



61. Jahrestagung der
Deutschen Gesellschaft
für Prothetische Zahnmedizin
und Biomaterialien e.V.



41. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft
Dentale Technologie e.V.

7.–9. Juni 2012

Kurzreferate 2012

**Digitale Zahnmedizin
Innovationen in der Kooperation
Zahnarzt/Zahntechniker**

Böblingen, Kongresshalle

Ehrenmitglieder

BISSINGER sen., Verleger, Edgar (†)

BOGER, ZTM, Artur (†)

CAESAR, ZTM, Hans-H. (†)

FREESMEYER, Prof.Dr.,
Wolfgang B. (†)

GEIGER, ZTM, Gerhard (†)

GIRRBACH, Karl,
Amann Girrbach GmbH,
Dürrenweg 40
75177 Pforzheim

GRÜNDLER, ZTM, Horst (†)

KÖRBER, Erich, Prof.Dr.
Hartmeyerstraße 64,
72076 Tübingen

LANGNER, Jan, ZTM
Birkachstraße 17/1,
73529 Schwäbisch Gmünd

LEGIEN, Max,
Pfarrwiesenallee 5/1,
71067 Sindelfingen

LENZ, Edwin, Prof.Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Nordhäuser Straße 74,
99089 Erfurt

LINGENBERG, Jörg, Dr.
Berberstraße 10A,
81927 München

MAUR, Dr., Zahnarzt, Günter (†)

MEHLERT, Jürgen, ZTM
Klaus-Schaumann-Str. 20,
21035 Hamburg

MUSIL, Rudolf, Prof.Dr.
Salvador-Dali-Straße 5,
07751 Jena-Münchenr.

PEETERS, Ferdinand, ZTM
Ruytenburgstraat,
B-2600 Berchem-Antwerpen

POGRZEBA, Klaus D., ZTM
Fliederweg 6,
71686 Remseck

RÜBELING, Günter, ZTM
Langener Landstraße 173,
27507 Bremerhaven

SALGE, Bodo, ZTM und Lehrer
Lohbekstieg 33,
22529 Hamburg

SCHLAICH, ZTM, Eugen (†)

SCHMID, Richard, Dr.
Steubenstraße 20,
72764 Reutlingen

STEMMANN, Hartmut, ZTM
Kollastraße 6,
22529 Hamburg

TAUGERBECK, Rudolf
Franz-Liszt-Straße 7,
71069 Sindelfingen

VAN HALL, Wolfgang
Adlerstraße 43,
40882 Ratingen-Homberg

VOSS, Rudolf, Prof. Dr.
Raschdorffstraße 4a,
50933 Köln

WIRZ, Jakob, Prof.Dr.
St.-Georgenstraße 40,
CH-8400 Winterthur



61. Jahrestagung der
Deutschen Gesellschaft
für Prothetische Zahnmedizin
und Biomaterialien e.V.



41. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft
Dentale Technologie e.V.

7.–9. Juni 2012

Kurzreferate 2012

**Digitale Zahnmedizin
Innovationen in der Kooperation
Zahnarzt/Zahntechniker**

Böblingen, Kongresshalle

Inhaltsverzeichnis

Donnerstag, 7. Juni 2012 | Workshops ADT

- Seite 95 **T. Jobst, ZTM (Workshop 4)**
Neueste CAI-Innovationen mit dem Lava™ COS

Donnerstag, 7. Juni 2012 | Vortragsprogramm ADT

- Seite 6 01 **Prof.Dr. D. Edelhoff**
Innovative Behandlungskonzepte unter Einsatz neuer
Restaurationsmaterialien und CAD/CAM
- Seite 8 02 **G. Bär, ZTM**
2012 Zahnmedizin binär interdisziplinär vernetzt,
Realität oder digitale Verblendung
- Seite 10 03 **J. Schweiger, ZT**
Digitale Versorgungsmöglichkeiten:
neue Fertigungsprozesse und moderne Materialien
- Seite 16 04 **Prof.Dr. J. Tinschert**
Intraorale Scanner-Technologie –
Das Tor in die Zukunft der digitalen Zahnmedizin
- Seite 21 05 **Dr. Ch. Wegner | D. Ellmann, ZTM**
Erfolg durch Planung – CAD/CAM-Implantation – Suprakonstruktion
- Seite 22 06 **Dr. K. Lehmann**
Traditionelle versus digitale Farbnahme
- Seite 23 07 **A. Hoffmann, ZTM**
Schienen – universelle Hilfsmittel in der angewandten Zahntechnik
- Seite 27 08 **A. Gütges, ZTM**
Non-prep Veneers – Trend oder Strategie?!

- Seite 30 09 Prof.Dr. B. Kordaß**
Funktionelle Okklusion digital – Virtuelle Artikulatoren und CAD/CAM
- Seite 32 10 Prof.Dr. M. Schmitter**
Chipping – das Damoklesschwert des klinischen Erfolgs?
- Seite 36** Festvortrag **M. Müller, Flugkapitän Deutsche Lufthansa**
Der Mensch als Sicherheitsrisiko?
- Seite 48 11 Dr. A. Ender**
Zukünftige Möglichkeiten der intraoralen Abformung
- Seite 54 12 O. Heinzmann, ZTM**
Elektronische Kieferrelationsbestimmung und deren prothetischen Umsetzungsmöglichkeiten
- Seite 56 13 Dr. S. Rinke**
Vollkeramische Suprakonstruktionen – welche Techniken sind bewährt?
- Seite 58 14 Prof.Dr. A. Tanaka**
„Less is More“ – Fortgeschrittene Anwendungsmöglichkeiten für Vollzirkoniumdioxid- & Zirkoniumdioxid/Keramikrestaurationen
- Seite 62 15 P. Schulz, ZTM**
Individuelle Abutments im hochästhetischen Bereich, Innovation in der Implantologie!
- Seite 64 16 A. Klar, ZTM | Dr. J. Hey**
Erfahrungen mit CAD-Einstückprothesen
- Seite 67 17 H.-J. Lotz, ZTM**
Die Wiederherstellung von Ästhetik und Kaufunktion – Bewertung neuer Konzepte
- Seite 70 18 J. Peters, ZTM**
Ästhetik und Funktion

- Seite 73 19 Prof.Dr. Ch. Bourauel | Dr. F. Heinemann**
Knochenumbau und -dichteveränderung während der Osseointegration
sofortbelasteter Implantate in der dreidimensionalen Bildgebung –
Vergleich klinischer Ergebnisse mit einem computeranimierten FEM-Modell
- Seite 79 21 J. A. Maier, ZTM**
Monolithische Restaurationen aus Zirkonoxid:
Können diese gesund und schön sein?
- Seite 84 22 PD Dr. F. Beuer**
Paradigmenwechsel in der Zahnmedizin – Wie lange ist provisorisch –
- Seite 87 23 Prof.Dr.Dipl.-Ing. J. van der Zel**
PRIMERO: Natürliche digitale Verblendung

Reservevortrag

- Seite 92 25 M. Findeiß, ZTM**
CAD/CAM Inhouse – Nichts ist unmöglich – Wirtschaftliche Faktoren

Parallelveranstaltung der DGPro Abstracts

Seite 99 Kurzvorträge
KV1 – KV42

Seite 134 Posterpräsentationen
P1 – P21

Anhang

Seite 152 Referenten A–Z

Seite 170 Vorstand & Beirat der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.

Seite 171 Lebenswerkpreis

Seite 172 Vorschau 2013

Innovative Behandlungskonzepte unter Einsatz neuer Restaurationsmaterialien und CAD/CAM

Moderne Fertigungstechnologien ermöglichen die Verwendung industriell vorgefertigter Kunststoffe oder Composite, deren Materialqualität temporären Restaurationen aus direkter Fertigung deutlich überlegen ist. Diese sog. Hochleistungspolymere verfügen aufgrund der optimalen Polymerisationsbedingungen und der hohen Homogenität über zahlreiche Vorteile. Dazu zählen eine höhere Langzeitstabilität, eine bessere Biokompatibilität, ein geringerer Verschleiß wie auch eine gegenüber keramischen Restaurationsmaterialien günstigere CAD/CAM-Verarbeitbarkeit bei geringen Schichtstärken. Komplexe Rehabilitationen stellen für das gesamte restaurative Team eine besondere Herausforderung dar. Dies gilt vor allem, wenn die Vertikaldimension der Okklusion (VDO) rekonstruiert oder neu definiert werden soll (Abb. 1). Durch die Verfügbarkeit von Hochleistungspolymeren kann heute eine erhebliche Ausdehnung der Vorbehandlungshase zur Erarbeitung funktioneller und ästhetischer Gesichtspunkte realisiert werden. Damit wird eine zeitlich ausgedehnte Überprüfung des Restaurationsentwurfes ermöglicht und eine hohe Vorhersagbarkeit für die definitive Rehabilitation geschaffen

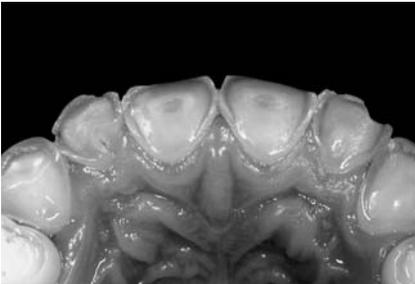


Abbildung 1
Palatalansicht der Ausgangssituation Abrasiv-erosive Defekte sowie traumatische Einflüsse im Oberkiefer-Frontzahnbereich haben zu erheblichen ästhetischen und funktionellen Beeinträchtigungen geführt.



Abbildung 2
Situation nach adhäsiver Eingliederung von Restaurationen aus PMMA-basiertem Hochleistungspolymer. Durch eine Anhebung der vertikalen Dimension im Bereich der Stützzone konnten die traumatischen Frontzahnkontakte beseitigt und angemessene Zahnproportionen rekonstruiert werden.



Abbildung 3
Situation nach Umsetzung in die definitiven Restaurationen aus Glaskeramik auf der Basis von Lithium-Disilikat. Die definitive Überführung in glaskeramische Restaurationen konnte in Teilschritten erfolgen. Damit erhöhte sich die Sicherheit bei der komplexen Rehabilitation.



Abbildung 4
Frontalansicht der Ausgangssituation
Generalisierte abrasiv und erosiv bedingte Defekte in beiden Kieferbereichen haben zu erheblichen ästhetischen und funktionellen Beeinträchtigungen mit Verlust der VDO geführt.



Abbildung 5
Frontalansicht der postoperativen Situation
Situation nach kompletter und definitiver Rehabilitation der Patientin mit Hilfe CAD/CAM-gefertigter Repositions-onlays und -veneers auf Basis von hochgefülltem Komposit. Durch das rein additive Vorgehen konnten invasivere Behandlungsstrategien umgangen werden.

(Abb. 2). Die Umsetzung in das definitive Restaurationsmaterial kann angesichts der hohen Stabilität dieser Materialien gegebenenfalls auch in einzelne Behandlungssegmente aufgeteilt werden. Wichtige Anhaltspunkte für die Wahl des definitiven Restaurationsmaterials können von den Okklusionsverhältnissen und den verwendeten Materialschichtstärken abgeleitet werden. Kombiniert mit der Möglichkeit einer definitiven Rehabilitation in Teilabschnitten erhöht sich damit die Vorhersagbarkeit und die Sicherheit komplexer Rehabilitationen (Abb. 3).

Durch die Einführung von extrem hoch gefüllten Hochleistungspolymeren auf Kompositbasis wäre mit dem gleichen minimalinvasiven Vorgehen auch eine definitive Versorgung von Patienten denkbar. Diese neue Applikation wird zurzeit in verschiedenen prospektiv angelegten klinischen Studien überprüft. Der Patient hätte den Vorteil, dass er sich nicht einer zweiten umfangreichen und meist invasiveren Behandlung zur Umsetzung in ein anderes definitives Restaurationsmaterial unterziehen müsste (Abb. 4, 5 und 6).

Auch bei Implantat-Suprakonstruktionen könnte man mit Vorteil Hochleistungspolymeren im Bereich der Kauflächenrekonstruktion einsetzen. Der Vortrag stellt eine von der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München unter Federführung von Herrn ZT Josef Schweiger und Zahnarzt Peter Neumeier erarbeitete neuartige Technologie vor, die eine langzeitprovisorische Überprüfung definierter Okklusionskonzepte zulässt.

Was wird die Zukunft bringen?

Im Zeitalter einer rasanten Entwicklung moderner dentaler Technologien werden sich in den nächsten Jahren digitale Registrierverfahren, virtuelle Artikulatoren und damit auch virtuelle Wax-ups in CAD/CAM-Systemen noch stärker etablieren. Die beschriebenen temporären Hochleistungspolymeren tragen dazu bei, die virtuell generierten Daten zunächst in eine kostengünstige provisorische Realstruktur zu überführen, die vom Patienten unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten „probegefahren“ und vom Zahnarzt gegebenenfalls nach den klinischen Vorgaben modifiziert werden kann.

Intraoralscanner wären nach Abschluss der Vorbehandlungsphase dazu geeignet die erfolgreich vom Patienten getestete und „eingefahrene“ Außenkontur der temporären Versorgung wieder digital zu erfassen und diese Daten an den Zahntechniker zur Anfertigung der definitiven Versorgung weiterzuleiten.

Damit ist und bleibt die temporäre Versorgung das wichtigste Schlüsselement in der Kommunikation zwischen dem restaurativen Team (Zahnarzt und Zahntechniker) und dem Patienten.

Anhand klinischer Fallbeispiele werden die Einsatzmöglichkeiten moderner CAD/CAM-gefertigter temporärer und definitiver Restaurationen zur Behandlung komplexer Fälle dargestellt und eine erste Bewertung unter Bezug auf die aktuell verfügbare wissenschaftliche Literatur gegeben.

Prof. Dr. med. dent. Daniel Edelhoff · Leitender Oberarzt, stellvertretender Klinikdirektor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik · Klinikum der Universität München
Goethestraße 70 · D-80336 München · Tel. ++ 49 (0)89/51 60-95 11 · Fax ++ 49 (0)89/51 60-95 02
E-Mail: daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de

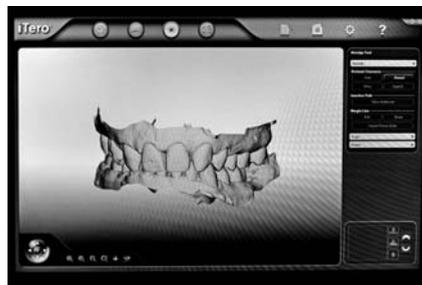
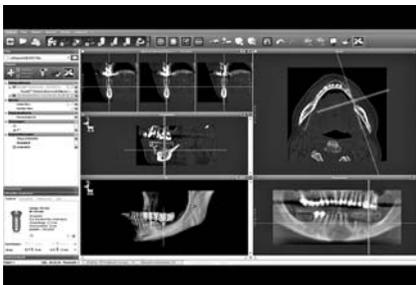
02 G. Bär, ZTM

2012 Zahnmedizin binär interdisziplinär vernetzt, Realität oder digitale Verblendung

Die Digitalisierung ist aus unserem Alltag im privaten Leben, sowie im Beruf nicht mehr wegzudenken.

Computer und digitale Prozesse bestimmen unser Leben. Man kann sagen, die Menschheit hat den Weg vom Neandertal ins Digital vollzogen.

Für den Beruf des Zahntechnikers heißt dies bei genauem Hinsehen und der Analyse der uns heute bekannten Möglichkeiten der digitalen Planung und Fertigung, dass es kaum ein zahntechnisches Produkt gibt, welches in Zukunft nicht durch digitalgestützte Fertigungsprozesse zu realisieren ist.



Der vom Handwerk geprägte Beruf des Zahntechnikers ist Bestandteil der *Digital Dentistry* geworden.

Bildlich dargestellt, ersetzt die Computermaus das Wachsmesser: ein neues Berufsbild hat sich entwickelt.

In einem wachsenden und von internationalem Wettbewerb beeinflussten, sich neu ordnenden Gesundheitsmarkt, wandelt sich der Beruf des Zahntechnikers zum CAD Designer, Beratungspartner, Dienstleister, Planungspartner und Netzwerker der Zahnarztpraxis.



Durch hohe monetäre Eigenbeteiligung fordert der Patient einerseits und die Kostenträger andererseits garantiert- und qualitativ-gleichbleibende prothetische Lösungen, die rein handwerklich nur mit hohem personellen Einsatz und kostenintensivem Aufwand aber, bedingt durch Individualfaktoren, auch nicht in jedem Fall in gleichbleibender Konsistenz garantiert werden können.

Eine gleichbleibende Qualität zahntechnischer Leistung lässt sich dauerhaft in großem Umfang nur mit digitalgestützten Fertigungsprozessen wirtschaftlich optimiert darstellen.

Preiswerte Maschinenarbeit wird hierbei große Bereiche der herkömmlichen manuell-zahntechnischen Arbeitsschritte ersetzen.

Ein weiterer Punkt sind personelle Engpässe auf dem Arbeitsmarkt und eine politisch motivierte Verknappung von Ausbildungsstellen, gepaart mit geringen Verdienstmöglichkeiten durch forcierten Wettbewerb und Festschreibung der Vergütungen zahntechnischer Leistungen im Grenzbereich der Wirtschaftlichkeit.

Digitale Verfahrensoptimierungen, betriebswirtschaftliche Rationalisierungen, computergestützte-arbeitsorganisatorische Planung und deren Verwaltung, sind daher logische wie legitime Entwicklung.

Sowohl Umstrukturierung als auch radikales Umdenken in Richtung digitalgestützter Fertigung und Betriebsorganisation ist für die zahntechnischen Betriebe überlebenswichtig.

Der Patient steht mehr denn je im Mittelpunkt der Bemühungen.

Fokussiert nicht nur auf die Mundregion sondern auf den Patienten als Ganzes, zeigt dieser sich auch und im Besonderen als Kunde und beste Visitenkarte der Zahnarztpraxis!

Er nimmt auf Internetportalen beispielsweise Bewertungen über erfahrene Behandlungsqualität vor und empfiehlt die Zahnarztpraxis weiter. Der Patient sucht nach persönlichen Antworten und Lösungen für seine Befindlichkeiten.

Das sensible Erfassen seiner Wünsche und Ängste so wie die professionelle Beantwortung und Erklärung der Fragen ist ein wichtiges Softwaretool, das im zukunftsorientierten Leistungspaket des interdisziplinären Team der Zukunft und Gegenwart einen immer größer werdenden Stellenwert einnimmt und einnehmen wird.

Neue Technologien und Konzepte erfordern den Schulterschluss der Systempartner Zahnmedizin, Zahntechnik und Dentalindustrie als wichtigen Bestandteil einer „*digital dentistry*“.

Trotz aller Technik braucht es erfahrene, kompetente und vor allen Dingen gut ausgebildete Fachleute, die in der Lage sind, erfolgreich moderne und komplexe Behandlungskonzepte wie das backward- planing- bei dem das Behandlungsziel schon sehr dezidiert vor einer eigentlichen Behandlung eruiert wird - zu realisieren.

Neben Behandler team und Zahntechniker etabliert sich zunehmend die Dentalindustrie als Systempartner mit Produkten und Lösungen im Team.

Die Dentalindustrie, hier sei die Firma *Straumann CH- Basel* genannt. Sie will mit ihrem *Digital Solution* Konzept, die Arbeit des Teams vereinfachen und es so erfolgreicher im täglichen Wettbewerb machen.

Sie bietet zum heutigen Zeitpunkt hervorragend funktionierende Produkte als Insellösungen für die computergeführte Chirurgie, intraorales Scannen, als auch für die CAD/CAM-Fertigung von prothetischen Suprakonstruktionen für Zahnärzte, Chirurgieschablonen für Mund Kiefer Gesichtschirurgen, Oralchirurgen sowie Dentallabore an. Diese Insellösungen funktionieren in sich optimal.

Wie sieht aber, die digitale Vernetzung dieser einzelnen Insellösungen aus.

Existiert der reine Workflow – ist er Realität oder nur eine digitale Verblendung.

Im Vortrag werden die digitalen Kompetenzbereiche, des Digital Solution Konzept in klinischen Fällen dargestellt- vom Implantat bis zur fertigen Krone unter Ausschöpfung aller digitalen Möglichkeiten. Es wird eine Momentaufnahme der reinen interdisziplinären digitalen Vernetzung der Zahnheilkunde und Zahntechnik zum Wohle des Patienten aufgezeigt.

03 J. Schweiger, ZT

Digitale Versorgungsmöglichkeiten: neue Fertigungsprozesse und moderne Materialien

Zusammenfassung

Die Computergestützte Konstruktion (CAD = Computer Aided Design)) und die anschließende Fertigung mittels rechnergestützter Fertigungssysteme (CAM = Computer Aided Manufacturing) bietet sich insbesondere auch für Vollanatomische Restaurationen an. Die Materialpalette für diese Restaurationsart wird durch neue Entwicklungen sowohl im Bereich der Oxidischen Hochleistungskeramiken als auch im Bereich der Glaskeramiken und Kunststoffe ständig erweitert. Darüberhinaus bieten Digitale Verbundsysteme, bei denen die verschiedenen Teile einer Restauration aus verschiedenen Werkstoffen gefertigt und anschließend miteinander verbunden werden, neue Möglichkeiten mit erstaunlichen Festigkeitswerten. Das Sirona CEREC Connect Portal bietet die Möglichkeit eines kompletten digitalen Workflows. Es wird hierbei ein intraorales, lichteoptisches 3D Erfassungssystem über ein zentrales Rechensystem mit dem Zahntechnischen Labor verbunden, in dem die erfassten Daten weiterverarbeitet wer-

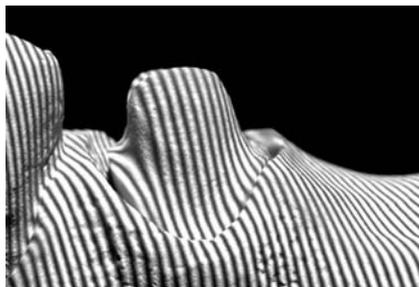


Abb. 1 und 2: Die intraorale Aufnahmeeinheit CEREC AC arbeitet auf der Basis der Streifenlichtprojektion

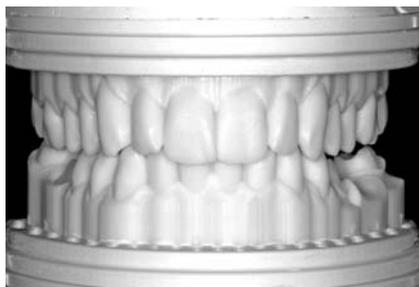


Abb. 3 und 4: Aus den 3D-Datensätzen der Modelle werden mit Hilfe der Stereolithographie physische Modelle hergestellt, welche durch schichtweisen Aufbau (Schichtdicke = $25\mu\text{m}$) in der Z-Achse entstehen.

den und letztendlich die daraus resultierende Zahntechnische Arbeit im digitalen Verblendverfahren fertiggestellt wird. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang, dass das Zahntechnische Labor den zentralen Drehpunkt des Digitalen Workflows bildet.

Die Digitale Abformung (CAI = Computer Aided Impressioning)

In der Zahnärztlichen Praxis werden die dreidimensionalen Daten der intraoralen Mundsituation durch das Aufnahmesystem CEREC AC erfasst. Das Aufnahmeprinzip ist dabei das Triangulationsverfahren mit Streifenlichtprojektion. Es werden sowohl die Daten des präparierten Kiefers als auch die Daten des Gegenkiefers erfasst. Zur Bestimmung der Relation beider Kiefer zueinander wird eine abschließende bukkale Aufnahme in der Schlussbissposition gemacht. Anhand dieser Bukkal - Scans ist die Software in der Lage, die Datensätze von Ober- und Unterkiefer zusammen zu matchen. Die Software ermöglicht die Darstellung der Kontaktsituation in dieser Schlussbissposition und bietet zusätzlich die Option, die Kontaktsituation virtuell zu optimieren, was letztendlich bei analogen Modellen einem Einradieren von Frühkontakten entsprechen würde. Den Abschluss der digitalen Abformung bildet das Hochladen der

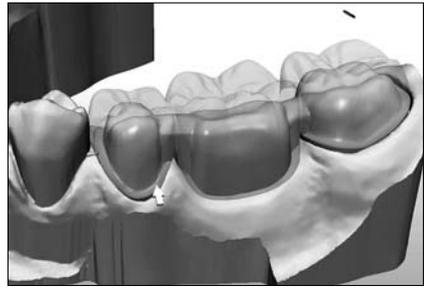


Abb. 5: Die vollanatomische CAD-Konstruktion erfolgt mit der CEREC Software.

Scandaten über CEREC Connect auf einen Zentral – Rechner, von dem aus das ausgewählte Labor die Daten anschließend downloaden kann.

Digitale Modellherstellung

Das Labor lädt die digitalen Abformdaten des Zahnarztes mit einer speziellen Software von einem gesicherten Datenportal herunter. Der Zahntechniker sieht ein virtuelles 3D-Modell des Kiefers auf Basis der erfassten Daten des Zahnarztes, d.h. die Mundsituation wird 1:1 auf dem Bildschirm wiedergegeben. Für die Gestaltung des Gerüsts

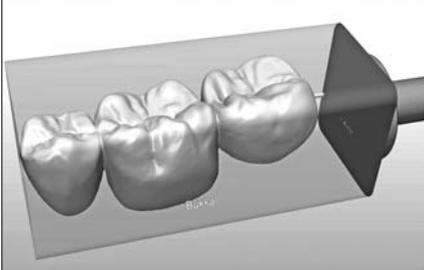
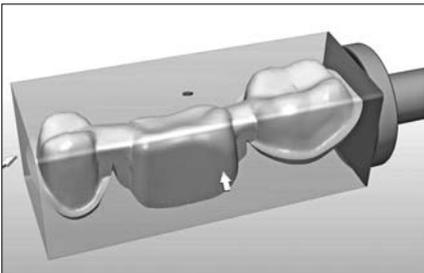


Abb. 6 und 7: Das Aufteilen des vollanatomischen Datensatzes in die Datensätze des Gerüsts und der Verblendung nennt man „File-Splitting“.

und für das zum Verblenden notwendige physische Modell (Stereolithographisches Modell = SLA Modell), wird vom Zahntechniker die vom Zahnarzt festgelegte Präparationsgrenze überprüft und bei Bedarf verändert. Anschließend wird auf der Basis dieser Daten das SLA – Modell im Modellfertigungszentrum online bestellt. Die Stereolithographie ist ein additives (auftragendes) Verfahren. Man nennt diese Herstellungsform auch Generatives Verfahren oder Rapid Prototyping Verfahren. Das digitale Sägeschnittmodell liegt als STL – Datensatz vor (STL = Standard Tessellation Language). Beim STL – Format wird die Oberfläche eines Gegenstandes mit Hilfe kleiner Dreiecke beschrieben. Aus diesen Flächendaten wird anschließend ein Volumenmodell generiert, welches im nächsten Schritt in einzelne, aufeinander liegende Schichten zerlegt wird. Dieser Vorgang wird „Slicen“ genannt. Auf der Basis der geslicten Daten erstellt die Stereolithographie – Maschine schließlich schichtweise das reale dreidimensionale Modell. Als Baumaterial für die Meistermodelle kommen Acrylharzphotopolymere zum Einsatz. Die Schichtdicke beim Bauprozess beträgt derzeit 25 μm . Neben dem eigentlichen Sägeschnittmodell wird auch der Gegenkiefer im additiven Verfahren hergestellt und beide Modelle in einen Okkludator eingesetzt. Falls gewünscht, ist es auch jederzeit möglich, die Modelle in einen handelsüblichen Artikulator einzusetzen. Da die Erfassung der Kieferrelation durch die CEREC AC Aufnahmeinheit in der Schlussbisslage von vestibulär erfolgt, entspricht die Position der Modelle im Okkludator exakt der Schlussbisslage im Patientenmund. Übertragungsfehler, die bei der herkömmlichen Kieferrelationsbestimmung vorkommen können, sind damit ausgeschlossen. Spezielle Splitcast Adapterplatten erleichtern das Eingipsen der Modelle in den Artikulator.

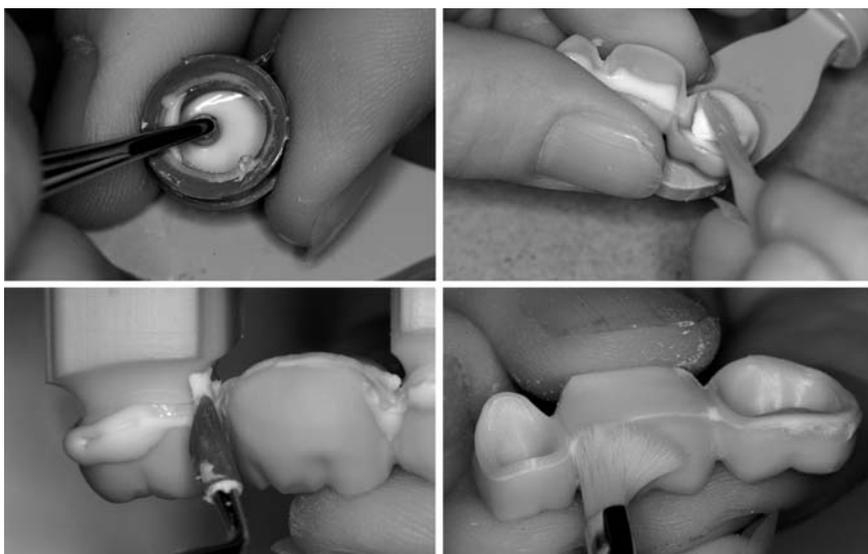


Abb. 8: Der glaskeramische Fügeprozess

Computer Aided Design (CAD) und Digitale Verblendung – Zirkoniumoxid trifft Lithium-Disilikat (ZrO₂ – LS2)

Um die Möglichkeiten der Digitalen Verblendung nutzen zu können, muss nach der vollanatomischen Konstruktion, welche unter Berücksichtigung der okklusalen und approximalen Kontaktsituation erfolgt, der Datensatz in die beiden Datensätze des Gerüsts und der Verblendung aufgeteilt werden. Man bezeichnet diesen Vorgang „File – Splitting“. Die Herausforderung bei der Teilung des vollanatomischen Datensatzes für Brückenkonstruktionen liegt darin, dass die beiden Bestandteile Verblendung und Gerüst nach dem Schleifvorgang zusammengefügt werden müssen. Dies bedeutet, dass die Verblendbereiche des Gerüsts keine untersichgehenden Stellen aufweisen dürfen.

Die Fertigung der Zahntechnischen Restaurationen erfolgt im Labor mit Hilfe der Sirona inLab MCXL Schleifeinheit und der inLab 3D Software. Das Gerüst wird aus vorge-sinterten Zirkoniumoxidrohlingen (IPS e.max ZirCAD MO, MO = Medium Opacity) gefertigt, die Verblendung aus Lithium – Disilikat – Blöcken, welche eine hohe Transluzenzstufe aufweisen (IPS e.max CAD HT, HT = „High Translucency“). Da der Schleifvorgang unter Wasserkühlung erfolgt, muss vor dem Dichtsintern das Zirkoniumoxidgerüst unter einer Wärmelampe getrocknet werden. Anschließend erfolgt der „Speed – Sinterprozess“ im Ivoclar Programat S1 über einen Zeitraum von 2h 45 min. IPS e.max ZirCAD besitzt eine Biegefestigkeit > 900MPa, und ist derzeit in 9 Blockgrößen und 3 Farben (MO 0, MO 1, MO 2) verfügbar. Die Lithium-Disilikat Glaskeramik (LS2) weist eine Biegefestigkeit von 360 MPa auf. Für die IPS CAD-on – Technik gibt es die Blöcke bis zu einer Länge von 40 mm und in den 10 gängigsten HT-Farben (BL2, A1, A2, A3, A3,5, B1, B2, C1, C2, D2).[15] Zur Herstellung von IPS e.max CAD-on Restaurationen ist zwingend eine Sirona inLab MC XL Schleifeinheit erforderlich. Multilayer Restaurationen können nicht in der kleinen inLab MC L geschliffen werden.

