.2013.0696-0706

## Einleitung

Die Komplexität des Wurzelkanalsystems und Variabilität einer vielschichtigen mikrobiellen Flora stellen große Herausforderungen an die Behandlung endodontischer Infektionen. Ziel einer endodontischen Behandlung ist die möglichst vollständige Entfernung von Pulpagewebe, Debris, Mikroorganismen und mikrobiellen Toxinen aus dem Wurzelkanalsystem. Allein durch mechanische Aufbereitung werden nicht alle Bereiche des Wurzelkanalsystems erfasst. Mikroorganismen und Gewebsreste können in schwer zugänglichen Bereichen, wie apikalen Deltas, Isthmen und lateralen Kanälen, verbleiben und zu persistierenden Infektionen führen [111]. Somit stellt die Desinfektion des Wurzelkanalsystems einen essenziellen Bestandteil einer endodontischen Behandlung dar [45]. Im Rahmen der chemomechanischen Aufbereitung des Wurzelkanalsystems werden antimikrobielle und gewebeblösende Spüllösungen verwendet. Neben Spüllösungen stehen auch weitere Methoden zur Desinfektion des Wurzelkanalsystems zur Verfügung, wie Ozonsysteme, die photodynamische Therapie oder Lasersysteme.

## Die Infektion des Wurzelkanalsystems

Infektionen des Wurzelkanalsystems werden von einer Vielzahl von Mikroorganismen verursacht, v.a. von obligat anaeroben Bakterien [118]. Bis zu 200 verschiedene Spezies wurden bisher aus Wurzelkanälen isoliert [82]. Dabei handelt es sich um gram-negative anaerobe Bakterien, gram-positive anaerobe Kokken, gram-positive anaerobe und fakultativ anaerobe Bakterien, Laktobazillen und gram-positive fakultativ anaerobe Streptokokken [82, 102]. Im Falle eines endodontischen Misserfolgs wurden *Streptococci spp.*, *Staphylococci spp.*, *Actinomyces spp.*, *Lactobacilli spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella spp.* und *Campylobacter rectus* aus Wurzelkanälen isoliert [82, 102, 117]. Dabei kommt *Enterococcus faecalis* eine besondere Rolle zu. Neuere Untersuchungen zeigen, dass *E. faecalis* sowohl bei sekundären als auch bei primären Infektionen des Wurzelkanalsystems, bei marginalen Parodontitiden



**Abbildung 1** *Enterococcus faecalis* Biofilm auf Dentinoberfläche im Wurzelkanal, REM, 3000fache Vergrößerung.

**Figure 1** *Enterococcus faecalis* biofilm on root canal dentine, SEM, magnification 3000 times.

und sogar bei parodontal gesunden Patienten gefunden wurde. *E. faecalis* ist v.a. in Biofilmen organisiert gegen antimikrobielle Substanzen, z.B. Natriumhypochlorit, Chlorhexidin, Kalziumhydroxid und Tetrazyklin äußerst resistent [20, 93, 117] (Abb. 1). In einem solchen Biofilm sind Mikroorganismen bis zu 1000mal resistenter gegenüber antimikrobiellen Agenzien als in ihrer planktonischen Form [55, 82, 87]. Neben der Struktur des Biofilms existieren weitere Schwierigkeiten, den Mikroorganismen zu begegnen. Sie befinden sich in der Schmierschicht (Smear Layer), in Irregularitäten, Kanalausläufern und Seitenkanälen und können Dentintubuli bis zu 400 µm tief penetrieren, was die Desinfektion des Wurzelkanalsystems erschwert [64, 115].

## Endodontische Spüllösungen

### Anforderungen an endodontische Spüllösungen

Zur chemomechanischen Aufbereitung des Wurzelkanalsystems werden antibakterielle und gewebeblösende Spüllösungen verwendet. Diese Spüllösungen sollen folgende Eigenschaften haben:

- Debris lösen und herauschwemmen,
- ein breites antimikrobielles Spektrum und eine hohe Effektivität gegenüber

aeroben und anaeroben Mikroorganismen in Biofilmen haben,

- vitales und nekrotisches Pulpagewebe und Gewebsreste auflösen,
- Endotoxine inaktivieren,
- die Ausbildung der Smear Layer während der Instrumentierung verhindern oder deren Reste entfernen,
- die Eigenschaften der Zahnhartsubstanz möglichst nicht verändern.

Weiterhin sollen endodontische Spüllösungen systemisch nicht toxisch sein, da sie mit vitalem Gewebe in Kontakt treten. Außerdem sollen sie kein bzw. nur geringes allergisierendes Potenzial aufweisen.

Es steht eine Vielzahl von Lösungen zur Desinfektion des Wurzelkanalsystems zur Verfügung (Abb. 2). Da keine Spüllösung allein die oben genannten Anforderungen abdeckt, müssen mehrere Spüllösungen verwendet werden. Im Folgenden werden endodontische Spüllösungen mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt.

### Natriumhypochlorit

Natriumhypochlorit (NaOCl) besitzt neben einer antibakteriellen auch eine gewebeblösende Wirkung und ist somit in der Lage, sowohl vitales, als auch nekrotisches Gewebe und organische Bestandteile der Schmierschicht aufzulösen [79]. Es ist in Laborstudien und in vi-



Lösung (empfohlene Konzentration)	Wirkung auf endodont. Biofilm	GewebeLösung	Endotoxin Inaktivierung	Wirkung auf Smearlayer	Allerges Potential
Natriumhypochlorit (1%–5.5%)				auf organische Komponenten	
Chlorhexidin (0.2%–2%)					
EDTA (10%–20%)				auf anorganische Komponenten	
Zitronensäure (10%–50%)				auf anorganische Komponenten	
Wasserstoffperoxid (3%–30%)					
Jodjod-Kalium (2%–5%)					
MTAD					
Tetraclean					
QMix				auf anorganische Komponenten	
Hypoclean				auf organische Komponenten	
EDTAC				auf anorganische Komponenten	
Cetredixin					

keine Wirkung	Wirkung bekannt	definitiv nachgewiesen	stark	keine Information verfügbar
---------------	-----------------	------------------------	-------	-----------------------------

**Abbildung 2** Übersicht über die Wirkung endodontischer Spüllösungen, modifiziert nach [89].

**Figure 2** Overview of the effect of root canal irrigants, modified after [89].

(Abb. 1 u. 2: C. Tennert)

vo gegen Bakterien, Viren und Sporen wirksam [76]. Selbst Zerfallsprodukte von Mikroorganismen können durch NaOCl inaktiviert werden [110]. Es wird in Konzentrationen von 1–5,5 % eingesetzt. Die Wirkung von NaOCl ist abhängig von seiner Konzentration, dem Volumen, der Kontaktzeit und der Temperatur. Dabei erscheinen die Kontaktzeit und das Volumen als die wichtigsten Faktoren [21, 39, 134]. NaOCl ist vor allem während der Aufbereitung das Mittel der Wahl, da es die meisten Anforderungen an eine endodontische Spüllösung abdeckt. Es sollte ständig frisches NaOCl in die Wurzelkanäle eingebracht werden, da durch die Interaktion von NaOCl mit organischem Material der gewebeauflösende Effekt bereits nach 2 min Kontaktzeit deutlich absinkt [22].

Bei höheren Konzentrationen nimmt die gewebeauflösende Wirkung zwar zu, allerdings einhergehend mit steigender Zytotoxizität [132]. Es wur-

den bereits schwere Nebenwirkungen beschrieben, wenn hoch konzentriertes NaOCl in die periapikale Region gelangt, wie Nekrosen oder Emphyseme, verbunden mit einschießenden Schmerzen trotz Anästhesie [37, 53].

Die Wirkung von NaOCl kann durch verschiedene Maßnahmen erhöht werden. So führt eine Temperaturerhöhung um jeweils 5 °C zu einer Effektivitätssteigerung um das Doppelte in einem Bereich von 5–60 °C [28]. Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Effektivität von NaOCl im Wurzelkanal ist die Aktivierung durch Schall- oder Ultraschallsysteme [64, 134].

#### Chelatoren

Ethylendiamintetraacetat (EDTA) und Zitronensäure sind Chelatbildner. Sie werden in Konzentrationen von 10–20 % (EDTA) und 10–50 % (Zitronensäure) eingesetzt. Im Gegensatz zu

Natriumhypochlorit haben sie nur geringe antimikrobielle Effekte. Sie sind in der Lage, anorganische Bestandteile der Schmierschicht zu entfernen. Sie demineralisieren Dentin und bilden starke Komplexe mit Kalzium [52]. Chelatoren können zudem den bakteriellen Biofilm von der Kanalwand lösen und sind höchst biokompatibel [23]. Bei der Wirkung von EDTA ist die Einwirkzeit ein wichtiger Parameter. In einem Zeitraum von etwa einer Minute ist eine 17 % EDTA-Lösung in vitro sehr effektiv in der Entfernung der Schmierschicht. Bei längerer Einwirkdauer kommt es zur Demineralisation des Dentins, die Härte und das Elastizitätsmodul der mineralischen Komponenten des Dentins werden herabgesetzt [104, 132].

#### Chlorhexidin

Chlorhexidin (CHX) ist ein sehr wirksames Antiseptikum, das zur chemischen



Plauekontrolle in Konzentrationen von 0,1–0,2 % und als endodontische Spüllösung in 2 % Konzentration verwendet wird [2]. Es wird außerdem in Form von 2 % Gelen angeboten. CHX ist ein positiv geladenes, hydrophobes und lipophiles Molekül, das mit Phospholipiden und Lipopolysacchariden der bakteriellen Zellwand interagiert [72]. CHX wirkt in Laborstudien und in vivo antibakteriell und antifungal [71, 102, 125]. Es ist in vitro wirksamer gegen gram-positive als gegen gram-negative Bakterien, besonders gegen *E. faecalis* [57, 125]. CHX und NaOCl besitzen in vitro in etwa gleichen Konzentrationen ähnliche antimikrobielle Effekte [129]. Im Gegensatz zu NaOCl besitzt CHX allerdings nicht die Fähigkeit, Gewebe und Schmierschicht zu lösen oder mikrobielle Zerfallsprodukte zu inaktivieren. Es besitzt nur geringe Toxizität und eine hohe Substantivität [47]. Somit verbleibt die Wirkung nach einer Spülung über längere Zeit, auch wenn der Kanal bereits getrocknet ist. Eine Laborstudie zeigte, dass CHX bis zu 90 Tage in der Zahnhartsubstanz nachweisbar ist. Die Wirkung von CHX wird jedoch in vitro durch Proteine, wie Serumalbumine, Kollagen und abgetötete Bakterien gehemmt [94]. In vivo konnte CHX in der Zahnhartsubstanz jedoch nur für 48 Stunden nachgewiesen werden [114]. Die meisten Autoren empfehlen den Einsatz von CHX nach Fertigstellung der Aufbereitung als abschließende Spüllösung aufgrund seiner antimikrobiellen Aktivität und Substantivität [18, 69, 94].

## Alkohol

Alkohol kann als endodontische Spüllösung in Konzentrationen von 70–95 % zur Trocknung des Wurzelkanalsystems vor Obturation eingesetzt werden. Leider existieren nur wenige Studien zur Anwendung von Alkohol während oder nach chemo-mechanischer Aufbereitung. In einer Laborstudie konnte gezeigt werden, dass eine Abschlusspülung mit 95 % Ethanol die Penetration des Sealers in das Dentin deutlich erhöht und die Leakage der Wurzelkanalfüllung vermindert [116]. Eine andere Laborstudie konnte eine bessere Penetration des Sealers nach Spülung mit Alkohol nicht bestätigen [130]. Noch fehlen klinische Vergleichsstudien, die einen Benefit der

Anwendung von Alkohol in der Desinfektion oder Vorbehandlung der Dentinoberfläche vor Obturation des Wurzelkanalsystems liefern.

## Jodjod-Kalium

Jodjod-Kalium wird in Konzentrationen von 2–5 % eingesetzt. Es besitzt eine gute Wirksamkeit gegen Bakterien, Viren, Pilze und Sporen und ist nur gering toxisch. Die antimikrobielle Wirkung wird durch molekulares Jod ( $I_2$ ) erreicht [74]. Es zeigt in vitro in geringer Konzentration gute Wirkung gegen *E. faecalis* [89]. Es zeigt jedoch keinerlei Wirkung auf die Schmierschicht und besitzt ein hohes allergenes Potenzial [65]. Außerdem kann die Verwendung von Jodjod-Kalium die Zahnhartsubstanzen verfärben [4]. Aus diesen Gründen ist der Einsatz von Jodjod-Kalium in der Endodontie genau abzuwägen.

## Wechselwirkungen zwischen endodontischen Spüllösungen

Treten endodontische Spüllösungen miteinander in Kontakt, können Wechselwirkungen zwischen den Komponenten auftreten. Wenn NaOCl und CHX kombiniert werden, fällt ein rotbrauner Niederschlag aus: CHX wird in kleine Fragmente hydrolysiert und es entsteht ein aromatisches Amin. Dieses Präzipitat kann Dentinkanäle verstopfen und wirkt negativ auf die Reinigung und Desinfektion des Wurzelkanalsystems [5, 16]. In früheren Studien wurde das Produkt als das hochgiftige Parachloranilin (PCA) identifiziert [11, 12]. In vitro konnten Thomas et al. zeigen, dass der rotbraune Niederschlag Chloramine enthält, jedoch kein PCA darstellt [122]. Die genaue chemische Zusammensetzung der Zerfallsprodukte von NaOCl und CHX ist jedoch noch nicht bekannt. Als gesichert gilt aber, dass sich der rotbraune Niederschlag in das Dentin einlagern kann und so zu Verfärbungen der Zahnhartsubstanz führt [61].

Wenn NaOCl und EDTA kombiniert werden, entsteht ein weißer Niederschlag und es kommt zur Inaktivierung von NaOCl durch die Reduktion der in der Lösung verfügbaren freien Chlorid-Ionen [43, 133]. EDTA wird in seiner klinischen Wirkung jedoch nicht beeinflusst [43, 98, 133].

Werden CHX und EDTA vermischt, kann man beobachten, dass sich die Lösung milchig färbt. Durch eine Neutralisationsreaktion des kationischen CHX und des anionischen EDTA entsteht ein Salz, welches aber die Wirkung der einzelnen Komponenten nicht beeinflusst [5, 41].

Alle Spüllösungen werden in ihrer Wirkung durch Dentin, Blut (Albumine), bakterielle Bestandteile und Pulparreste gehemmt bzw. inaktiviert [77, 93, 124].

## Modifikation von Spüllösungen

Um die Wirkung verschiedener Agenzien zu vereinen oder um die Wirkung einzelner Agenzien zu steigern, wurden diese miteinander kombiniert oder mit Zusätzen versehen. So wurden z.B. Tenside zu Natriumhypochlorit (Hypoclean), EDTA (EDTAC, SmearClear) und Chlorhexidin (Cetredixin) hinzugefügt. Tenside reduzieren die Oberflächenspannung der Lösung und bewirken so eine bessere Benetzbarkeit der Wurzelkanalwände [73]. In vitro konnte eine deutlich geringere Oberflächenspannung und Verbesserung der Wirksamkeit der einzelnen Spüllösungen nachgewiesen werden [8, 38, 66, 73].

Weiterhin wurden Spüllösungen mit Antiseptika (MTAD, Tetraclean) kombiniert, um deren Wirkung im Wurzelkanalsystem zu verbessern.

## MTAD

2003 wurde eine Spüllösung auf antibiostischer Basis, MTAD (BioPure, Dentsply, Konstanz, Deutschland), eingeführt. MTAD steht für die Kombination eines Tetrazyklins (Doxzyzyklin), einer Säure (Zitronensäure) und einem Detergens (Tween 80) [123]. Tetrazyklin bindet wie CHX sehr gut an Dentin und behält seine antibakterielle Aktivität über längere Zeit [75, 123]. MTAD wird für die abschließende Spülung während der Wurzelkanalaufbereitung empfohlen. In vitro ist MTAD einer 6 % NaOCl-Lösung und einer 2 % CHX-Lösung unterlegen [27, 100]. Dunavant et al. (2006) konnten zeigen, dass 1 % NaOCl auf *E. faecalis* Biofilm eine 6mal stärkere Wirkung als MTAD hat [27]. Weiterhin konnten in vitro rötliche Verfärbungen des Dentins

beobachtet werden, die vermutlich durch die Oxidation des Doxyzyklins durch NaOCl verursacht wird [121].

MTAD ist nicht auf dem europäischen Markt erhältlich.

#### Tetraclean

Ein anderes Präparat auf antibiotischer Basis, Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggiò, Italien), besteht aus einer Kombination eines Antibiotikums (Doxyzyklin), Zitronensäure und 2 Detergenzien (Propylenglykol und Centrimide). Die Konzentration von Doxyzyklin ist jedoch deutlich geringer verglichen mit der Konzentration in MTAD [38]. Es entfernt effektiv die Schmier-schicht, öffnet Dentinkanäle [123] und hat eine gute antibakterielle Wirksamkeit [106, 107]. Tetraclean zeigt in vitro eine hohe Substantivität und besitzt eine höhere antibakterielle Wirksamkeit verglichen mit MTAD [71, 73]. Leider fehlen klinische Daten, die die Effektivität in vivo bestätigen.

#### Qmix

Qmix ist eine klare Lösung von Chlorhexidin, einem Tensid und EDTA. Die antibakterielle Wirkung von Qmix ist in vitro stärker als die einer 2 % NaOCl-Lösung und einer 2 % CHX-Lösung, jedoch geringer als die einer 6 % NaOCl-Lösung [129]. In der Entfernung der Schmier-schicht ist Qmix einer 17 % EDTA-Lösung in vitro überlegen [29]. Ein Vorteil von Qmix ist seine geringere Toxizität verglichen mit 3 % NaOCl, 2 % CHX und 17 % EDTA [19]. Es fehlen jedoch weitere Untersuchungen, um die Wirksamkeit von Qmix in vivo zu bewerten.

### Techniken der endodontischen Spülung

Allein durch die chemomechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems ist eine komplette Entfernung von Debris und Schmier-schicht nicht möglich [31, 33]. Um die Wirkung von Spülflüssigkeiten vor allem in schwer zugänglichen Bereichen zu verbessern, stehen verschiedene Techniken zur Verfügung. Man unterscheidet 2 Kategorien von Spültechniken, die *nicht aktivierte* und die *aktivierte Spülung*.

### Nicht aktivierte Spülung

#### Spritze mit Kanüle

Bei konventioneller Spülung wird mittels Kanüle die Spüllösung mit stetig pumpender Bewegung in den Wurzelkanal injiziert. Man unterscheidet Kanülen, die ihre Öffnung am Ende der Kanüle besitzen und Kanülen, deren Öffnung sich seitlich befindet [56]. Kanülen mit seitlicher Öffnung wurden entwickelt, um ein Überpressen von Spüllösung über den Apex hinaus zu verhindern und eine größere hydrodynamische Aktivierung der Spülflüssigkeit zu erreichen [44, 48]. Die Kanüle muss in jedem Fall lose im Kanal positioniert werden und die Spülflüssigkeit wird mit pumpenden Bewegungen in das Wurzelkanalsystem eingebracht [90]. Die Spülung mit Spritze erlaubt eine sehr gute Kontrolle des Volumens und deren Eindringtiefe in den Kanal [126]. Die mögliche Eindringtiefe der Kanüle hängt von der Größe der Aufbereitung, der Kanal-anatomie und der Größe und Flexibilität der Kanüle ab. In früheren Laborstudien wurde empfohlen, dass die Kanüle möglichst einen Millimeter kürzer als Arbeitslänge in den Wurzelkanal eingebracht werden soll [26]. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kanüle in das apikale Drittel eingebracht werden muss, um eine ausreichende Spülwirkung zu erzielen [15, 108]. Hsieh et al. konnten in einer Laborstudie zeigen, dass ein aufbereiteter Kanal der Größe ISO 30 bis 50 mit einer Kanüle mit einem Durchmesser von 0,4 mm, die 3 mm vor Aufbereitungslänge in die Kanäle eingebracht wurde, effektiv reinigen kann. Ab einer Aufbereitungsgröße von ISO 50 kann eine Kanüle mit einem Durchmesser von 0,5–0,6 mm verwendet werden [51]. Eine geeignete Aufbereitungsgröße und Taper sind Voraussetzungen, um ein Wurzelkanalsystem effektiv desinfizieren zu können [44, 48]. Bei einer Fließrate von etwa 4 ml pro Minute konnte in vitro mit Kanülen mit einem Durchmesser von 0,4 mm und einer Aufbereitung der Größe 35/06 ein maximaler Flüssigkeitsaustausch der Spülflüssigkeit im apikalen Kanal-drittel nachgewiesen werden. Werden Kanülen kleineren Durchmessers verwendet, sind geringere Fließraten ausreichend [90]. Spülkanülen mit seitlicher Öffnung müssen weiter in den Kanal eingebracht werden als Kanülen mit

der Öffnung am Ende, um einen äquivalenten Druck zu erzeugen, wodurch das apikale Kanal-drittel effektiv gereinigt werden kann [113].

#### Bürsten

Bürsten wurden entwickelt, um Spüllösungen in schwer zugängliche Bereiche, wie Isthmen, Irregularitäten und Kanalausläufer, zu transportieren und zusätzlich mechanisch zu reinigen. Sie dienen der Entfernung von Debris, Schmier-schicht und auch medikamentösen Einlagen aus dem Wurzelkanalsystem. Neben reinen Bürsten werden auch Spülkanülen angeboten, deren Spitzen mit Bürsten versehen sind (NaviTip FX, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) [7]. Weiterhin gibt es Bürsten, die rotierend eingesetzt werden (Endobrush, C&S Microinstruments Ltd, Karkham, Ontario, Kanada).