Vor dem Sinterverbundbrand müssen die beiden Brückenbestandteile auf Passung geprüft werden. Falls Störstellen vorhanden sind, müssen diese auf der Innenseite der LS2-Verblendstruktur entfernt werden. Der zirkuläre Rand des Zirkoniumoxid – Brückengerüsts darf nicht beschliffen werden. Kontakte zwischen der IPS e.max CAD Verblendstruktur und dem IPS e.max ZirCAD Gerüst sollten ausschliesslich auf der Stufe des Gerüsts vorhanden sein. Bereits vor dem eigentlichen Fügenschritt erfolgt die Kontrolle der Okklusion und der Artikulation, sowie der approximalen Kontaktpunkte auf dem Modell und im Artikulator. Die Okklusalflächen, insbesondere funktionelle Bereiche der Restauration, werden mit feinen Diamanten überschliffen, um das CAD/CAM bedingte Oberflächenrelief zu glätten. Eine individuelle Gestaltung der Oberflächentextur mit Diamantschleifkörpern schließt den Vorbereitungsprozess ab.

Für den Glaskeramischen Fügeprozess wird die IPS e.max CAD Crystall./Connect – Masse und das Vibrationsgerät „Ivomix“ benötigt. IPS e.max CAD Crystall./Connect ist als Single – Dose bereits gebrauchsfertig dosiert und darf in keinem Fall verdünnt werden. Die Materialkonsistenz ist so eingestellt, dass eine optimal Fügung erreicht wird. Zu Beginn des Fügeprozesses wird die noch ungeöffnete IPS e.max CAD Crystall./Connect – Kapsel für ca. 10 Sekunden unter leichtem Druck auf der Arbeitsplattform des Ivomix bewegt. Die Menge IPS e.max CAD Crystall./Connect in einer Kapsel ist ausreichend für eine 4 – gliedrige Brücke. Zuerst wird etwas Fügmaterial auf die Okklusalfäche des IPS e.max ZirCAD - Gerüsts gegeben, dann kann das Fügmaterial



Abb. 9: Der Sinterverbundbrand der IPS e.max CAD-on Brücke erfolgt bei 840 °C.

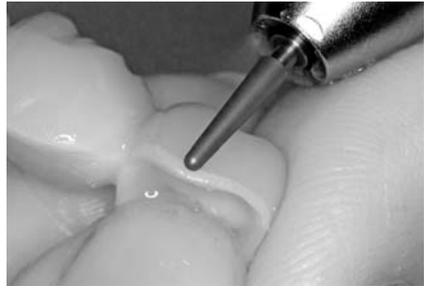


Abb. 10: Schleifkorrekturen an der Restauration, insbesondere im Übergangsbereich von Verblendung zum Gerüst, können mit geeigneten Schleifkörpern, idealerweise unter Wasserkühlung, erfolgen.



Abb. 11: Nach dem Füge-/Kristallisationsbrand erfolgt als zweiter Schritt der Charakterisierung- und Glanzbrand.

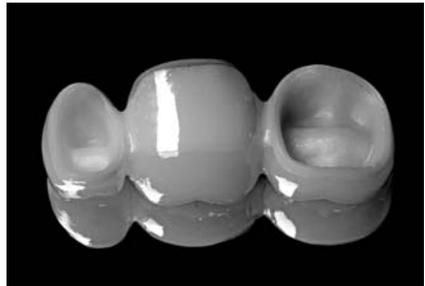


Abb. 12: Die fertige IPS e.max CAD-on Brücke von basal. Die gingivale Auflage des Brückengliedes ist hierbei hochglanzpoliert.



Abb. 13 und 14: Die fertige Restauration auf dem Meistermodell.



durch den Ivomix gleichmäßig verteilt werden. Anschließend wird IPS e.max CAD Crystall./Connect in kleinen Portionen mit dem Spatel aus der Kapsel entnommen und an allen Innenflächen der IPS e.max CAD – Verblendstruktur aufgetragen. Im nächsten Schritt wird der Verblendüberwurf mit der Okklusalfäche auf die vibrierende Ivomix – Arbeitsplattform aufgesetzt und zugleich durch leichtem Druck mit einem Spatel das Zirkoniumoxidgerüst in die Verblendstruktur eingefügt.

Nach dem Fügen werden Überschüsse des Fügmaterials von allen Flächen der Restauration vorsichtig entfernt. Am Fügspalt wird das IPS e.max CAD Crystall./Connect mit einem Spezialinstrument glatt gestrichen und eventuelle Rückstände mit einem flachen Pinsel vollständig entfernt. Der Füge- und Kristallisationsbrand erfolgt bei 840 °C.

Nach dem Füge-/Kristallisationsbrand erfolgt als zweiter Schritt der Charakterisierung-/Glanzbrand. Da die Malfarben auf die zahnfarbene Restauration aufgetragen werden, ist eine sehr genaue Einstellung der farblichen Charakterisierung möglich. Sowohl die Malfarben als auch die Glasurmasse stehen als gebrauchsfertige Pasten in der Spritze zur Verfügung. Auch der Charakterisierungs-/Glanzbrand erfolgt bei einer Temperatur von 840 °C.

Nach dem Glanzbrand sollte die Restauration nochmals im Artikulator überprüft werden, insbesondere die Passung des Zwischengliedes auf der „Gingiva“ und die okklusale bzw. proximale Kontaktsituation.

04 Prof.Dr. J. Tinschert

Intraorale Scanner-Technologie – Das Tor in die Zukunft der digitalen Zahnmedizin

Die allgemein Zahnärztliche oder prothetisch orientierte Praxis war in der Vergangenheit mehr oder weniger eng verbunden mit anderen zahnmedizinischen Bereichen wie Parodontologen, Implantologen, Zahntechnikern, Endontologen oder Spezialisten für craniomandibulären Dysfunktionen (Abb. 1). Die Beziehung dieser verschiedenen Disziplinen ist heute zum Nutzen für den Patienten wesentlich intensiver geworden [8]. Traditionell enger war in diesem Zusammenhang schon immer die Beziehung zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. Dabei sollte eine gleichwertige Partnerschaft selbst-

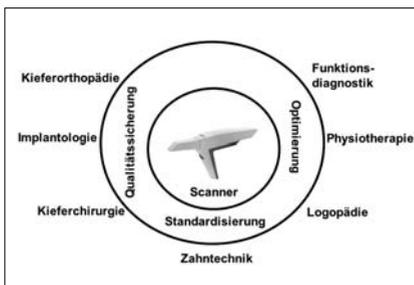


Abb. 1: Intraoralen Scanner-Technologie im Fokus der digitalen Zahnmedizin sowohl für den Praxisbereich als auch in der Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen

verständlich sein und nach Möglichkeit der Zahntechniker als Spezialist für Zahnersatz nicht nur bei der Fertigung von zahntechnischen Versorgung, sondern bereits in der Planungsphase beteiligt werden. Bei dieser Zusammenarbeit kann es insbesondere bei umfangreichen Versorgungsinformationen sinnvoll sein, das aus der Implantologie stammende „Konzept der Rückwärtsplanung“ auch in der „konventionellen“ Prothetik anzuwenden. Diese Art des Vorgehens, die bereits im Vorfeld eine detaillierte Planung auf digitaler Ebene vorsieht, macht schon heute implantatgetragene Restaurationen von der funktionell

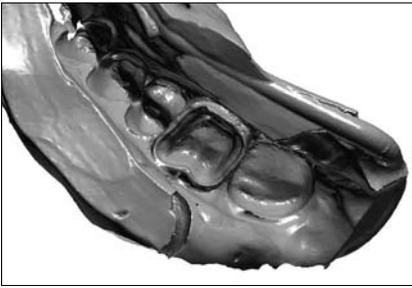


Abb. 2a: Digitaler Scan einer konventionellen Abformung mit einem Elastomer



Abb. 2b: Positivbild des digitalen Abformscans

gestalteten Kronenkaufäche apikalwärts bis zum Implantat planbar und bietet für die nachfolgend Behandlung eine größtmögliche Behandlungssicherheit.

Auch bei umfangreichen prothetischen Maßnahmen könnte zukünftig anstelle des konventionellen diagnostischen Aufwachsens oder dem Aufstellen von Zähnen eine vorbereitende Planung auf digitaler Ebene erfolgen. Nachfolgend wäre dann z.B. durch den Einsatz von CAD/CAM-gefertigten temporären Versorgungen die Umsetzung der Behandlungsziele erleichtert, wenn vorab eine neue Bissituation getestet oder Weichgewebe nach Zahnextraktion erhalten bzw. optimiert werden soll.

Grundlage für eine vorbereitende digitale prothetische Planung oder für die nachfolgende Anfertigung des definitiven Zahnersatzes sind aber in jedem Fall Aufnahmen der zu versorgenden bzw. präparierten Zähne sowie deren Nachbarzähne und Antagonisten. Diese notwendigen Daten werden bislang überwiegend extraoral im Dentallabor anhand von eingescannten Modellen generiert. Das Scannen von Abformungen spielt demgegenüber eher eine untergeordnete Rolle (Abb. 2a, b). Zukünftig wird aber aller Voraussicht nach die direkte intraorale Erfassung der klinischen Mundsituation unter Anwendung eines intraoralen Scanners in den Mittelpunkt treten.

Ein Überblick über die derzeit verfügbaren lichtoptischen Mundscanner zeigt deutliche Unterschiede bezüglich der Aufnahmetechnik [1, 2, 9]. Dabei werden aus dem Labor bekannte Technologien, d.h. Streifenlicht (CEREC Bluecam, Sirona) oder konfokale Laser (CADENT iTero, Straumann) für Einzelaufnahmen eingesetzt und im Fall eines Systems auch eine Videotechnik mit der die klinische Situation abgefilmt wird (Lava C.O.S, 3M Espe). Bei allen Verfahren werden die erzeugten Bilder nachfolgend zu einem Datensatz zusammengefügt, um auch größere Abschnitte oder den gesamten Zahnbogen zu erfassen. Während die überwiegende Anzahl der intraoralen Scanner die aufgenommenen Daten an ein Labor oder Fertigungszentrum weiterleitet, um dort die Restaurationen extern herzustellen, gibt es auch einige Systeme, die für bestimmte Indikationen eine Fertigung der Restaurationen direkt am Behandlungsstuhl erlauben (CEREC, Sirona). Problematisch bleibt aber bei allen Systemen noch die Darstellung subgingivaler Bereiche, insbesondere dann, wenn Blut, Speichreste oder Gewebe die Zahnoberfläche bedecken. Zudem erfordern einige intraorale Scanner vor der Aufnahme noch das Aufbringen einer speziellen optischen Beschichtung. Dies setzt eine



Abb. 3a: Intraoraler Mundscanner cara TRIOS (Heraeus Kulzer GmbH) mit externem Touchscreen



Abb. 3b: Anwendung des cara TRIOS Mundscanners im Patientenmund

absolute Trockenlegung voraus, die umso schwieriger einzuhalten ist, je größer der Scanbereich bzw. die Anzahl der zu scannenden Zähne ist.

Ein in diesem Zusammenhang sehr fortgeschrittene intraorale Scanner-Technologie bietet die Firma Heraeus Kulzer mit dem jüngst vorgestellten Intraoralscanner cara TRIOS an (Abb. 3a,b). Die dabei eingesetzte Aufnahmetechnik arbeitet nach den „Ultrafast Optical Sectioning Prinzip“, d.h. mit einem konfokalen Sensor mit einer LED Beleuchtung, der über 3000 Bilder pro Sekunde aufnimmt und die erfassten Daten in Echtzeit auf einem Bildschirm zeigt (Abb. 4). Durch die hohe Aufnahme rate überlagern sich die Einzelansichten häufig und können so zu einem präzisen Gesamtmodell zusammengesetzt werden. Insbesondere bei der klinischen Anwendung zeigt der intraorale Scanner zahlreiche Vorzüge, die das System als sehr praxisnah erscheinen lassen. So kann aufgrund der konfokalen Scanner-Technologie auf die Verwendung von Scanpulver und eine absolute Trockenlegung verzichtet werden. Durch die hohe Rate an Bilddaten muss kein bestimmter Abstand des Mundscanners zur Zahnoberfläche eingehalten werden, um präzise Aufnahmen erstellen zu können. Die anatomische Darstellung der Mundsituation in Echtzeit erlaubt nachfolgend eine direkte Beurteilung des Scanergebnisses und unter Umständen auch die unmittelbare Möglichkeit zur Ausführung von korrektiven Maßnahmen (Abb. 5). Dabei bietet eine Analysesoftware weitere Hilfen

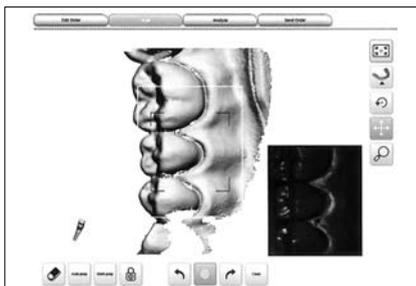


Abb. 4: Touchscreen mit Echtzeitdarstellung der klinischen Mundsituation

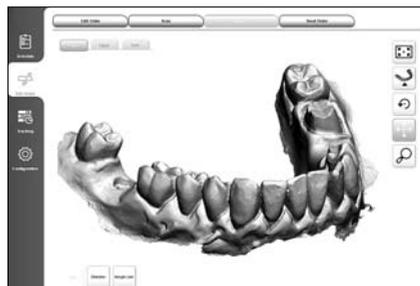


Abb. 5: Visuelle Kontrolle des Scanergebnisses. Durch den Einsatz von speziellen Analysefunktionen kann die Zahnpräparation hinsichtlich des Präparationsverlaufs und der Einschubrichtung untersucht werden.

bei der Beurteilung von Zahnpräparationen, z.B. im Hinblick auf den Präparationsverlauf oder auf eine gemeinsame Einschubrichtung bei Brücken oder verblockten Restaurationen. Sind Korrekturen notwendig, so können die zu korrigierenden Bereiche auf dem Touchscreen durch eine einfache Radiergummifunktion manuell gelöscht und nach der Durchführung der Verbesserungen intraoral in Teilbereichen neu gescannt werden, ohne dass eine Wiederholung des gesamten Mundscans erfolgen muss. Ebenso sind das Aufnehmen und die Zuordnung der Gegenbezahnung über eine seitliche Aufnahmesequenz der geschlossenen Mundsituation möglich. Die direkte Übertragung der Scandaten über eine Internetplattform erlaubt abschließend eine unmittelbare Kommunikation mit dem Zahntechniker, um z.B. die Präparationsgrenzen oder die Form und Art der Restauration festzulegen. Dabei ist der Behandler durch die Offenheit des Systems nicht an einen bestimmten Vertriebspartner in einem zentralen Fertigungszentrum oder an ein Dentallabor gebunden, sondern bleibt unabhängig bei der Wahl seiner Kooperationspartner.

Ausgehend von der digitalen Erfassung der klinischen Mundsituation mit der Möglichkeit der Präparationskontrolle bis hin zur direkten Herstellung des Zahnersatzes bieten intraorale Scanner somit das Potenzial, den Praxisablauf weitgehend zu standardisieren und zu optimieren. Gleichzeitig werden im Vergleich zur konventionellen Abformung durch den Wegfall von Behandlungs- und Arbeitsschritten Fehlerquellen reduziert und die Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses verbessert. Durch die Standardisierung und digitale Dokumentation der Prozesskette können intraorale Scanner-Technologien letztlich auch zur einer höheren Passgenauigkeit des Zahnersatzes und einer Qualitätssicherung beitragen. Die in diesem Zusammenhang oft gestellte Frage nach Abformgenauigkeit digitaler Aufnahmen im Vergleich zu konventionellen Elastomerabformungen lässt sich nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung dahingehend beantworten, dass mit den heutigen intraoralen Scannern zumindest gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können [7,4,11,12]. Einzelne Studien weisen sogar darauf hin, dass digital generierte Daten bei korrekter Handhabung des Scanners tendenziell weniger Fehler und eine größere Präzision aufweisen als herkömmliche Abformtechniken [3,5,10]. Dabei bieten intraorale Scanner gerade für Patienten mit starkem Würgreiz einen deutlichen Gewinn an Behandlungskomfort. Durch den Wegfall von Arbeitsschritten sind zudem kürzere Behandlungszeiten und durch die Vermeidung von Wiederholungssitzungen auch eine geringere Anzahl notwendiger Behandlungstermine möglich.

Bei allen Vorteilen, die die intraorale Scanner-Technologie bietet, sind die heutigen Mundscanner aber sicherlich noch nicht in Lage, alle Bereiche der herkömmlichen Abformtechnik zu ersetzen. Auch müssen in der Praxis notwendige Anschaffungskosten für einen intraoralen Scanner und möglich Folgekosten, die beim Erfassen oder Versenden von digitalen Daten entstehen, berücksichtigt werden. Hierbei ist zu beachten, dass sich intraorale Scanner weniger durch eine mögliche Berechnung des Behandlungsaufwandes für die digitale Aufnahme amortisieren (GOZ 2012/Nr. 0065), sondern eher über die Zeitersparnis im Behandlungsablauf und durch die Vermeidung von Wiederholungssitzungen. Dies setzt natürlich innerhalb eines bestimmten Zeitraumes eine Mindestanzahl an digitalen Abformungen voraus, die in einer Praxis mit mehreren Behandlern leichter erreicht werden kann als in einer Einzelbehandlerpraxis.

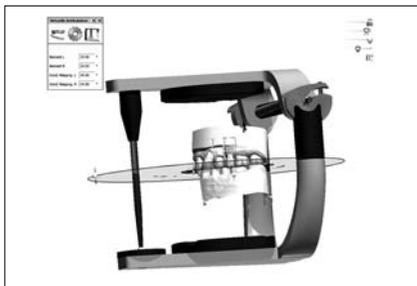


Abb. 6: Digitaler Artikulator mit der Möglichkeit zur Einstellung des individuellen Bennett- und Kondylenbahnneigungswinkel

Ein Blick in die Zukunft zeigt schon heute, dass weitere technische Entwicklungen im Bereich der Zahnmedizin einerseits zu einer noch präziseren Planung und Herstellung von Zahnersatz führen werden, andererseits aber auch die Vernetzung zwischen den verschiedenen zahnmedizinischen Disziplinen begünstigen könnten. Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Funktionsanalyse werden zukünftig genaue digitale Daten liefern, die dabei helfen, Okklusionsstörungen zu vermeiden und eine physiologische Kieferrelation zu finden (z.B. Freecorder BlueFox, Dental

Innovation GmbH) [6]. Unter Anwendung von virtuellen Artikulatoren können diese Daten dann auch für die individuelle Kauflächengestaltung von großem Nutzen sein (Abb. 6). Ebenso wäre es wünschenswert, dass die digitale Zahnmedizin dazu beiträgt, über neue Internetplattformen den Wissensaustausch zwischen den Spezialisten der verschiedenen Fachdisziplinen zu erleichtern und es zu einer vertieften Zusammenarbeit kommt.

Fazit

Die intraorale Scanner-Technologie ist ein wichtiger Baustein in der digitalen Zahnmedizin und bietet ein hohes Entwicklungspotenzial. Dabei lässt sich schon heute absehen, dass Mundscanner eine positive Auswirkung auf den Praxisalltag, den Patientenkomfort, die Qualitätssicherung und die Dokumentation haben werden. Bisherige materialtechnische oder anwendungsbezogene Fehlerquellen der herkömmlichen Abformtechniken sowie zeitaufwändige Wiederholungsbehandlungen können weitgehend vermieden und eine effiziente Patientenbehandlung durchgeführt werden. Gerade im Praxisalltag ist die Kontrolle der Scanergebnisse bzw. der Zahnpräparationen in Echtzeit und die Möglichkeit, noch in derselben Patientensitzung Nachbesserung vornehmen zu können, ein gewichtiger Vorteil. Dabei sollte die intraorale Scanner-Technologie zukünftig nicht allein nur für die Anfertigung der definitiven prothetischen Versorgung, sondern bereits zu Beginn einer restaurativen Planungsphase eingesetzt werden, um ein bestmögliches Behandlungsergebnis und eine größtmögliche Behandlungssicherheit zu erreichen. Schließlich bietet die digitale Zahnmedizin schon heute in der Kommunikation zwischen Zahnarztpraxis und Dentallabor große Vorteile und sollte in Zukunft auch dazu beitragen, die Vernetzung zwischen den verschiedenen zahnmedizinischen Fachdisziplinen zu vertiefen.

Literatur

1. Intraorale Scansysteme im Überblick, Teil 1. DDN 5, 46–50 (2011).
2. Intraorale Scansysteme im Überblick, Teil 2. DDN 5, 52–56 (2011).
3. Arnetzl, G.: Optische versus konventionelle Abformung – wie präzise sind die Methoden? ZMK 25, 19–24 (2010).
4. Da Costa, J.B., et al. : Evaluation of different methods of optical impression making on the marginal gap of onlays created with CEREC 3D. Oper Dent 35, 324–329 (2010).

5. Ender, A., Mehl, A.: Full arch scans. Conventional vs. digital impressions – an in-vitro study. *Int J Comp Dent* 14, 11–21 (2011)
6. Ettl, D., Gallo, L.M.: Virtuelle 3D-Darstellung der Kiefergelenkfunktion. *DDN* 5, 62–67 (2011).
7. Kern, M.: Ist die digitale Abformung wirklich präzise? *DZ* 5, 42–44 (2011).
8. Koch, J.H.: Neue Schnittstellen in der Prothetik. *ZM* 20, 136–140 (2010).
9. Maier, B.: Intraoralscanner im Überblick. *Dent Implantol* 15, 172–185 (2011).
10. Mehl, A., Ender, A., Mörmann, W., Attin, T.: Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comp Dent* 12, 11–28 (2009)
11. Syrek, A., Reich, G., Ranftl, D., Klein, C., Cerny, B., Brodesser, J.: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 38, 553–559 (2010).
12. Trifkovic, B., Todorovic, A., Lazic, V., Draganjac, M., Mirkovic, N., Jokic, B. et al.: Accuracy of optical scanning methods of the Ceres 3D system in the process of making ceramic inlays. *Vojnosanit Pregl* 67, 812–818 (2010)

Prof. Dr. Joachim Tinschert · Praxis für Zahnheilkunde
 Holzgraben 1–3 · 52062 Aachen · Tel.: 02 41/4 84 11 · Email: jtinschert@online.de

05 Dr. Ch.Wegner | D. Ellmann, ZTM

Erfolg durch Planung – CAD/CAM-Implantation – Suprakonstruktion

Durch die 3-dimensionale Darstellung von Kiefer und Zähnen mit Hilfe von digitalen Bildgebungsverfahren wie Computertomogramm und Volumetomographie eröffnen sich dem Zahnarzt und Zahntechniker völlig neue Möglichkeiten. Mit Hilfe spezieller CAD Software können operative Eingriffe am Kieferknochen digital simuliert und damit im voraus geplant werden.

Besonders in der zahnärztlichen Implantologie gewinnt diese dreidimensionale Simulation immer mehr an Bedeutung. Durch die virtuelle Positionierung der Implantate kann der Behandler nicht nur das Knochenangebot optimal ausnutzen, sondern auch die nötigen Abstände zu wichtigen anatomischen Strukturen ausmessen und festlegen. Doch nicht nur für den chirurgischen Teil ist sind die neuen Medien von Vorteil. Das so genannte „Backward Planning“ ist aus heutiger Sicht unumstritten die Grundvoraussetzung für implantologischen und vor allem prothetischen Erfolg. Die digitale Simulation erlaubt dem Operateur, die Implantate in Bezug auf die endgültig geplante Position der Zähne mit hoher Präzision auszurichten. Dies ist nicht nur für ein ästhetisches Ergebnis wichtig, sondern vereinfacht auch die spätere prothetische Versorgung durch den Zahnarzt.

Wir werden in unserem Vortrag einen Ansatz zur Lösung der hohen Erwartungen der Patienten an ein stabiles und vor allem ästhetisch ansprechendes Endergebnis aufzeigen. Der präsentierte Patientenfall zeigt die optimale Zusammenarbeit zwischen Zahnarzt und Zahntechniker in allen Teilschritten, die notwendig waren, um am Ende einen trtagfähigen Zahnersatz eingliedern zu können.

Zunächst war da der hohe Anspruch der Patientin an die Versorgung. Nach ihrem Wunsch sollten in einem unsanierten Kiefer alle Restzähne entfernt werden, jeweils 2x6 Implantate inseriert werden und versorgt werden. Die Schwierigkeit bestand in der Ablehnung der Patientin von Interimszahnersatz und der daraus folgenden Konsequenz, alles in EINER SITZUNG zu erledigen. Wie wir vorgegangen sind, welche Herausforderungen zu meistern waren und wie das Endergebnis aussieht – SIE DÜRFEN GESPANNT SEIN.

06 Dr. K. Lehmann

Traditionelle versus digitale Farbnahme

Die Bestimmung der Zahnfarbe, die Kommunikation der Farbinformationen und deren Umsetzung bei der Anfertigung dentaler Restaurationen stellen nach wie vor für Zahnärzte und Zahntechniker eine große Herausforderung dar. Hierbei wird insbesondere der Prozeß der Farbbestimmung im Hinblick auf das farbliche Ergebnis häufig unterschätzt, obwohl dieser in der Reihenfolge zahlreicher Prozessschritte, als erster Prozessschritt, eine Schlüsselposition einnimmt. Zur Erzielung einer qualitativ hochwertigen Farbbestimmung ist es erforderlich, ein reproduzierbares Verfahren anzuwenden. Hierbei stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen kann die Zahnfarbe visuell unter Verwendung von Farbmusterringen (Abb. 1 a, b) und zum anderen durch den Einsatz digitaler Farbbestimmungssysteme ermittelt werden (Abb. 2).

Ein Vorteil dieser digitalen Systeme stellt, im Vergleich zur visuellen Farbbestimmung, die hohe Wiederholgenauigkeit dar. Sowohl in Labor-, als auch in klinischen Untersuchungen konnten unter Verwendung dentaler Farbbestimmungssysteme Farbinformationen von Zähnen hoch reproduzierbar ermittelt werden. Im Gegensatz dazu zeigte sich, dass die Ergebnisse visueller Farbnahmen durch Umgebungsfaktoren ungünstig beeinflusst werden. Weiterhin ermöglichen elektronische Farbbestimmungssysteme die Bestimmung von Farbkoordinaten, mit Hilfe derer die zu bestimmenden Zahnfarben



Abb. 1 – Classical Farbskala (a) und Linearguide 3D-Master (b).



Abb. 2 – Elektronische Farbbestimmung mit einem Spektralphotometer.

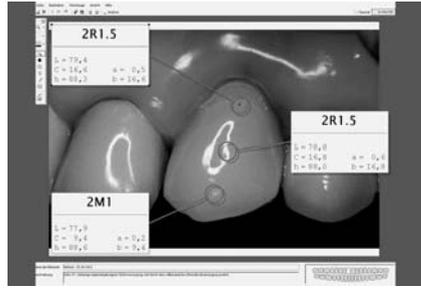


Abb. 3 – Kommunikationssoftware zur präzisen Kommunikation der ermittelten Farbinformationen in das zahntechnische Labor.

präzise charakterisiert werden können. Darüber besteht die Möglichkeit, während des Herstellungsprozesses einer zahntechnischen Restauration, das farbliche Ergebnis zu kontrollieren, womit die digitale Farbbestimmung ein wertvolles Instrument zur Qualitätssicherung und zur Risikominimierung darstellt. Ergänzend bietet eine geeignete Kommunikationssoftware (Abb. 3) in Verbindung mit photographischen Aufnahmen die Möglichkeit Informationen zur Formgestaltung und bestimmten Strukturen, wie beispielsweise Schmelzrissen oder Verfärbungen, zu kommunizieren. Diese Vorgehensweise führt, insbesondere bei der Kommunikation mit dem zahntechnischen Labor, zu einem verbesserten ästhetischen Ergebnis.

07 A. Hoffmann, ZTM

Schienen – universelle Hilfsmittel in der angewandten Zahntechnik

Craniomandibuläre Dysfunktionen werden häufig mit Schienenbehandlungen therapiert. Hierfür sind thermoplastische Materialien für die Tiefziehtechnik, lichthärtende plastische Formkunststoffe und klassische PMMA-Kunststoffe für die Druckpresstechnik, entwickelt worden. Lichthärtende und autopolisierende Werkstoffe sind mit diesen thermoplastischen Werkstoffen kombinierbar und ermöglichen dem Zahntechniker die verschiedensten Verfahrenstechniken zur Herstellung einer geeigneten Schiene. Auch oder gerade die Kombination dieser Werkstoffe untereinander kann zahntechnisch problemlos miteinander kombiniert werden.

Diese Herstellungsprozesse sind sehr gut geeignet die verschiedensten Schienentherapien durch Bau und Erweiterung der Funktionsweisen im klinischen Verlauf der Behandlung zu folgen. Die permanenten Veränderungen könne durch das Ergänzen von Form und Funktionsteilen häufig in die vorhandene Schiene integriert werden.

Überträgt man diese Techniken auf die verschiedenen Anforderungen der modernen Zahntechnik, so kann die Schiene als Hilfsmittel viele neue Aufgaben in der Produktion

und in der Übertragung von Bauteilen vom Modell in den Mund, absichern und begleiten. Viele Verfahrenstechniken können mit Hilfe dieser Materialien sicherer und einfacher gemacht werden.

Mein Vortrag beschäftigt sich zum einen mit dem vielfältigem Einsatz dieser Schienenmaterialien in der digitalen und vollkeramischen Zahntechnik, die mit Hilfe der Absicherung von Fixier- und positionierteilen einfacher und sicherer wird und zum anderen mit der schnellen und preisbewussten temporären Versorgung mit Prothetik, die mit diesen Materialien kombiniert wird.

Die Einsatzgebiete lassen einen Einblick in verschiedene Techniken zu, die ich als Hilfsmittel zur Übertragung von Bauteilen in der Zahntechnik benutze.

– Die Ersatzprothese oder die Interimsprothese für den Notfall.

Einfach und preiswert sollte sie sein, funktionieren muss sie ohne Zweifel, aber eben nur bedingt wenn die „Guten“ geschont werden sollen oder die Notreserve bis zum heimischen Zahnarzttermin nach Reisebeendigung, getragen wird.

Die Idee ist nicht neu aber der Ansatz, Prothesen einfach und schnell zu kopieren, der ist interessant.

Man nehme:

Eine Prothese und stelle ein Unterfütterungsmodell her. Sinnvoll ist hierbei oft tatsächlich eine Unterfütterung der Prothesenbasis zur besseren Adaption der Prothese mit zu machen.

Damit sind auch schon, die für den Kopiervorgang notwendigen Vorarbeiten sinnvoll und kostengünstig gestaltet. Teleskope, Stege oder andere Haltevorrichtungen in der Prothese werden mit Kunststoffstümpfen oder mit Hilfe von hartem Silikon dargestellt. Das Modell mit Prothesenkörper wird zum Tiefziehen mittels einer thermoplastischen Folie vorbereitet und mit einer 1mm Folie tiefgezogen, dabei werden die Ränder des UF Modells perfekt mit der Folie erfasst.

Diesen Vorgang wiederholen wir um zwei Foliensätze zu bekommen.

Das Modell ohne Prothese wird ebenfalls zum Tiefziehen vorbereitet und mit allen primären Halteelementen tiefgezogen. Hierfür nehmen wir eine 2mm dicke harte Folie. Das wird unsere Prothesenbasis.

In der Umschlagfalte trennen wir die Prothesenbasis aus der Folie heraus. Die beiden Teile, Basis und Prothesenfolie, müssen übereinander passen und dürfen sich nicht behindern.

In die erste Folie geben wir zahnfarbenen Kunststoff und lassen den Bereich der Zähne mit dem Kunststoff volllaufen.

Nach der Polymerisation lösen wir die Folie durch leichtes Erwärmen von der Zahnform ab. Das Ausarbeiten der Übergänge zwischen Zahnhals und Wurzelübergang schließt diesen Vorgang ab. Diese Zahnform passt in unsere zweite Tiefziehform. Nach dem Zusammensetzen der Basisfolie auf dem Modell, welche wir mittels Vaseline auf dem Gipsmodell fixieren, wird die mit den Zähnen bestückte Folie auf dem Modell fixiert. Die Hohlform wird mit rosa Kunststoff aufgefüllt und polymerisiert. Während man die eine Folie ohne eine Anbindung an den PMMA Kunststoff nun durch leichtes Erwärmen einfach lösen kann, ist die andere Folie, die sich mit dem Prothesenkunststoff verbinden kann, perfekt an polymerisiert. Ränder nacharbeiten und die gesamte Prothese mit einem glasklaren Prothesenlack überziehen, schließt die Herstellung ab. Kein Polieren und keine Passprobleme durch thermodynamische Verformung garantieren einen perfekten Sitz.

Die Indikation für diese Kopiertechnik kann man sehr schnell erweitern.



Die Abformung einer Prothese mittels Tiefziehfolien. Die Folie stützt sich auf dem Modellrand ab.



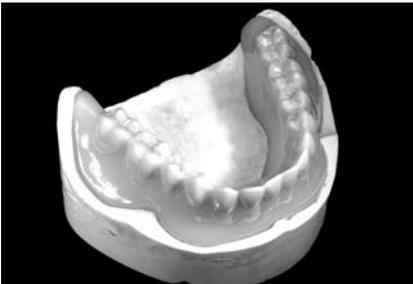
Die Prothesenbasis ist aus einer 2mm dicken Folie tiefgezogen hergestellt. Die Überabformung ergänzt die Hohlform.



Eine Folie dient zur Herstellung der Zahnreihen.



Die Hohlform ist mit rotem Prothesenkunststoff aufgefüllt.



Nach Entfernung der oberen Folie wird die Randgestaltung durchgeführt und die Prothese mit lichthärtendem Prothesenlack fertig gestellt.

Habe ich zuerst nur eine Nothilfe für den eventuellen Einsatz gesehen, so ergab sich bei genauerem Hinsehen eine Reihe von interessanten Aufgabengebieten.

Schutz oder Schlagschiene.

Ähnlich einer Entspannungsschiene die große Keramikrestorationen über Nacht schützen kann und so vor dem Bruxieren bewahrt. Kann man mit Hilfe einfacher Interimskopien das Bruxieren in der Schlafphase gut verhindern beziehungsweise positiv verändern. Gekoppelt mit verschiedenen Elementen, die einer Verlagerung des UK nach dorsal im Schlaf verhindern, wird aus der Kopie der Prothetik schnell eine *Antischnarchschiene*.

Umarbeitung zur adjustierten Schiene.

Eine Prothesenlösung als Basis für eine CMD Behandlung wird oftmals in der Kaufläche durch Umarbeitung der Prothese zum Aufbissbehelf mit adjustierter Oberfläche.

Diese Schienentherapie beginnt häufig bei Patienten die prothetisch versorgt sind und kann eine längere Behandlung nach sich ziehen. Allein schon der Gedanke, das die vorhandene Prothetik durch Umarbeitung zum Aufbissbehelf wird, lässt die Frage aufkommen womit kaut der Patient denn dann? Bei einer klassischen Schienentherapie wird mit abnehmbaren Schienen eine dem Ursprung vorhandene Verzahnung der Kiefer Rechnung getragen und die Kau- und Sprechleistung wird dem Patienten erst einmal erhalten. Abgesehen von der Ästhetik wird die CMD Behandlung am Anfang in die Freiräume der zeitlichen Anwendung des Patienten verlegt. Je tiefer der Patient in dieses Behandlungskonzept mit einbezogen wird umso größer werden die Motivation und die Bereitschaft des Patienten, auf bestimmte Dinge zu verzichten und funktionale Werte in den Vordergrund zu stellen.

CT Schablonen

In der navigierten Implantation werden lange vor der Insertation der Implantate dem Patienten die Zähne gezeigt. Ich meine es werden hier schon einmal, die zur Wiederherstellung des gesamten stomatognathen Systems notwendigen Maßnahmen durchgeführt. Eine Interimsprothese, die allen Regeln der zahnmedizinischen und zahntechnischen Ansprüche hat, wird als Basis für die spätere Navigation der Implantate herangezogen. Erst wenn alle Ansprüche an die Funktion und die Ästhetik ausgereizt sind, beginnen wir mit der Planung der Implantate. Nun wissen wir ob feststehend eine brückenartige Konstruktion überhaupt machbar ist.

Brücken sind auf Grund konvexer Basisausformungen vestibulären Gestaltungsbeschränkungen unterworfen. Ebenso können palatinale Bereiche, die für die Phonetik wichtig sind, oft nicht ausreichend berücksichtigt werden. Sind aber auch durch die Prothetik Weichgewebeauffüllungen und Veränderungen in der Gesichtsgestaltung gewünscht und stehen im Vordergrund der Wunschliste des Patient, kann man sie nur durch eine herausnehmbare Prothetik gestalten. Eine vestibuläre Gestaltung mit konvexen und konkaven Flächen, die bis zu Umschlagfalte in der Wiederherstellung verloren gegangener Hart und weich Substanz führt, ist nur durch entsprechende Prothetik machbar.

Gerade diese Informationen werden wir dem Patienten nicht für unsere weitere Planung vorenthalten können. Deshalb sind die in unserem Artikulator eingestellten Werte, die wir in der Mundsituation geprüft und bestätigt gefunden haben, so wichtig.

Sie lassen sich durch die oben beschriebene Kopie der Zahnstellung, Gestaltung, und der Relaktionswerten in einer Kopie einfrieren. Mit dieser Schablone, die die Form und Funktionswerte überträgt, kann man den Patienten ins CT schicken oder mit Hilfe des DVT einen Schädelscan erstellen.

Diese Daten werden als Dicomsätze in den verschiedenen Navigationssystemen dann wieder zu perfekten 3D Grafiken.

So können die Lage der Implantate und die funktionsgerechte Positionen, sowohl aus der zahnmedizinischen als auch aus zahntechnischer Sicht beurteilt und festgelegt werden. Die neuen Verfahrenstechniken bieten die Möglichkeit diese Daten der Prothesenaußenhaut direkt in die prothetische Planung mit zu integrieren. Egal ob als Brückengerüst oder als Stegarbeit die perfekte Form und Lage genau in der Prothesenbasis kann hier am Rechner mit Hilfe der CAD Software erzeugt werden.

(Nobel clinician Nobel Biocare) Navigierte Implantologie mit Hilfe einer STL Bohrschablone gewährt dem Behandler die chirurgische Realisierung der geplanten Implan-

tate. Dem Zahntechniker bietet diese Vorgehensweise die Grundlage zur perfekten Gestaltung der prothetischen Leistung.

Präparationsschienen, Einsetzschienen für Veneers

Eine gelungene Veneerversorgung resultiert aus dem harmonischen Zusammenspiel von zahnmedizinischem und zahntechnischen Können. Höchste Ästhetik und hervorragende Stabilität durch den Einsatz biokompatibler Werkstoffe und Materialien. Der CAD/CAM-Technik ist es möglich, die Patienten mit einer sehr präzisen und erstklassigen Vollkeramik-Ästhetik zu versorgen.

Nach der Erstellung der Situationsmodelle werden die Zahnformen durch das Aufmodellieren in Form und Funktion gebracht. Die im Artikulator gewonnenen Informationen sollen übertragbar gemacht werden und somit in das Behandlungskonzept einer minimalinvasiven Präparationsgeometrie überführt werden. Über das Wax-up wird eine lichthärtende Schiene plastischem Schienenmaterial als Präparations-Hilfe für den Behandler hergestellt. Mit Hilfe einer solchen Schiene hat der Behandler den Vorteil, exakte Platzverhältnisse zu überprüfen. Da die Schiene durchsichtig ist, kann nun schon geprüft werden, ob genügend Platz für die Keramik vorhanden ist. Nach der Präparation kann die Schiene mit Vaseline isoliert werden. Das Provi-Material wird in die Schiene gespritzt und kann direkt auf die Präparation gesetzt und ausgehärtet werden. So spart der Behandler viel Zeit für die Herstellung der Provisorien.

Auf dem Meistermodell kann man anhand der Präparationshilfe noch einmal die Platzverhältnisse prüfen und kontrollieren.

Über die fertigen Veneers wird eine neue Splint-Schiene hergestellt, die als Einsetzschiene für den Behandler dient. Bei dieser Schiene werden die Veneers nur zur Hälfte gefasst, damit der Behandler die Möglichkeit hatte, alle sechs Veneers gleichzeitig einzuprobieren ohne dabei ein Veneer zu verschieben.

Die Einsatzgebiete lassen einen Einblick in verschiedene Techniken zu, die ich als Hilfsmittel zur **Übertragung von Bauteilen in der Zahntechnik benutze**.

Andreas Hoffmann · Ludwig Erhard-Str. 7b · 37434 Gieboldehausen

08 A. Gütges, ZTM

Non-prep Veneers – Trend oder Strategie?!

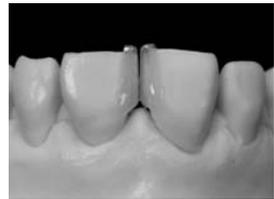
Überblick:

In der Medizin geht der Trend immer mehr zu minimalinvasiven Techniken. Es werden auf verschiedensten Gebieten nur noch mikrochirurgische Verfahren angewendet. Wie

etwa endoskopische Diagnostik mit anschließender Operation und Therapie. Das bedeutet für den Patienten geringere Schmerzen und kürzerer Heilungsprozess. Übertragen auf die Zahnmedizin beginnt es hier mit pre-restaurativer minimalinvasiver Parodontologie über minimalinvasiver Implantologie bis hin zu in der Medizin einzigartiger non-invasiv-restaurativer Verfahren. Doch ist es nur ein kosmetischer Trend oder sind diese Verfahren auch strategisch einsetzbar und in welchen Situationen nutzen sie dem Patienten, dem Behandler und dem Labor.

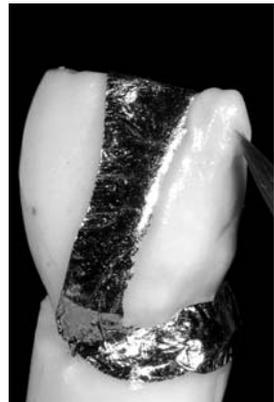
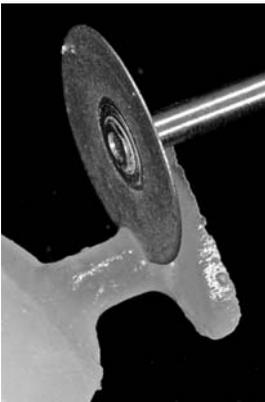
Grade die non-invasiven Techniken bedeuten vor allem den geringsten stress für die umgebenden Gewebe, dem Behandler und nicht zuletzt dem Patienten selbst. Neben den ungeahnten Möglichkeiten in der ästhetischen Zone gibt es grade in diesem so hochsensiblen ästhetischen Bereich die wenigsten Irritationen der Zahnhartsubstanz und der gingival-parodontalen Anteile, so daß es in der Folge einer solchen Behandlung kaum Risiken auf Folgeschäden gibt. Auch Funktionsstörungen und in der Folge okklusale Neuausrichtungen lassen sich durch provisorische non-invasive Kompositteilkronen ohne eine unumkehrbare Präparation austesten.

Ebenso lassen sich selbstverständlich in der restaurativen Phase klassische Verfahren mit non-invasiven kombinieren.



Technik:

In der definitiven Umsetzung gibt es aus technischer Sicht einiges zu beachten. Es beginnt mit der Auswahl des richtigen Verfahrens für die jeweilige Situation. Hier kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz. Presskeramik, Refractory-Technik sowie die Platinfolientechnik. Alle haben ihre Vor und Nachteile. Die größte Herausforderung

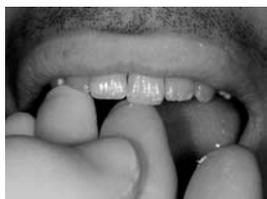


non-invasiver Techniken ist das gezielte leiten des Lichts. In einigen Fällen ist die Verwendung von presskeramischen Material völlig ausreichend wohingegen in anderen Fällen ein spezieller Schichtaufbau notwendig wird. Hier muß man sich vom klassischen Aufbau einer natürlichen keramischen Verblendung ein wenig lösen, um eine ideale Anpassung an die natürliche Zahnhartsubstanz zu erreichen.

Ein sehr wichtiger Faktor für das Gelingen ist die Ausdünnung des Keramikmaterials in der Übergangszone zur natürlichen Zahnhartsubstanz. Da wir in diesem Bereich keine definierte Präparationsgrenze vorfinden muß diese Zone so vorbereitet sein das der Behandler im späteren Verlauf letztlich nur der natürlichen Wölbung des Zahnes folgen muß um einen übergangslosen nicht zu ertastenden Bereich zwischen natürlicher Zahnhartsubstanz, adhäsiven Material und der keramischen Ergänzung schaffen kann.

Praxis:

Auch in der Praxis gibt es einige entscheidende Tricks und Kniffe die ein perfektes Ergebnis garantieren und welche einem erfolgreichen strategischen Konzept zu Grunde liegen. Neben dem richtigen anwenden der adhäsiven Befestigungstechnik kommt der Nachbearbeitung in der zahnärztlichen Praxis eine ganz entscheidende Bedeutung zu. Da wir in dieser Technik häufig ein messerscharfes enden des keramischen Materials auf der labialen Facette der Zahnhartsubstanz haben müssen nach der Befestigung diese Übergangsbereiche mit feinen Bohrern und letztlich feinsten Polierern zum finalen Hochglanz gebracht werden. Ist dies Geschehen heben sich diese Veneers optisch nicht mehr vom natürlichen Hartgewebe ab. Aber auch das Labor muß hier dem Zahnarzt größtmögliche Unterstützung bieten. Wichtig sind hier Positionsrückwälle, grade bei umfangreicheren Frontzahnversorgungen, die es dem Zahnarzt ermöglichen jede Position jedes einzelnen Veneers im oralen Umfeld exakt zu finden und so den Verklebespalt so gering wie nur möglich zu halten.



Patient:

Wenn wir uns vor Augen halten welchen stress eine zahnärztliche Behandlung für einen Patienten bedeuten kann ist es nur logisch hier sinnvolle Alternativen an zu bieten. Nicht jeder Patient hat die psychologische Stärke und in der Folge auch die nötige Compliance, um sich für einen klassischen Eingriff zu entscheiden, da diese in der Regel mit einem mehr oder minder starken Leidensweg einhergehen. Grade in diesen Bereich können non-invasive Techniken dem Patienten neue Möglichkeiten bieten eine notwendige Behandlung durchführen zu lassen.

Desweiteren ist es möglich im Vorfeld einer Behandlung bereits zielsicher eine genaue Vorhersage zum späteren Erscheinungsbild des Patienten machen zu können. Mit

MockUps, die exakt die später in keramischen Material zu ergänzenden Bereiche wieder geben ist den Patienten eine Ästhetiksicherheit zu bieten, die sie in ihrem persönlichen Umfeld bereits „Probetragen“ und somit die Akzeptanz erfahrbar machen können. Selbstverständlich ist in dieser entscheidenden Phase eine aus persönlichen Patientenerwartungen heraus resultierende Korrektur der Ästhetik jederzeit sehr einfach



und ohne großen Aufwand möglich. Dieses alles wiederum ist für viele Patienten eine hohe emotionale und psychologische Stütze, die es Ihnen später ermöglicht mit einer guten Compliance in die Behandlung zu gehen.

Konklusion:

Non-invasive Techniken sind enorm effizient und wirtschaftlich sowohl für die Praxis als auch das Labor. Durch die hohe planbare Ästhetik bieten sie zusätzlich im Bereich Marketing ein großes Plus. Zudem erreicht die Praxis eine neue Zielgruppe, die aus verschiedenen Gründen eine klassische Präparation scheut.

Kurzum: Sie sind ein weiterer Erfolgsgarant für Praxis und Labor.

Ztm. Axel Gütges · Xcitedent · Dentallabor Axel Gütges
Moltkestrasse 28 · 40477 Düsseldorf · Tel.: 0211 20031321
Mail.: aguuetges@xcitedent.de · Home.: www.xcitedent.de

09 Prof.Dr. B. Kordaß

Funktionelle Okklusion digital – Virtuelle Artikulatoren und CAD/CAM

Erfahrungsgemäß setzt die technische Umsetzung einer funktionellen Okklusion voraus, dass die Zahnreihen in einem eindeutigen Schlussbiss zueinander gefügt werden und gegeneinander in Kontakt wenigstens nach rechts, nach links und nach vorne und

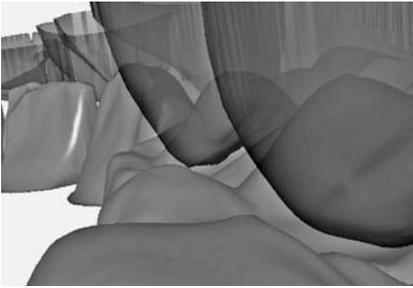


Abb. 1
Verzerrung in habitueller Interkuspitation

zurück bewegt werden können. Dieses ist die klassische Funktion des Artikulators – ob er nun individuell, halbindividuell oder mittelwertig eingestellt wurde. Dass in diesem Zusammenhang bereits seit Jahrzehnten vom „Programmieren“ eines Artikulators gesprochen wird, suggeriert, dass der Artikulator immer schon mehr sein sollte, als er als mechanisches Hilfsteil bei nüchterner Betrachtung sein konnte. Erst mit dem Sprung in die Com-

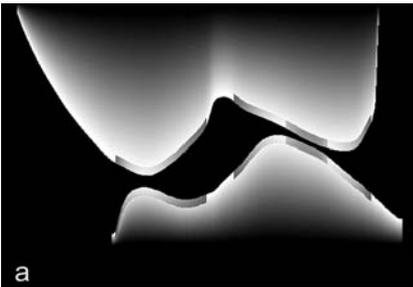


Abb. 2
Okklusale Kontaktbeziehungen in Exkursion (a),
in habitueller Interkuspitation (b)

puterwelt konnte aber wirklich „programmiert“ werden und bei den modernen VR-Artikulatoren ist es der Artikulator selbst, der programmiert ist und mit Methoden der Computergraphik visualisiert und animiert wird. Mit solchen VR-Artikulatoren lassen sich ganz neue Ansichten und Perspektiven auf die Okklusion und Bewegungsdynamik gewinnen (Abbildungen 1 und 2).

Warum diese VR-Artikulatoren gerade jetzt so wichtig werden, obschon seit mehreren Jahren die grundsätzlichen Voraussetzungen geschaffen wurden, die technischen Möglichkeiten bekannt sind und die Machbarkeit wissenschaftlich belegt wurde, ist dem exponentiellen Wachstum von CAD/ CAM-Fertigungen zu verdanken und hier insbesondere dem immer wichtiger werdenden Markt vollanatomisch gefertigter Restaurationen – nicht nur als Einzelzahnersatz, sondern auch als mehrspannige Brücken und diese sogar mehr und mehr aus Kostengründen komplett aus Zirkonoxid. Es ist schwierig, solche Restaurationen einzuschleifen und intraoral anzupassen. Deswegen ist es wichtig, die funktionelle Okklusion so optimal wie möglich von Anfang an in der Prozesskette zu berücksichtigen.

Theoretisch könnte man zwar vollanatomisch gefertigte CAD/CAM-Restaurationen zunächst nur statisch „vordesignen“ und erst nach der Fertigstellung auf Modellen, die im Artikulator konventionell montiert wurden, dynamisch anpassen; jedoch wäre das ein Bruch in der Fertigungskette, der unnötig ist und zusätzliche Kosten erzeugt –

zumal man in Zukunft beim intraoralen Scannen eigentlich keine Modelle mehr hat, die auf konventionellem Wege gewonnen werden. Umso interessanter sind Methoden, die rein computerbasiert bleiben und allenfalls eine Kontrolle in zentrischer Okklusion auf realen Modellen notwendig machen.

In dem Übersichtsreferat sollen die unterschiedlichen Konzepte zur Umsetzung einer funktionellen Okklusion mit digitalen Techniken erläutert werden. Dabei sollen besonders neue, innovative Konzepte zur Sprache kommen, die nur mit dem Computer möglich sind, also nicht nur bestehende Konzepte aus der mechanischen in die virtuelle Welt übertragen. Der besondere Benefit des virtuellem gegenüber dem rein mechanischen Möglichkeiten soll herausgearbeitet werden: insbesondere auch, wie die digitale, virtuelle Welt dazu beitragen kann, den biologischen Bedingungen des Patienten immer näher zu kommen.

10 Prof.Dr. M. Schmitter

Chipping – das Damoklesschwert des klinischen Erfolgs?

Vollkeramische Versorgungen werden in der Zahnmedizin bereits seit vielen Jahrzehnten eingesetzt, wobei die Materialeigenschaften dieses Werkstoffs lange Zeit die breite Anwendung in der Praxis limitierte: Brüche und Abplatzungen waren in der Anfangszeit fast an der Tagesordnung und Pfeilerzähne mussten sehr invasiv präpariert werden, da die ungenügenden mechanischen Eigenschaften nur durch entsprechend ausgeprägte Materialstärken „ausgeglichen“ werden konnten. Erst in den letzten 15 Jahren haben sich vollkeramische Versorgungen zunehmend am Markt etablieren können. Diese Entwicklung ist einerseits auf die Einführung hochfester keramischer Werk-



Abbildung 1: Chipping an einer händisch verblendeten UK-Molarenrekonstruktion nach ca. 2 Jahren in-situ.

stoffe wie beispielsweise Zirkoniumdioxid oder Aluminiumoxid in die Zahnmedizin zurückzuführen, andererseits auf die Möglichkeit der CAD/CAM Fertigung. Die werkstoffkundlichen Eigenschaften dieser Werkstoffe (z. B. Bruchzähigkeit- und festigkeit) erlauben es, Kronen und Brücken im Seitenzahngebiet zu fertigen und die oftmals notwendige Invasivität bei der Präparation der Pfeilerzähne zu reduzieren. Häufig müssen Restaurationen aus diesen Materialien allerdings verblendet werden, um den ästhetischen Anforderungen gerecht zu werden. In den letzten Jahren zeigte sich jedoch, dass diese notwendigen Verblendungen häufig die Schwachstelle der Restauration darstellen: die Verblendung platzt ab, wobei Brüche innerhalb der Verblendkeramik (kohäsives Versagen) und Brüche zwischen der Verblendung und dem Gerüstmaterial

(adhäsives Versagen) auftreten können (Abbildung 1). Bei ausgeprägten Defekten ist dann die Neuanfertigung der Restauration geboten. Ein Grund für dieses Versagen wurde schnell identifiziert: die ersten CAD/CAM-Fertigungseinheiten konnten nur eine unzureichende Höckerunterstützung umsetzen. Dies hatte zur Folge, dass die Verblendschichtstärke erhöht wurde und insbesondere im Höckerbereich die empfohlenen Schichtdicken überschritt. Doch auch nach der Elimination dieser Schwachstelle war das Problem offensichtlich nicht gelöst. Zwar konnte dieser Versagensmodus auch bei verblendeten Metallkronen beobachtet werden, scheinbar waren diese Versorgungen aber hierfür nicht in gleicher Weise anfällig. Der Grund hierfür mag z. B. in der unterschiedlichen Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit des Gerüstmaterials liegen. Doch wie häufig ist mit diesen Abplatzungen („Chipping“) tatsächlich zu rechnen? Hierzu ist die Datenlage in der Literatur uneinheitlich. Aktuelle Daten aus randomisierten klinischen Studien zeigen, dass die Chippingrate bei verblendeten Zirkoniumdioxidkronen bei über 25% liegt, bei VMK-Kronen hingegen unter 20%. Daten aus systematischen Reviews liefern hingegen unterschiedliche Ergebnisse. Hierbei muss jedoch auf die Inhomogenität der analysierten Studien hingewiesen werden, was die Aussagekraft der Reviews limitiert.

In jüngster Zeit wurden nun neue Techniken und Materialien zur Reduzierung des Chippingproblems entwickelt. Im folgenden Abschnitt sollen einige relevante Techniken/Modifikationen dargestellt werden.

1.) Modifikation des Brennprogramms beim klassischen Verblenden der Zirkonoxidgerüste.

Zirkonoxidkronen wurden geraume Zeit nach dem Brand für die Verblendung genauso abgekühlt wie VMK-Kronen. Zirkoniumdioxid verfügt jedoch über eine höhere Wärmekapazität und niedrigere Wärmeleitfähigkeit als Metalle. Somit entstehen hier durch schnelles Abkühlen leichter unerwünschte interne Spannungen, die sich negativ auf die Bruchlast dieser Restaurationen auswirken. Eine verlängerte Abkühlphase hat daher einen positiven Effekt auf die Bruchlast verblendeter Zirkonoxidkronen, wie bereits in in-vitro Studien belegt werden konnte. Der positive Effekt ist jedoch bei verschiedenen Verblendkeramiken (u. a. wahrscheinlich abhängig vom Leuzitgehalt und dem Verlauf des WAKs im Temperaturbereich) unterschiedlich ausgeprägt.

2.) CAD/CAM-Fertigung der Verblendungen mit anschließendem Fügen.

Ein Nachteil der händischen Verblendung mit Feldspatkeramik ist die inhomogene Struktur der Verblendung, da sich Lufteinschlüsse etc. bei der händischen Fertigung nicht vollständig verhindern lassen. Wird die Verblendung hingegen CAD/CAM gefertigt, kommen industriell gefertigte und somit nahezu schadstofffreie Rohlinge zur Anwendung. Zur CAD/CAM gestützten Fertigung der Verblendungen eignen sich sowohl Feldspatkeramiken als auch Lithiumdisilikatkeramiken. Zum Fügen der Verblendung mit dem Gerüst kann die Adhäsivtechnik als auch „Glaslot“ zum Einsatz kommen. Erste in-vitro-Ergebnisse zeigen, dass die Bruchlast der mit Lithiumdisilikat verblendeten Kronen den herkömmlich verblendeten Kronen überlegen erscheint. Ebenso erreichen sie höhere Bruchlastwerte als Kronen mit CAD/CAM gefertigter Verblendung aus Feldspatkeramik. Somit eignet sich diese Werkstoffkombination insbesondere für den Seitenzahnbereich. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass ein rein digitaler Workflow bei der Herstellung des Zahnersatzes ermöglicht wird.



Abbildung 2: Vollanatomisch gefräste Unterkiefer-seitenzahnkronen, individualisiert.

3.) Fertigung monolithischer Kronen
 Neuere Ansätze versuchen das Chipping-
 problem durch die Verwendung nur eines
 (hochfesten) Materials (eine separate Ver-
 blendung entfällt hier) zu lösen. Zum Ein-
 satz kommen Lithiumdisilikatkeramiken
 und Zirkoniumdioxidkeramiken, wobei bei
 letzteren die Verschleißproblematik – ins-
 besondere des Antagonisten – noch kon-
 trovers diskutiert wird. In diesem Zusam-
 menhang muss jedoch sicherlich bedacht
 werden, dass die Härte eines Werkstoffs
 nicht mit seinem Abrasionsverhalten kor-
 reliert.

Die Materialeigenschaften beider Keramiken erlauben eine Anwendung im
 Seitenzahngebiet, wobei Zirkoniumdioxid u. a. aufgrund der besseren Bruchzähigkeit-
 und festigkeit auch größere Restaurationen zulässt. Zusätzlich konnten die ursprüng-
 lich unzureichenden ästhetischen Eigenschaften monolithischer Zirkoniumdioxid-
 kronen durch die Einführung „transparenter“ Zirkoniumdioxid-Varianten im Laufe der
 letzten zwei Jahre weiter deutlich optimiert werden, sodass derzeit ansprechende
 Ergebnisse mit diesem Material möglich sind (Abbildung 2).

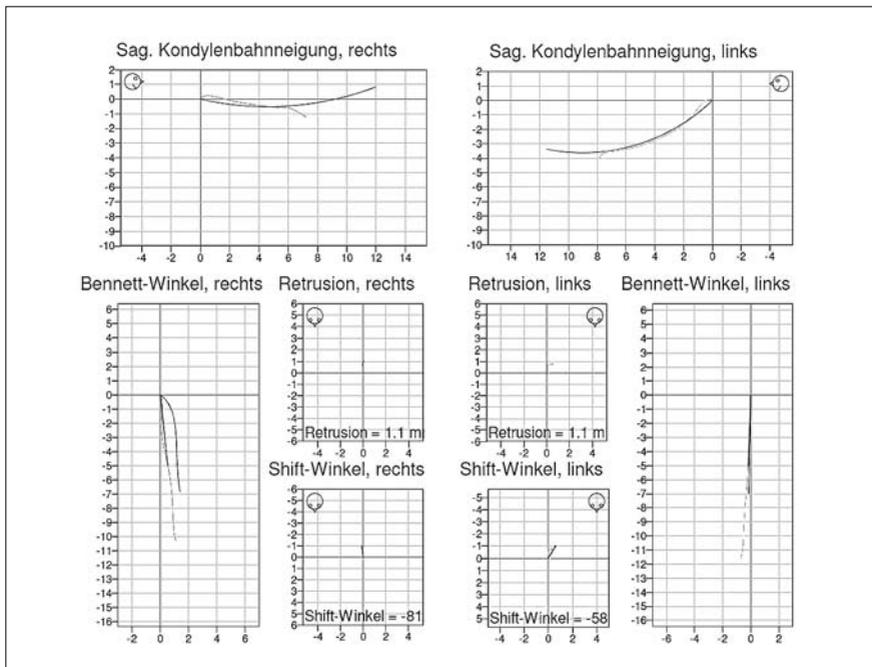


Abbildung 3: Aufzeichnung der Gelenkparameter einer Patientin mittels elektronischer Achiographie.

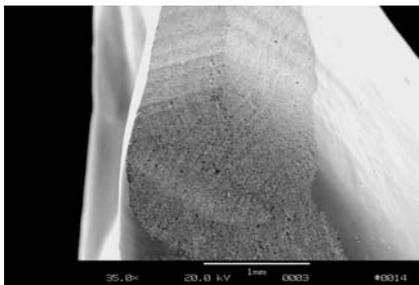


Abbildung 4: Rasterelektronenmikroskopisches Bild einer eingeschliffenen keramischen Oberfläche VOR der Politur.

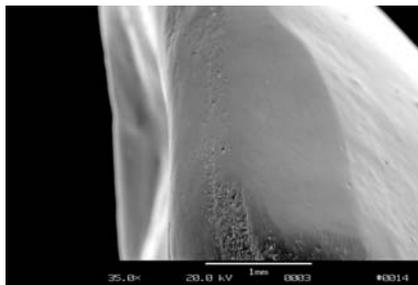


Abbildung 5: Rasterelektronenmikroskopisches Bild derselben Krone NACH der Politur.

4.) Registrierung der individuellen Gelenkparameter

In-vitro Studien konnten bereits zeigen, dass insbesondere dynamische Kontaktverhältnisse für Chipping verantwortlich zeichnen und folglich möglichst interferenzfreie dynamische Verhältnisse etabliert werden sollten. Die extraorale Optimierung der dynamischen Okklusionsverhältnisse ist jedoch nur möglich, wenn einige relevante Funktionsparameter (z. B. Kondylenbahnneigung) beim Patienten aufgezeichnet werden. Dies kann heutzutage durch elektronische Registrierverfahren schnell, effizient und präzise durchgeführt werden (Abbildung 3). Wengleich hier klinische Studien (die sicherlich auch schwierig durchführbar wären) fehlen, so können dennoch biomechanische Überlegungen den Nutzen dieser Registrierungen untermauern.

5.) Oberflächenbearbeitung

Nach der Fertigstellung der Restauration sind oftmals während der Anprobe kleinere (intraorale) Korrekturen notwendig. Dies führt zwangsläufig zu einer Schädigung der Oberfläche (Abbildung 4) und somit ggf. zu einer herabgesetzten Bruchlast. Idealerweise wird daher die Oberfläche durch einen erneuten Glanzbrand vergütet, oder aber (wenn dies z. B. nicht mehr möglich ist, da die Restauration bereits zementiert wurde) es erfolgt eine penible Politur. In einer aktuellen Studie konnte jedoch gezeigt werden, dass die Politur (Abbildung 5) nicht denselben Erfolg bringt, wie der Glanzbrand. Daher sollte, wenn immer möglich, dem Glanzbrand der Vorzug gegeben werden.

Alle beschriebenen, vielversprechenden Verfahren stehen derzeit bereits am Markt zur Verfügung und werden eingesetzt. Die klinische Bewährung steht jedoch bei einigen Techniken noch aus und wird sicherlich über den weiteren Erfolg dieser Ansätze entscheiden. Auffällig ist jedoch, dass nahezu alle Innovationen auf computerbasierten Arbeitsschritten beruhen, die zukünftig den derzeit noch lückenhaften digitalen Workflow vervollständigen und optimieren können.

Festvortrag **M. Müller, Flugkapitän** **Deutsche Lufthansa**

Der Mensch als Sicherheitsrisiko?

Anwendung von Sicherheitsstrategien der Luftfahrt auf die Medizin

Die Begeisterung über technischen Fortschritt verstellt hin und wieder den Blick auf die Tatsache, dass sich die „Biomaschine“ Mensch, (der Bediener und Nutzer der Technik), seit Jahrtausenden nicht verändert hat. Seine prinzipiellen Fähigkeiten Daten zu verarbeiten, technische Vorgänge zu regeln und komplexe Geräte zu steuern haben sich seit Erfindung der Dampfmaschine nicht verändert (und werden dies auch in absehbarer Zukunft nicht tun.)