In Laborstudien konnte gezeigt werden, dass NaviTip FX die Reinigungswirkung im koronalen Kanal-drittel verbessert, jedoch im mittleren und apikalen Kanal-drittel keinen zusätzlichen Effekt im Vergleich zum NaviTip ohne Bürstenaufsatz hat, da NaviTip FX aufgrund seiner Größe nicht auf voller Arbeitslänge eingesetzt werden kann [7, 59].

### Aktivierte Spülung

Durch einfache Instrumentierung des Wurzelkanals kann die Spüllösung bis in die apikale Region transportiert werden und die Fließrate manuell gesteigert werden. Ein weitaus höherer Effekt wird durch die Verwendung eines Masterpoints erreicht. Er soll in seiner Größe der Aufbereitung des Kanals möglichst genau entsprechen und wird in den mit Spülflüssigkeit gefüllten Kanal eingebracht und pumpend 1 mm in koronal-apikaler Richtung mit einer Frequenz von etwa 100 Mal pro Minute bewegt [44, 119]. Durch den hydrodynamischen Effekt wird die Benetzung der Kanalwände mit Spülflüssigkeit verbessert und Lufteinschlüsse aus dem Kanal entfernt [54, 119, 126]. Allerdings ist die Wirkung dieser Methode fraglich, da Untersuchungen zeigen konnten, dass sich Gewebereste bzw. Biofilm an die Guttapercha anlagern können, die sich bei Auf- und Abbewegung und dem damit verbundenen Druck gegen die Ka-

nalwand dort wieder anlagern oder sogar in die Dentinkanälchen gepresst werden [95].

## Aktivierete Spülung

### Rotierende Bürsten

Die Entfernung von Debris und Smear Layer von instrumentierten Kanalwänden kann auch mit rotierenden Bürsten erfolgen. Die Ruddle-Bürste besteht aus einem Drahtkern mit Borsten, die im Winkelstück bei 300 U/min eingesetzt wird [99]. CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Deutschland) ist eine sehr feine, flexible Bürste bestehend aus Propylen und kann sowohl manuell als auch mit einem Winkelstück bei 600 U/min eingesetzt werden. CanalBrush zeigt in vitro gute Ergebnisse in der Reinigungswirkung in engen Kanalabschnitten, wo die Bürste in Kontakt mit der Kanalwand tritt. Im koronalen Kanaldrittel oder in großlumigen Kanälen zeigten sich diese Bürsten in einer Laborstudie als wenig effektiv [36]. CanalBrush brachte in vitro Vorteile bei der Entfernung von Kalziumhydroxid aus dem Wurzelkanal verglichen mit konventioneller Spülung. Sie ist ähnlich effektiv wie die Ultraschallaktivierung der Spülflüssigkeit [6, 120]. In einer neueren Laborstudie wurde allerdings beobachtet, dass es bei Anwendung der CanalBrush bei der Entfernung von Kalziumhydroxid aus dem Wurzelkanal zu einer Verlagerung und Kondensation von Kalziumhydroxid nach apikal kommt [42]. Weiterhin besteht die Gefahr der Fraktur dieser feinen Bürsten. Sie sind nicht radioopak und auch im Falle einer Fraktur mit dem Mikroskop schwer zu erkennen [6].

### Kontinuierliche Spülung während der rotierenden Instrumentierung

Das Quantec-E Spülsystem (SybronEndo, Orange, CA, USA) ist eine Einheit, mit der während der rotierenden Aufbereitung kontinuierlich gespült wird. Es besteht aus einer Pumpenkonsole mit 2 Flüssigkeitsbehältern und einem Schlauchsystem. Untersuchungen haben gezeigt, dass im Vergleich zur konventionellen Spülung mit Spritze und Kanüle mithilfe des Quantec-E Spülsystems ein schnellerer Austausch von

Spülflüssigkeit ermöglicht wird und größere Volumina an Spülflüssigkeit eingesetzt werden [128]. Quantec-E ist in der Entfernung von Geweberesten und Schmierschicht nur im koronalen Kanalanteil der konventionellen Spülung überlegen, im mittleren und apikalen Kanaldrittel zeigen sich keine signifikanten Unterschiede [105, 128].

### Schall- und Ultraschall

Spülflüssigkeiten können im Wurzelkanal durch Schall- oder Ultraschallsysteme aktiviert werden. Schall arbeitet bei einer niedrigeren Frequenz (1–6 kHz), während Ultraschall höher frequent (25–30 kHz) angewendet wird. Die Aktivierung der Spülflüssigkeit durch Schall-/Ultraschallsysteme führt zu einer effektiveren Desinfektion des Wurzelkanalsystems im Vergleich zur konventionellen Spüllösung allein, wobei die Ultraschall-Aktivierung der schwächeren Schall-Aktivierung überlegen ist [126, 131]. Die Reinigungswirkung wird durch akustische Strömungsphänomene und den sogenannten Kavitationseffekt erreicht. Hierbei kommt es auch zur Erwärmung der Spülflüssigkeit, was insbesondere bei NaOCl zu einer Steigerung der Wirkung führt [88].

EndoActivator (Dentsply, Konstanz, Deutschland) ist ein System zur Schallaktivierung von Spülflüssigkeiten, bestehend aus einem Handstück mit einer flexiblen Polymerspitze, die in verschiedenen Größen erhältlich ist. Es ist sehr effektiv in der Entfernung von Debris an lateralen Kanalwänden und in der Entfernung der Schmierschicht, indem es durch Aktivierung der Spülflüssigkeit dessen Penetrationstiefe in das Dentin erhöht [9]. Obwohl frühere Laborstudien dem EndoActivator keinen zusätzlichen Effekt nachweisen konnten [63, 96], zeigen neuere Laborstudien eine bessere Entfernung von Debris, Schmierschicht, Mikroorganismen und Kalziumhydroxid durch Aktivierung von NaOCl mittels EndoActivator im Vergleich zu NaOCl-Spülung allein [9, 14, 58, 60, 91].

Beim Einsatz von Ultraschall besteht die Gefahr des akzidentellen Dentinabtrags, deshalb ist auf eine passive Arbeitsweise zu achten (PUI – Passive Ultrasonic Irrigation). Anderenfalls führt der unkontrollierte Abtrag von Dentin zu einer Veränderung der Kanalana-

mie während des Einsatzes mit Stufenbildung bis hin zur Strip-Perforation.

Obwohl wenige Laborstudien keinen signifikanten Unterschied zwischen konventioneller Spülung mit Spritze/Kanüle im Vergleich zu PUI zeigen konnten [10, 88], belegen eine Vielzahl neuer Studien eine Steigerung der Reinigungswirkung, v.a. im apikalen Kanaldrittel, in Irregularitäten und Ausläufern des Wurzelkanalsystems [3, 14, 78, 96]. Dabei soll PUI über einen Zeitraum von einer Minute angewendet werden, um eine effektive Reinigungswirkung zu erzielen. Besonders geeignet zur Aktivierung sind NaOCl und EDTA [42, 58].

### Hydrodynamische Desinfektion mittels Saug-/Druck-Spülung

Das EndoVac-System (SybronEndo Corporation, Orange, CA, USA) besteht aus einer Makro- und einer Mikrokanüle, die über ein Schlauchsystem mit einer Spritze mit Spülflüssigkeit verbunden sind. Die initiale Spülung der koronalen Anteile des Wurzelkanalsystems wird mit einer Makrokanüle aus Kunststoff durchgeführt. Eine Mikrokanüle aus Stahl, die an ihrem Ende mehrere Öffnungen besitzt, wird möglichst nahe der Arbeitslänge in den Wurzelkanal eingebracht, die im apikalen Bereich einen Unterdruck erzeugt. Somit wird die Spülflüssigkeit aus den koronalen Anteilen nach apikal transportiert. Die Spülflüssigkeit ist kontinuierlich in Bewegung und es kann im Vergleich zur herkömmlichen Spülung mit Spritze und Kanüle mit größeren Volumina gespült werden. Das Risiko, Spülflüssigkeit über den Apex hinaus zu pressen, ist deutlich verringert [84]. In 2 Laborstudien ist EndoVac in der Entfernung von Debris und Schmierschicht ähnlich effektiv wie die konventionelle Spülung mit Spritze und Kanüle [70, 92]. In zahlreichen Laborstudien konnte nachgewiesen werden, dass EndoVac verglichen mit konventioneller Spülung signifikant mehr Debris und Schmierschicht aus dem Wurzelkanalsystem entfernt, v.a. in dem schwer zu desinfizierenden apikalen Kanaldrittel [1, 50, 78, 101, 112]. Es ist ähnlich effektiv wie PUI [78, 95]. In vivo konnten schnellere Heilungsprozesse nach EndoVac-Spülung beobachtet werden [24, 40].

Das RinsEndo-System (Dürr Dental AG, Bietigheim-Bissingen, Deutschland) basiert ebenfalls auf einer Druck-

Saug-Technik [48, 67]. Durch einen Taktgeber im Handstück werden jeweils 65 µl Spüllösung oszillierend mit einer Frequenz von 1,6 Hz aus einer aufgesteckten Spritze angesaugt und über die RinsEndo-Kanüle in den Wurzelkanal befördert. Während der Saugphase werden verbrauchte Lösung und Luft automatisch gegen neue Flüssigkeit ausgetauscht. In vitro zeigt RinsEndo ähnliche [17, 127] und bessere Reinigungswirkung [67, 97] verglichen mit konventioneller Spülung. Es ist in vitro jedoch Methoden der Aktivierung von Spülflüssigkeit (manuell-dynamisch, Schall-, Ultraschall) unterlegen [17, 67]. In einer Laborstudie konnte gezeigt werden, dass das Risiko des Überpressens der Spülflüssigkeit bei RinsEndo höher ist als bei Schall- und Ultraschallaktivierung, EndoActivator und EndoVac [25].

### Weitere Desinfektionsmethoden

#### Ozon

Ozon ist ein blaues Gas, das aus 3 Sauerstoffatomen besteht. Es ist instabil, sehr reaktiv und ein starkes Oxidationsmittel [13]. Ozoniertes Wasser hat in vitro nahezu gleiche antimikrobielle Wirksamkeit wie 2,5 % NaOCl und ist in Zellkultur nur gering toxisch [81]. Ozon ist jedoch in der antibakteriellen Wirkung gegen *E. faecalis* sowohl in planktonischer Phase als auch im Biofilm einer 2,5 % NaOCl-Lösung unterlegen [49]. Primäre endodontische Infektionen werden von gram-negativen, anaeroben Bakterien dominiert, die von toxischen Sauerstoffspezies effektiv inaktiviert werden können [30]. Es ist nicht bekannt, inwieweit Ozon gegen gram-positive Bakterien wirksam ist. In vitro konnten ozoniertes Wasser, 2,5 % NaOCl und 2 % CHX nach 20 min Kontaktzeit *E. faecalis* in Wurzelkanälen nicht eliminieren [30]. Es liegen leider keine klinischen Daten über die Wirksamkeit von Ozon im Wurzelkanal vor.