Interdisziplinärer Gedanken- und Erfahrungsaustausch zeigt, dass ein optimales Zusammenspiel von Menschen (Team) und Maschine(n) zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben unter Zeitdruck die Anwendung und Befolgung systemübergreifender Regeln und Gesetze erfordert. Es ist hierbei von untergeordneter Bedeutung, ob Arbeitsabläufe im Operationssaal, in der Krankenhausapotheke oder im Cockpit eines Flugzeuges betrachtet werden.

In der Luftfahrtindustrie werden grundlegende Informationen zu dieser Thematik aus der Analyse von Vor- und Unfällen gewonnen. Da Flugkatastrophen ein sehr hohes öffentliches Interesse genießen, ist der „Aufklärungszwang“ in der Luftfahrt höher als in vielen anderen Bereichen der Gesellschaft. Durch die genaue Untersuchung von mehr als 500 Totalverlusten grosser Düsenverkehrsflugzeuge (Startgewicht > 20t) seit 1960, entstand eine umfangreiche Datenbank, in der mit grösstmöglicher Objektivität Schwachstellen und Systemdefizite aufgezeigt werden.

Eine detaillierte Untersuchung des Arbeitsumfeldes liefert zusammen mit der Analyse der Flugschreiberdaten und der Sprachaufzeichnung der Cockpitkommunikation ein genaues Bild von Arbeitsbedingungen und Fehlern, die zu einer Katastrophe führen. Dank einer unabhängigen Unfallanalyse werden auch Defizite, die das Organisations-system betreffen – sofern möglich – bereinigt.

Die Unfallstatistik belegt, dass der Mensch im Cockpit etwa Dreiviertel aller Unfälle verursacht. Der hohe Anteil menschlicher Fehler führte zu der naheliegenden – und auf den ersten Blick bestehenden – Idee, den fehlbaren Menschen durch eine „unfehlbare“, digital arbeitende Rechenmaschine zu ersetzen. Durch diesen Schritt sollten alle menschlichen Unzulänglichkeiten aus dem Regelkreis Mensch/Maschine entfernt werden. Ein Computer wird nie müde, er ist nicht emotional, braucht keinen Urlaub und ist immer gleich hoch „motiviert“ etc. (In etlichen Industriesparten wurde menschliche Arbeit in erheblichem Umfang durch Roboter ersetzt. Diese Entwicklung erhöhte in vielen Fällen die Produktivität und garantiert eine gleichbleibende Produktqualität).

In der Luftfahrt veränderte ein erhöhter Automationsgrad den Anteil an menschlichen Fehlern als Unfallursachen nicht. Auch nach Einführung der sogenannten HITEC-Flugzeuge liegt die Unfallursache „Human Error“ bei über 60%. Bisher hat sich die Annahme, dass ein erhöhter Automationsgrad zwangsläufig die Sicherheit erhöht, nicht erfüllt. In einigen Fällen wurde lediglich der „Human Error“ durch einen „Computer Error“ ersetzt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der digitale Rechner nur in „trivialen“ Fällen die Sicherheit erhöhen beziehungsweise garantieren kann. Da auch der beste Programmierer nicht alle möglichen Situationen vorhersehen kann, „versagt“ der Rechner häufig, wenn unkonventionelle Entscheidungen erforderlich werden oder wenn Einflussgrößen abgewogen und bewertet werden müssen, die in diesem Kontext vom Programmierer nicht erwartet wurden. Plakativ formuliert kann man feststellen: Der Automat hilft, wenn Hilfe nicht unbedingt erforderlich ist und er lässt „im Stich“ wenn eine Entscheidung anspruchsvoll wird.

Nach aufwendigen Forschungsprojekten hat sich mittlerweile die Erkenntnis durchgesetzt, dass der sogenannten Künstlichen Intelligenz (KI) enge Grenzen gesetzt sind. Selbst so trivial erscheinende Phänomene wie zum Beispiel der gesunde Menschenverstand können von einem Computer nur in sehr beschränktem Umfang „imitiert“ werden. Von der künstlichen Erzeugung von Intuition oder genialer neuer Ideen durch Digitaltechnik ist man noch weit entfernt.

Anhand eines kleinen Gedankenexperimentes möchte ich die Probleme, die sich bei der Verwendung eines komplexen Rechenprogrammes ergeben, verdeutlichen: Man stelle sich einen Grossrechner vor, der eine Operation oder einen Flug vollautomatisch steuern soll. Vor dem ersten Einsatz muss aus Sicherheitsgründen ein Softwaretest durchgeführt werden. Geht man davon aus, dass 100 Parameter einen Flug beeinflussen (was ein sehr konservativer Ansatz ist, wenn man berücksichtigt, dass bei einem modernen Flugzeug mehr als 30.000 Parameter kontinuierlich überwacht werden), ergeben sich aus 100 Parametern 2100 oder $1,27 \times 10^30$ Systemzustände.

Selbst wenn ein noch zu konstruierender Superrechner pro Sekunde 100 Millionen (108) Systemzustände überprüfen könnte, würde der Testlauf $1,27 \times 10^30$ geteilt durch 108 Sekunden, also 4×10^{13} Jahre dauern. Die Dimension dieser Zahl erschliesst sich, wenn man sie mit dem Alter unserer Erde vergleicht, das „nur“ ca. 5×10^9 Jahre beträgt. Dieses Rechenbeispiel belegt, dass komplexe Software mit grosser Wahrscheinlichkeit fehlerbehaftet ist und dass Fehlerfreiheit nicht nachgewiesen werden kann. Ein Softwaretest muss sich folglich immer auf mehr oder weniger umfangreiche Stichproben beschränken.

Wie schnell sich kleine Fehler gravierend auswirken können, hat im Jahre 1999 die gescheiterte Marsmission der NASA gezeigt: Ein unbemanntes Raumschiff zerschellte auf dem roten Planeten, da der Eintritt in die Marsumlaufbahn fehlerhaft berechnet wurde: Eine Abteilung benutzte als Entfernungsmasseinheit Nautische Meilen, die andere Abteilung Kilometer. Beim Datenaustausch fand versehentlich kein Abgleich der Maßeinheiten statt (Programmierfehler). Da eine vollständige Kontrolle eines anspruchsvollen Rechenprogrammes nicht möglich ist, muss als letzte Kontrollinstanz bei Arbeiten, die über Leben und Tod eines anvertrauten Menschen entscheiden, immer eine, von einem Spezialisten durchgeführte, Plausibilitätskontrolle stehen.

Doch wenn der Rechner als ultimatives Sicherheitssystem ausscheidet, wie können dann komplizierte Arbeitsvorgänge, die schnelle schwierige Entscheidungen beinhalten, überwacht werden?

In Tätigkeitsbereichen, in denen man auf das reibungslose und möglichst sichere Zusammenspiel von Mensch und Maschine angewiesen ist, muss nach neuen Antworten gesucht werden. In diesem Zusammenhang gewinnen Erkenntnisse der Biologie, Psychologie und der Soziologie an Bedeutung.

Um die Möglichkeiten des menschlichen Gehirnes optimal nutzen und um die potentiell auftretenden Fehler korrigieren zu können, müssen Arbeitsstrukturen geschaffen werden, die mögliche Fehler erkennen und korrigieren. Da ein einzelner Mensch immer „hochgradig fehleranfällig“ ist, liegt in der Überwachung und Unterstützung eines Menschen durch einen möglichst hoch qualifizierten zweiten die grundsätzliche Lösung des Problems.

Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Menschen unabhängig voneinander an der selben Stelle eines Arbeitsprozesses den selben Fehler machen ist relativ gering, sofern beide „Denkmaschinen“ unabhängig voneinander die vorliegenden Fakten sammeln und bewerten, bevor die weitere Vorgehensweise miteinander abgeklärt und besprochen wird (Parallelschaltung mehrerer, unabhängiger Denkmaschinen). Bei unterschiedlicher Meinung müssen die Gründe für eine Entscheidung, ihre Vor- und Nachteile besprochen werden. Aus der unabhängigen gedanklichen Arbeit der Individuen, die den Prozess beeinflussen, beziehungsweise beobachten, entsteht ein Sicherheitsnetz, das Arbeitsfehler auffangen kann. Die „Maschengröße“ wird durch die Qualifikation des Einzelnen und die Qualität der Zusammenarbeit bestimmt.

Wirkungsvolle Abwehrstrategien können nur entwickelt werden, wenn Informationen über die tatsächlich auftretenden Probleme zur Verfügung stehen. Leider hat die „juristische Behandlung“ von Arbeitsfehlern nach der Maxime Fehler müssen bestraft werden und folgenschwere Fehler müssen schwer bestraft werden viel Unheil angerichtet: Der Gesetzgeber geht davon aus, dass die Verhängung bzw. Androhung einer entsprechend hohen Strafe regelwidriges Verhalten verhindern kann. Dieser grundsätzliche Gedanke stimmt eventuell für die Planung von Straftaten (Bankraub, Ladendiebstahl), doch ein versehentlich begangener Arbeitsfehler kann nicht durch Strafandrohung verhindert werden. Mögliche Sanktionen verhindern eine objektive Aufarbeitung eines Vorfalles und erschweren die Entwicklung von wirkungsvollen Abwehrstrategien zur Vermeidung ähnlich gelagerter Probleme für die Zukunft. Die Angst vor Strafe führt zu Vertuschung und zu unzutreffenden Schuldzuweisungen.

Auch das Qualitätsmanagement eignet sich nur bedingt zur Fehlervermeidung. Die lückenlose Dokumentation von Produktionsschritten und Arbeitsvorgängen soll gleichbleibend hohe Qualität sichern. Doch so wertvoll diese Massnahmen auch sind, ein gravierender Schwachpunkt bleibt bestehen: Dynamische Prozesse, in denen flexibel auf unerwartete Probleme reagiert werden muss, können nicht lückenlos erfasst werden und trotz aller Anstrengungen bleibt die Tatsache bestehen, dass der Mensch fehlerhaft arbeitet. Errare humanum est. Ziel kann folglich nicht der fehlerlos arbeitende

Mensch sein, sondern es geht darum, Strukturen zu schaffen, die unvermeidbare Arbeitsfehler entschärfen, beziehungsweise die unbeabsichtigten Auswirkungen von Fehlern beseitigen bevor sie ihre unerwünschte Wirkung entfalten können.

Um Zugang zu den tatsächlichen Problemen gewinnen zu können, muss ein Umfeld geschaffen werden, das von einer Atmosphäre gegenseitigen Vertrauens getragen wird. Eine offene Diskussion über gemachte Fehler darf nicht durch Strafandrohung und einen möglichen Karriereknick bedroht werden. Es sollte verdeutlicht werden, dass sich der „wahre Profi“ gerade dadurch auszeichnet, dass er Fehler offen bespricht und diskutiert. Hinter diesem Konzept steht die Überzeugung, dass auch der beste Spezialist unter unglücklichen Umständen nahezu jeden schwerwiegenden Fehler begehen kann. Nicht ein Fehler ist „verwerflich“, sondern nur das Verbergen wertvoller Informationen vor der Kollegenschaft. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Fortschritte in erster Linie durch die Aufarbeitung von Fehlern, Versagen und (Beinahe)-Katastrophen möglich wurde.

Jeder Pilot hat schon Teile eines Unfallszenarios eines anderen erlebt. Gelingt es, einzelne Glieder einer eventuell tödlichen Fehlerkette zu erkennen und zu beseitigen, bevor sich eine Katastrophe ereignet, hat das System funktioniert. Wird entsprechendes Wissen erst nach einer Katastrophe erarbeitet, hat das System versagt.

Um das Vertrauen der Kollegenschaft für ein sogenanntes nonpunitives Meldesystem zu gewinnen, sind bestimmte Grundvoraussetzungen zu erfüllen:

Das Meldesystem muss unabhängig von Disziplinarvorgesetzten betrieben werden. In einer unabhängigen Organisationseinheit müssen die entsprechenden Vorfälle gesammelt und analysiert werden. Oberste Priorität hat hierbei der Schutz des „Meldenden“. Analog zum Beichtgeheimnis der Kirche muss der Beichtende in jedem Fall geschützt werden. Nur wenn die Kollegenschaft volles Vertrauen in das Meldesystem hat, werden gravierende Vorfälle berichtet. Gelingt es nicht, eine Vertrauensbasis aufzubauen, werden nur „Lappalien“ berichtet, die häufig in einer Schuldzuweisung gegen andere münden. Erfahrungen mit nonpunitiven Meldesystemen zeigen, dass normalerweise einzelne Personen und nicht abstrakte Organisationen das Vertrauen der Belegschaft genießen. Eine akzeptierte Vertrauensperson begründet den Erfolg des Systems. Die erforderliche Vertrauensbasis kann nicht über Nacht, sondern nur in einem zeitaufwendigen Prozess aufgebaut werden. Als Vertrauensmann eignet sich ein allseits geschätzter, erfahrener Kollege, der seine selbst gesteckten beruflichen Ziele bereits erreicht hat. Personelle Unterstützung sollte auch durch junge Kollegen erfolgen, die als Ansprechpartner für gleichaltrige Kollegen zur Verfügung stehen.

Bei der Analyse von Unfallstatistiken steht man vor dem Dilemma, dass aufgrund der – glücklicherweise – geringen Anzahl von Katastrophen statistische Aussagen nur mit großer Vorsicht und Zurückhaltung getroffen werden können. Immer wieder fehlt der Bezug zur Anzahl der tatsächlich auftretenden Vorfälle. Für ein objektives Bild der Sicherheitslage ist deshalb eine umfangreiche Umfrage unverzichtbar: Durch eine strukturierte Analyse möglichst vieler Beinahekatastrophen wird der Teil des „Vorfalles-Eisberges“ sichtbar, der sich „unterhalb der Wasserlinie“ – also ausserhalb des un-

mittelbaren Zugriffsbereiches der „Vorfalleanalysten“ befindet. Zusätzlich stellt sich die Frage, wie groß dieser normalerweise unsichtbare Teil ist?

Um einen besseren Überblick über potentiell sicherheitskritische Situationen zu erlangen wurde in der Luftfahrt ein sogenanntes Human Factor Research Project durchgeführt. Es war die bisher umfangreichste Studie dieser Art: 2070 Piloten füllten einen 120 Seiten umfassenden Fragebogen aus. Die Umfrage beschäftigte sich mit der Erläuterung und Beschreibung des **zuletzt erlebten** sicherheitskritischen Vorfalles. Die Antworten ergaben Dreimillionen Zweihunderttausend Datensätze. Die Auswertung der Daten nahm mehr als zwei Jahre in Anspruch.

Die Risikostufen wurden in sechs Kategorien aufgeteilt.

Risikostufe 1: Es gab ein irreguläres Ereignis. Aber es bestand **kein Handlungsbedarf**. Es war erkennbar, dass sicherheitsrelevante Auswirkungen nicht entstehen würden. („No problem.“)

Risikostufe 2: Es gab ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Durch Aktivitäten der Crew konnte das **Entstehen** aller sicherheitsbeeinträchtigenden Auswirkungen **verhindert** werden. („Routine.“)

Risikostufe 3: Es gab ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Dessen **Auswirkungen** konnten von der Crew **alle vollständig begrenzt** werden. („Gut gemacht.“)

Risikostufe 4: Es gab ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Dessen **Auswirkungen** konnten von der Crew (Cockpit, Kabine) **nur teilweise begrenzt** werden. („Noch mal gut gegangen.“)

Risikostufe 5: Es gab ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Dessen **Auswirkungen** konnten von der Crew (Cockpit, Kabine) **nicht begrenzt** werden. Die Situation konnte letztlich nur überstanden werden, weil keine erschwerenden Faktoren hinzukamen. Das letzte Glied der Fehlerkette fehlte. („Um Haaresbreite...“)

Risikostufe 6: Es gab ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Die Situation **geriet vollständig außer Kontrolle** und wurde nur durch Zufall oder Glück überstanden. („Oh, Shit!“)

Der Risikomittelwert liegt bei der vorliegenden Studie bei einem Wert von 3,4, also bei einem Vorfall, dessen sicherheitskritische Auswirkungen von den Piloten nahezu vollständig begrenzt werden konnten. Es fällt auf, dass die höheren Risikostufen 4, 5 und 6 zusammen über 40% aller sicherheitskritischen Vorfälle ausmachen. Die berichteten Events beziehen sich also nicht auf „peanuts“, sondern zu einem großen Teil auf tatsächliches, signifikantes Gefährdungspotential. Anders als bei einer Sammlung von Berichten über sicherheitskritische Vorfälle kann man aus den Fragebögen allerdings nicht auf den genauen Verlauf eines Vorfalles schließen (keine haarsträubenden Geschichten), sondern es geht – auch aus Gründen der Anonymität – nur um die möglichen Einfluß- bzw. Störgrößen.

Auf Basis der Umfragedaten wurden vier Hauptkategorien gebildet, die die wesentlichen Problemaspekte beinhalten:

TEC Technische Probleme, Ausfall von Systemen

HUM Fehler von Personen

OPS Operationelle Probleme, Komplikationen

SOC Erschwerende soziale Faktoren

Der Bereich Operationelle Probleme OPS (Komplikationen) bezieht sich auf Einflüsse, die den Arbeitsablauf über das normale Mass hinaus erschweren. Erschwerende soziale Faktoren SOC beziehen sich auf die Teamsituation im Cockpit: Defizite in der Kommunikation, schlechtes CRM (Crew Resource Management: Strategie zur optimalen Ausnutzung aller einem Team zur Verfügung stehenden Möglichkeiten und Informationen), Konflikte (die nicht selten unausgesprochen bleiben), ein zu steiles oder zu flaches hierarchisches Gefälle, psychische oder psychologische Probleme etc.

Bei der Auswertung wurden zunächst die einzelnen Risikobereiche separat betrachtet. Bei einem isolierten Auftreten der obigen Faktoren ergeben sich die folgenden Prozentzahlen (Prozentanteil an der Gesamtzahl der Vorfälle):

TEC: 7,7%
HUM: 4,9%
OPS: 1,2%
SOC: 0,7%

Es zeigt sich, dass technische Probleme TEC mit 7,7% aller Events bei den Einzelereignissen an der Spitze liegen, gefolgt von 4,9% Human Factor HUM. Diese Erkenntnis löst zunächst Verwunderung aus: Wie paßt diese Zahl zu den weltweit etwa 75% des Unfallgeschehens repräsentierenden Human Factor Accidents? Die Analyse zeigt, dass Cockpit-Crews einen **einzelnen** Arbeitsfehler normalerweise sehr gut verkraften. Das Sicherheitsnetz der strukturierten Cockpitarbeit entschärft einzelne Human Errors.

In einem zweiten Schritt kommt man dem eigentlichen Bedrohungspotential schon näher: Nun werden jeweils zwei Kategorien kombiniert (z.B. TEC+HUM oder OPS+SOC etc.). Hier sieht man, dass der Human Factor in Zusammenhang mit anderen Faktoren seine gefährliche Wirkung vergrößert. Durch das Zusammentreffen von operationellen Problemen (Komplikationen) mit einem Arbeitsfehler erhöht sich der Anteil an sicherheitskritischen Events auf 8,3%. Die Statistik verdeutlicht, dass ein gut organisiertes Arbeitsumfeld einen großen risikoreduzierenden Einfluß hat. Die größte Risikogruppe bei einer Verknüpfung von zwei Faktoren stellt die Kombination Human Factor (HUM) und problematisches soziales Klima (SOC) dar. 13,7% aller Incidents entfallen auf diesen Bereich. Dies bedeutet, dass die Arbeitsatmosphäre auf das Risiko einen deutlich größeren Einfluß hat als Komplikationen.

Doch die drei Kategorien (HUM, HUM+OPS und HUM+SOC) ergeben zusammen nur 26,9% der sicherheitskritischen Vorfälle. Es stellt sich die Frage, woraus der Hauptanteil des, häufig potentiell tödlichen, Human Factors besteht?

Der nächste Auswertungsschritt beantwortet diese Frage: Betrachtet man Dreierkombinationen der Risikobereiche (z.B. TEC+OPS+SOC) ergibt sich folgendes Bild: Die mit Abstand häufigste sicherheitskritische Situation (37,8% aller Events) besteht aus folgendem „Gemisch“:

1. Es entsteht eine Komplikation (OPS).
2. In dieser Situation erhöhter Belastung passiert ein Arbeitsfehler (HUM).
- 3. Die negativen Auswirkungen des Fehlers können nicht korrigiert oder entschärft werden, weil das Arbeitsklima (SOC) nicht optimal ist.**

Das heißt, für einen Human Error wirkt ein negatives soziales Klima wie ein „Turbolader“: Häufig macht erst die nicht optimale zwischenmenschliche Situation aus einem „harmlosen“ Fehler einen potentiell lebensbedrohlichen Vorfall. Hierbei ist zu bedenken, dass eine angespannte Atmosphäre im Regelfall nicht mit einem Streit gleichzusetzen ist. In vielen Fällen wird das Arbeitsklima vom Verursacher unbemerkt belastet. Der Mitsstreiter empfindet in vielen Fällen nur ein „unbestimmtes Unwohlsein“. Ein erster negativer Eindruck, zu großer oder zu wenig Respekt, Mißachtung, Mißverständnisse, von zu Hause mitgebrachte schlechte Stimmung, fehlende Motivation etc. können die Leistungsfähigkeit des Teams deutlich reduzieren.

Ein erster und wichtiger Schritt für eine Entschärfung dieses Problems ist das deutliche und unverschlüsselte Aussprechen des eigenen Unwohlseins bzw. der subjektiven Gefühlslage.

Dies gelingt normalerweise nur nach der Überwindung eines erheblichen inneren Widerstandes. Doch schon die Aussagen: „...ich fühle mich in unserer Zusammenarbeit nicht wohl“ oder „...ich habe das Gefühl, es existieren unausgesprochene Probleme“, können den Einstieg für eine Verbesserung der Zusammenarbeit liefern.

Gerade in Berufen, die vom Bild des souveränen Spezialisten geprägt sind, der alle Probleme spielend bewältigt, stellt das Ansprechen weicher „Psycho-Soziefaktoren“ ein Problem dar. Trotzdem darf dieser Bereich nicht ausgespart und verdrängt werden, denn nicht „welfremde“ Psychologen haben dieses Risikopotential „entdeckt“, artikuliert und damit in den Vordergrund gebracht, sondern die Verursacher selbst.

Jeder weiß, dass das Arbeitsklima einen Einfluß auf die Arbeitsqualität und die Sicherheit hat, aber es ist sicherlich überraschend, dass der Einfluß „atmosphärischer Störungen“ so hoch ist. Die Tatsache, dass sich Kollegen nicht verstehen (was im Sinne von gestörter Kommunikation durchaus auch wörtlich gemeint sein kann), steht nach diesen Ergebnissen an erster Stelle der Sicherheitsprobleme. Durch soziale Spannungen im Team steigt das Risiko für einen sicherheitskritischen Event um den Faktor 5 oder anders formuliert:

80% aller sicherheitskritischen „Human Errors“ könnten durch eine optimale Arbeitsatmosphäre entschärft oder beseitigt werden.

Somit kann der **quantitative** Zusammenhang zwischen dem „weichen Faktor“ sozialem Klima und dem Vorfalfrisiko belegt werden. Doch es erhöht sich nicht nur die Anzahl der Vorfälle, sondern auch die Risikostufe! (Das mittlere Risiko dieser HF-bedingten Vorfälle liegt bei 3,57.)

Was bedeutet diese Aussage für die Arbeitsorganisation und das Training?

Die Bemühungen um optimales CRM (Crew Resource Management) und um optimale Teamstrukturen müssen verstärkt werden. In der Vergangenheit wurde schlechtes Teamverhalten oder eine miese Stimmung im Arbeitsumfeld häufig mit dem Argument toleriert: „...aber er/sie arbeitet fachlich nicht schlecht!“ Diese Aussage sollte so nicht mehr akzeptiert werden. Die Umfrageauswertungen zeigen, dass schlechtes Teamverhalten einen Löwenanteil der sicherheitskritischen Vorfälle auslöst, die häufig nicht durch hervorragende Fähigkeiten, sondern nur durch Glück entschärft werden können.

Dies bedeutet das Defizite im Teamverhalten sowohl von den einzelnen Kollegen, als auch von Ausbildern und Vorgesetzten konsequent angesprochen werden müssen. Dies ist, wie bereits erwähnt, leichter gesagt als getan, da häufig tiefergehende Diskussionen erforderlich werden. In einer ersten Reaktion auf dieses Untersuchungsergebnis könnte man nun fordern, dass alle „unsympathischen“ Kollegen, die nicht sofort eine „grandiose Stimmung“ im Team erzeugen können, nicht eingesetzt werden dürfen. Diese Maßnahme würde – in der Regel – das Problem nicht entschärfen, da jeder Mensch immer wieder – häufig unbewußt – durch sein Verhalten das Arbeitsklima für seine(n) Mitsstreiter belastet. Deshalb ist es erfolgversprechender, **allen** Kollegen Werkzeuge an die Hand zu geben, die den optimalen Umgang mit sozialen Problemen (im weiteren Sinne) sicherstellen können.

Soziale Kompetenz hat folglich für die Bewältigung von Sicherheitsproblemen auch in technisch orientierten Arbeitsbereichen eine Bedeutung, die in der Vergangenheit gravierend unterschätzt wurde.

Die folgende Grafik zeigt die Prozentzahlen der einzelnen Risikogruppen. Aus den Zahlen geht hervor, dass durch die Umfrage die Feinstruktur der sicherheitsrelevanten Human Factors aufgeschlüsselt werden konnte: Addiert man alle Bereiche, in denen der Faktor HUMAN erscheint, ergeben sich 79,1% und das ist der Wert, der in etwa der IATA-Unfallstatistik von 75% entspricht.

Doch was verbirgt sich bei einer detaillierten Betrachtung hinter dem Begriff SOC: In der Struktur des Fragebogens wurde gezielt auf mögliche Beeinträchtigungen eingegangen:

Etwa **32%** dieser „ungünstiges CRM-Events“ werden durch den „Alleingang“ eines Piloten ausgelöst. Diese Zahl bedeutet, dass nicht gemeinsam koordiniertes und abgesprochenes Verhalten ein Sicherheitsproblem darstellt. Im Regelfall steht kein „böser“ Wille hinter dieser Vorgehensweise. Zeitdruck, Zielfixierung oder eine unerwartete

Von wem sollte das entsprechende Training durchgeführt werden? Sicherlich sollte Grundlagenwissen zu CRM-Themen von psychologischem Fachpersonal gelehrt werden, aber dieser Art der Wissensvermittlung sind relativ enge Grenzen gesetzt, denn der eigentliche Wissenstransfer findet im Bezug zur persönlichen Arbeitssituation statt und muss deshalb von Fachkollegen erklärt und begleitet werden. Die konkrete Umsetzung muss – um effizient sein und akzeptiert werden zu können – im spezifischen Umfeld geschehen und kann deshalb nur von Fachspezialisten (Piloten, Mediziner) als Ausbilder und Multiplikatoren geleistet werden. Die Ergebnisse der Umfrage geben den entsprechenden Bemühungen zusätzlichen Rückenwind. Verstärkte Schulungen in diesem Bereich erlauben es allerdings nicht, bei fachlichem Basistraining Abstriche zu tolerieren. CRM-Training ist kein Ersatz für Fachkenntnisse, sondern „nur“ eine notwendige zusätzliche Ergänzung.

Zur Verdeutlichung der Probleme, die dem Bereich SOC zugeordnet werden, noch einige Zahlen:

Weiter oben wurde schon erwähnt, dass sich in **68,4%** aller beschriebenen Fälle „zusätzliche erschwerende Faktoren im Bereich der sozialen Interaktion“ ergaben. Dass es sich hierbei in den seltensten Fällen um einen Streit im herkömmlichen Sinne oder um einen offen ausgetragenen Konflikt gehandelt hat, wurde schon erläutert. In **77,4%** der Fälle mit erschwerenden Faktoren im Bereich sozialer Interaktion gab es Kommunikationsprobleme.

In 48% aller Fälle

- wurden notwendige Aussagen nicht gemacht, entsprechende Hinweise nicht gegeben,
- wurden unklare Bedenken nicht geäußert,
- waren wichtige Aussagen unvollständig, unvollkommen oder wurden überhört.

In den oben genannten Fällen liegt das Versäumnis beim „**Sender**“ der Nachricht, denn für die Qualität von Kommunikation ist nur das relevant, was beim Gegenüber ankommt. Der Sender einer Nachricht hat deshalb die Verpflichtung, zu überprüfen, was von der ausgesprochenen Information tatsächlich vom Empfänger wahrgenommen wurde.

Das Problem liegt folglich nicht in der mangelnden Bereitschaft des Kapitäns, einen Hinweis entsprechend umzusetzen, sondern in der mangelnden Courage des Ersten Offiziers, Abweichungen konsequent und unmissverständlich anzusprechen.

Nur in 23% aller Kommunikations-Problemfälle erfolgte trotz eines eindeutig verstandenen Hinweises keine entsprechende Reaktion. Doch auch für diese Art von Situation existiert eine Strategie: Unterbleibt die Reaktion auf den korrigierenden Hinweis, müssen die Bedenken wiederholt werden.

Das Schweigen des ersten Offiziers und die Zielorientiertheit des Kapitäns können dazu führen, dass ein Fehler nicht korrigiert wird. (Das schlimmste Unglück der Zivilluftfahrt

mit 583 Todesopfern ist darauf zurückzuführen, dass ein junger Copilot nach einmaligem korrigierendem Hinweis einen fälschlicherweise zu früh durchgeführten Start nicht verhindert hat. Der erste Offizier hatte nicht den Mut, den erfahrenen Ausbildungskapitäne ein zweites Mal zu korrigieren.)

Einen großen Anteil an den Arbeitsfehlern der Cockpit-Crew hat der sogenannte Regelverstoss. Eine Arbeitsgruppe von Boeing beschäftigte sich vor einigen Jahren mit diesem Phänomen: In der Studie werden Unfälle analysiert. Es wird bei der Aufarbeitung der Totalverluste nicht danach gefragt, was einen Unfall ausgelöst hat, sondern es wird danach gesucht, was ihn verhindert hätte. Die Untersuchung zeigt, dass rund **80%** aller Unfälle durch diszipliniertes Einhalten der Vorschriften und Regeln verhindert worden wären. Bei der Auswertung der Cockpit-Studie ist deshalb für uns der Bereich „regelgetreues Arbeiten“ von besonderem Interesse, denn die Aussage der Boeing-Studie bedeutet, dass die Anzahl der Unfälle (im Durchschnitt zur Zeit etwa 18 pro Jahr) mit einem Schlag um 80% (oder jährlich etwa 14 Totalverluste) reduziert werden könnte, wenn die Flugzeugführer strikt den Regeln folgen würden.

77% (N=940) aller Arbeitsfehler, die einen sicherheitskritischen Vorfall auslösen, bestehen aus einem „Nichteinhalten von Regeln“ (Omission/Violation). Die gesamte Anzahl der berichteten Regelverstöße liegt mit 1513 deutlich höher, da in 573 Fällen Mehrfachnennungen (Verstoß gegen mindestens zwei Vorschriften) auftraten. Die Nützlichkeit und Schutzwirkung der Regeln wird grundsätzlich nicht in Frage gestellt. Doch offensichtlich wird trotzdem immer wieder gegen fundamentale Regeln verstoßen: Zeitdruck, große Routine, Complacency (sorglose Nachlässigkeit) und das Gefühl unverwundbar zu sein, verringern die Hemmschwelle zur Regelüberschreitung.

Im Prinzip gibt es verschiedene – gleiche Sicherheit bietende – Verfahren, eine Aufgabe zu lösen. Deshalb ist die Beschränkung auf enggefasste Standardverfahren auf den ersten Blick nicht unbedingt einsichtig, doch es gibt mehrere Gründe, verbindliche Absprachen zu treffen und einzuhalten:

Gegenseitige Überwachung und Ansprache von Abweichungen sind nur dann möglich, wenn sich alle Cockpitmitglieder auf gemeinsam akzeptierte Vorgehensweisen berufen können. Bei der Anwendung von „Privatverfahren“ kann der Überwachende nicht mehr feststellen, ob ein Arbeitsschritt in dieser Form erwünscht ist, oder ob sich nun ein unbeabsichtigter Arbeitsfehler eingeschlichen hat. Arbeitet eine Besatzung in dieser „Verfahrens-Grauzone“, muss sie sich auf Gefühlswerte verlassen, die – dokumentiert durch viele Flugunfälle – häufig schlechte, bzw. tödliche Ratgeber sind.