#### Photodynamische Therapie

Die photodynamische Therapie (PDT) zielt auf das Abtöten von Mikroorganismen durch einen photoaktiven Farb-

stoff, der durch Bestrahlung mit Licht einer bestimmten Wellenlänge aktive Sauerstoffspezies bildet. Die am häufigsten verwendeten Farbstoffe der PDT werden in Wellenlängenbereichen von etwa 600–800 nm aktiviert [46]. Diese zerstören spezifisch Zellwände, Zellorganellen und schädigen die DNA der Mikroorganismen. PDT führt in Wurzelkanälen in vitro zu einer Reduktion der in Biofilmen organisierten Mikroorganismen von bis zu 80 % [32]. In vivo konnte bei Zähnen mit apikaler Parodontitis durch Wurzelkanalbehandlung in einer Sitzung eine verbesserte Heilung nach Anwendung von PDT beobachtet werden [109]. PDT wird vor allem bei Zähnen mit periapikaler Läsion als zusätzliche Desinfektionsmaßnahme neben der Wurzelkanalspülung empfohlen [32, 109]. Es wird besonders für die Behandlung von therapieresistenten Keimen als adjuvante Desinfektionsmethode angewendet [35, 62, 80, 83, 86]. Jedoch sind weitere klinische Studien notwendig, um die PDT im Wurzelkanalsystem besser bewerten zu können.

#### Laser

Es sind verschiedene Lasersysteme auf dem Markt, die in der Endodontie Anwendung finden, z.B. Diodenlaser, Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat (Nd:YAG) Laser, Erbium-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat (Er:YAG) Laser und CO<sub>2</sub>-Laser. Sie wirken stärker antimikrobiell als die konventionelle chemomechanische Aufbereitung und werden adjuvant zur konventionellen Desinfektion mit Spüllösungen empfohlen [34]. Der exakte Wirkmechanismus ist noch nicht genau bekannt. Nd:YAG Laser sollen Bakterien durch thermische Effekte abtöten, die Wirkung des Er:YAG Lasers besteht in einer hohen Absorptionsfähigkeit durch Wasser, was den größten Bestandteil von Mikroorganismen ausmacht [68]. Lasersysteme konnten in vitro antibakterielle Effekte zeigen [85, 103], jedoch gibt es in der Literatur nur unzureichend beschriebene Zusammenhänge von antimikrobieller Aktivität und Laserparametern, wie Wellenlänge, Pulsdauer, Pulslänge und Bestrahlungsdauer [68]. Es sind weitere, v.a. klinische Untersuchungen notwendig, um den Einsatz von Lasersystemen in der Endodontie genauer einschätzen zu können.

### Fazit

Natriumhypochlorit, EDTA und Chlorhexidin stellen weiterhin die Basis der chemischen Aufbereitung des Wurzelkanalsystems dar. Diese Spüllösungen entfernen effektiv Pulpagewebe, Mikroorganismen, mikrobielle Toxine und Schmierschicht. NaOCl deckt die meisten Anforderungen an eine endodontische Spüllösung ab und sollte deshalb während der mechanischen Aufbereitung verwendet werden. Es besitzt sehr gute antibakterielle Wirksamkeit und löst vitales und nekrotisches Gewebe und organische Bestandteile der Schmierschicht auf. EDTA löst den bakteriellen Biofilm von der Kanalwand und entfernt die anorganischen Bestandteile der Schmierschicht. CHX wirkt besonders gegen gram-positive Bakterien, die während einer endodontischen Behandlung schwer zu eliminieren sind und besitzt hohe Substantivität.

Durch Aktivierung der Spüllösungen mit Schall- oder Ultraschall kann die Effektivität der Spüllösungen, v.a. von NaOCl und EDTA, nach Fertigstellung der mechanischen Aufbereitung gesteigert werden. Durch Saug-/Druck-Spülung (EndoVac-System) wird die Reinigung des apikalen Kanaldrittels verbessert. Neuere Methoden, wie photodynamische Therapie, Ozon und Laser haben andere Wirkmechanismen als die Spüllösungen, reichen in ihrer antimikrobiellen Wirksamkeit aber nicht an eine NaOCl-Spülung heran. Jedoch können diese Methoden in Fällen persistierender Infektionen Vorteile bringen, wenn Resistenzen gegen konventionelle Spüllösungen bestehen. Obwohl es viel Literatur über Spüllösungen, Techniken und verschiedene Desinfektionsmethoden gibt, sind diese Studien methodisch oft sehr unterschiedlich, sodass sie schwer miteinander verglichen werden können. Es fehlen zu vielen Techniken und Desinfektionsmethoden klinische Studien über lange Beobachtungszeiträume, um deren Effektivität in vivo bewerten zu können.

### Konzept zur Desinfektion des Wurzelkanalsystems

Im Folgenden wird ein Konzept zur Desinfektion des Wurzelkanalsystems




vorgestellt, das sich an den Empfehlungen der verfügbaren Literatur orientiert. Es kann sowohl bei primären endodontischen Behandlungen als auch bei Revisionen angewendet werden. Es werden folgenden Spüllösungen verwendet: 2,5–3 % Natriumhypochlorit-, 17–20 % EDTA- und 2 % Chlorhexidinlösung und es ist kombinierbar mit den beschriebenen aktivierenden Systemen.

Nach Anlegen von Kofferdam muss die Zahnoberfläche vom anhaftenden Biofilm befreit werden. Hierzu wird der Zahn mit einem in NaOCl-Lösung getränkten Pellet desinfiziert. Nach Trepanation des Zahnes wird in die koronale Pulpakammer NaOCl-Lösung gegeben, welche sowohl vorhandene Mikroorganismen abtötet als auch vitales oder nekrotisches Pulpagewebe in den koronalen Anteilen des Wurzelkanalsystems auflöst. Die Katheterisierung und die anschließende mechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems erfolgen unter kontinuierlicher NaOCl-Spülung. Nach Fertigstellung der mechanischen Aufbereitung wird jeder Kanal mit etwa 5 ml NaOCl-Lösung gerei-

nigt und desinfiziert [6]. Dabei werden die organischen Anteile der Schmier-schicht gelöst. Im Anschluss wird jeder Kanal mit 2–3 ml EDTA in einem Zeitraum von etwa einer Minute gespült. Dadurch werden die anorganischen Bestandteile der Schmier-schicht gelöst und die Dentinkanälchen eröffnet [6]. Nun sind Dentin und Dentinkanälchen gut zugänglich und jeder Kanal wird erneut mit 5 ml NaOCl-Lösung gespült. Damit NaOCl besser in Irregularitäten, feine Kanalausläufer, Isthmen gelangt und um eine Verbesserung der Penetration von NaOCl in das Dentin zu erreichen, empfiehlt es sich nun für etwa eine Minute mit Schall (EndoActivator) oder Ultraschall zu aktivieren. Alternativ zur Schall- und Ultraschallaktivierung kann auch mittels Saug-/Druck-Spülung (EndoVac) die Reinigung v.a. des apikalen Kanaldrittels verbessert werden. NaOCl wird nun durch Spülung mit 2–3 ml EDTA pro Kanal aus den Wurzelkanälen entfernt, und abschließend kann das Wurzelkanalsystem mit CHX desinfiziert werden. Diese Spülung wirkt sehr effektiv gegen noch verbliebene gram-positive Bakterien,

besonders *E. faecalis*, der als besonders resistenter Keim im Wurzelkanal gilt und häufig bei Sekundärinfektionen isoliert wird. Bei Revisionsbehandlungen oder therapieresistenten Fällen kann zusätzlich die photoaktivierte Desinfektion angewendet werden, um Mikroorganismen abzutöten, die gegen die bisher angewandten Desinfektionsmethoden resistent sind.

Nach Trocknung kann das Wurzelkanalsystem mit einer medikamentösen Einlage versehen werden oder eine Wurzelkanalfüllung erfolgen. 

**Interessenkonflikt:** Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

#### Korrespondenzadresse

Dr. Christian Tennert  
Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und  
Kieferheilkunde  
Abteilung für Zahnerhaltungskunde  
und Parodontologie  
Hugstetter Str. 55  
79106 Freiburg  
christian.tennert@uniklinik-freiburg.de

## Literatur

1. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H: Comparison of Endo-vac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:407–411
2. Addy M, Moran JM: Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol* 2000 1997;15:52–54
3. Agrawal VS, Kapoor S: An in vitro scanning electron microscopic study comparing the efficacy of passive ultrasonic and syringe irrigation methods using sodium hypochlorite in removal of debris from the root canal system. *J Ir Dent Assoc* 2012;58:156–161
4. Ahmed HM, Abbott PV: Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *Int Endod J* 2012;45:883–897
5. Akisue E, Tomita VS, Gavini G, Poli de Figueiredo JA: Effect of the combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine on dentinal permeability and scanning electron microscopy precipitate observation. *J Endod* 2010;36:847–850
6. Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P: Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *Int Endod J* 2012;45:898–906
7. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY: Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2006;32:1181–1184
8. Andrabi SM, Kumar A, Kumar Tewari R, Kumar Mishra S, Iftekhar H: An in vitro SEM study on the effectiveness of smear layer removal of four different irrigations. *Iran Endod J* 2012;7:171–176
9. Bago I, Plecko V, Gabric Panduric D, Schauerperl Z, Baraba A, Anic I: Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. *Int Endod J* 2012;46:339–347
10. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC: A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J* 2010;43:763–768
11. Basrani BR, Manek S, Fillery E: Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine. *J Endod* 2009;35:1296–1299
12. Basrani BR, Manek S, Mathers D, Fillery E, Sodhi RN: Determination of 4-chloroaniline and its derivatives formed in the interaction of sodium hypochlorite and chlorhexidine by using gas chromatography. *J Endod* 2007;36:312–314
13. Baysan A, Lynch E: The use of ozone in dentistry and medicine. *Prim Dent Care* 2005;12:47–52
14. Blank-Goncalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME: Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod* 2011;37:1268–1271
15. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P: Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J* 2010;43:663–672
16. Bui TB, Baumgartner JC, Mitchell JC: Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin. *J Endod* 2008;34:181–185
17. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P: Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear lay-

- er removal in curved canals. *J Endod* 2010;36:1361–1366
18. Carrilho MR, Carvalho RM, Sousa EN et al.: Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dent Mater* 2010;26:779–785
  19. Chandrasekhar V, Amulya V, Rani VS, Prakash TJ, Ranjani AS, Gayathri C: Evaluation of biocompatibility of a new root canal irrigant Q Mix 2 in 1 – An in vivo study. *J Conserv Dent* 2013;16:36–40
  20. Chavez de Paz LE, Bergenholtz G, Svensater G: The effects of antimicrobials on endodontic biofilm bacteria. *J Endod* 2010;36:70–77
  21. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P: Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod* 2008;34:449–452
  22. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H et al.: Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J* 2006;51:245–251
  23. Coons D, Dankowski M, Diehl M: Performance in detergents, cleaning agents and personal care products. In: Falbe J (Editor): *Surfactants in consumer products*, Springer-Verlag, Berlin 1987, S. 197–305
  24. da Silva LA, Nelson-Filho P, da Silva RA et al.: Revascularization and periapical repair after endodontic treatment using apical negative pressure irrigation versus conventional irrigation plus tri antibiotic intracanal dressing in dogs' teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:779–787
  25. Desai P, Himel V: Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 2009;35:545–549
  26. Druttman AC, Stock CJ: An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int Endod J* 1989;22:174–178
  27. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL: Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod* 2006;32:527–531
  28. Dychdala GR: Chlorine and chlorine compounds. In: Block SS (Editor): *Disinfection, sterilization and preservation*, Lea & Febiger, Philadelphia 1991, pp. 131–151
  29. Eliot C, Hatton JF, Stewart GP, Hildebolt CF, Jane Gillespie M, Gutmann JL: The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *Odontology* (2013). Jan 19. [Epub ahead of print]
  30. Estrela C, Estrela CR, Decurcio DA, Hollandia AC, Silva JA: Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J* 2007;40:85–93
  31. Ferreira RB, Alfredo E, Porto de Arruda M, Silva Sousa YT, Sousa-Neto MD: Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. *Aust Endod J* 2004;30:56–58
  32. Fimple JL, Fontana CR, Foschi F et al.: Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro. *J Endod* 2008;34:728–734
  33. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pecora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD: Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J* 2010;43:988–994
  34. Fransson H, Larsson KM, Wolf E: Efficacy of lasers as an adjunct to chemo-mechanical disinfection of infected root canals: a systematic review. *Int Endod J* 2013;46:296–307
  35. Garcez AS, Nunez SC, Hamblim MR, Suzuki H, Ribeiro MS: Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. *J Endod* 2010;36:1463–1466
  36. Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S: Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e62–66
  37. Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M: Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J* 2004;37:272–280
  38. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M: Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod* 2006;32:1091–1093
  39. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ: In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001;34:424–428
  40. Gondim E, Jr., Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S: Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod* 2010;36:1295–1301
  41. Gonzalez-Lopez S, Camejo-Aguilar D, Sanchez-Sanchez P, Bolanos-Carmona V: Effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA. *J Endod* 2006;32:781–784
  42. Gorduysus M, Yilmaz Z, Gorduysus O, Atila B, Karapinar SO: Effectiveness of a new canal brushing technique in removing calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent* 2012;15:367–371
  43. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M: Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 2003;36:411–417
  44. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR: Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35:791–804
  45. Gulabivala K, Patel B, Evans G, NG YL: Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics* 2005;10:103–122
  46. Gursoy H, Ozcakar-Tomruk C, Tanalp J, Yilmaz S: Photodynamic therapy in dentistry: a literature review. *Clin Oral Investig* 2013;17:1113–1125
  47. Hauman CH, Love RM: Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J* 2003;36:75–85
  48. Hauser V, Braun A, Frentzen M: Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J* 2007;40:644–652
  49. Hems RS, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt DA: An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2005;38:22–29
  50. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM: Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *J Endod* 2011;37:1301–1305
  51. Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SE, Shen EC, Hsu PW, Fu E: Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J* 2007;40:11–17
  52. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A: Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36:810–830
  53. Hulsmann M, Hahn W: Complications during root canal irrigation – literature review and case reports. *Int Endod J* 2000;33:186–193
  54. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW: Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod* 2012;38:838–841
  55. Jungermann GB, Burns K, Nandakumar R, Tolba M, Venezia RA, Fouad AF: Antibiotic resistance in primary and persistent endodontic infections. *J Endod* 2011;37:1337–1344
  56. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J: An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod* 1995; 21:277–280
  57. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Gogulnath D, Kindo AJ: Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice,

- 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *Int Endod J* 2010;43:419–423
58. Kanter V, Weldon E, Nair U et al.: A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:809–813
59. Keir DM, Senia ES, Montgomery S: Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod* 1990;16:323–327
60. Khaleel HY, Al-Ashaw AJ, Yang Y, Pang AH, Ma JZ: Quantitative comparison of calcium hydroxide removal by endo-activator, ultrasonic and protaper file agitation techniques: An in vitro study. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci* 2013;33:142–145
61. Kim HS, Zhu Q, Baek SH et al.: Chemical interaction of alexidine and sodium hypochlorite. *J Endod* 2012;38:112–116
62. Kishen A, Upadya M, Tegos GP, Hamblin MR: Efflux pump inhibitor potentiates antimicrobial photodynamic inactivation of *Enterococcus faecalis* biofilm. *Photochem Photobiol* 2010;86:1343–1349
63. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE: In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand–rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2010;36:1367–1371
64. Kuga MC, Gouveia-Jorge E, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti-Filho I, Faria G: Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:e155–159
65. Kvist T, Molander A, Dahlen G, Reit C: Microbiological evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized, clinical trial. *J Endod* 2004;30:572–576
66. Leow N, Abbott P, Castro Salgado J, Firth L: Evaluation of smear layer removal by bicarbonate soda, ethylenediamine tetraacetic acid with cetrizide and sodium hypochlorite with a new model. *Aust Endod J* 2012;38:107–112
67. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL: The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008;41:602–608
68. Meire MA, Coenye T, Nelis HJ, De Moor RJ: In vitro inactivation of endodontic pathogens with Nd:YAG and Er:YAG lasers. *Lasers Med Sci* 2012;27:695–701
69. Menezes MM, Valera MC, Jorge AO, Koga-Ito CY, Camargo CH, Mancini MN: In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. *Int Endod J* 2004;37:311–319
70. Miranda RG, Santos EB, Souto RM, Gusman H, Colombo AP: Ex vivo antimicrobial efficacy of the EndoVac((R)) system plus photodynamic therapy associated with calcium hydroxide against intracanal *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2013;46:499–505
71. Mohammadi Z, Giardino L, Mombeinipour A: Antibacterial substantivity of a new antibiotic-based endodontic irrigation solution. *Aust Endod J* 2012;38:26–30
72. Mohammadi Z, Shalavi S: Is chlorhexidine an ideal vehicle for calcium hydroxide? A microbiologic review. *Iran Endod J* 2012;7:115–122
73. Mohammadi Z, Mombeinipour A, Giardino L, Shahriari S: Residual antibacterial activity of a new modified sodium hypochlorite-based endodontic irrigation solution. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16:e588–592
74. Mohammadi Z: Iodine compounds in endodontics: an update review. *Dent Today* 2009;28:58, 60–63; quiz 63
75. Mohammadi Z: Evaluation of residual antibacterial activity of three concentrations of new root canal irrigation solution. *N Y State Dent J* 2008;74:31–33
76. Mohammadi Z: Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J* 2008;58:329–341
77. Mulcahy H, Charron-Mazenod L, Lewenza S: Extracellular DNA chelates cations and induces antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *PLoS Pathog* 2008;4:e1000213
78. Munoz HR, Camacho-Cuadra K: In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* 2012;38:445–448
79. Naenni N, Thoma K, Zehnder M: Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod* 2004;30:785–787
80. Nagayoshi M, Nishihara T, Nakashima K et al.: Bactericidal effects of diode laser irradiation on *enterococcus faecalis* using periapical lesion defect model. *ISRN Dent* 2011:870364
81. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M: Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod* 2004;30:778–781
82. Narayanan LL, Vaishnavi C: Endodontic microbiology. *J Conserv Dent* 2010;13:233–239
83. Ng R, Singh F, Papamanou DA et al.: Endodontic photodynamic therapy ex vivo. *J Endod* 2011;37:217–222
84. Nielsen BA, Craig Baumgartner J: Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 2007;33:611–615
85. Noiri Y, Katsumoto T, Azakami H, Ebisu S: Effects of Er:YAG laser irradiation on biofilm-forming bacteria associated with endodontic pathogens in vitro. *J Endod* 2008;34:826–829
86. Nunes MR, Mello I, Franco GC et al.: Effectiveness of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis*, with and without the use of an intracanal optical fiber: an in vitro study. *Photomed Laser Surg* 2011;29:803–808
87. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Brandao Garcia R et al.: The antimicrobial effect of new and conventional endodontic irrigants on intra-orally infected dentin. *Acta Odontol Scand* (2012)
88. Paiva SS, Siqueira JF, Jr., Rocas IN et al.: Supplementing the antimicrobial effects of chemomechanical debridement with either passive ultrasonic irrigation or a final rinse with chlorhexidine: a clinical study. *J Endod* 2012;38:1202–1206
89. Pallotta RC, Ribeiro MS, de Lima Machado ME: Determination of the minimum inhibitory concentration of four medicaments used as intracanal medication. *Aust Endod J* 2007;33:107–111
90. Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M: Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *J Endod* 2013;39:511–515
91. Pasqualini D, Cuffini AM, Scotti N et al.: Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of a 5% sodium hypochlorite subsonic-activated solution. *J Endod* 2010;36:1358–1360
92. Pawar R, Alqaied A, Safavi K, Boyko J, Kaufman B: Influence of an apical negative pressure irrigation system on bacterial elimination during endodontic therapy: a prospective randomized clinical study. *J Endod* 2012;38:1177–1181
93. Portenier I, Waltimo T, Orstavik D, Haapasalo M: Killing of *Enterococcus faecalis* by MTAD and chlorhexidine digluconate with or without cetrizide in the presence or absence of dentine powder or BSA. *J Endod* 2006;32:138–141
94. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS: Stability of doxycycline and chlorhexidine absorbed on root canal dentin. *J Endod* 2010;36:489–492
95. Ribeiro EM, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Lorenzetti KT, Silva SR: Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microsc Res Tech* 2012;75:781–790
96. Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hulsmann M: Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod* 2010;36:1983–1987