Aus der Verhaltenspsychologie ergibt sich ein weiteres gewichtiges Argument für diszipliniertes Arbeiten: Nach einer tolerierten Regelüberschreitung sinkt die Hemmschwelle für weitere, oft noch gravierendere Verstöße. Deshalb muss eine Regelabweichung schon im Entstehen angesprochen und somit verhindert werden.

Der Kapitän ist für die Einhaltung der verbindlichen Regeln verantwortlich. Zu seiner Unterstützung und als zusätzliches „Überwachungs- und Redundanzorgan“ steht ihm ein verantwortlicher Erster Offizier zur Seite. Ein Verstoß gegen festgelegte Regeln

bedeutet somit immer auch ein Versagen der Redundanzstruktur im Cockpit. Die von den Ersten Offizieren akzeptierte Toleranzschwelle legt die Maschengröße des Sicherheitsnetzes fest.

Es erfordert hohe Selbstdisziplin, auch nach vielen Jahren erfolgreicher Arbeit, ein teilweise als starr empfundenes Regelwerk konsequent zu befolgen. Vor allem Ausbildungs- und Führungspersonal ist in diesem Bereich gefährdet: Wer die Regeln selbst mit entworfen und eingesetzt hat und sich immer wieder an die teilweise kontroversen Diskussionen erinnert, die zu ihrer Implementierung führten, dem fällt das Einhalten der Regeln bisweilen besonders schwer. Dies ist sicherlich mit ein Grund dafür, dass Ausbilder und „Funktionäre“ überproportional gefährdet sind. Aufgrund der Vorbildfunktion hat ein von einem Ausbilder durchgeführter Regelverstoß eine besonders große Negativwirkung, denn die hierbei auftretenden Arbeitsfehler werden mit grosser Wahrscheinlichkeit vom unerfahrenen Kollegen nicht korrigiert, weil er nicht damit rechnet, dass ein Regelverstoß dieser Art auftreten kann.

In diesem Zusammenhang spielt auch Motivation eine grosse Rolle. Eine Untersuchung der United States Navy hat ergeben, dass 90% der Piloten, die in einen „Human Error“ Unfall verwickelt werden, gravierende Motivationsprobleme haben. Bei nachlassender Motivation steigt die Bereitschaft zum Regelverstoß und zur Akzeptanz eines grösseren Risikos. Nur wer hoch motiviert ist, arbeitet umsichtig vorausschauend und hoch konzentriert. Das „Vorausdenken“ möglicher Konsequenzen fällt umso schwerer, je widerwilliger man seine Tätigkeit ausführt.

Neben Disziplin und Motivation ist die Akzeptanz der eigenen Fehlerhaftigkeit eine unverzichtbare Basis für gute Teamarbeit. Nur wer zu den eigenen Schwächen steht, kann glaubhaft Kritik einfordern und äussern (passive und aktive Kritikfähigkeit).

Auch das persönliche Wertesystem spielt eine entscheidende Rolle: Ohne Empathie und einer grundsätzlichen Zuwendung den Mitmenschen gegenüber wird man von seinen Mitstreitern in einer komplexen, kritischen Situation häufig nicht mehr mit der erforderlichen Deutlichkeit auf „Ungereimtheiten“ und mögliche Fehler hingewiesen.

Die Erwartung, dass Hochtechnologie Fachkenntnis des Maschinenbedieners und gesunden Menschenverstand weitgehend überflüssig macht, hat sich nicht erfüllt. Es ist beinahe ein Treppenwitz der Menschheitsgeschichte, dass die Bemühungen des Menschen, Maschinen zu entwickeln, die menschliche Schwächen kompensieren, dazu geführt haben, dass nun beim Umgang mit diesen HITEC-Geräten soziale Kompetenz und optimale Teamarbeit, also „urmenschliche“ Fähigkeiten einen ganz besonderen Stellenwert gewonnen haben.

Flugkapitän Manfred Müller
Leiter Flugsicherheitsforschung Lufthansa
Dozent für Risikomanagement
e-mail: manfred.mueller@akarisma.de

Zukünftige Möglichkeiten der intraoralen Abformung

Die intraorale Abformung ist ein zentraler Bestandteil der zahnärztlichen Arbeit. Ziel der Abformung ist die Herstellung eines Modells der intraoralen Situation des Patientenmundes mit Darstellung der Hart- und Weichgewebe. Dieses Modell wird für eine Vielzahl von Aufgaben benutzt. Es dient zu Beispiel der Speicherung der aktuellen Situation, um später Veränderungen zu dokumentieren oder als Diskussionsgrundlage für die Zahnarzt-Patientenkommunikation. Es kann die Grundlage für ein zahntechnisches Wax-Up sein. Es können Schienen darauf angefertigt werden. Die Modelle können nach der Montage in einen Artikulator für okklusale Diagnostikzwecke verwendet werden. Hierfür ist zusätzlich zur intraoralen Abformung mindestens ein Bissregistrator notwendig. Diagnostik für kieferorthopädische Behandlungen wird mit Modellen durchgeführt. Einen grossen Stellenwert nimmt die Abformung von präparierten Zähnen ein. Die daraus resultierenden Modelle werden im zahntechnischen Labor so vorbereitet, dass der Zahnersatz darauf angefertigt werden kann. Die Genauigkeit dieser Modelle bedingt die Genauigkeit der fertigen Arbeit und ist hier von besonderer Bedeutung. Im Bereich der Präparationsgrenze sind klinische Spaltmasse von 50–100µm akzeptabel. Das heisst, dass das Modell mindestens diese Genauigkeit aufweisen muss.



Abbildung 1: Vergleich der Herstellung eines digitalen Modells mit konventioneller und digitaler Abformung



Der heutige Stand der intraoralen Abformung umfasst die Applikation von elastomeren Abformmaterialien (Polyether oder Silikone) in einem Abformlöffel. Das resultierende Negativ von Zähnen und Weichgewebe wird mit Dentalgips ausgegossen und es entsteht das fertige Gipsmodell (Abb. 1)

Die Schwierigkeit der intraoralen Abformung besteht zum einen in der Applikation des Abformmaterials, da es zum Teil unangenehm schmeckt und bei manchen Patienten Würgereize auslösen kann und in der relativ langen Abbindezeit von 2–4 min, in der der Abformlöffel möglichst still gehalten werden muss. Der Zahnarzt muss einen ausreichenden Vorrat an Abformlöffeln verschiedener Größe und verschiedene Abformmaterialien vorrätig haben, um die verschiedenen klinischen Situationen optimal abzuformen. Die verschiedenen Materialien benötigen Stauraum und verursachen Abfall. Die ausgehärtete intraorale Abformung muss desinfiziert und danach ins zahntechnische Labor versandt werden. Eine Kontrolle der Abformung in der Praxis ist nur rein visuell in bestimmten Bereichen möglich und beinhaltet nur das Feststellen der vollständigen Darstellung der Präparationsgrenze zum Beispiel. Eventuelle Deformationen des Abformmaterials oder ein Verzug der abgeformten Zahnreihe lässt sich hier noch nicht feststellen. Auch ist die Zuordnung von Ober- und Unterkiefer mittels eines Bissregistrates nicht kontrollierbar. Dies kann erst nach dem Ausgießen der Abformung im Dentallabor erfolgen. Bei Fehlern muss dann im schlimmsten Fall der Patient nochmals einbestellt und die Abformung wiederholt werden.

Die gegenwärtige Entwicklung ersetzt die konventionelle intraorale Abformung mehr und mehr durch eine digitale intraorale Abformung. Hier wird mit Hilfe eines 3-dimensionalen Aufnahmesystems (3D Kamera) die Oberfläche von Zähnen und Weichgeweben im Mund des Patienten eingescannt. Diese Daten werden von einer Software in ein 3-dimensionales virtuelles Modell umgerechnet, welches sofort auf dem Computerbildschirm sichtbar wird. Dieses Modell kann vom Zahnarzt direkt von allen Seiten betrachtet und kontrolliert werden. Fehlerhafte Bereiche des Modells können gelöscht und erneut eingescannt werden. Der Zahnarzt hat die Möglichkeit, mit diesen Systemen auch nur einen Teil des Zahnbogens einzuscannen und somit Zeit zu sparen. Der Patient kann sofort den aktuellen Stand seiner Behandlung sehen und wird so einbezogen in den Prozess der Restaurationsherstellung. Der digitale Abdruck muss nicht desinfiziert werden und kann sofort an den Zahntechniker weiterversandt werden. Es entfallen die Lagerhaltung von Material und Abformlöffel, sowie die Auswahl dieser Komponenten. Neben den Möglichkeiten,

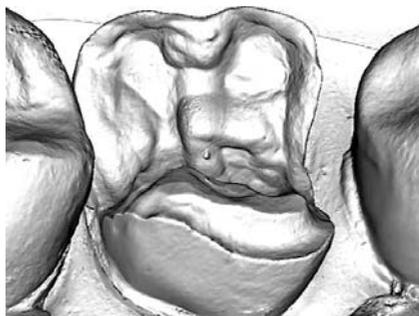


Abbildung 2: Kontrolle der Aufnahme und Eingabe der Präparationsgrenze am Bildschirm

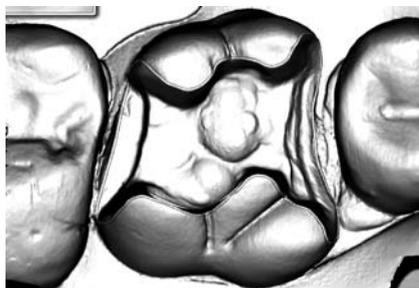




Abbildung 3: Ober- und Unterkieferaufnahme mit Zuordnung nach bukkaler Registrierung

die bei einem Gipsmodell bestehen, sind mit dem digitalen Modell weitere Vorteile verbunden. Der Zahnarzt kann auf dem Modell direkt die Präparationsgrenze eingeben und kontrollieren.

Die Zuordnung von Ober- und Unterkiefer ist sofort ersichtlich. Ein fehlerhaft erfasstes Modell kann so direkt erkannt werden und der digitale Abdruck wiederholt werden. Alle Schritte der Weiterverarbeitung von Modell und Restauration sind reversibel und können schnell wiederholt werden.

Der Zahnarzt kann digitale Modell überlagern und so zum Beispiel den Substanzabtrag der Präparation kontrollieren und eine ausreichende Materialstärke sicherstellen. Ein digitales Wax-Up kann mit einem Patientenfoto verbunden werden, um einen Eindruck der fertigen Arbeit zu vermitteln.

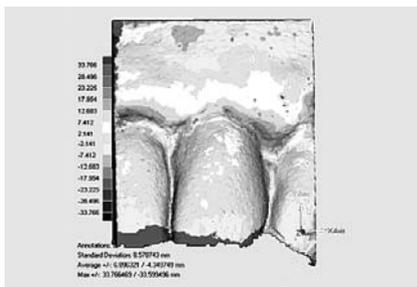


Abbildung 4: Überlagerung von digitalen Modellen zur Visualisierung von Veränderungen oder Implantatplanung



Für Diagnostikzwecke können digitale Modelle von früheren Zeitpunkten überlagert und Veränderungen an Weich- und Hartgewebe objektiv beurteilt und auch vermessen werden. Die Überlagerung von intraoralen digitalen Modellen und dreidimensionalen Röntgendaten (DVT oder CT) ermöglicht die Planung chirurgischer Eingriffe mitsamt der späteren prothetischen Versorgung.

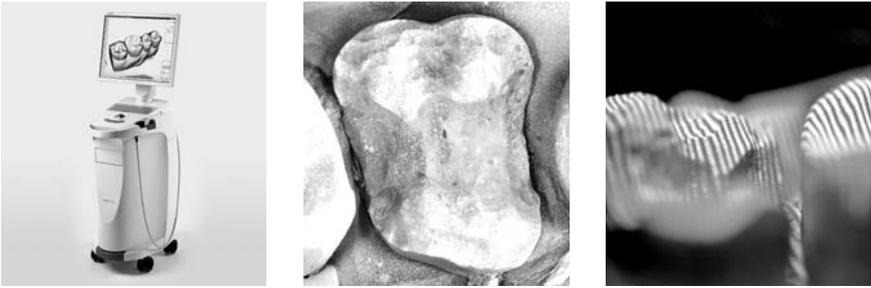


Abbildung 5: CEREC AC System zur intraoralen digitalen Abformung

Aufnahmesystem für die intraorale digitale Abformung basieren heute auf der Projektion von sichtbarem Licht auf die Oberfläche und die Registrierung der reflektierten Lichtwellen mit dem einen oder anderen Messverfahren. Das CEREC Bluecam System verwendet hierfür die Projektion eines Streifenmusters mit aktiver Triangulation und Phasenshiftverfahren. Damit hier eine optimale Aufnahme der Oberfläche erfolgen



Abbildung 6: iTero System zur intraoralen Aufnahme

kann, muss diese im Mund vorher mattiert werden. Nur so ist eine gleichmäßige Reflektion der Lichtwellen gewährleistet.

Ein komplett anderes Verfahren verwendet zum Beispiel das iTero System von Cadent. Hier wird konfokales Laserlicht auf die Oberfläche projiziert. Das reflektierte Licht wird in verschiedenen Fokusebenen registriert und daraus eine dreidimensionale Oberfläche errechnet. Hierfür ist keine Mattierung der Oberfläche erforderlich. Jedoch ist die notwendige Technik nur einem sehr voluminösen Handstück unterzubringen.

Das Lava COS Aufnahmesystem verwendet das sogenannte Wavefrontsampling Verfahren. Es wurde am MIT entwickelt und funktioniert ähnlich der Stereofotogrammetrie, die aus 3D Kinofilmen vielen inzwischen bekannt sein dürfte. Mit mehreren Kameras werden Objekte aus leicht verschiedenen Blickwinkel fotografiert. Aufgrund der Ver-

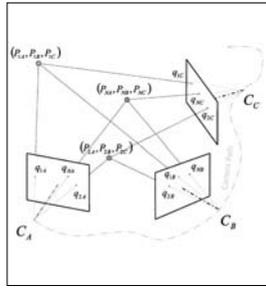
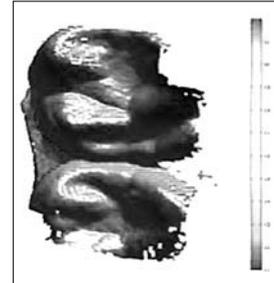
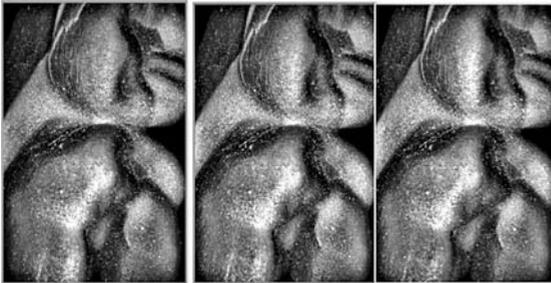


Abbildung 7: Lava COS System für intraorale digitale Aufnahme



schiebung der Objekte zwischen den Aufnahmen kann die Entfernung des Objektes zur Kamera errechnet werden. Mit dem Lava COS System werden fortlaufend Aufnahmen gleichzeitig mit 3 Kameras mit einer Frequenz von 20 Bildern pro Sekunde registriert. Die Kamera kann dabei frei über die Zahnoberfläche bewegt werden und „filmt“ quasi die Zähne ab. Aus den unterschiedlichen Blickwinkeln der 3 Kameras wird die dreidimensionale Oberfläche der Strukturen berechnet und auf dem Monitor als 3D Modell dargestellt. Das 3D Modell kann rotiert und gezoomt werden und mit einer 3D Brille auch in einer 3D Ansicht dargestellt werden. Die Zuordnung von Ober- und Unterkiefer erfolgt in habitueller Interkuspitation durch das Scannen der Bukkalflächen der Zähne.

Die Zukunftsperspektiven des intraoralen Abdrucks werden sich in allen Bereichen grundlegend verändern. Zum Einen werden die Aufnahmetechniken immer weiter vereinfacht. Dentalfirmen investieren hier grosse Summen in die Entwicklung und Verbesserung der digitalen intraoralen Aufnahmesysteme. Das umfasst als unmittelbares Ziel die Verkleinerung der Kameras an sich und den Verzicht auf die Mattierung der Zahnoberflächen. Zum Anderen wird die Software zum Verrechnen der 3D Daten immer weiter optimiert und beschleunigt. Dadurch soll der Aufnahmeprozess einfacher, schneller und genauer werden. Als weiteres Ziel besteht die Zusammenführung von Oberflächen und Tiefendaten (zum Beispiel Messung von Zahnfleischtaschen) durch die Kombination von optischen und zum Beispiel Ultraschalltechnologien. Einen weiteren grossen Schritt wird die digitale intraorale Abformung erfahren, wenn, ebenfalls durch digitale Technologien, die Bewegungsaufzeichnung des Unterkiefers individuell erfasst und in einem Artikulationsprogramm für den einzelnen Patienten eingespeist werden kann. Dadurch können bei einem Scan in der Mundhöhle mehr Informationen erfasst werden. Auf der Seite der Herstellung von Zahnersatz verändert sich mit dem

digitalen Modell der grundlegende Herstellungsprozess. Hier wird nun aufgrund der digitalen Daten der Zahnersatz hergestellt und ein physisches Modell nur noch zum Anpassen und Kontrollieren benötigt. Im Rahmen der CAD/CAM Technologie sind industriell vorgefertigte und qualitativ hochwertige Materialien (Zirkoniumdioxid, Titan) und neue Herstellungsverfahren (Fräsen, Lasersintern, Stereolithographie, 3D Drucken) ein-

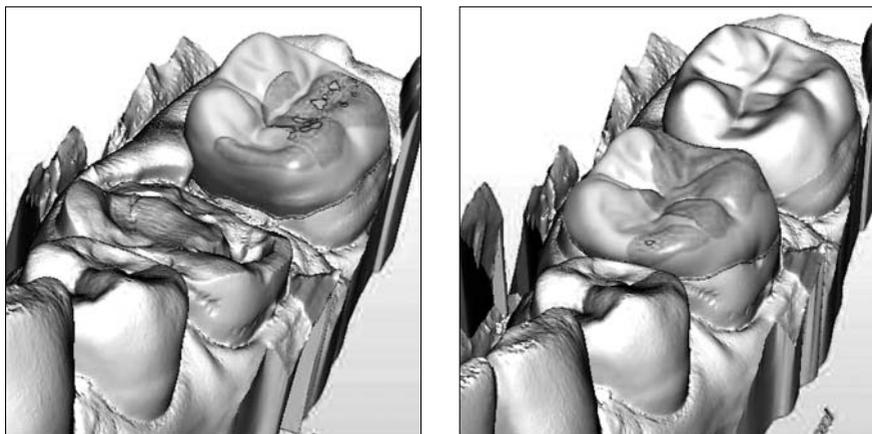


Abbildung 8: Berechnung der Krone auf Knopfdruck mittels CAD/CAM Software.

setzbar, die die Sicherheit für Patient, Zahntechniker und Zahnarzt erhöhen. Durch das schnelle Aufrufen früherer Modelle und die Überlagerung zum Beispiel von Zähnen vor und nach einem Unfall können die ursprünglichen Zahnmorphologien des Patienten wiederhergestellt werden. Auch ist die Neuberechnung von Zahnoberflächen durch Softwareprogramme sehr viel schneller und genauer im Vergleich zum manuellen Aufwachsen im zahntechnischen Labor (Biogenerik).

Durch diese Entwicklungen werden viele Arbeitsschritte objektivierbar und reproduzierbar. Gespeicherte Daten können von verschiedenen Ärzten aufgerufen und kontrolliert werden. Damit können dem Patienten neue Untersuchungen erspart werden. Damit wird die Behandlung des Patienten effektiver und kann kostengünstiger angeboten werden. Auf der anderen Seite können ganz neue Behandlungskonzepte umgesetzt werden und das Spektrum der zahnärztlichen Arbeit erweitern.

Bildmaterial, Quellenangabe:

Prof. Dr. Dr. A. Mehl, Abteilung für computergestützte restaurative Zahnmedizin, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Schweiz

PD. Dr. A. Bindl, Abteilung für computergestützte restaurative Zahnmedizin, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Schweiz

PD. Dr. I. Sailer, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und Zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Schweiz

3M ESPE, Seefeld, Deutschland

Elektronische Kieferrelationsbestimmung und deren prothetischen Umsetzungsmöglichkeiten

Kieferrealationsvermessungen Vor und Nachteile

In der modernen Zahnheilkunde und somit auch in der modernen Zahntechnik sind Verfahren um die eindeutige Relation der Kiefer zueinander ausmessen nicht mehr weg zu denken.

Ich habe mich vor ein paar Jahren für das DIR System entschieden und arbeite seither immer erfolgreicher mit diesem System zusammen.

Warum Kieferrelationsvermessung?

Wir bauen unseren Patienten mit immer besseren Materialien immer aufwändigere Konstruktionen. Unsere Patienten geben dafür teilweise fünfstellige Summen aus. Ab und an kommt es vor, dass diese Konstruktionen versagen ohne dass es dafür ein erkennbarer Grund zu erkennen ist.

Ich nehme gerne Vergleiche zu Hilfe, da diese Vergleiche komplexe Abläufe veranschaulichen.

Jeder der ein Haus baut weiß ... Ich benötige einen Architekten und Statiker. Dieser berechnet dann unter anderem das Fundament auf dem das spätere Haus stehen soll. Das Fundament ist somit die Grundlage für alles was danach geplant wird. Ist das Fundament schief sind alle folgenden Arbeiten ebenfalls schief und drohen in der Funktion zu scheitern.

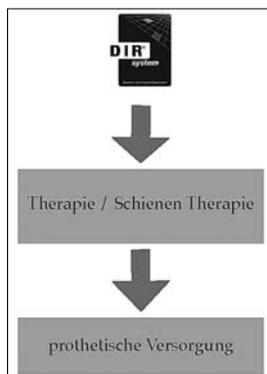
Das gleiche Schema gilt auch für die Bauweise eines Zahnersatzes nur mit dem Unterschied dass wir in der Regel auf ein ordentliches ausgemessenes Fundament verzichten müssen, da es uns in der Regel nicht angeboten wird. Sei es aus Kostengründen oder aus Unwissenheit.

Dabei bringt eine solche Kieferrelations Vermessung noch andere ungeahnte Möglichkeiten mit sich. Der Zahnarzt und der Zahntechniker sind in der Lage ganzheitlich auf den Patienten einzuwirken. Viele Symptome können Ihre Ursache in einer Fehlstellung der Kiefer haben, ohne dass der Patient eine Querverbindung zum Kiefergelenk erahnt. Skelettmuskuläre Beschwerden im ganzen Organismus, Migräne, Tinnitus, oder auch Schmerzen an Stellen ohne Befund sind sehr häufig in meinem Alltag anzutreffen. Durch eine dynamische intraorale Kieferregistration können Schiefstellungen aufgedeckt und gezielt therapiert werden.

Die Schlussfolgerung ist demnach, dass bevor wir eine aufwändige Versorgung planen, wir den Patienten „grade“ stellen.

Ich versuche in unserem Labor ein einfaches Konzept umzusetzen. Dieses Konzept beinhaltet die DIR System Vermessung als Grundlage für alle späteren Arbeitsabläufe.

Konzept



Fallbeispiel



Vollkeramische Suprakonstruktionen – welche Techniken sind bewährt?

Vor dem Hintergrund einer beständigen Indikationsausweitung vollkeramischer Restaurationen stellt sich natürlich auch die berechtigte Frage nach der Erfolgssicherheit von vollkeramischen Suprakonstruktionen. Zumindest für den Bereich der Einzelzahnrestaurationen existieren klinische Studien, die eine hinreichende Abschätzung der klinischen Bewährung von vollkeramischen Abutments und Kronen erlauben.

Für die Herstellung von vollkeramischen Abutments wird heute fast ausschließlich Yttrium-teilstabilisiertes Zirkonoxid verwendet, da es eine deutlich höhere Festigkeit als das frühere angewendete Aluminiumoxid aufweist.

Bei den vollkeramischen Zirkonoxidabutments unterscheidet man zwischen drei verschiedenen Ausführungsformen:

1. Konfektionierte Abutments, die rein aus Zirkonoxid gefertigt wurden und als einzigen metallischen Anteil eine zentrale Halteschraube enthalten
2. Individuell mit CAD/CAM-Verfahren rein aus Zirkonoxid gefertigte Abutments
3. Zweiteilige Zirkonoxidabutments, bei denen die Implantatverbindung über eine metallische Abutmentbasis hergestellt wird, die anschließend mit einem individuell gefertigten Zirkonoxidaufbau verklebt wird.

Zwei systematische Übersichtsarbeiten (Nakamura et al. 2010, Sailer et al. 2009) kommen zu folgender Schlussfolgerung: Laboruntersuchungen und die Ergebnisse von klinischen Studien belegen, dass Zirkonoxid-Abutments für Einzelzahnversorgungen im Frontzahnbereich mit hoher Erfolgssicherheit angewendet werden (Abb. 1 a–b). Erste klinische Ergebnisse geben zudem Hinweise darauf, dass Zirkonoxid-Abutments auch für Einzelkronen im Molarenbereich genutzt werden können (Zembic et al. 2009).

Für die Anwendung in der Praxis empfiehlt sich insbesondere bei einer reduzierten Dicke der periimplantären Weichgewebe eine Versorgung mit vollkeramischen Abutments und Vollkeramikronen. Die Versorgung der vollkeramischen Abutments sollte bevorzugt mit Kronen auf Basis einer Oxidkeramik (Aluminiumoxid, Zirkonoxid) erfol-

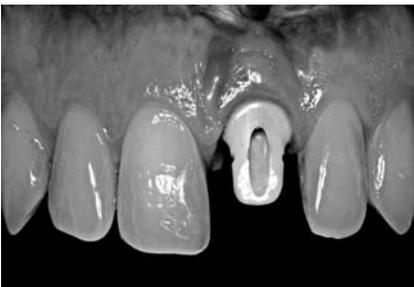


Abb. 1a–b: Klinisches Anwendungsbeispiel für ein konfektioniertes Zirkonoxidabutment zur Versorgung eines Einzelzahnimplantates

gen. Leuzitverstärkte Glaskeramiken sind aufgrund der in klinischen Studien beobachteten Verblendkeramikfrakturen nur unter strenger Indikationsstellung einsetzbar. Klinische Daten zur Anwendung von Lithium-Disilikat-Restaurationen (IPS e.max, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) fehlen derzeit noch. Aufgrund der deutlich höheren Festigkeit im Vergleich zu leuzitverstärkten Glaskeramiken ist jedoch von einer vergleichbaren Performance wie bei Oxidkeramiken auszugehen.

Für den Seitenzahnbereich liegen bislang nur wenige Daten vor. Anfänglich wurde die Anwendung von oxidkeramischen Kronen für Implantatsuprastrukturen dadurch limitiert, dass eine ausgeprägte anatomische Gerüstmodellation nicht oder nur sehr schwer möglich war. Die Folge waren Gerüststrukturen, die insbesondere im approximalen Bereich eine unzureichende Unterstützung der Verblendkeramik boten und daher bereits nach sehr kurzer Zeit zu einem Versagen der Verblendkeramik führten. Für Suprakonstruktionen im Molarenbereich ist den höheren kaufunktionellen Belastungen Rechnung zu tragen, um technisch bedingte Komplikationen zu vermeiden. Basierend auf den Untersuchungsergebnissen von Zembic et al. (2009) scheint die Kombination von individuell anatomisch gefertigten Implantataufbauten und oxidkeramischen Kronen eine vergleichbare klinische Performance zu gewährleisten wie bei metallkeramischen Suprakonstruktionen (Abb. 2. a–b). Für vollkeramische Suprakonstruktionen im Seitenzahnbereich sind also neben der Auswahl eines geeigneten Materials mit hoher Dauerfestigkeit (Zirkonoxid) folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- individuelle anatomische Gestaltung des Aufbaus, bevorzugt aus Keramik
- anatomische Modellation des Kronengerüsts
- Verblendung mit einer Langzeitabkühlung oder Verblendung mit der Überpresstechnik

Sofern diese Voraussetzungen erfüllt sind, können zementierte Zirkonoxidkronen als Einzelzahnrestaurationen im Seitenzahnbereich bei entsprechend vorsichtiger Indikationsstellung eingegliedert werden. Alternativ zum Einsatz verblendeter Zirkonoxidrestaurationen ist die Verwendung monolithischer Vollkonturrestaurationen aus einer Lithium-Disilikat-Keramik (e.max, Ivoclar Vivadent) denkbar. Jedoch fehlen hierzu bislang noch klinische Daten. Ebenso ist die Anwendung von Vollkonturrestaurationen aus transluzenten Zirkonoxidvarianten bislang noch nicht durch klinische Beobachtungen abgesichert.



Abb. 2 a–b: Versorgung eines Einzelzahnimplantates im Oberkiefer-Molarenbereich mit einem CAD/CAM-gefertigten individuellen Abutment und einer Vollkeramikkrone.

Literatur

- Nakamura K, Kanno T, Milleding P, Ortengren U. Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont.* 2010 Jul-Aug;23(4):299–309. Review.
- Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20 Suppl 4:4–31. Review.
- Zembic, A., Sailer, I., Jung, R.E. & Hämmerle, C.H.F. (2009) Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clinical Oral Implants Research*, epub ahead of print, 26 May 2009.

Sven Rinke, Dr. med.dent., M.Sc., M.Sc.
Geleitstr. 68 · 63456 Hanau · Tel. 06181-1890950 · Fax.06181-1890959
Email: rinke@ihr-laecheln.com

14 Prof.Dr. A. Tanaka

„Less is More“ – Fortgeschrittene Anwendungsmöglichkeiten für Vollzirkoniumdioxid- & Zirkoniumdioxid/Keramikrestaurationen

Ausgangspunkt: Die Tanaka-Konzepte

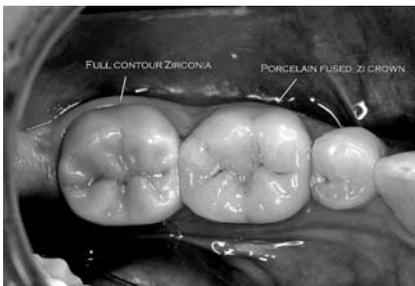


Abb. 2/3: Schmelz beschichtete neben vollanatomischer Z•EP™ Krone auf den Zähnen 46 & 47

Stets angestrebt wird die effiziente und bestmögliche Verarbeitung der am besten geeigneten Werkstoffe mit dem Ziel, den Patienten mit einer stressfreien Restauration zu versorgen, die längstmöglich erfolgreich und mit maximaler Ästhetik im Mund verbleibt. Neben der zentralen Forderung nach Schmelz erhaltender Präparation zur Vermeidung von Sekundärkaries steht die Frage im Raum: „Warum kommt es zu Zahnverlust, zur Rezession von Weichgewebe und Knochen?“ Den Bereichen

1. Okklusion
2. Ästhetik
3. Bioverträglichkeit der Materialien
4. Kontur
5. Oberflächengestaltung

wird deshalb in jedem der Tanaka-Konzepte neben der effizienten Herstellung die höchste Beachtung geschenkt.

Das Z•EP™-Konzept macht Zirkoniumdioxid dank optimierter Einfärbemöglichkeiten, Befestigungsverfahren und moderner CAD/CAM Technologien zum Restaurationsmaterial der Wahl.