97. Rodig T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hulsmann M: Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J* 2010;43:581–589
98. Rossi-Fedele G, Dogramaci EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JA: Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *J Endod* 2012;38:426–431
99. Ruddle CJ: *Microbrush for endodontic use*. Washington, DC: United States Patent 6.179,617 (2001)
100. Ruff ML, McClanahan SB, Babel BS: In vitro antifungal efficacy of four irrigants as a final rinse. *J Endod* 2006;32:331–333
101. Saber Sel D, Hashem AA: Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod* 2011;37:1272–1275
102. Schirmeister JF, Liebenow AL, Pelz K et al.: New bacterial compositions in root-filled teeth with periradicular lesions. *J Endod* 2009;35:169–174
103. Sennhenn-Kirchner S, Schwarz P, Schliephake H, Konietschke F, Brunner E, Borg-von Zepelin M: Decontamination efficacy of erbium:yttrium-aluminium-garnet and diode laser light on oral *Candida albicans* isolates of a 5-day in vitro biofilm model. *Lasers Med Sci* 2009;24:313–320
104. Serper A, Calt S: The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod* 2002;28:501–502
105. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M: Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:614–617
106. Shabahang S, Torabinejad M: Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod* 2003;29:576–579
107. Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M: In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod* 2003;29:450–452
108. Shen Y, Gao Y, Qian W et al.: Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod* 2010;36:884–889
109. Silva LA, Novaes AB, Jr., de Oliveira RR, Nelson-Filho P, Santamaria M, Jr., Silva RA: Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation. *J Endod* 2012;38:360–366
110. Silva LA, Leonardo MR, Assed S, Tanomaru Filho M: Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs. *Braz Dent J* 2004;15:109–114
111. Siqueira JF, Jr., Rocas IN: Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34:1291–1301 e3
112. Siu C, Baumgartner JC: Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod* 2010;36:1782–1785
113. Snjaric D, Carija Z, Braut A, Halaji A, Kovacevic M, Kuis D: Irrigation of human prepared root canal – ex vivo based computational fluid dynamics analysis. *Croat Med J* 2012;53:470–479
114. Souza M, Cecchin D, Farina AP et al.: Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. *J Endod* 2012;38:1249–1252
115. Stamatova IV, Vladimirov SB: The smear layer in the root canal and its removal. *Folia Med (Plovdiv)* 2004;46:47–51
116. Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB: Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. *J Endod* 2006;32:785–788
117. Sun J, Song X, Kristiansen BE et al.: Occurrence, population structure, and antimicrobial resistance of enterococci in marginal and apical periodontitis. *J Clin Microbiol* 2009;47:2218–2225
118. Sundqvist G: Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78:522–530
119. Susin L, Liu Y, Yoon JC et al.: Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010;43:1077–1090
120. Tasdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yesilyurt C: Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J* 2011;44:505–509
121. Tay FR, Mazzoni A, Pashley DH, Day TE, Ngoh EC, Breschi L: Potential iatrogenic tetracycline staining of endodontically treated teeth via NaOCl/MTAD irrigation: a preliminary report. *J Endod* 2006;32:354–358
122. Thomas JE, Sem DS: An in vitro spectroscopic analysis to determine whether para-chloroaniline is produced from mixing sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Endod* 2010;36:315–317
123. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J et al.: A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod* 2003;29:170–175
124. Tote K, Horemans T, Vanden Berghe D, Maes L, Cos P: Inhibitory effect of biocides on the viable masses and matrices of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Appl Environ Microbiol* 2010;76:3135–3142
125. Vaghela DJ, Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Jamini N, Ganesh A: Disinfection of dentinal tubules with two different formulations of calcium hydroxide as compared to 2% chlorhexidine: As intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2011;14:182–186
126. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR: The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39:472–476
127. Vivan RR, Bortolo MV, Duarte MA, Moraes IG, Tanomaru-Filho M, Bramante CM: Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. *Braz Dent J* 2010;21:305–309
128. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG: Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod* 2002;28:837–839
129. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M: Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod* 2012;38:1376–1379
130. Wilcox LR, Wiemann AH: Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. *J Endod* 1995;21:256–258
131. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD: Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod* 2011;37:235–238
132. Zehnder M: Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389–398
133. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T: Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31:817–820
134. Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M: Penetration of sodium hypochlorite into dentin. *J Endod* 2010;36:793–796





# Fragebogen: DZZ 11/2013

## 1 Fragen zum Beitrag von J. Kilian: „Die prothetische Versorgung beim Gorlin-Goltz-Syndrom: ein Fallbericht“. Welche der folgenden Aussagen zum Gorlin-Goltz Syndrom treffen zu?

- A** Das Gorlin-Goltz-Syndrom kann sich nur in einem bestimmten Alter manifestieren.
- B** Bei ca. 30 % der Patienten treten odontogene Keratozysten auf.
- C** Die Behandlung der Keratozysten erfolgt nur durch Kürettage.
- D** Das Auftreten der Mund-, Kiefer- und Gaumenspalten ist häufig eine der multiplen Symptome der Gorlin-Goltz-Erkrankung.
- E** Diese Form der Erkrankung manifestiert sich nur im stomatognathen System.

## 2 Vervollständigen Sie den Satz: Das Gorlin-Goltz-Syndrom ...

- A** ist eine autosomal dominante Erkrankung.
- B** beruht auf multiplen Missbildungen des Körpers.
- C** kann das ZNS befallen.
- D** kann das auditive und das visuelle System beanspruchen.
- E** Alle Antworten sind korrekt.

## 3 Patienten mit Gorlin-Goltz-Syndrom ...

- A** leiden an multiplen follikulären Zysten.
- B** benötigen ein strenges Recallprogramm.
- C** brauchen keine medizinische Überwachung von weiteren Spezialisten.
- D** werden nur selten multidisziplinär behandelt.
- E** Alle Antworten sind falsch.

## 4 Fragen zum Beitrag von F. Halling: „Zahnmedizinisch relevante Neben- und Wechselwirkungen der meistverordneten Arzneimittel in Deutschland“. Welche Nebenwirkung tritt bei einigen Antidepressiva (z.B. Mirtazapin) „sehr häufig“ auf?

- A** Stomatitis
- B** angioneurotisches Ödem
- C** Mundtrockenheit
- D** Geschmacksstörungen
- E** Zahnfleischbluten

## 5 Bei welcher Arzneimittelgruppe muss gehäuft mit dem Auftreten eines angioneurotischen Ödems gerechnet werden?

- A** ACE-Hemmer
- B** NSAID
- C** Lipidsenker
- D** Makrolide
- E** Antidiabetika

## 6 Bei der gleichzeitigen Gabe der folgenden Arzneimittel können ventrikuläre Arrhythmien auftreten:

- A** Ibuprofen/Amoxicillin
- B** Articain mit Adrenalinzusatz/Ibuprofen
- C** Marcumar/Erythromycin
- D** Amitriptylin/Clarithromycin
- E** Clindamycin/Paracetamol

## 7 Fragen zum Beitrag von P. Kosyfaki et al.: „Verbundfestigkeit verschiedener Verblendkeramiken zu Zirkonoxid“. Bei Zirkonoxid-Restaurationen wird als „delamination“ beschrieben:

- A** die adhäsive Fraktur an der Verbundzone zwischen der Verblendkeramik und der Zirkoniumdioxidkeramik
- B** die kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik
- B** die kohäsive Fraktur innerhalb der Zirkoniumdioxidkeramik
- B** die adhäsive Fraktur an der Verbundzone zwischen der Verblendkeramik und der Zirkoniumdioxidkeramik sowie die kohäsive Fraktur innerhalb der Verblendkeramik
- B** die adhäsive Fraktur an der Verbundzone zwischen der Verblendkeramik und der Zirkoniumdioxidkeramik sowie die kohäsive Fraktur innerhalb der Zirkoniumdioxidkeramik

## 8 Wie viele thermische Wechselbelastungen erscheinen als klinisch relevant zu sein?

- A** 1000
- B** 5000
- C** 10.000
- D** 15.000
- E** 20.000

## 9 Welche Prüfmethode wird bei der Rissbeginnprüfung nach Schwickerath gemäß ISO 9693 verwendet?

- A** der 4-Punkt-Biegetest
- B** der 3-Punkt-Biegetest
- C** die Zugprüfung
- D** die Scherprüfung
- E** keine der genannten

## 10 Fragen zum Beitrag von C. Tennert: „Die Desinfektion des Wurzelkanalsystems“. Welche Aussage zu Wurzelkanalspüllösungen trifft nicht zu?

- A** Natriumhypochlorit kann periapikal Emphyseme auslösen mit starken Beschwerden, trotz Anästhesie.
- B** EDTA löst die organischen Bestandteile der Schmier-schicht auf.

- C** Während der Aufbereitung wird mit ausreichend Natriumhypochlorit gespült.
- D** Chlorhexidin wirkt besonders gegen gram-positive Bakterien.
- E** Chlorhexidin besitzt hohe Substantivität.

### 11 Welche der aufgelisteten Eigenschaften soll eine endodontische Spüllösung nicht besitzen?

- A** breites antimikrobielles Spektrum
- B** Auflösen des Biofilms
- C** Auflösen von nekrotischem Pulpagewebe
- D** Inaktivierung von Endotoxinen
- E** Keine Schädigung des vitalen Pulpagewebes

### 12 Welche Antwort zu Techniken der Wurzelkanalspülung trifft zu?

- A** Bei Spülung mit Spritze/Kanüle gelangt die Spülflüssigkeit etwa 1 mm apikal der Kanüle.
- B** Die Verwendung rotierender Bürsten steigert die Effektivität der Desinfektion im apikalen Drittel.
- C** Schallaktivierung ist effektiver als Ultraschallaktivierung der Spüllösung.
- D** EndoActivator ist ein System basierend auf einer Druck-Saug-Technik.
- E** Bei Anwendung des Rins-Endo-Systems wird die Gefahr des Überpressens von Spülflüssigkeit herabgesetzt.

## Fortbildungskurse der APW / CDE courses of the APW



### FORTBILDUNGSKURSE DER APW

#### 2013

**16.11.2013, (09:00 – 17:00 Uhr)**

**Thema:** „Endodontie – Moderne Wurzelkanalaufbereitung“

**Kursort:** München

**Referent:** Dr. Christoph Zirkel

**Kursgebühren:** 370,00 €/ 340,00 €

DGZMK-Mitgl./ 320,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CE07

**22.–23.11.2013**

**(Fr 15:00–20:00 Uhr, Sa 09:00–17:00 Uhr)**

**Thema:** „Grundregeln der Ästhetik und ihre Realisation mit Komposit“

**Kursort:** Würzburg

**Referent:** Prof. Dr. Bernd Klaißer

**Kursgebühren:** 690,00 €/ 660,00 €

DGZMK-Mitgl./ 640,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CÄ06

**22.–23.11.2013**

**(Sa 8:30–17:00 Uhr)**

**Thema:** „Update Adhäsive Zahnheilkunde“

**Kursort:** Marburg

**Referent:** Prof. Dr. Roland Frankenberger

**Kursgebühren:** 525,00 €/ 495,00 €

DGZMK-Mitgl./ 475,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CR02

**29.–30.11.2013**

**(Fr 10:00–18:30 Uhr, Sa 09:30–16:30 Uhr)**

**Thema:** „Function under your control – Funktion praxisnah und sicher! Diagnose, Planung, Erfolg (Intensiv-Workshop)“

**Kursort:** Nürnberg

**Referenten:** Dr. Markus Striegel, Dr. Thomas Schwenk

**Kursgebühren:** 787,50 € zzgl. MwSt. bei Buchung über APW statt 1.050,00 € zzgl. MwSt.

**Kursnummer:** ZF2013CF05

**29.–30.11.2013**

**(Fr 14:00–19:00 Uhr, Sa 09:00–16:00 Uhr)**

**Thema:** „Schnittführung und Nahttechniken“

**Kursort:** Dresden

**Referent:** Prof. Dr. Thomas Hoffmann

**Kursgebühren:** 540,00 €/ 510,00 €

DGZMK-Mitgl./ 490,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CP04

**30.11.2013 (Sa 09:00 – 18:00 Uhr)**

**Thema:** „Kinderzahnheilkunde aktuell – praxiserprobte Konzepte und Neues aus der Wissenschaft“

**Kursort:** Marburg

**Referenten:** Dr. Uta Salomon, Prof. Dr.

Anahita Jablonski-Momeni

**Kursgebühren:** 450,00 €/ 420,00 €

DGZMK-Mitgl./ 390,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CK05

**06.–07.12.2013**

**(Fr 13:00–19:00 Uhr, Sa 08:30–16:00 Uhr)**

**Thema:** „APW-Kontrovers – Pädiatrie meets Kinderzahnmedizin“

**Kursort:** Gießen

**Referenten:** Prof. Dr. Norbert Krämer, Dr. Richard Steffen

**Kursgebühren:** 520,00 €/ 490,00 €

DGZMK-Mitgl./ 470,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CK07

**07.12.2013**

**(Sa 09:00–17:00 h)**

**Thema:** „Erfolge und Misserfolge in der Kinderzahnheilkunde“

**Kursort:** Frankfurt a. M.

**Referent:** Dr. Curt Goho

**Kursgebühren:** 360,00 €/ 330,00 €

DGZMK-Mitgl./ 310,00 € APW-Mitgl./

**Kursnummer:** ZF2013CK06

**Anmeldung/ Auskunft:**

**Akademie Praxis und Wissenschaft**

**Liesegangstr. 17a; 40211 Düsseldorf**

**Tel.: 0211 669673 – 0 ; Fax: – 31**

**E-Mail: apw.fortbildung@dgzmk.de**

# Der Wrigley Prophylaxe Preis 2013 – Frühförderung zahlt sich aus

Der mit 10.000 Euro dotierte Wrigley Prophylaxe Preis wurde auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) in Marburg verliehen. Der erste Platz ging an zwei Arbeiten aus Hannover und Halle, die beeindruckende Ergebnisse zur Frühförderung von Kindern präsentierten. Beide Projekte belegen, dass frühzeitige Aufklärung und zahnärztliche Betreuung die Mundgesundheit nachhaltig verbessern. Den zweiten Platz teilen sich Beiträge aus Zürich und Kiel mit praxisrelevanten Erkenntnissen zu Speichelerersatzmitteln und interessanten Daten aus der Probiotikaforschung (Abb. 1).

Im Bereich „Wissenschaft“ überzeugte die Langzeitstudie zur zahnmedizinischen Gesundheitsfrühförderung von Prof. Dr. Hüsamettin Günay und Dr. Karen Meyer, Hannover. Sie erhielt den mit 3.000 Euro dotierten ersten Preis. Die Studie belegt, dass Mutter und Kind nachhaltig von einer langfristigen zahnärztlichen Betreuung profitieren, die

schon in der Schwangerschaft beginnt. Das Präventionskonzept wurde in den 1990er Jahren an der Medizinischen Hochschule Hannover entwickelt und nach 19-jähriger Studiendauer nun ausgewertet: Bei allen Müttern war eine Verbesserung der Mundgesundheit feststellbar, und ihre Kinder hatten in jedem Alter ein gesünderes Gebiss als die Kinder der Kontrollgruppe. Einen weiteren, mit 3.000 Euro dotierten ersten Preis vergab die Jury in der Kategorie „Öffentlicher Gesundheitsdienst“: Sie zeichnete die halesche Initiative „Zähne auf Zack“ aus. Das Modellprojekt des Arbeitskreises Zahngesundheit Sachsen-Anhalt sensibilisierte Grundschüler und ihre Eltern für die tägliche Zahnpflege, indem es das Thema Zahngesundheit vom ersten Schultag an in den Unterricht integrierte. Mit Erfolg: Vier Jahre Aufklärung und Betreuung bewirkten, dass Grundschüler mit ursprünglich hohem Kariesrisiko am Ende der vierten Klasse ein gesundes Gebiss hatten – bei

85 % der Kinder war es naturgesund, bei 15 % vollständig saniert.

Zwei weiteren Arbeiten aus dem Bereich „Wissenschaft“ sprach die Jury einen zweiten Preis zu. Sie sind jeweils mit 2.000 Euro dotiert. Die Kieler Arbeitsgruppe um Dr. Falk Schwendicke überraschte mit einem interessanten Ergebnis aus der Probiotika-Forschung: Der probiotische Stamm *Lactobacillus rhamnosus GG* steigert in vitro das kariogene Potenzial von *Streptococcus mutans*. Die zweite prämierte Studie von Dr. Arzu Aykut Yetkiner und Prof. Dr. Annette Wiegand aus Zürich untersuchte den Effekt von Speichelerersatzmitteln auf das Kariesrisiko. Das Ergebnis: Hochvisköse Speichelerersatzmittel sind grundsätzlich empfehlenswert für Xerostomie-Patienten, die parallel ein erhöhtes Risiko für Erosionen haben. Dagegen verstärken Speichelerersatzmittel auf Zitronensäure-Basis oder mit niedrigem pH-Wert das Auftreten von Erosionen. Von ihrer Anwendung sei daher abzuraten, so die Autorinnen.



**Abbildung 1** Wrigley Prophylaxe Preis-Verleihung 2013: (von links) Prof. Hüsamettin Günay (Gewinner, Hannover), Prof. Hendrik Meyer-Lückel (Jury, Aachen), Dr. Arzu Aykut Yetkiner (Gewinnerin, Izmir), Prof. Roland Frankenberger (Jury, Marburg), Katharina Bagusat (Wrigley Oral Healthcare Program), Melanie Nitschke (Gewinnerin, Magdeburg), Dr. Torsten Müller (Gewinner, Dessau), Dr. Falk Schwendicke (Gewinner, Kiel), Prof. em. Klaus König (Jury, Nijmegen), Prof. Werner Geurtsen (Jury, Hannover). Nicht im Bild: Prof. Thomas Attin (Jury, Zürich), Prof. Joachim Klimek (Jury, Gießen), Dr. Sabine Breitenbach (Jury, Mannheim).

(Abb. 1: Wrigley Oral Healthcare Program/Christian Stein)

## Wrigley Prophylaxe Preis – die Jury 2013

„Mit den Arbeiten zur Frühförderung gewinnen dieses Jahr zwei Projekte mit Signalwirkung: Wer frühzeitig in Prophylaxe investiert, verhindert langfristig Schäden und vermeidet Kosten“, kommentierte Prof. Dr. Hendrik Meyer-Lückel, Aachen, die diesjährige Preisvergabe. Prof. Meyer-Lückel ist in diesem Jahr erstmals Mitglied der Jury und unterstreicht die Auswahl der prämierten Arbeiten mit persönlichem Engagement. Er übernimmt die Patenschaft für das Grundschul-Projekt „Zähne auf Zack“ aus Sachsen-Anhalt, dessen ganzheitlicher Ansatz ihn überzeugt hat: „Die Maßnahmen ebnen den Weg für einen gesunden Lebensstil. Sie integrieren neben Zahnpflegeinstruktionen eine gesunde Ernährung und binden die ganze Familie ein.“

kommed, Dr. Barbara Bethcke,  
München





**28.11. – 30.11.2013, Frankfurt**

Detusche Gesellschaft für Implantologie e.V. (DGI)

**Thema:** „Gemeinsam in die Zukunft – Dialoge an Berührungspunkten und Schnittstellen“

**Auskunft:** Youvivo GmbH, Karlstr. 60, 80333 München, Tel.: 089 550520–90, Fax: 089 550520–92, E-Mail: info@youvivo.com

**2014**

**09.01. – 10.01.2014, Mainz**

Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung (AfG)

**Thema:** „46. Jahrestagung der AfG“

**08.02.2014, Münster**

Westfälische Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V.

**Thema:** „Zahnärztliche Behandlung im Notdienst“

**Auskunft:** www.wgzmk.klinikum.uni-muenster.de; weersi@uni-muenster.de

**21.02. – 22.02.2014, Berlin**

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGParo)

**Thema:** „Zurück zu den Wurzeln mit einem Blick in die Zukunft. Parodontologie und Implantattherapie an der Universität Leuven“

**Auskunft:** www.dgparo.de

**28.03. – 29.03.2014, Würzburg**

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)

**Thema:** „Frühjahrstagung der DGKiZ“

**Auskunft:** www.dgkiz.de

**02.05 – 05.05.2014, Greifswald**

Organisation for Caries Research (ORCA)

**Thema:** „61. Jahrestagung“

**Auskunft:** www.orca-caries-research.org

**15.05. –17.05.2014, Aachen**

Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro)

**Thema:** „63. Jahrestagung“

**Auskunft:** www.dgpro.de

**23.05. –24.05.2014, Wuppertal**

Bergischer Zahnärzterverein

**Thema:** „Update Füllungstherapie“

**Auskunft:** www.bzaet.de

**29.05. –30.05.2014, Bad Homburg**

Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie (AGKi)

**Thema:** „AGKi: Entzündung im Mund-, Kiefer-Gesichtsbereich;

AGKi: Gefahren durch neue Medikamente für die Zahnärztliche Chirurgie:

Bisphosphonate, Biologika & Co. “

**Auskunft:** www.ag-kiefer.de

**06.06. –07.06.2014, Ulm**

Arbeitskreis für die Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ)

**02.07. – 05.07.2014, Greifswald**

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)

**Thema:** „Weltkarieskongress ORCA 2014“

**Auskunft:** www.dgkiz.de

**05.09. – 06.09.2014, Hamburg**

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) & Deutsche Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde (DGÄZ)

**Thema:** „28. DGZ-Jahrestagung gemeinsam mit der DGÄZ“

**Auskunft:** www.dgz-online.de

**18.09. – 20.09.2014, Münster**

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGParo)

**Thema:** „Interdisziplinäre, synoptische Behandlung des PARO Patienten“

**Auskunft:** www.dgparo.de

**26.09. – 27.09.2014, Freiburg**

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)

**Thema:** „Jahrestagung der DGKiZ“

**Auskunft:** www.dgkiz.de

**10.10. – 11.10.2014, Leuven**

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGParo)

**Thema:** „Modul 2 der DGP-Frühjahrstagung 2014“

**Auskunft:** www.dgparo.de

**06.11. – 08.11.2014, Frankfurt**

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

**Thema:** „Präventionsorientierte Therapiekonzepte“

**Auskunft:** www.dgzmk.de

**13.11. – 15.11.2014, Bad Homburg**

Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

**Thema:** „CMD/Kieferchirurgie“

**Auskunft:** www.dgfdt.de

**2015**

**11.06. – 13.06.2015, Ulm**

Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V.

**Auskunft:** www.dgpro.de

**06.11. – 07.11.2015, Frankfurt**

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

**Thema:** „Deutscher Zahnärztetag 2015“

**Auskunft:** www.dgzmk.de

**13.11. – 14.11.2015, Bad Homburg**

Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

**Thema:** „CMD/Ästhetik“

**Auskunft:** www.dgfdt.de

**2016**

**15.09. – 17.09.2013, Halle**

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGParo)

**Thema:** „65. Jahrestagung“

**Auskunft:** www.dgparo.de

**11.11. – 12.11.2016, Bad Homburg**

Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

**Thema:** „CMD/Schlaf-Schnarchmedizin und Bruxismus“

**Auskunft:** www.dgfdt.de

**2017**

**16.11. – 18.11.2017, Bad Homburg**

Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

**Thema:** „50. Jahrestagung“

**Auskunft:** www.dgfdt.de

**2018**

**15.11. – 17.11.2018, Bad Homburg**

Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

**Thema:** „51. Jahrestagung“

**Auskunft:** www.dgfdt.de

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

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (Zentralverein, gegr. 1859)

**Schriftleitung / Editorial Board**

Prof. Dr. Werner Geurtsen, Elly-Beinhorn-Str. 28, 30559 Hannover, E-Mail: wernergeurtsen@yahoo.com. Prof. Dr. Guido Heydecke, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martinistraße 52, 20246 Hamburg, E-Mail: g.heydecke@uke.de.