Stabilität

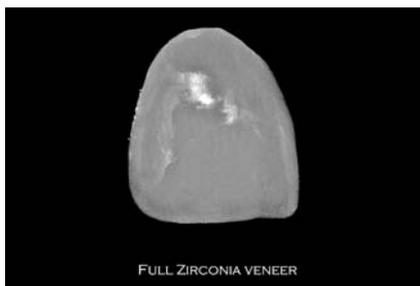


Abb. 4: Vollanatomisches Z•EP™ Veneer



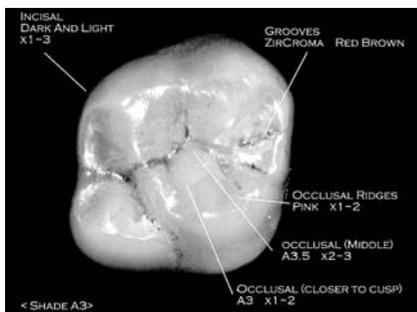
Abb. 5: Vollanatomische 3-gliedrige Zirkoniumdioxid-Seitenzahnbrücke



Abb. 6: Vollanatomische 6-gliedrige Zirkoniumdioxid-Frontzahnbrücke

Zirkoniumdioxid ist heute schnell, sicher und mit sehr hoher Präzision zu verarbeiten. Mit einer Biegefestigkeit von 1400 Mpa und mehr ist es ein hochstabiler Werkstoff und das zuverlässigste Material unter den Feinkeramiken. Die Stabilität wird genutzt, um die Schichtstärken von Restaurationen drastisch zu reduzieren, und zwar auf unter 0,5 mm Gesamtschichtstärke mit auslaufenden Rändern. Dadurch muss weniger gesunde Zahnschubstanz für eine Restauration geopfert werden als bei konventionellen Zirkoniumdioxid- und anderen Restaurationen.

Farbgebung



Die zahnähnliche, natürliche Einfärbung des Zirkoniumdioxid-Gerüsts ist ein wichtiger Faktor, um die angestrebte Gesamtschichtstärke von unter 0,5 mm und auslaufende Ränder bei einer Restauration zu erzielen. Auch bei vollanatomischen Kronen hat die natürliche Farbwirkung des Zirkoniumdioxids eine zentrale Bedeutung.

Abb. 7: Einsatz von ZirColor/ZirChrome bei einem Zirkoniumdioxid-Molaren

Das Verfahren zum Einfärben der Gerüste, sowohl bei opaken als auch bei transluzenteren Zirkoniumdioxid-Blanks muss einfach und zuverlässig vor und nach dem Sintern anwendbar sein. Bereits das Gerüst wird wie der natürliche Zahn eingefärbt mit allen Anforderungen an dreidimensionale Farbgebung, Transluzenz, Fluoreszenz und Oberflächengestaltung, die von der Analyse natürlicher Zähne bekannt sind.

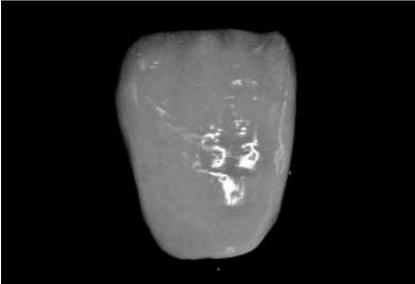


Abb. 8: Farbgebung Zirkoniumdioxid-Frontzahn



Abb. 9: Farbkonzept Zirkoniumdioxid-Frontzahn

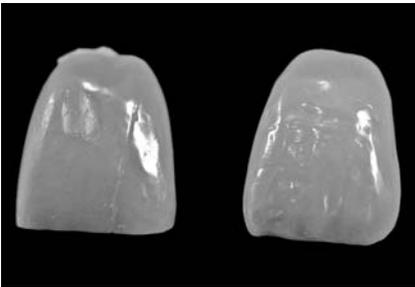
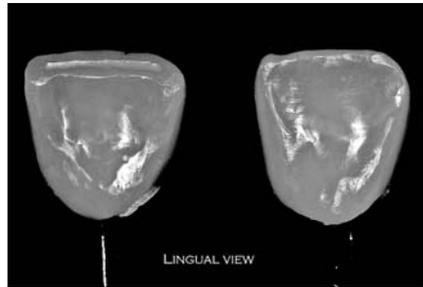
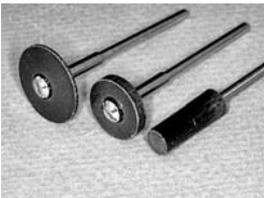


Abb. 10/11: Vollanatomische Zirkoniumdioxidkronen von labial & lingual. Optimale Transluzenz und Fluoreszenz



Ausarbeiten & Polieren



< Abb. 12: Hocheffizient & langlebig: DiaCut™ Instrumente zum Ausarbeiten von Zirkoniumdioxid-Gerüsten inkl. Kronentferner



< Abb. 13: DiaCut™ Fiber Disk



> Abb. 14: Spezialpolish für Zirkoniumdioxid

Die hochwertige und effiziente Verarbeitung neuer Werkstoffe erfordert auch neue Ausarbeitungs- und Polierinstrumente und -materialien. Adäquate Konzepte, Verfahren und Materialien für die Fertigstellung Substanz schonende Zirkoniumdioxidrestaurationen werden vorgestellt.

Haftverbund/Befestigung

Zwei Ebenen werden betrachtet: Verbund Keramik/Zirkoniumdioxid und Verbund Zirkoniumdioxid/Zahn. Dank moderner Verfahren kann Zirkoniumdioxid mit Keramik „beschichtet“ werden. Diese Zwischen- oder Verbindungsschicht kann geätzt und silanisiert werden, so dass ein äußerst stabiler chemischer Verbund entsteht.

Zusammenfassung

Fortgeschrittene Anwendungsmöglichkeiten für Vollzirkoniumdioxid- und Zirkoniumdioxid/Keramik-Restaurationen stehen im Zentrum des Vortrags. Ausgangspunkt: Zirkoniumdioxid ist mit einer Biegefestigkeit von 1400 Mpa ein hochstabiler Werkstoff und das zuverlässigste Material unter den Feinkeramiken. In der Anwendung gab es allerdings ungelöste Probleme bei Farbgebung, Transluzenz, Fluoreszenz, Passung und beim Haftverbund mit der laminierten Keramik bzw. mit dem Zahn. Die oben genannten Probleme sind nun gelöst und jetzt ist es an der Zeit zu schauen, welchen Nutzen das daraus resultierende neue klinisch-technische Konzept den Patienten bringt. Der Referent präsentiert das Z•EP™-Konzept, mit dem der Einsatz von Zirkoniumdioxid als Keramik mit überlegenden physikalischen Eigenschaften in der restaurativen Zahnheilkunde maximiert werden kann.



Abb. 15: Z•EP™ Molar mit auslaufenden Rändern

Fazit

Zum jetzigen Zeitpunkt ist Zirkoniumdioxid für eine Substanz schonende Zahnheilkunde dank besserer Einfärbmöglichkeiten, besserer Befestigungsverfahren und verbesserter CAD/CAM- Technologie das Restaurationsmaterial der Wahl. Hochstabiles und den natürlichen Zähnen ähnlich eingefärbtes Zirkoniumdioxid macht einen Dentin-aufbau überflüssig. Es muss lediglich eine dünne Schmelzschicht aufgebracht werden.

Zahntechnische Arbeiten: Tanaka Dental Laboratory, Chicago/ Shin Ashina, Cheftechniker

Danksagung für die intraoralen Bilder an Dr. Mark Fisher, Florida

15 P. Schulz, ZTM

Individuelle Abutments im hochästhetischen Bereich, Innovation in der Implantologie!

Wenn man sich mit Frontzahnästhetik, Zahnformen und Kronenkontouren beschäftigt, kommt man gerade in der Implantologie oft an seine Grenzen. Denn Zähne sind nicht Rund, Implantate aber schon! Misst man z.B. mit einem Zirkel die Schmelz-Zementgrenze eines oberen Frontzahnes ab und überträgt das Ganze auf ein konferktioniertes Implantatabutment stellt man fest, dass in der Regel sowohl in approximaler wie in bucco-lingualer Richtung Substanz fehlt, die wir aber brauchen um eine Implantatkrone so zu gestalten, dass sie zum „Zahn“ wird.

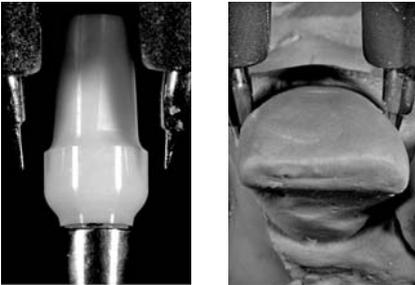


Abb. 1: natürliche Schmelz-Zementgrenze eines oberen zentralen Frontzahnes und die fehlende Substanz am Abutment.

Die Schmelz-Zementgrenze des natürlichen Zahnes sollte immer der Ausgangspunkt für uns sein um eine korrekte Kronenkontour und Emergenz unserer Restauration zu erreichen. In der Implantatprothetik war dies nur durch aufwendige Individualisierung vorgefertigter Implantatabutments von der „Stange“ z.B. mittels angebrannter Dentalkeramik möglich.

Wir wissen aus Rastermikroskopischen Untersuchungen, dass es nicht möglich ist Dentalkeramik porenfrei und dicht zu Brennen, ähnliche Probleme treten auch beim Goldguß auf. Um das periimplantäre Weichgewebe und den Knochen um das Implantat langfristig stabil und entzündungsfrei zu erhalten sollten aber genau diese Materialkonglomerate vermieden werden.

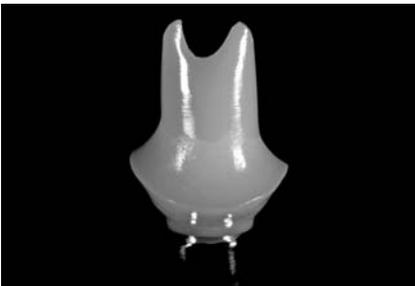


Abb. 2: mit Dentalkeramik individualisiertes Abutment.

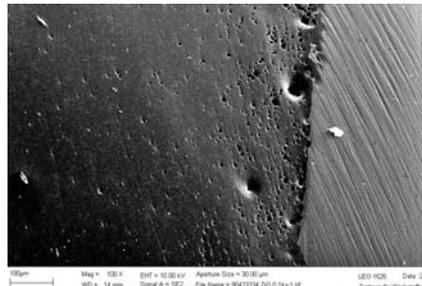


Abb. 3: REM Aufnahme angebrannter Dentalkeramik am Zirkonabutment.

Die dreidimensionale Ausformung des periimplatären Weichgewebes mit Implantat-abutments ist im Hinblick auf eine naturidentische Rot-weiß Ästhetik und einem harmonischen Papillenverlauf von zentraler Bedeutung und bildet die Basis für eine natürliche Kronenkontour.

Patientenindividuelle Abutments mit der Atlantis VAD-Software konstruiert und nach Industriestandards hergestellt stellen eine hervorragende Alternative dar. Es können fast alle gängigen Implantattypen mit einteiligen patientenindividuellen Implantataufbauten versorgt werden. Klebebasen mit einer Kompositzementfuge tief im Sulkus sind nicht notwendig.



Abb. 4: Wax up für das Abutmentdesign.



Abb. 5: Abutmentdesign mittels Backwardplanning.

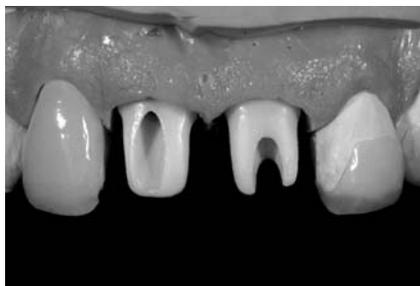


Abb. 6: Abutments am Modell

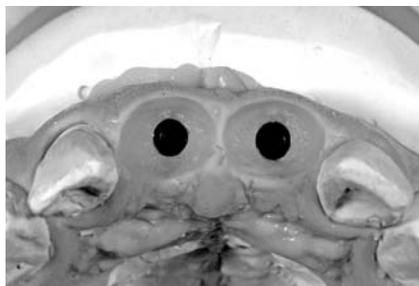


Abb. 7: erarbeitetes Emergenzprofil

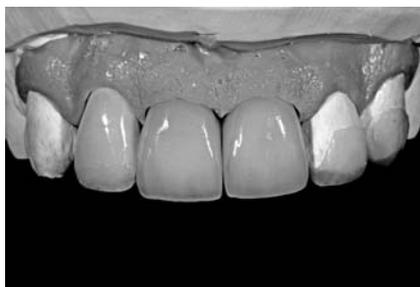


Abb. 8: Kronen am Modell



Abb. 9: Kronen in Situ

Anhand eines Wax-Up's wird vom Zahntechniker das Emergenzprofil erarbeitet und für den Scan vorbereitet. Das Abutmentdesign wird durch konsequentes Rückwärtsplanen rationell, schnell und perfekt umgesetzt. Mit Hilfe des 3D Editors lassen sich vom Techniker od. Zahnarzt Veränderungen am Abutmentdesign vornehmen und umsetzen.

16 A. Klar, ZTM | Dr. J. Hey

Erfahrungen mit CAD-Einstückprothesen

Auch für die zahnärztliche Praxis ist die Modellgussprothese finanziell nicht sehr lukrativ. Aufwendige Anpassungsarbeiten am Patienten sind betriebswirtschaftlich nicht einkalkuliert. Patienten und Zahnärzte erwarten von der Zahntechnik ein passgenaues und spannungsfreies Gerüst. Veränderungen der zahntechnischen Technologie mit dem Hintergrund der Kostenreduktion haben in diesem Zusammenhang den Beigeschmack der Qualitätsminderung. Zurückblickend betrachtet, war die Fertigungsqualität früher CAD/CAM-Systeme für die Herstellung von Einzelzahnrestaurationen, der konventionellen Fertigung weit unterlegen. Heutzutage ist es im klinischen Alltag ungemein schwierig präzise gefertigte CAD/CAM Kronen von sorgfältig konventionell hergestellten Kronen hinsichtlich der Passgenauigkeit zu unterscheiden. In wie weit dies bereits für CAD/CAM gefertigte Modellgussgerüste zutrifft, sollte klinisch getestet werden.

Zur Prüfung des Sachverhaltes wurden für Patienten der Universitätsambulanz der MLU-Halle immer ein doppelter Satz an Modellgussgerüsten (CAD/CAM und konventionell) bei bestehender Indikationsstellung im Ober- und Unterkiefer angefertigt. Die Herstellung der Modelle, die Wachsmodellation, das computergestützte Designen, sowie der Guss der Gerüste erfolgte durch die jeweiligen Techniker in den entsprechenden Spezialabteilung *des Rübeling und Klar Dental-Labor* (Berlin). Die ausgebetteten Gerüste beider Herstellungsverfahren unterscheiden sich erkennbar von einander. Um personenbezogene Qualitätsunterschiede zu reduzieren wurden die Gerüste von verschiedenen Technikern ausgearbeitet. Dabei arbeitete ein Techniker jeweils ein konventionelles für den einen Kiefer und ein CAD/CAM gefertigtes Gerüst für den korrespondierenden Kiefer aus. Die an der Herstellung beteiligten Techniker wurden nicht über die doppelte Anfertigung informiert. In der Klinik vor Ort prüften zwei Zahnärzte ohne Kenntnis der Fertigungstechnologie die Gerüste auf ihre Passgenauigkeit. Das subjektiv beste Gerüst wurde für die Fertigstellung des Zahnersatzes verwendet.

Es bestand eine vollständige Übereinstimmung bei der Auswahl des jeweils besten Gerüsts zwischen den Zahnärzten. Bei der Auflösung der Zuordnung der Gerüste zur Fertigungstechnologie bzw. zum Zahntechniker konnte keinerlei Präferenz abgeleitet werden.

Am Patienten sind Fertigungstoleranzen bei Modellgussgerüsten identifizierbar. Diese Unterschiede können jedoch nicht auf die Auswahl der Fertigungstechnologie des Modellgussgerüsts zurückgeführt werden. Im praktischen zahnärztlichen Alltag sind

zwischen konventionell zu CAD/CAM gefertigten Modellgussgerüsten keine Unterschiede erkennbar.



Arbeitsablauf:

Zunächst werden Ober- und Unterkiefer-Modell hergestellt und im Artikulator lagebezüglich eingestellt. Jetzt wird der 3-Shape Dental-Manager geöffnet und der Auftrag angelegt ist, werden die Klammerzähne und -arten gewählt, die Kunststoffzähne werden markiert und die Art der Basis für Ober- oder Unterkiefer bestimmt.

Das Modell wird nun gescannt. Der Scan direkt von einer Abformung ist auch möglich und verkürzt die Fertigungszeit enorm, da direkt mit der Modellation gestartet werden kann.

Die digitale Einschubrichtung wird mithilfe eines Stiftes durch Draufsicht bestimmt. Das Modell kann zur Bestimmung in alle Richtungen bewegt werden und durch die farblich dargestellte Unterschnitttiefe nach Ney liegt eine zusätzliche visuelle Hilfe zur Bestimmung der Einschubrichtung vor.

Ist diese festgelegt, blockt die Software alle unter sich gehenden Bereiche an den Zähnen automatisch mit dem „virtuellen Wachs“ aus. Der Klammerverlauf wird daraufhin mit dem virtuellen Wachsmesser freigelegt. Nun erfolgt die Lage und Größenbestimmung der Retention durch einfaches Anzeichnen sowie die Auswahl der Gitterform. Die Retention wird automatisch hohlgelegt.



Anschließend folgt das Basisplattendesign im OK oder als Bügel im UK mit Verbinder. Bei Bedarf kann jetzt die Basis als Lochplatte designed werden, dieses „Loch“ wird einfach zusätzlich in der Basis angezeichnet Auch kann hier z. B. die Papilla incisiva hohlgelegt werden.

Als nächstes werden die Klammern ausgewählt. Für Prämolaren sind dies E- und G-Klammern, für Molaren die E- und G-Klammern, Ringklammern, Okklusionsflächen u. v. m. möglich Die Bügel und Klammern sind in Stärke und Höhe, in Dicke und Volumen frei veränderbar. Abschlussränder können separat angezeichnet und mit den Konstruktionselementen verbunden werden. Generell ist es mit dem 3Shape Modellguss Design Softwaretool möglich, alle Konstruktionselemente auch nachträglich zu korrigieren oder rückgängig zu machen. Selbst die Einschubrichtung (1. Schritt) kann am Ende bei der Kontrolle nochmals korrigiert werden. Als letzter Arbeitsgang werden Stabilisierungsstreben in das 3-D-Modell konstruiert.

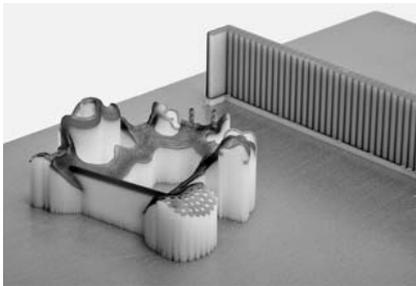


Die Modellation verläuft genau so intuitiv wie bei der 3Shape Kronen- und Brückensoftware. Das 3Shape Modellguss Design Modul ist dem Dental Designer angeglichen und ermöglicht ein schnelles intuitives Arbeiten. Die Gesamtkonstruktion wird zum Schluss als Datensatz an den Drucker exportiert.

Wie funktioniert aber ein 3-D-Drucker? Das 3-D-Drucken ist eine sogenannte „Rapid Prototyping“-Technologie, die nicht spanabhebend, sondern materialaufbauend ist. Ursprünglich vom MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt, ermöglicht sie es, ein reelles Teil direkt aus CAD-Daten herzustellen. Zuerst wird der 3-D-Datensatz virtuell in waagerechte Scheiben zerschnitten, die dann eine nach der anderen gedruckt und gehärtet werden, bis das 3-D-Objekt fertig vorliegt. Im Prinzip ist es wie beim klassischen 2-D-Drucker: Die Düsen, die flüssigen Kunststoff (oder Wachs) abgeben, funktionieren wie die eines Inkjet-Bürodruckers. Durch die Überlagerung der Schichten mit einer definierten Dicke nimmt das 3-D-Objekt auch in der Höhe Form an.

Der 3-D-Datensatz wird in die mitgelieferte Software des Druckers importiert und der Klammer-Modellguss auf der Druckplatte positioniert. Anschließend wird der Druckprozess gestartet.

Je nach Höhe der Konstruktion dauert der Druckprozess zwischen vier und acht Stunden. Zur Unterstützung freistehender Bereiche wird zuerst weißes Supportmaterial (Wachs)gedruckt, danach das grüne Baumaterial aus Kunststoff für den 2-D-Einstückguss. Dieses Material lässt



sich hervorragend beim Guss ausbrennen. Die Druckqualität beim DP 3000 beträgt im Feindruck 20 μm .

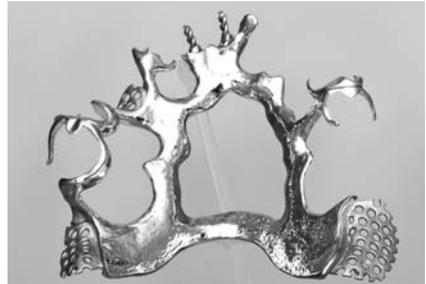
Nach dem Druck muss nun das Baumaterial vom Supportmaterial befreit werden. Über die verschiedenen Schmelzpunkte beider Materialien lassen sich diese, bei thermischer Erwärmung, einfach voneinander trennen.

Gegenüber dem üblichen Modellgussverfahren lässt sich der 3-D-Einstückguss wie eine Brücke gießen. Die Anstiftung erfolgt, ohne „verlorenen Kopf“ mit einem 3,5-mm-Wachsdraht.



Als Muffelring wird eine Pappmanschette verwendet. Als Einbettmasse wird eine speziell entwickelte Speed Präzisionseinbettmasse für den CAD/CAM-Einstückguss verwendet.

Als Legierung verwenden wir die spezielle Klammermodellgusslegierung mit speziellen Elastizitätsmodul. Die Oberflächengüte und Homogenität des Gusses entspricht der Qualität eines üblichen Modellgusses. Nach dem Guss wird der Einstück-Modellguss elektrolytisch gegläntzt und in einer Trommelpoliermaschine oberflächenverdichtet. Anschließend erfolgt das übliche Aufpassen, Ausarbeiten und Polieren.



Rationelles Design, nach gewisser Übung in 15 Minuten, und ein schlanker Fertigungsprozess, der materialsparend und umweltschonend ist (kein Duplikatmodell mehr), ermöglichen heute ein gezieltes Arbeiten über CAD und eine qualitativ hochwertige Umsetzung über additive Fertigungsprozesse. Keine übermodellierten Strukturen mehr, die durch Anwachsen und Wegschleifen manchmal viel Zeit und Geld im Labor kosten.

17 H.-J. Lotz, ZTM

Die Wiederherstellung von Ästhetik und Kaufunktion – Bewertung neuer Konzepte

Energie, Lebensfreude und jugendliches Erscheinungsbild bis in das hohe Alter, sportlich, unternehmungslustig, anspruchsvoll eine lange Lebenszeit genießen.

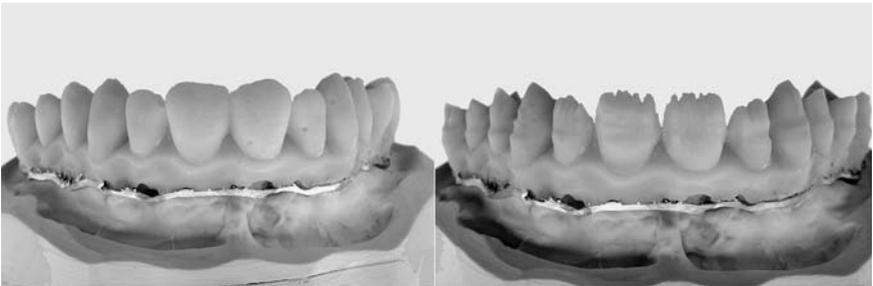


Das ist das Bild der neuen Patientengruppen, die die Türen der Zahnarztpraxen öffnen und den Nutzen der modernen Implantationsstrategien für sich herausfordern.

„Geht an eure Wissens- und Materialgrenzen und formt damit einen weiteren Baustein unseres Lebens-Enthusiasmus“, beschreiben sie ihre Aufgabenstellung an uns.

Eine nachvollziehbare Schema, das uns die phonetischen, ästhetischen und funktionellen Aspekte herausarbeitet und untrennbar zu einem harmonischen Gesamtergebnis verbindet, ist einer der wichtigen Eckpfeiler, um die Herausforderung annehmen zu können.

Doch in dieser Spezialdisziplin der Implantologie, in der wir nicht nur Zahnschubstanz sondern auch orale Gewebe rekonstruieren, treten noch ganz andere Gesetzmäßigkeiten in den Vordergrund.



Oftmals werden wir durch den vertikalen Knochenverlust vor die Entscheidung gestellt, welche Form der Rekonstruktion – herausnehmbar oder festsetzend – indiziert sei. Die Wahl, die wir treffen werden, muss jedoch stets das Produkt unseres funktionellen Konzeptes sein, ein durchdachtes Handbuch, mit einer klaren Systematik, das uns Schritt für Schritt durch die gestellte Aufgabe führt. Damit am Ende das schelmisch, glückliche Lächeln eines Menschen als Lob für uns steht.

Der Vortrag soll versuchen aufzuzeigen welche Möglichkeiten uns neue Konzepte und alte Verfahrenstechniken geben, um Funktionell reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Ein Hauptaugenmerk sollte hierbei die Überprüfbarkeit der einzelnen Verfahrensschritte sein um eine gleichbleibende Qualität liefern zu können.

Ästhetik und Funktion

Inhaltsangabe:

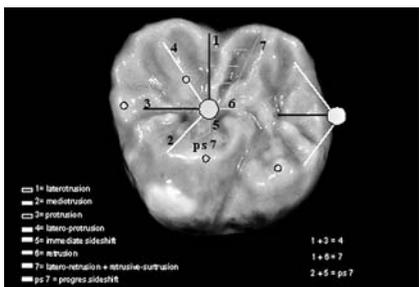
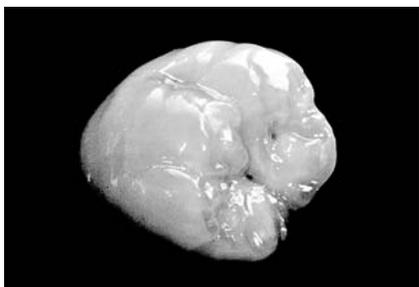
Das Einschleifen von Okklusalflächen gehört in vielen Zahnarztpraxen zum alltäglichen Arbeitsprozess. Dabei wird die Professionalität und Wirtschaftlichkeit auf den Prüfstand gestellt, denn immerhin handelt es sich hierbei um einen durchschnittlichen Zeitaufwand von täglich einer Dreiviertelstunde! Zeit, die in keiner Abrechnung auftaucht, nur zusätzliche Kosten verursacht und die neue prothetische Versorgung durch das Einschleifen zerstört, bevor diese überhaupt in Funktion getreten ist! Und das, wo doch gerade die Kenntnisse über Funktion und Parafunktion zu den Pluspunkten der deutschen Zahnheilkunde zählen.

Ganz zu schweigen davon, dass dem interessierten Patienten gegenüber gut argumentiert werden muss, warum schon an dem neuen Zahnersatz geschliffen wird, obwohl dieser noch gar nicht in Gebrauch war! Verständlich, aber vermeidbar!

So ist bei der Herstellung von ästhetisch-funktionalem Zahnersatz, neben der Erfahrung, das Verständnis für die Zusammenhänge und Abläufe des Kausystems unabdingbar. Abweichend von bekannten Okklusionskonzepten, die Dreipunkt-Kontakte fordern, hat eine jahrzehntelange Praxiserfahrung zu diesem komplexen Thema gezeigt, dass weniger, aber dafür richtig platzierte Kontaktpunkte eine bessere Okklusion gewährleisten. Je mehr Kontakte angelegt werden, desto größer wird die Gefahr einer Verschlüsselung und damit verbunden eine steigende Zahl an Fehlerquellen, die den Aufwand für nachträgliches Einschleifen vergrößert und im Nachgang den gewissenhaften Behandler zwingt, die konkaven „Einschleifspuren“ funktionsgerecht zu öffnen, um auch hier das „Gefangen nehmen des Antagonisten“ zu vermeiden!

Wer sich jedoch mit Hilfe des Okklusalen Kompass auf einer Kaufläche auskennt und gleichzeitig Spuren lesen kann, ist in der Lage diese Unwegsamkeiten professionell zu umgehen bzw. sie auf ein absolutes Minimum zu reduzieren und,

wer sich diesbezüglich nicht orientieren kann, muss mit Abplatzungen, Rissbildungen und parodontalen Veränderungen rechnen, die häufig nur all zu gern dem Material als Fehlerquelle zugeordnet werden. Voraussetzung ist natürlich auch hier, die korrekte und werkstoffgerechte Verarbeitung sowie die funktionale Gestaltung der Kauflächen mit Hilfe des Okklusalen Kompass. Wobei an dieser Stelle auch einmal erwähnt werden sollte, dass die Gestaltung der Okklusion keineswegs vom Alter des Patienten abhängig sein darf! Schliffacetten, mögen sie unter Umständen den alterstypischen Gegebenheiten entsprechen, sollten keinesfalls grundsätzlich nachgeahmt werden! Auch ältere Menschen haben, zumindest ansatzweise, das „Recht auf eine jugendliche Morphologie“ um ein gewisses Maß an Kauleistung zurück zu erhalten. Es sollte nie vergessen werden, dass es sich bei der Herstellung von Okklusalflächen um die Herstellung eines Werkzeuges handelt, mit dem der Patient wieder die Möglichkeit erhalten soll, Nahrung ohne große Anstrengungen zerkleinern zu können.



Doch, der Okklusale Kompass hilft nicht nur beim Einschleifen, sondern stellt ebenfalls eine Navigationshilfe bei der Gestaltung der Kauflächen dar! Wer weiß,
– wo und wie ein Höckerabhang verläuft,
– wo und wie Kontakte angelegt werden,
kann schnell und wirtschaftlich arbeiten und stets gleichbleibende Qualität garantieren!

Selbst jedoch bei einer „perfekt“ erstellten und eingegliederten Prothetik kann es sein, dass der Zahnarzt eine psychologische Gradwanderung gehen muss, zumindest dann, wenn der Patient seine neuen Zähne als zu „hoch“ oder als „fremd“ empfindet. Die Zunge, das wichtigste Instrument des Patienten, vergrößert und lässt in Bruchteilen von Sekunden diesen Eindruck entstehen.

Sofern in Praxis und Labor, von der Abdrucknahme bis zum richtigen Provisorium, gewissenhaft und mit dem entsprechendem Know-How gearbeitet wurde, kann der Behandler in dieser Situation mit einer selbstsicheren Argumentation gegenüber dem Patienten erklären und eingestehen, dass auch ein Kausystem etwas Zeit benötigt, um das „Neue“ kennenzulernen.

Kommunikation bzw. Patientenaufklärung ist hier von höchster Priorität!

Meist sind es jedoch die profanen Dinge des Alltages, die eine ganz wichtige Rolle spielen! Hier beginnend mit der korrekten Abformung, die als 1. große Fehlerquelle in Frage kommt, wobei sie für den Zahntechniker eine der grundlegendsten Informationsquellen darstellt. Denn, je weiter der Patient den Mund öffnet, um so mehr findet eine Verwindung der Unterkieferspange statt, die zur Folge hat, dass die Seitenzähne Richtung lingualwärts kippen, wobei die Molaren davon deutlich mehr betroffen sind als die Prämolaren. Diese Positionsveränderung wird durch die Protrusion des Unterkiefers noch deutlicher. Ideal wäre eine Abformung bei geschlossenem Mund, denn, „besser eine gute halbe Abformung bei geschlossenem Mund, als eine Ganzkieferabformung, die diesem beschriebenen Phänomen keine Bedeutung schenkt“.

Womit in Sachen „Abdruck“ noch nicht das letzte Wort gefallen ist! Denn selbst nach Berücksichtigung der angesprochenen Punkte ist es unerlässlich, den Abdruck vor, während und nach dem Transport sachgerecht zu lagern, auszugießen und die entsprechenden Gipsmodelle korrekt einzuartikulieren, um diese in Gips mit Hilfe eines vernünftigen Modell-Management einzuschleifen. Als sehr hilfreich hat sich dabei das Okklusionskontaktprotokoll erwiesen!

Es erleichtert nicht nur dem Zahntechniker seine Arbeit, sondern auch später dem Behandler die Eingliederung des neuen Zahnersatzes.

Ein weiterer und ganz wichtiger Aspekt des Okklusalen Kompass, ist das funktionelle Know-How beim Scannen und Designen von vollanatomischen Kronen und Brücken! Nur wer hier von Anfang an mit Kompetenz plant und rekonstruiert, arbeitet nicht nur wirtschaftlich sondern auch patienten- und praxisorientiert.

Diesbezüglich beinhaltet der Vortrag viele Informationen und Erklärungen, um das Einsparpotential in Sachen „Einschleifarbeiten“ für Praxis und Labor auf ein absolutes Minimum zu reduzieren!

Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Ansprüche sind wirtschaftliches Arbeiten durch rationale Arbeitsabläufe und das Wissen um funktionelle Gesetzmäßigkeiten sowie deren Umsetzung.

19 Prof.Dr. Ch. Bourauel

Dr. F. Heinemann

Dr.med.dent. Friedhelm Heinemann, Dr.rer.nat. Istabrak Hasan MSc (BME) BDS,
Dr. Marzena Dominiak, Dr.rer.nat. Ludger Keilig, Prof. Dr.rer.nat. Christoph Bourauel

Knochenumbau und -dichteveränderung während der Osseointegration sofortbelasteter Implantate in der dreidimensionalen Bildgebung – Vergleich klinischer Ergebnisse mit einem computeranimierten FEM-Modell

Einleitung

Sofortbelastung von Zahnimplantaten im zahnlosen Unterkiefer war schon zu Beginn der Implantologie eine häufig gewählte und erfolgreiche Behandlungsoption. Einfache einphasige Fixturen wurden in den interforaminalen Bereich des Unterkiefers inseriert und sofort mit einer Brückenkonstruktion oder einem verblockten Steg versorgt. Erst vor wenigen Jahren allerdings konnten die Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung dieses Behandlungsprotokolls besser untersucht und begründet werden. Als wichtigste Voraussetzungen wurden eine hohe Primärstabilität und das Vermeiden von Mikrobewegungen oberhalb einer Größenordnung von etwa $50\mu\text{m}$, z.B. durch eine starre Verblockung mehrerer Implantate, identifiziert (s. z.B. Abb. 1). Kann dies ausreichend gewährleistet werden, dann gilt Sofortbelastung auch für den Oberkiefer mit generell geringerer Knochendichte als Behandlungsalternative. Unklar ist bis dato allerdings weiterhin, unter welchen exakten Voraussetzungen bzw. Mindestanforderungen (Knochendichte, Implantatdimension, Pfeileranzahl, Angulation des Abutments) ein Sofortbelastungsprotokoll mit sicherer Prognose durchgeführt werden kann.

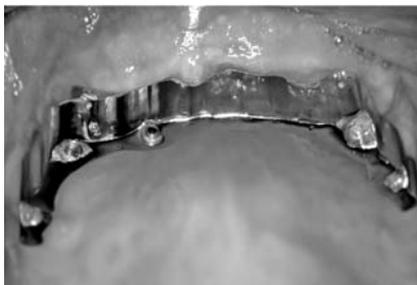


Abb. 1: Patient, versorgt mit fünf verblockten Implantaten.

Zur Erforschung des Zusammenhangs der Belastungsverhältnisse des Kieferknochens mit dem Implantatdesign und der Suprakonstruktion in Hinblick auf resultierende positive Remodellingprozesse, mit dem Ziel einer sicheren Osseointegration, sind auch in Zukunft weitere, möglichst kombinierte klinische und theoretische biomechanische Untersuchungen erforderlich. In diesem Beitrag soll daher das prinzipielle Vorgehen einer solchen interdisziplinären Studie vorgestellt werden.

Mathematische Modelle werden heutzutage in vielen Bereichen der medizinischen und zahnmedizinischen Forschung eingesetzt, so auch für die Simulation des adaptiven Knochenumbaus (Bone Remodelling) um dentale Implantate. Als Simulationswerkzeug kommt dabei mittlerweile überwiegend die Finite-Elemente-Methode (FEM) zum Einsatz, eine auch in verschiedenen industriellen Forschungs- und Entwicklungsbereichen etablierte und validierte numerische Methode. In der orthopädisch-biomechanischen Forschung haben sich Bone-Remodelling-Theorien zur Simulation der Knochendichteverteilung im Femur und damit bei der Entwicklung von Hüftendoprothesen bewährt. Im Bereich der dentalen Implantologie sind bislang nur wenige Studien zum Thema der Entwicklung der Knochendichte um Dentalimplantate und zur Auswirkung von Knochenüberlastsituationen publiziert worden. Die hier vorgestellte Simulationsmethode beruht auf Routinen, die von Li et al. vorgestellt wurden, wobei Überlastsituationen um Dentalimplantate mit einem quadratischen Ansatz berücksichtigt werden, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass mechanische Überlast eine der Hauptrisikofaktoren für Implantatlockerung ist. Das von uns weiter entwickelte und bereits früher vorgestellte Modell wurde benutzt, um die zeitliche Veränderung der Knochendichteverteilung im Alveolarknochen um Dentalimplantate in patientenindividualisierten Modellen, die auf der Basis von DVT-Scans generiert wurden, sowohl in der Kortikalis als auch in der Spongiosa zu simulieren. Ziel war, die Bone-Remodelling-Simulationen an den patientenindividualisierten Beispielen zu validieren, damit derartige Simulationen zukünftig auch im Rahmen der Prognose der Implantatstabilität und Osseointegration zuverlässig eingesetzt werden können.

Material und Methode

Um eine möglichst geringe Variation der unterschiedlichen Einflussgrößen bei der Implantatbelastung in die Validierung einfließen zu lassen, haben wir uns zunächst auf die Analyse von Einzelzahnersatz im Oberkiefer beschränkt. Bislang konnten die DVT-Scans von acht mit Implantaten versorgten Patienten zu den Zeitpunkten ‚vor Implantation, 1 Monat nach Implantation und 6 Monate nach Implantation‘ ausgewertet werden. Abbildung 2 zeigt Ansichten der DVTs eines Patienten nach 1 und nach 6 Monaten nach OP als Beispiele. An ausgewählten Positionen (mesial, distal, bukkal, pala-

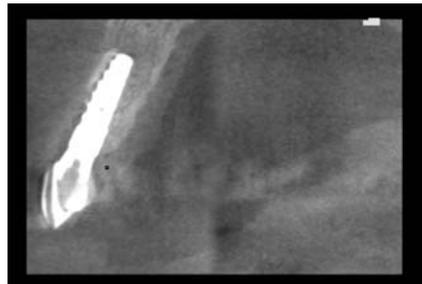


Abb. 2: Ansicht der klinischen Situationen bei einem Patienten nach einem (links) und nach sechs (rechts) Monaten nach Implantation. Knochengeometrie und Implantatposition dienen als Grundlage für die Generierung von Finite-Elemente-Modellen.

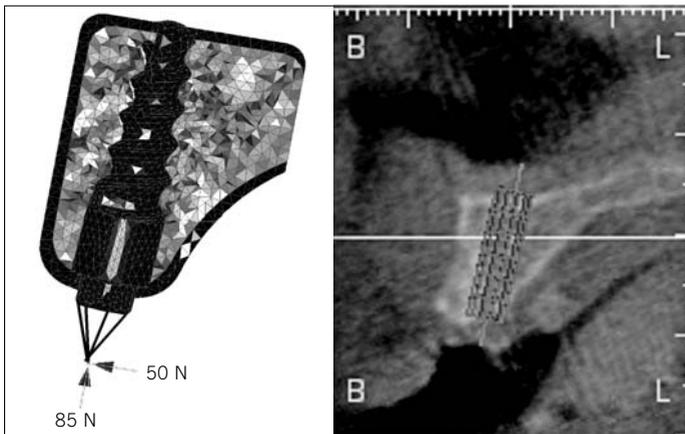


Abb. 3: Finite-ElementeModell eines Implantats im Oberkiefer, angepasst an eine klinische Situation beim Einzahnersatz im Frontzahn-bereich. DVT des Patienten und Implantatplanungsdaten (rechts) dienen als Grundlage zur Generierung des Modells.

tinal) um die Implantate herum wurde für jeden Zeitpunkt die Knochendichte in Form der Graustufen in den Höhen Implantatapex, -mitte und zervikaler Rand bestimmt. Zunächst wurde der Mittelwert der vier Messpunkte in den verschiedenen Höhen für jeden Patienten berechnet, anschließend der Mittelwert für alle Patienten zu den jeweiligen Zeitpunkten. Zur Darstellung des Knochendichteverlaufs über die Zeit wurden diese Werte zu den entsprechenden Zeitpunkten in Form von Box-Plots aufgetragen. Zum Vergleich mit der klinischen Situation erfolgte die Simulation des Knochenumbaus an patientenindividualisierten Modellen mit der bereits früher vorgestellten Bone-Remodelling-Theorie. Dabei wurden die Knochengometrie und das Implantat basierend auf den DVT-Bildern angepasst an die klinische Situation des jeweiligen Patienten in Finite-Elemente-Modelle überführt (vergl. Abb. 3). Kortikalisdicke, Spongiosadichte und Implantatposition wurden dem DVT entnommen, der Implantattyp den Patientenunterlagen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Knochensegment der Alveolar-knochengometrie der Patienten im Oberkiefer möglichst nahe kam. Das FE-Modell bestand aus einer kortikalen Schicht mit einer Dicke von ca. 1,0 mm und einem Elastizitätsmodul von 20 GPa. Der mittlere Elastizitätsmodul der Spongiosa betrug 300 MPa, wobei der Knochen zu Simulationsstart weitestgehend Homogenität und Isotropie aufwies. Als Belastung wurde eine reduzierte Belastung von 100 N angenommen, unter einem Winkel von ca. 30 ° zur Implantatachse, um der Sofortbelastungssituation gerecht zu werden.

Der Knochenumbau wurde in den FE-Simulationen für jedes Element der Kortikalis und Spongiosa in Form der Knochendichteänderung als Reaktion der Differenz von einem aktuellen Tagesstimulus und dem Referenzstimulus berechnet. Mit dieser berechneten neuen Knochendichte konnte der Elastizitätsmodul der Knochenelemente auf einen neuen Wert gesetzt werden, der der aktuellen Knochenbelastung um das Implantat entsprach. Wird dieser Vorgang solange zyklisch wiederholt, bis sich ein stabiler Zustand einstellt, so kann man die Reaktion des Knochens auf die Implantatbelastung vorher-sagen.

Die Bone-Remodelling-Simulationen wurden über maximal 100 Schritte durchgeführt, was in etwa einer Zeitdauer von 100 Tagen entsprach. Anschließend wurden die Knochendichtewerte der Elemente um das Implantat ausgewertet und mit den DVT-Daten

der Patienten verglichen. Dafür wurden die berechneten Knochendichtewerte (in g/cm^3) in Grauwerte der DVT umgerechnet, indem der Grauwert der Kortikalis als Referenzwert eingesetzt wurde.

Ergebnisse

Die Dichteverteilung in den Elementen des spongösen Knochens nach 100 Iterationsschritten der Knochenumbausimulation ist exemplarisch für ein Modell in Abbildung 4 zu sehen. Zum Vergleich ist ein entsprechendes DVT gezeigt. Abgesehen von Strahlungsartefakten, die typischerweise bei DVT-Aufnahmen mit geringen Strahlungsdosen besonders am Knochen-Implantat-Übergang auftreten, zeigten ausgewählte Bereiche eine übereinstimmende Entwicklung der Knochenstruktur in der numerischen Simulation und im DVT-Bild (rote Pfeile in Abbildungen 4a und b).

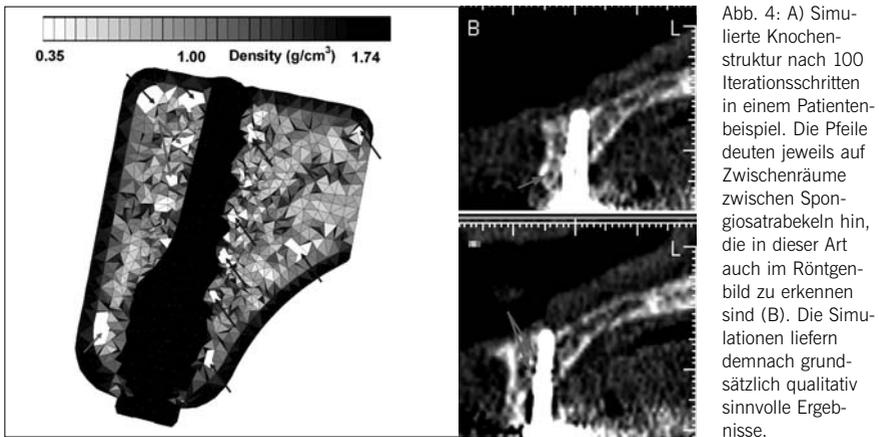


Abb. 4: A) Simulierte Knochenstruktur nach 100 Iterationsschritten in einem Patientenbeispiel. Die Pfeile deuten jeweils auf Zwischenräume zwischen Spongiosatrabekeln hin, die in dieser Art auch im Röntgenbild zu erkennen sind (B). Die Simulationen liefern demnach grundsätzlich qualitativ sinnvolle Ergebnisse.

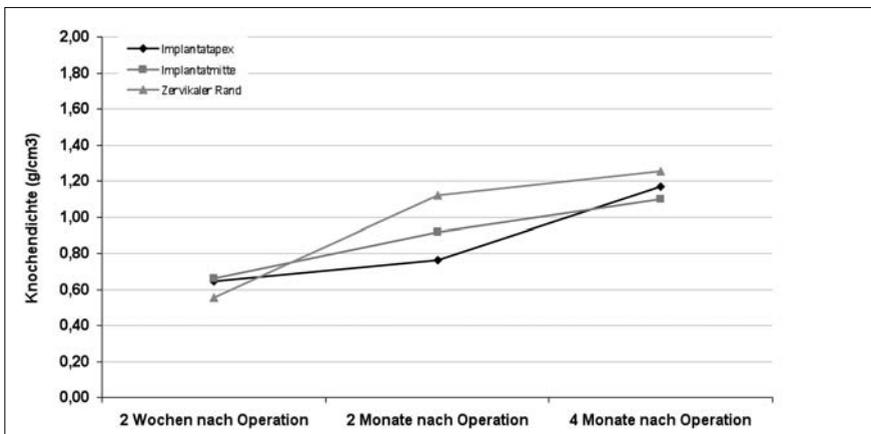


Abb. 5: Simulierter Verlauf der Änderung der Knochendichte um ein belastetes Dentalimplantat entlang der Implantathöhe. Die mittlere Dichte steigt auf allen drei Höhen bis auf 1,1 bis 1,3 g/cm^3 .

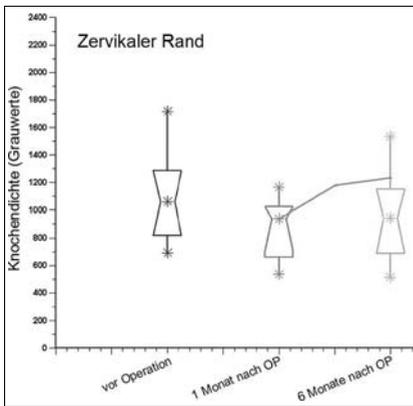
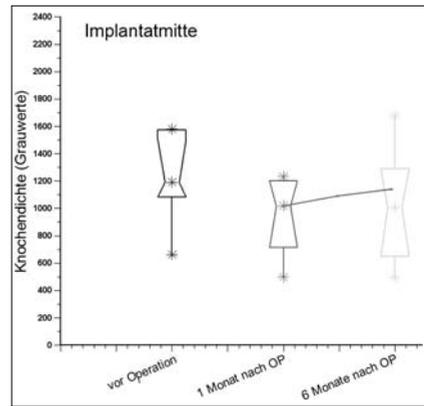
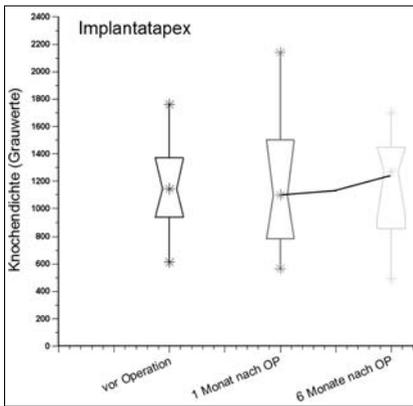


Abb. 6: Box-Plots des Verlaufs der gemittelten Knochendichten am Implantatapex, der Mitte und am zervikalen Implantatrand. Zum Vergleich ist die numerische Verlaufskurve eingetragen. Für die Knochendichte vor OP sind keine numerischen Daten vorhanden, daher wurde als Startwert die Dichte 1 Monat nach OP gleich gesetzt. Klinisch und in der Simulation ist jeweils ein leichter Anstieg der Knochendichte zu verzeichnen.

Für die weitere Auswertung der Knochenumbausimulation wurde eine vertikale, in Richtung der Implantatachse verlaufende Knochenscheibe mit einer Dicke von 1,0 mm mit den DVT-Schichtaufnahmen des klinischen Falls verglichen. Nur die Elemente mit einer resultierenden Knochendichte von $0,35\text{--}1,74\text{ g/cm}^3$ in den Simulationen wurden bei der Darstellung der Ergebnisse verwendet. Die untere Grenze entspricht dabei der Dichte von spongiösem Knochen, während die obere Grenze die Dichte von kortikalem Knochen beschreibt. Typischerweise hat sich in den Simulationen nach 100 Simulationszyklen eine spongiöse Struktur mit Trabekeln und knochenmarkartigen Zwischenräumen gebildet, wie sie in Abbildung 4a dargestellt ist. Die Zwischenräume sind Knochenelemente, deren Dichte in der Simulation auf Werte unterhalb von $0,35\text{ g/cm}^3$ gefallen sind. Abbildung 5 zeigt den Verlauf der simulierten Knochendichte in g/cm^3 für die ausgewählten Knochenschichten. Es ist zu erkennen, dass über den Beobachtungszeitraum die Knochendichte vom mittleren Spongiosawert auf nahezu den Wert der Knochendichte der Kortikalis ($1,74\text{ g/cm}^3$) ansteigt. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Belastung jeweils von individuellen Trabekeln aufgenommen werden und diese durch Anpassung an die Belastung verstärkt werden.

Den Vergleich mit den klinischen Daten zeigt Abbildung 6. Die Knochendichte in g/cm^3 aus den Simulationen ist auf die Grauwerte umskaliert und den Patientendaten gegenübergestellt. Da keine Knochendichtewerte der Situation vor der Simulation den Berechnungen entnommen werden kann, sind nur die beiden letzten Zeitpunkte verglichen. Klinisch zeigt sich nach einem initialen Abfall der Knochendichte grundsätzlich ebenfalls ein Anstieg der Knochendichte. Der genaue Verlauf der klinischen und simulierten Knochendichte stimmt qualitativ überein, muss aber selbstverständlich in weiteren Simulationen verifiziert werden.

Diskussion

In dieser Untersuchung wurde eine numerische Simulation der durch biomechanische Belastung ausgelösten Knochenumbauprozesse um osseointegrierte Dentalimplantate vorgestellt. Dabei wurde der Umbau der spongiösen Strukturen rund um das Implantat und in der Kortikalis am Implantatthals simuliert. Die Geometrien von Implantaten, die im Frontzahnbereich des Oberkiefers inseriert wurden, sowie die DVT-Daten von Patienten wurden verwendet, um FE-Modelle zu entwickeln und um die numerischen Ergebnisse mit den klinischen Resultaten zu vergleichen. Die spongiöse Struktur, die in den DVT-Aufnahmen zu erkennen ist, ist vergleichbar mit den im theoretischen Modell erhaltenen Strukturen und bestätigt damit qualitativ die numerischen Ergebnisse in Bezug auf die berechnete Knochendichteverteilung. Auch der zeitliche Verlauf der simulierten Knochendichteverteilung kann qualitativ gut mit den klinischen Resultaten verglichen werden.

Nichtsdestotrotz war die Visualisierung des Knochen-Implantat-Interfaces und der Knochenstruktur rund um das Implantat schwierig, da DVT-Aufnahmen in der Umgebung von metallischen Implantaten üblicherweise mit Artefakten an der Implantatoberfläche verbunden sind. Dies kann durchaus zu Fehlinterpretationen der Knochen-situation um das Implantat führen. Die erzielten Ergebnisse liefern jedoch einen Ansatzpunkt, um eine patientenspezifische Beurteilung und Vorhersage des Knochenumbaus (aus biomechanischer Sicht) zu erstellen, und verbessern damit die Prognose des Langzeiterfolges von Implantaten.

Es muss jedoch nochmals klar darauf hingewiesen werden, dass zum einen ein deutlich größeres Patientenkollektiv notwendig ist, um die die Bone-Remodelling-Theorie zu validieren. Zum anderen handelt es sich selbstverständlich um eine stark idealisierte Darstellung der klinischen Situation, die wichtige klinische Einflüsse, wie unterschiedlich starke Kaumuskulatur und somit Kaukräfte, vorzeitige Okklusionskontakte oder weitere Einflüsse durch die Suprakonstruktion nicht berücksichtigen kann. Insofern wird das Modell auch in Zukunft sicher nur tendenzielle Prognosen erlauben, die aber in kritischen Fällen dem Kliniker sicher eine wichtige Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung sein können.

Monolithische Restaurationen aus Zirkonoxid: Können diese gesund und schön sein?

Einleitung

Zirkonoxid ohne schichtkeramische Verblendung als Material für Kronen und Brücken werden seit einiger Zeit am Markt angeboten. Der Hintergrund ist die einfachere Herstellung des entsprechenden Zahnersatzes und die Stabilität. In der Vergangenheit hatten viele Anwender Erfahrungen mit Abplatzungen innerhalb der Verblendkeramik auf Zirkonoxid gemacht. Die Ursachen sind mittlerweile bekannt und können verhindert werden.

Dennoch wächst der Anteil monolithischer Restaurationen aus Zirkonoxid. Mittlerweile sind 18% des eingegliederten Zahnersatzes mit Zirkonoxid monolithisch. Dazu bietet die Industrie transluzentere Zirkonoxide an, die mit unterschiedlichen Farben zahnähnlich eingefärbt werden können. In Verbindung mit moderner CAD/CAM Technologie oder Kopierfrässystemen kann so durchaus ein wirtschaftlich attraktives Produkt hergestellt werden.

Können diese monolithische Kronen und Brücken jedoch hinsichtlich funktioneller Biokompatibilität bestehen? Wie ist das Abriebverhalten auf einem natürlichen Antagonisten? Welche funktionellen Voraussetzungen müssen erfüllt werden? Kann monolithisches Zirkonoxid zu Zahnersatz mit natürlicher Ästhetik verarbeitet werden? Anhand bestehender Studien und entsprechender Patientenarbeiten werden diese Fragen erörtert.

Werkstoffkundliche Kompatibilität

Die biologische Verträglichkeit des Werkstoffes Zirkonoxid ist hinlänglich bewiesen und bekannt.

Wie verhält sich jedoch die Stabilität nach längerer Tragezeit hinsichtlich Reduktion der Biegefestigkeit durch Feuchtigkeit und starker Kaubelastung?

Zirkonoxid unterliegt einer hydrothermalen Alterung. Die Hersteller sind bestrebt, das unterkritische Risswachstum zu unterdrücken und eine möglichst hohe initiale Biegefestigkeit zu erzielen. Dadurch soll die mechanische Langzeit-Zuverlässigkeit verbessert werden.

Es ist bekannt, dass herkömmliche Zirkonoxide nach einer Tragedauer von mehr als 5 Jahren ca. 50% an Festigkeit verlieren. Monolithisches Zirkonoxid wird von den Herstellern in einer transluzenteren Variante angeboten. Es wird angenommen, dass das bei den transluzenten Zirkonoxiden auch der Fall ist. Dem Autor sind zur Zeit keine Studien bekannt bzgl. Langzeitstabilität von transluzenten Zirkonoxiden.

Ziel ist auch bei transluzenten Zirkonoxiden eine möglichst hohe initiale Biegefestigkeit, um eine ausreichend hohe Stabilität auch bei längerer Tragezeit zu ermöglichen.

Um die Transluzenz im Zirkonoxid zu erhöhen, werden von den Herstellern unterschiedliche Wege gewählt. Kritisch wird es, wenn Zirkonoxid bei einer höheren Temperatur gesintert wird. Dadurch wird zwar die Transluzenz leicht erhöht, gleichzeitig erfolgt jedoch ein negatives Korngrößenwachstum, welches die Biegefestigkeit langfristig verschlechtert. Zu grobes Korn führt zur spontanen Umwandlung der kristallinen Struktur in die monokline Phase und unter Umständen zum vorzeitigen Versagen der keramischen Restauration.⁶

Funktionelle Kompatibilität

A. Abrasionsverhalten am Antagonist

Die sehr hohe Härte von Zirkonoxid lässt ein starkes Abrasionsverhalten am antagonisierenden Zahn vermuten. Man verbindet intuitiv die Abriebeigenschaften eines Materials mit seiner Härte. Allerdings hängt die Abrasivität eines Materials hauptsächlich von seiner Glätte bzw. Rauigkeit ab.² Je glatter die Oberfläche, desto weniger Reibung und Materialabtrag entsteht zwischen den Körpern. Studien belegen, dass sich Zirkonoxid sehr glatt polieren lässt und nur eine geringe Abrasionsleistung hat.⁴

In einer Studie zum Abnutzungsverhalten von Vollzirkonoxid wies das Zirkonoxid nach längerer Zeit keinerlei Abnutzung auf. Am Antagonisten bewirkten polierte und auch glasierte Zirkonoxid-Proben weniger Abnutzung als derzeit erhältliche Keramikverblendungen, wobei die glasierte Zirkonoxid-Proben mehr Abrasion am Antagonisten verursachten als polierte, unglasierte Zirkonoxid-Proben.³

Poliertes Vollzirkonoxid bewirkte auch im Vergleich zu Lithiumdisilikat (IPS e.max® CAD) eine geringere Abnutzung. Ursache ist das Entstehen einer aufgerauten Oberfläche unter hoher Kaubelastung bei Lithiumdisilikat. Im Verschleiß-Test war dies bei Zirkonoxid nicht der Fall.¹

Eine weitere Studie⁴ belegt, dass Zirkonoxid der neuen Generation im Vergleich zu Glaskeramik und Lithiumdisilikat weniger verschleißt und am Antagonist mind. 40% weniger Abrasion verursacht als Lithiumdisilikat oder herkömmliche Metallkeramik. Bei geringstem Verschleiß hinterlässt es sogar eine glatte Oberfläche. Diese Ergebnisse bezogen sich auf eingeschliffenes sowie repoliertes Zirkonoxid.

► Konsequenz für vollanatomischen Zahnersatz aus Zirkonoxid:

Zirkonoxid muss okklusal im Bereich der statischen und dynamischen Berührungsfächen hochglanzpoliert sein. Sollte aus ästhetischen Gründen eine Glasurschicht aufgetragen worden sein, muss längerfristig mit einem Abrieb dieser Glasurschicht durch den Antagonist gerechnet werden.⁴ Aus diesem Grund sollte Zirkonoxid auch unter der Glasurschicht poliert sein.

B. Auswirkung von Fehlfunktion

Nicht die Härte ist das Problem, sondern ggf. Fehlfunktion. Zirkonoxid kann Fehlkontakte nicht in sich selbst kompensieren. Der Ausgleich erfolgt am Antagonist. Da Zirkonoxid kaum Abrieb am Antagonist verursacht, können Fehlfunktionen nicht im Schmelz oder der Verblendkeramik des Antagonisten eingeschliffen werden. Es wird zu einer dauerhaften Ausgleichsbewegung der sich begebenden Zähne führen (Abb. 1).



Abb. 1: Ausgleichsbewegung bei Druckbelastung: Der Schwächere gibt nach

Parodontale Schädigungen sind die Folge. Fehler in der Kauflächengestaltung, Okklusion und Artikulation können erhebliche Langzeitschäden am Kiefergelenk oder Beschädigung des Parodont mit Zahnlockerung zur Folge haben. Besonders Fehlbelastungen durch vollanatomisch gestaltetes Zirkonoxid können starke Schädigungen am Antagonisten oder Kiefergelenk verursachen, da Zirkonoxid selbst in keiner Weise Fehlbelastungen kompensiert.

► *Konsequenz für vollanatomischen Zahnersatz aus Zirkonoxid:*

Die hohe Härte des Materials fordert eine funktionell störungsfreie Kauflächengestaltung. Als Notwendigkeit präsentieren sich die folgenden Punkte:

- Zuverlässige Biß- und Bewegungsregistrierung
- Ermittlung der Kondylenbahnneigung, Bennettwinkel, Immediate Side Shift und Retrusion
- Artikulation mit Gesichtsbogen
- Programmierung eines mindestens teiladjustierbaren, besser volleinstellbaren Artikulators, der die Bewegungsbahnen möglichst realitätsnah nachvollziehen kann
- Die Gestaltung der Kaufläche muss unter Berücksichtigung aller verfügbaren Daten unter biomechanischen Gesichtspunkten hergestellt werden und bestmögliche Funktion ohne Interferenzen gewährleisten

Optische Integrationsfähigkeit

A. Lichtleitfähigkeit

Monolithisches Zirkonoxid weist eine höhere Transluzenz auf im Vergleich zu herkömmlichen Zirkonoxid. Transluzenz beschreibt die Fähigkeit eines Materials, das Licht teilweise zu transportieren und teilweise zu reflektieren. Abb. 2. Der Bereich der Lichtdurchlässigkeit erscheint trübe gräulich oder milchig und lässt Schichten im Untergrund oder Objekte dahinter sichtbar werden⁵. Die transmittierende Eigenschaft der Keramik wird bestimmt durch die Menge des absorbierten, reflektierten, oder gestreuten Lichtes. Dies wird wiederum beeinflusst durch die absorbierte Lichtmenge einer Farbe einer spezifischen Wellenlänge. Ebenso haben Materialstärke, Dichte, kristalline Struktur und Porosität großen Einfluss. Bei Strukturwechsel innerhalb der Keramik wechselt auch die Lichtstreuung und Reflektion.

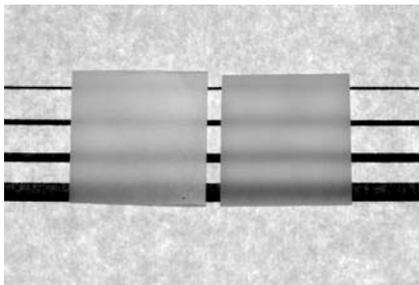


Abb. 2: Materialscheiben im Durchlicht: Konventionelles Zirkonoxid Ceramill ZI und transluzentes Zirkonoxid Zolid

Zirkonoxid hat eine dem natürlichen Zahn ähnliche Lichtdurchlässigkeit bei einer

Schichtstärke von 0,5 mm. Jedoch besitzt es keine Fluoreszenz, was sich bei vielen Lichtquellen als nachteilig erweist. Verblendetes Zirkonoxid erhält aus diesem Grund schon in der Tiefe der Verblendung als ersten Auftrag auf dem Gerüst eine fluoreszierende Schicht. Bei Monolithischen Zirkonoxid ist diese reflektierende Schicht nur oberflächlich durch das Auftragen einer fluoreszierenden Glasursmasse möglich.

B. Tiefeneffekt

Um einen Tiefeneffekt bestmöglich zu erarbeiten, besteht die Möglichkeit der Einfärbung schon vor dem Sinterprozess. Ergänzend dazu können durch oberflächlich applizierte Malfarben die gewünschte Tiefenwirkung zumindest verbessert werden. (Abb. 3–5)

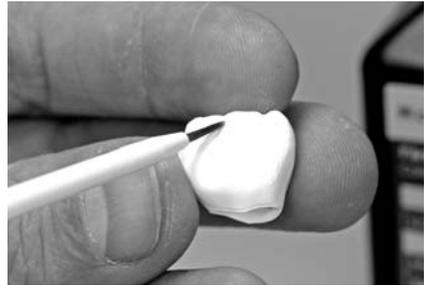


Abb. 3 und 4: Auftragen der Farbpigmente vor dem Sinterprozess

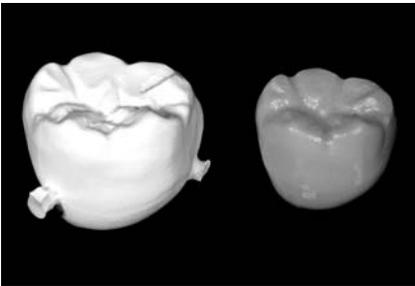


Abb. 5: Grundierung nach dem Sintern

C. Erarbeitung des Helligkeitswertes, Chromatisierung und Farbton

Der Helligkeitswert ist Abhängig von der Menge des reflektierten Lichtes. Das weiße Zirkonoxid muss bei gewünschtem niedrigerem Helligkeitswert in seiner Lichtreflexion reduziert werden. Dies geschieht durch das Einfärben mit chromatischer Dentinfarbe und im Schneidebereich zusätzlich mit grauen, besser violetten Farbpigmenten. (Abb. 6 und 7)

► *Konsequenz für vollanatomischen Zahnersatz aus Zirkonoxid:*

Die Farbeffekte sollten soweit möglich vor den Sintern in das Material eingebracht werden, um der erwünschten natürlichen Tiefenwirkung so nahe wie möglich zu kommen. Der oberflächliche Einsatz von Malfarbe und fluoreszierender Glasurmasse verbessert die Ästhetik. Funktionelle Kontaktflächen verbleiben ohne Beschichtung und hochglanzpoliert.