**Redaktionsbeirat der DGZMK / Advisory Board of the GSDOM**

Dr. Josef Diemer, Marienstr. 3, 88074 Meckenbeuren, Tel.: +49 7542 912080, Fax: +49 7542 912082, diemer-dr.josef@t-online.de; Dr. Ulrich Gaa, Archivstr. 17, 73614 Schorndorf, Tel.: +49 7181 62125, Fax: +49 7181 21807, E-Mail: ulrich@dresgaa.de; Dr. Arndt Happe, Schützenstr. 2, 48143 Münster, Tel.: +49 251 45057, Fax: +49 251 40271, E-Mail: a.happe@dr-happe.de; Prof. Dr. Dr. Torsten Reichert, Klinikum der Universität Regensburg, Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Franz-Josef-Strauss-Allee 11, 93053 Regensburg, Tel.: +49 941 944-6300, Fax: +49 941 944-6302, Torsten.reichert@klinik.uni-regensburg.de; Dr. Michael Stimmelmayer, Josef-Heilingbrunner Str. 2, 93413 Cham, Tel.: +49 9971 2346, Fax: +49 9971 843588, Praxis@m-stimmelmayer.de

**Nationaler Beirat / National Advisory Board**

N. Arweiler, Marburg; J. Becker, Düsseldorf; T. Beikler, Düsseldorf; J. Eberhard, Hannover; P. Eickholz, Frankfurt; C.P. Ernst, Mainz; H. Eufinger, Bochum; R. Frankenberger, Marburg; K. A. Grötz, Wiesbaden; B. Haller, Ulm; Ch. Hannig, Dresden; M. Hannig, Homburg/Saar; D. Heidemann, Frankfurt; E. Hellwig, Freiburg; R. Hickel, München; B. Hoffmeister, Berlin; S. Jepsen, Bonn; B. Kahl-Nieke, Hamburg; M. Kern, Kiel; A. M. Kielbassa, Berlin; B. Klaiber, Würzburg; J. Klimek, Gießen; K.-H. Kunzelmann, München; H. Lang, Rostock; G. Lauer, Dresden; H.-C. Lauer, Frankfurt; J. Lisson, Homburg/Saar; C. Löst, Tübingen; R.G. Luthardt, Ulm; J. Meyle, Gießen; E. Nkenke, Erlangen; W. Niedermeier, Köln; K. Ott, Münster; P. Ottl, Rostock; W. H.-M. Raab, Düsseldorf; T. Reiber, Leipzig; R. Reich, Bonn; E. Schäfer, Münster; H. Schliephake, Göttingen; G. Schmalz, Regensburg; H.-J. Staehle, Heidelberg; H. Stark, Bonn; J. Strub, Freiburg; P. Tomakidi, Freiburg; W. Wagner, Mainz; M. Walter, Dresden; M. Wichmann, Erlangen; B. Willershausen, Mainz; B. Wöstmann, Gießen; A. Wolowski, Münster

**Internationaler Beirat / International Advisory Board**

D. Arenholt-Bindslev, Aarhus; Th. Attin, Zürich; J. de Boever, Gent; W. Buchalla, Zürich; D. Cochran, San Antonio; N. Creugers, Nijmegen; T. Flemmig, Seattle; M. Goldberg, Paris; A. Jokstad, Toronto; H. Kappert, Schaam; H. Linke, New York; C. Marinello, Basel; J. McCabe, Newcastle upon Tyne; A. Mehl, Zürich; I. Naert, Leuven; P. Rechmann, San Francisco; D. Shanley, Dublin; J. C. Türp, Basel; M. A. J. van Waas, Amsterdam; P. Wesselink, Amsterdam

**Redaktionelle Koordination / Editorial Office**

Irmingard Dey; Tel.: +49 2234 7011-242; Fax: +49 2234 7011-515 dey@aerzteverlag.de

**Produktmanagerin / Product Manager**

Carmen Ohlendorf, Tel +49 (0)22 34 70 11-357; Fax + 49 (0)22 34 70 11-6357; Ohlendorf@aerzteverlag.de

**Organschaften / Affiliations**

Die Zeitschrift ist Organ folgender Gesellschaften und Arbeitsgemeinschaften:  
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Deutsche Gesellschaft für Parodontologie  
Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien  
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung  
Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie  
Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde  
Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie  
Arbeitsgemeinschaft für Röntgenologie  
Arbeitsgemeinschaft für Arbeitswissenschaft und Zahnheilkunde  
Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung

**Verlag / Publisher**

Deutscher Ärzte-Verlag GmbH  
Dieselstr. 2, 50859 Köln; Postfach 40 02 65, 50832 Köln  
Tel.: +49 2234 7011-0; Fax: +49 2234 7011-224  
www.aerzteverlag.de, www.online-dzz.de

**Geschäftsführung / Board of Directors**

Norbert A. Froitzheim, Jürgen Führer, Jürgen Lotter

**Abonnementservice**

Tel.: 02234/ 7011- 520, Fax.: 02234/ 7011- 6314  
Abo-Service@aerzteverlag.de

**Erscheinungsweise / Frequency**

12 x Print + online, Jahresbezugspreis Inland € 198,-, Ermäßigter Preis für Studenten jährlich € 120,-, Jahresbezugspreis Ausland € 207,36. Einzelheftpreis € 16,50. Preise inkl. Porto und 7 % MwSt. 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“.

**Leiter Kunden Center / Leader Customer Service:**

Michael Heinrich, Tel.: +49 2234 7011-233, heinrich@aerzteverlag.de

**Leiterin Anzeigenmanagement und verantwortlich für den Anzeigenteil / Advertising Coordinator**

Marga Pinsdorf, Tel. +49 2234 7011-243, pinsdorf@aerzteverlag.de

**Verlagsrepräsentanten Industrieanzeigen / Commercial Advertising Representatives**

**Nord/Ost:** Götz Kneiseler, Uhlандstr. 161, 10719 Berlin, Tel.: +49 30 88682873, Fax: +49 30 88682874, E-Mail: kneiseler@aerzteverlag.de

**Mitte:** Dieter Tenter, Schanzenberg 8a, 65388 Schlangenbad, Tel.: +49 6129 1414, Fax: +49 6129 1775, E-Mail: tenter@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**

Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln, Vitus Graf, Tel.: +49 2234 7011-270, graf@aerzteverlag.de, Alexander Krauth, Tel.: +49 2234 7011-278, krauth@aerzteverlag.de

**Layout / Layout**

Sabine Tillmann

**Konten / Account**

Deutsche Apotheker- und Ärztebank, Köln, Kto. 010 1107410 (BLZ 370 606 15), Postbank Köln 192 50-506 (BLZ 370 100 50).

Zurzeit gilt **Anzeigenpreisliste** Nr. 12, gültig ab 1. 1. 2013  
Auflage lt. IVW 3. Quartal 2012

Druckauflage: 18.067 Ex.

Verbreitete Auflage: 17.790 Ex.

Verkaufte Auflage: 17.446 Ex.

Diese Zeitschrift ist der IVW-Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. angeschlossen.

**IA-DENT** Mitglied der Arbeitsgemeinschaft LA-MED Kommunikation  
geprüft LA-Dent 2009 kationsforschung im Gesundheitswesen e.V.

68. Jahrgang

ISSN print 0012-1029

ISSN online 2190-7277

**Urheber- und Verlagsrecht / Copyright and Right of Publication**

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Annahme des Manuskriptes gehen das Recht der Veröffentlichung sowie die Rechte zur Übersetzung, zur Vergabe von Nachdruckrechten, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien an den Verlag über. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz festgelegten Grenzen ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig.  
© Copyright by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln



15. März 2014  
Dorint Hotel am Heumarkt Köln

# STARKE DER FACHKONGRESS DEM TATEN FOLGEN WORTE

258 Euro  
Teilnehmer-  
gebühr

Wieder mit vielen hochkarätigen Fach-Referenten:

**Dr. Markus Bechtold**  
Dental Online College

**Priv.-Doz. Dr. Stefan Fickl**  
Schnittstelle Parodontologie & Implantologie

**Thomas Gienger**  
Optimierte Wertschöpfung der  
Zahnarztpraxis durch konsequente  
Integration von CAD/CAM in den Workflow

**Dr. Bernd Hartmann**  
Die Zahnarztpraxis der Zukunft – Internet  
und neue Medien

**Dr. Gerd Körner**  
Aus parodontalen Niederungen zu ästheti-  
schen Höhen

**Dr. Gernot Mörig**  
25 Jahre Vollkeramik – Irrwege – Bewährtes –  
Perspektiven

**Dr. Martin Schneider & Dr. Adrian Lucaci**  
Biodynamische Implantologie und  
Parodontologie – ein revolutionärer Ansatz

**Spannender Spezialvortrag**

**Dr. Florian Langenscheidt**  
Initiator und Vorstandsmitglied  
„Children for a better world e. V.“

[www.starke-worte.net](http://www.starke-worte.net)

**Fax-Anmeldung +49 221 99030-334**



Verbindliche Anmeldung

Zahlungsweise bequem per Bankeinzug

Vorname, Name

Bank / Ort

Straße, Postfach

Konto-Nr.

BLZ

Land, PLZ, Ort

Datum

Unterschrift für Bankeinzug

E-Mail

**Seminarbedingungen der gzzg GmbH:**

Sie erhalten im Anschluß Ihre Anmeldebestätigung und Rechnung. Wird die Durchführung der Veranstaltung unmöglich, behält sich das gzzg vor, die Veranstaltung abzusagen. Entrichtete Gebühren werden zurückerstattet, weitere Ansprüche auf Entschädigung bestehen nicht. Die Abbuchung erfolgt ca. 3 Wochen vor Seminartermin. Erfolgt Ihre Abmeldung später als 4 Wochen vor Veranstaltungsbeginn, wird die Kursgebühr fällig. Ein Ersatzteilnehmer kann gemeldet werden.

Datum

Unterschrift

# STRAUMANN® CARES® SCAN & SHAPE

Der einfache Weg zu ORIGINAL Straumann® CARES® Sekundärteilen für Dentallabore

- **Konstruktionservice auf Abruf für eine verbesserte Rentabilität**
  - Keine Investitionen erforderlich
- **Einfachheit und qualitativ hochwertige Produkte**



Bitte rufen Sie uns an unter **0761 4501 336**. Weitere Informationen finden Sie unter [www.straumann.de/scan-and-shape](http://www.straumann.de/scan-and-shape)

COMMITTED TO  
**SIMPLY DOING MORE**  
FOR DENTAL PROFESSIONALS