Abb. 6: Dezente Einfärbung mit stark verdünnten Malifarben

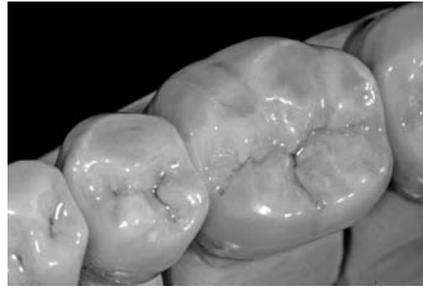


Abb. 7: Fertig charakterisierte Seitenzahnkronen aus Zolid

Indikation für vollanatomischen Zahnersatz aus Zirkonoxid:

- Einzelkronen und Brücken im Seitenzahnggebiet
- hohe funktionelle Belastungen wie beispielsweise bei Bruxismus mit hohen Kaukräften.
- geringer Interokklusalabstand
- Verblockte Kronen mit bis zu 4 Einheiten
- Gebogene und weitspannige Brücken (bis 48 mm – alle Möglichkeiten für Brücken mit 3 und mehr Gliedern (mit maximal 2 Brückengliedern nebeneinander im Seitenzahnbereich und maximal 4 Brückenglieder im Frontzahnbereich))
- 3-gliedrige Inlay- und Onlaybrücken
- Frontzahn-Adhäsivbrücken (Marylandbrücken)
- Freundbrücken (mit maximal einem Extensionsglied auf dem zweiten Prämolaren (OOX, OXOX, OOOX))
- Implantatgetragene Kronen

Kontraindikation:

- Ästhetische vollanatomische Einzelkronen und Brücken im Frontzahnggebiet.
- Unzulängliche okklusale Kauflächengestaltung und Funktion.

Zusammenfassung

Zirkonoxid als harter Werkstoff muss nicht zwangsläufig zu einem hohem Abrieb am Antagonisten führen. Bestimmend ist die Oberflächenrauigkeit. Glasurschichten auf Zirkonoxid, alle Verblendkeramiken und Lithiumdisilikat werden mit der Zeit unter mechanischer Belastung rauer, was zu höherer Abrasion führt. Poliertes Zirkonoxid verursacht die geringste Schleifwirkung am Gegenzahn. Die Härte des Materials erfordert jedoch eine fehlerfreie Funktion des Zahnersatzes, um parodontale Schädigungen zu vermeiden.

Ästhetisch ist monolithisches Zirkonoxid ein Werkstoff, der keine naturkonforme Rekonstruktion des Zahnes ermöglicht, jedoch eine attraktive Alternative zu Vollguß aus Metall darstellt.

Hinsichtlich der hohen Bruchstabilität verbunden mit der Möglichkeit des geringen Substanzverlustes am Pfeilerzahn stellt monolithisch eingesetztes Zirkonoxid in einigen Fällen eine positive Ergänzung der Behandlungsmöglichkeiten dar.

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei seinen Mitarbeitern und Fa. AmannGirrbach für die Unterstützung.

Literatur

1. T. KURETZKY, M. URBAN, R. DITTMANN, R. PEEZ, and E. MECHER. Wear Behaviour of Zirconia Compared to State-of-the-art Ceramics. J Dent Res 90 (Spec Iss A): # 150232, 2011
2. Oh W, DeLong R, Anusavice K, Factors affecting enamel and ceramic wear: A literature review. The Journal of Prosthetic Dentistry 2002;87:451 – 459
3. J. GEIS-GERSTORFER, C. SCHILLE. Investigations on Two-body Wear of Dental Ceramics with ABREX . J Dent Res 88 (Spec Iss A): #29723, 2009
4. Preis V, Behr M, Kolbeck C, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. Wear performance of substructure ceramics and veneering porcelains. Dent Mater. 2011 Aug;27(8):796–804. Epub 2011 Apr 27.
5. P. Keller and M. Keller, Visual Cues, 1994, IEEE Computer Society Press
6. Schweiger M, Zirkoniumdioxid - hochfeste und bruchzähe Strukturkeramik, Ästhetische Zahnmedizin 5 2004

22 PD Dr. F. Beuer

Paradigmenwechsel in der Zahnmedizin – Wie lange ist provisorisch –

Die Frage nach dem geeigneten Material für festsitzende prothetische Restaurationen ist oft nicht allgemeingültig und final zu beantworten. Auch wenn das Therapieziel klar definiert ist, kann die geplante Verweildauer der Restauration ein Entscheidungskriterium für das Material sein. Wenn man das Materialspektrum genauer betrachtet, so geht man ganz allgemein davon aus, dass festsitzende Restaurationen aus Keramik und Metall als definitiv und final angesehen werden, während Kunststoff- bzw. Polymerbasierte Restaurationen eher provisorischen Charakter haben. Bringt man Langzeitprovisorien mit Metallgerüst ins Spiel, wird die Situation schon komplexer. Welcher Zeitraum soll mit dieser Versorgung überbrückt werden? Und sehen manche von uns genau diese Restaurationen ohne schlechtes Wissen als definitive Versorgung an?



Abbildung 1: Frakturierte Keramikverblendung einer implantatgetragenen Zirkonoxidgerüstkrona nach 3 Monaten

War in den letzten Jahren die Herausforderung der Computer Aided Design (CAD)/ Computer Aided Manufacturing (CAM)-Fertigung Zahnersatz in gleicher oder besserer Qualität verglichen mit den konventionellen Techniken herzustellen, liegt der Fokus inzwischen auf den verschiedenen Materialgruppen. Obwohl die meisten Kollegen vor allem keramische Werkstoffe mit CAD/CAM in Zusammenhang bringen, nehmen die Kunststoffe oder eine besser als Hochleistungspolymere bezeichnete

Materialklasse einen zunehmenden Marktanteil ein. Speziell in der implantatprothetischen Therapie kommt ihnen damit zentrale Bedeutung zu, da sie als hochwertiger, ästhetischer temporärer Zahnersatz eingesetzt werden können. Hier ist sogar die Frage zu stellen, ob diese Polymerwerkstoffe nicht als semipermanente Versorgung eingesetzt werden können. Es ist inzwischen klinisch bewiesen, dass handverblendete Zirkonoxidgerüstrestaurationen eine deutlich erhöhte Komplikationsrate (Abbildung 1) auf Implantaten aufweisen verglichen mit vitalen natürlichen Pfeilern. Dabei spielen die bis zu zehnfach erhöhten Kaukräfte der Implantatpfeiler und die fehlende Tastsensibilität eine entscheidende Rolle. Ein Lösungsansatz stellt die Verwendung vollanatomischer Zirkonoxidrestaurationen dar. Mögliche ästhetische Einschränkungen können heute als weitgehend gelöst angesehen werden, allerdings stellt sich hier nun die Frage, was bei einer derart stabilen Suprakonstruktion nun das schwächste Glied in der Kette Implantat, Abutment, Halteschraube und Suprakonstruktion ist. Der schlimmste Fall würde eintreten, wenn das Implantat bzw. die Implantatschulter nun der „locus minoris resistentiae“ wäre. Eventuelle Frakturen könnten nur durch Explantation mit entsprechenden finanziellen und auch biologischen Folgen repariert werden. Polymerbasierte Restaurationen könnten helfen diese klinischen Probleme zu umgehen.

Seit der Einführung der CAD-Technik können die Restaurationen virtuell am Computer konstruiert und der Datensatz gespeichert werden. Neben individuellen CAD/CAM-gefertigten Implantatabutments kann auch die Suprakonstruktion in einem Arbeitsgang konstruiert und gefertigt werden.

Das Münchener Implantatkonzept bietet die Möglichkeit durch das individuelle Abutment auf einen Sulkusformer zu verzichten und bei Freilegung des Implantates definitiv das Abutment mit einer Krone aus Hochleistungspolymer einzusetzen.

1. Sitzung Implantation und Registrierung

Vor dem Nahtverschluss in der Implantationssitzung muss die Implantatposition in das CAD-Programm übermittel werden. Dies kann entweder indirekt über ein Modell und einen Übertragungsschlüssel und anschließender Digitalisierung im Labor oder direkt über einen Scanpfosten und einen Intraoralscanner erfolgen.

Labortechnische Herstellung

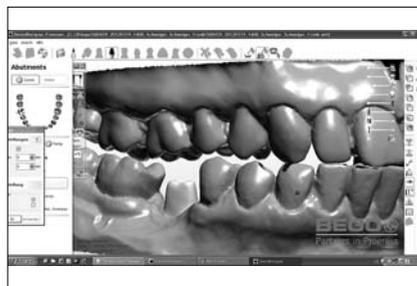


Abbildung 2a und 2b: CAD-Konstruktion von Krone und Abutment in einem Arbeitsgang; Im virtuellen Artikulator werden die Konstruktion bei simulierten Lateralbewegungen überprüft.



Abbildung 3a und 3b: Individuelles Titanabutment mit gefräster PMMA-Krone und Halteschraube. Die exakte Passgenauigkeit zwischen Abutment und semipermanenter Krone ist deutlich erkennbar.

Im zahntechnischen Labor erfolgt dann die CAD-Konstruktion des individuellen Abutments und gleichzeitig einer Krone auf dem Abutment (Abbildung 2a + 2b). Es wird der CAM-Fräsauftrag für ein Titanabutment und einer PMMA-Krone über Internet versandt. Nach 48 Stunden sind die zentral gefertigten Werkstücke ausgeliefert (Abbildung 3a + 3b).

2. Sitzung

Nach der Einheilzeit wird das Implantat wieder freigelegt. Dazu wird die Region anästhesiert und ein Kieferkammschnitt durchgeführt und ein Mucosalappen gebildet. Nach Entfernung der Abdeckschraube kann das Abutment mit der Laborschraube aufgeschraubt und die semipermanente Krone einprobiert werden. Dann werden Approximalkontakte und die Okklusion mit Okklusionsfolie und Shimstockfolie überprüft und angepasst.

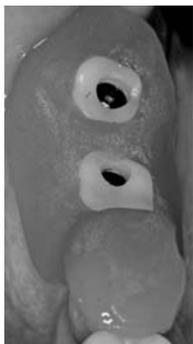
Jetzt kann das Abutment mit einer neuen Schraube und definiertem Drehmoment (35 Ncm) definitiv befestigt werden. Anschließend werden die Weichgewebe um das Abutment mit 2 Papillennähten (1 vertikale Matratzennaht, 1 Einzelknopfnah/Prolene 6.0) vernäht und die PMMA-Krone mit eugenolfreiem provisorischem Befestigungsmaterial zementiert. Die Entfernung der Nähte erfolgt dann nach 7 weiteren Tagen (Abbildung



Abbildung 4 a und 4 b: 7 Tage nach Nahtentfernung hat sich bereits ein breites Band an befestigter Schleimhaut ausgebildet.



Abbildung 5: Eingesetzte semipermanente Krone (Ansicht von okklusal)



Abbildungen 6a – 6c: Eingesetzte Zirkonoxidabutments eindeutig durch einen Übertragungsschlüssel positioniert und die befestigten semipermanenten Kronen.

4a + 4 b). Die semipermanente Krone kann nun nach Angaben des Herstellers 12 Monate im Mund verbleiben (Abbildung 5), allerdings sind bei entsprechenden klinischen Daten auch längere Verweilzeiten denkbar. Die Neuanfertigung stellt einen minimalen Aufwand dar, da nur der Datensatz der Krone erneut aufgerufen und gefertigt werden muss. Auch die Fertigung des Datensatzes aus einem anderen Material ist weiterhin möglich. Neben dem Einsatz von Titan ist auch Zirkonoxid als Abutmentmaterial möglich (Abbildungen 6a–6c).

23 Prof.Dr.Dipl.-Ing. J. van der Zel

PRIMERO: Natürliche digitale Verblendung

Bei den bisher vorgestellten Varianten für die digitale Keramikverblendung von Zirkonoxid Gerüsten werden an die Formgebung bestimmte Anforderungen gestellt. In diesem Beitrag stellt der Autor Cyrtina PRIMERO vor, wobei Reversed Design zu Ästhetik und natürlicher Farbwirkung führt.

PRIMERO: Natürliche digitale Verblendung.

Ein häufiger Denkfehler ist, dass CAD/CAM nur eine Technologie darstellt, mit der man gefräste oder gesinterte Gerüststrukturen maschinell produzieren kann. Letztendlich geht es aber darum, ästhetischen Zahnersatz zu produzieren und den Patienten eine befriedigende ästhetische Lösung zu bieten. Weil monolithische, volkeramische Restau-

rationen ihre Beschränkungen in der Ästhetik haben würde mit dem PRIMERO Verfahren eine automatisierte digitale Verblendung durchgeführt die den Natur mehr nah kommt. Bei der Entwicklung des Cyrtina CAD/CAM-Systems konzentrierte Oratio BV (NL-Zwaag) sich von Anfang an auf das Endprodukt, wobei die Anforderungen an Ästhetik und Funktion bei der Entwicklung höchste Priorität hatten. Ziel war die Entwicklung eines CAD/ CAM-Systems, das es dem Zahntechniker ermöglicht, ein Qualitätsniveau zu erreichen, welches dem des alltäglichen Handwerks in Funktion und Ästhetik ebenbürtig ist oder sogar übertrifft. Die intraorale digitale Erfassung und digitale Verblendung bewirken einen kompletten digitalen Workflow und eine Änderung der Rolle vom Zahntechniker zum IT-Zahntechniker. Erfolgsentscheidend werden digitale Kompetenzen, Individualisierung und die enge Zusammenarbeit zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. Dies fordert neues technisches Wissen, aber das ästhetische Ergebnis ist auch bei Anwendung der CAD/CAM Technologie von der Motivation, Virtuosität und der Erfahrung des Zahntechnikers abhängig. Die bisher vorgestellten Systeme für die digitale Verblendung produzieren eine Glaskeramik Verblendung und ein Zirkondioxid Gerüst, die aufeinander gesintert oder verklebt werden. Der vorliegende Beitrag beschreibt das PRIMERO-Verfahren für die direkte Verblendung von Kronen und Brücken mit dem Cyrtina CAD/CAM-System. Der Zahntechniker kann beim Design – nach Festlegen der Außenkontur – den hochchromatischen, transluzenten Kern aus Zirkondioxid als Dentin mit natürlichen Artefakten wie Mamelons frei modellieren. Diese Umkehrung der Reihenfolge in der Vorgehensweise – von außen nach innen – wird im Hinblick auf die heutige Technik als Reversed Design bezeichnet. Das PRIMERO-Verfahren produziert eine vollanatomisch verblendete Restauration in funktionellen Kontaktrelationen mit exzellenter Ästhetik und konsequente Stärke. Das System bietet eine Alternative zur manueller Schichtung oder Pressen von einer Verblendschicht.

Schlagwörter: Reversed-Design (RD), Computer Aided Design (CAD), Computer Integrated Manufacturing (CIM), Digitale Verblendung, Zirkoniumdioxid

Die Varianten

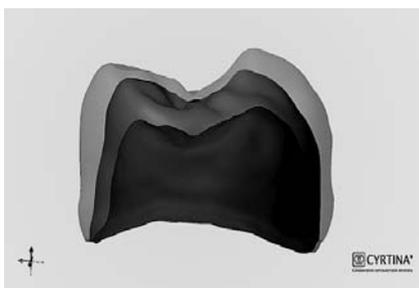
Die erste Variante, die in jüngerer Zeit vorgestellt wurde, war CAD-on, die Gerüsterstellung aus Zirkondioxid und die Herstellung des anatomischen Verblendungsteils aus e.Max CAD (Ivoclar Vivadent AG, L-Schaan). Darauf folgte ein Konzept der Vita Zahnfabrik (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen) mit der so genannten Rapid Layer Technik, die ebenfalls auf einem Gerüst aus Zirkondioxid basiert, wobei der anatomische Verblendungsteil aus Vita-Mark-2-TriLuxe-Blöcken heraus geschliffen wird. Der Unterschied dieser beiden Technologien ist, dass erstere Technik, die beide Teile – nämlich das Gerüst und das Verblendteil – mit einem Glasver-sinterungsverfahren miteinander fügen, während beim VITA Verfahren die Teile verklebt werden. Die dritte Variante ist das Konzept von 3M Espe (3M ESPE AG, Seefeld) – die Lava-DVS-(Digital Veneering System) Krone. Die DVS-Krone unterscheidet sich bzgl. des eingesetzten Werkstoffs und der späteren Herstellungstechnologie von den beiden eingangs beschriebenen Techniken. Die DVS-Krone besteht aus einem Verblendungs-teil, das im teilgesinterten Zustand (Weißling) aus einem Block mittels Fräsen trocken herausgearbeitet wird. Bei dem Fusionsprozess wird die anatomische Glaskeramik-Schale auf das Zirkondioxid Gerüst gesintert. Alle drei Systeme brauchen eine

Verbundschicht, um beide Teile nach Fertigung mit einander zu verbinden. Die Farbe wird überwiegend durch die Farbe des Verblendteils bestimmt.

Der digitale Workflow

Oratio BV hat mit dem Cyrtina Intraoral Scanner den digitalen Workflow auf diesen Bereich ausgedehnt (Abb. 1). Die intraorale Erfassung beruht auf der Konfokalen Mikroskopie Methode, wobei mit hoher Geschwindigkeit die Oberfläche durch Real-Life Stitching als ein openSTL Datenfile zustande kommt. Der Scanner ist portable, nicht Dongle-gebunden und produziert ein Standard STL Format, das direkt verfügbar ist. Nach der Präparation erfolgt die Mattierung des relevanten Bereichs mit einem Scannerpuder. Mit dem Scanner werden zunächst der präparierte Zahn und der komplette Zahnbogen gescannt und ein Biss-Scan gemacht (Abb. 1). Dem Labor steht für die Aufbereitung der Scan Daten die kostenfreie CyrtinaCAD Entwurf Software zur Verfügung. In den Cyrtina Centers wird anhand der bearbeiteten Daten ein Modell mit hoher Präzision gefräst (Abb. 2). Die herausnehmbaren, gefärbten Stümpfen sind umgeben von Vollkontur Gingiva und können in verschiedenen Farben geliefert werden. Der fertig gestellte Zahnersatz wird anschließend vom Dentallabor an die Zahnarztpraxis geliefert.

Bilder



Ist die Aussenkontur der Restauration fertig gestaltet, kann man über eine einfache Funktion deren virtuelle Form automatisch reduzieren. Die mittlere Stärke der Verblendung wird dabei von 0,3 mm bis auf 1,1 mm eingestellt. Diese Werte sind für die Stabilität der Verblendkeramik ideal, weil das Gerüst die Verblendkeramik optimal unterstützt

(Abb. 3 und 4). Auf starke konische Führungsritzen, die bei den anderen Varianten zum Schutz gegen mögliche Rotationen beim Fügeprozess dienen, kann bei PRIMERO verzichtet werden.

Das PRIMERO Verfahren



Abb. 5: Hochchromatisierte BioZyram® Zirkondioxid Dentinfarben nach VITA A1–D4 Classical Farbring (Vita Zahnfabrik).

Der entscheidende Unterschied zu den anderen Verfahren besteht darin, dass das Porzellan ohne Verbundschicht direkt mit der gefrästen Freiform des Gerüsts verbunden ist und damit optisch eine nicht unterbrochene Einheit formt (Quintessenz Zahntechnik 2011;37(5):612–625). Die Verblendschicht wird maschinell über dem BioZyram® Gerüst angebracht und porenfrei verdichtet, ausgehärtet und zurückgeschliffen - in grüner Form und unter Vakuum gesintert. Die BioZyram® Zirkondioxidgerüste werden aus 16 hochchromatischen Dentinfarben (Abb. 5) produziert, die auf dem VITA A1–D4 Classical Farbring (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen) basieren. Weil einer hochchromatischer Dentinkern aus Zirkondioxid durch eine transluzente, opalisierende Porzellanschicht versehen wird, kommt die Farbe von innen, wie bei natürlichen Zähnen. Bei der ästhetischen Wirkung spielt auch die kontrollierte Schichtdicke eine wichtige Rolle. Vor diesem Hintergrund ist eine Standardisierung des Verblendungsprozesses vorteilhaft, um die Qualität und damit die Zuverlässigkeit und Langzeitprognose der Restauration zu erhöhen. Durch die Verwendung hochchromatischer Zirkonoxid-Gerüste und einer Inzisalschicht für die Verblendung werden auf Grund des zahntypischen Farbverlaufs von okklusal nach zervikal ästhetisch hochwertige Ergebnisse erzielt. Die individualisierten Dentinform der Unterstruktur ergibt auch im Frontbereich eine naturgetreue Wirkung, die eine weitere Individualisierung nahezu überflüssig macht.

Die transluzenten, durchgefärbten Zirkondioxid Dentinkerngerüste haben einen High Fidelity-Farbtönen, der eine Farbstabilität aufweist, die durch Eintauchen in Metallsalzlösungen nicht oder nur schwer erreichbar ist. Weil die Gerüste mit einer Mischung aus metalldotierten Zirkondioxid Pulvern durchgefärbt sind, ändert sich die Farbe auch beim Beschleifen nicht. Darüber hinaus wird zervikal auch an Stellen, an denen die Keramikabdeckung vergleichsweise dünn ist, genau die richtige Farbe erreicht und der Zahntechniker kann das Gerüst mit dem kraftvollen CyrtinaCAD Software, nach Eingabe bukkale, linguale, okklusale, mesiale und distale Schichtdicken direkt als Dentin-

schicht modellieren. Nachdem die Außenkontur festgelegt ist, können natürliche Design-Akzente und Schattierungen und Mamelons durch Reversed Design des Dentinkergerüsts realisiert werden („Esthetics by design“).

Eine essentielle Voraussetzung bei der digitalen Verblendung sind möglichst scharfe marginale Ränder ($< 100 \mu\text{m}$) der Kronen- und Brückengerüste, die nach ihrer Produktion keine weitere Anpassung brauchen. Im Cyrtina Prozess sind es die sehr hohe Dichte und die Fräsmethode des grünen Zirkonoxids, die die glatten und scharfen Ränder ermöglichen. Die Verblendung wird bei den Farben mit nur einer Farbe Cyrtina Enamel durchgeführt, weil die Farbe - wie bei natürlichen Zähnen - insbesondere durch die dominante Dentinkergerüst Farbe gegeben ist (Digital_ dental.news 2011;5,1/2:36–42).

Nach dem Verdichten der Verblendkeramik wird die äußere Kontur heraus gefräst und unter Vakuum gesintert. Durch die Fluorapatit-Kristalle mit einer Größe von $0,1$ bis $0,5 \mu\text{m}$, die in dieser Keramik enthalten sind, werden die bläulichen Anteile des natürlichen Lichts absorbiert. Somit reflektieren die Dentinkerne verstärkt die rötlichen Frequenzen des einfallenden Lichtes. Um die Absorption der gelben Frequenzen in der Inzisalmasse zu kompensieren, wird diese mit Gelb dotiert. Die Inzisalmasse enthält darüber hinaus Leuzitkristalle in der Größe von 1 bis $2 \mu\text{m}$, die das Chipping- Risiko der Keramik reduzieren. Die Transluzenz und Fluoreszenz der Verblendschicht lässt genügend Lichtdynamik für eine Opal Wirkung, wobei die minimale Trübung dafür sorgt, dass die Mamelons auf natürliche Weise durchschimmern. Werkstoffkundliche Untersuchungen haben schon nachgewiesen, dass PRIMERO Inzisalkronen die höchste Festigkeit besitzen (dental dialogue 2011;12, 9: 2–5). Bei vollkeramischen Systemen kann der Distributionsfehler (Größe, Anzahl und Verteilung) mit dem Material in Verbindung stehen oder durch den Herstellungsprozess beeinflusst werden. Für Restaurationen, die im maschinellen technischen Verfahren hergestellt wurden, werden durch den kontrollierten Vorgang gute Festigkeitseigenschaften gewährleistet. Im Vergleich dazu ist die manuelle Schichttechnik empfindlicher und unterliegt durch die Aufbau- und Brennverfahren großen Schwankungen. Klinische Untersuchungen mit 138 digital verblendeten Kronen an der Universität Amsterdam zeigten schon exzellente Ergebnisse: Kein Verlust nach zwei Jahren.

Fazit

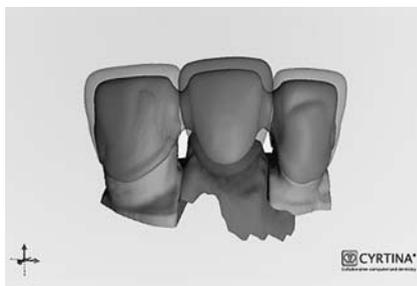


Abb. 6: PRIMERO® Molar und Brücke.

PRIMERO Kronen und Brücken (z.Z. bis zu 6 Elemente) können mit der lizenzfreien Software CyrtinaCAD auf einfache Weise modelliert und bei einer der Cyrtina Centers innerhalb von zwei bis drei Tagen produziert werden (Abb. 6).

Dabei bieten die Restaurationen eine zuverlässige und effiziente Lösung für Dental-labore. Ein Zeitgewinn durch das Einsparen einiger heute bei konventionellen Methoden noch notwendigen labortechnischen Einzelschritten, war ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung vom PRIMERO-Verfahren. Variabilisierung der Fest-Kosten und Konzentration auf die Individualisierungsphase in der Fabrikation der Restaurationen ergeben bessere Voraussetzungen für das Labor-Resultat. Die Restaurationen zeigen eine hohe Stabilität aufgrund stärkerer Gerüste und Farbe und Ästhetik sind durch den definierten Dentinkern vorhersehbar. Durch die Verwendung hochchromatischer BioZyram® Gerüste und einer Inzisalchicht für die Verblendung werden aufgrund ihres zahntypischen Farbverlaufs von okklusal nach zervikal ästhetisch hochwertigere Ergebnisse erzielt. In Verbindung mit den ebenfalls neuen BioZyram® Farben und der individualisierten Dentinform wird auch im Frontzahnbereich eine naturgetreue Wirkung erzielt, die eine weitere Individualisierung fast überflüssig macht. PRIMERO setzt dadurch einen neuen Maßstab in der digitalen Keramikverblendung.

Mehr zu diesem Thema

www.cyrtina.nl

25 M. Findeiß, ZTM

CADCAM Inhouse – Nichts ist unmöglich – Wirtschaftliche Faktoren

Der Vortrag befasst sich mit der Entscheidungsfindung, ob und in welchem Umfang man als Labor, die CAD/CAM Technologie zur Fertigung von Zahnersatz zum Einsatz bringt oder diesen in ein zahntechnisches Fräszentrum auslagern sollte.

Welche Überlegungen dahingehend getroffen werden müssen und welche Systeme sinnvoll sind. Was leisten z.B. die Systeme Quattro Mill und Organical Multi?

Die Entscheidung zu treffen, CAD/CAM gefertigten Zahnersatz im eigenen Labor herzustellen oder in Fremdauftrag zu geben, hängt von 3 Faktoren ab. Die Anzahl der zu fertigenden Einheiten im Monat, die wirtschaftliche und personelle Struktur des Unternehmens sowie die persönliche Einstellung zum Thema zukunftsorientiertes Denken und Handeln.

Wir entschieden uns dafür, weil Vollkeramik seit 2001 ein großes Thema in unserem Labor wurde. Damals arbeiteten wir mit dem inLab-System und später wurde dann

Schritt für Schritt in größere Frässysteme investiert.

Ausschlaggebend war ein Anstieg des Bedarfs an vollkeramischer Prothetik, bedingt durch den steigenden Goldpreis und ein erhöhtes Interesse an ästhetischem Zahnersatz. So haben heute Zirkonoxid und Glaskeramik einen Anteil von 60%, NEM 38% und Gold gerade noch 2%. Die Sicherheit, dass Zirkonoxid ein stabiler Werkstoff ist, begünstigt dies maßgebend.



Der Zirkograph von Zirkonzahn war ein Anfang, um Erfahrung, im Umgang mit Zirkon zu sammeln. Die sehr gute Passung und die ästhetischen Vorzüge sprachen sich schnell herum und somit wurde es schwierig immer größere Mengen in immer gleichbleibend guter Qualität zu fertigen. CAD/CAM sollte uns helfen, Prozesse zu optimieren und zu beschleunigen. Wir investierten also in die Organical Systeme 4xT und 4xM (Bild 1) von Rübeling&Klar aus Berlin. Keine umgebauten Industriefräsmaschinen, sondern auf die zahntechnischen Bedürfnisse abgestimmte Systeme mit überschaubaren Investitionskosten. Da die Verarbeitung von Nichteismetall und Titan bei uns in der Region eine bedeutende Rolle spielt, wurde dahingehend überlegt, zwei getrennte Maschinen anzuschaffen, für Metall und Zirkon.

Unsere Labore erhielten nach und nach eigene Scanner und fremde Labore, aus ganz Deutschland, nutzen zusätzlich unser Know How und unsere zahntechnischen Fähigkeiten.

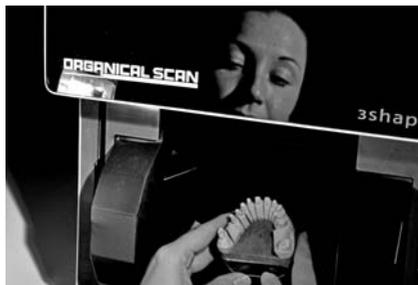
Über 12 Mitarbeiter arbeiten heute in der Abteilung CAD/CAM und wurden im Umgang mit Scannen und virtuellem Konstruieren geschult, um die täglichen Arbeiten zu bewältigen.

Eine nicht immer leichte Aufgabe, weg vom Wachsmesser und hin zum Doppelklick. Aber, wer es einmal beherrscht, wird seine Produktivität und Qualität enorm steigern. Ein weiterer angenehmer Nebeneffekt stellte sich bei der Reklamationsrate ein, denn diese konnte erheblich reduziert werden.

Der stetige Antrieb, unsere Maschinen auszulasten, brachte uns an den Punkt ein Marketingkonzept zu entwickeln und eine Eigenmarke zu schaffen, die für uns und unsere Partner, ein sinnvolles Instrument darstellt, um Kunden zu binden und Patienten besser aufklären zu können. Mit der Idee unserem Außendienstmitarbeiter dieses Konzept für seine Arbeit an die Hand zu geben und täglich nach Außen zu tragen, erzielten wir stetig neue Kundenkontakte und somit auch neue Herausforderungen, wie z.B. großspannige Brücken, Teleskope und vollanatomisch gefräste Seitenzahnkronen.

Wenn wir morgen noch zahntechnische Arbeit auf hohem Niveau und gestiegenen Qualitätsstandards machen wollen, müssen wir heute wissen wie.

Nicht durch das Auslagern von gewinnbringenden Fräsarbeiten an die Großindustrie, sondern durch das Erlernen von neuen Methoden und das Ausnutzen von modernen Technologien. Das Szenario, dass unsere Kunden in nicht all zu ferner Zeit mit intraoralen Scannern ausgestattet sein werden und ihren Datensatz ohne Umwege, am Labor



vorbei, ins industrielle Fräszentrum weiterleiten könnten, ist ein weiterer Punkt, der es erfordert, lieber heute, als morgen, neue Wege zu gehen. Wir wollen unabhängig sein und unsere eigenen Wege im digitalen Sektor gehen. Weil es Spaß macht und weil wir uns für Neues begeistern können.

Es bieten sich nun mittlerweile für den Anfänger bis zum Spezialisten genügend Möglichkeiten in die CAD/CAM Technologie einzusteigen.

Der erste Schritt ist ein Scanner z.B. IsCAN (Bild 2) oder 3shape (Bild 3) Vertrieb durch Goldquadrat und Support durch R&K Berlin, die sich ab etwa 15–20 Einheiten im Monat rechnen. Dabei bietet IsCAN den Vorteil, ohne Lizenzgebühren zu arbeiten. Marktführer 3shape hingegen besticht durch einfache Handhabung und viele Möglichkeiten bis hin zum Konstruieren von Modellguss und Modellen mit herausnehmbaren Stümpfen (Workshop mit Marko Bähr R&K)

Ab ca. 25 Einheiten im Monat lohnt sich eine kleine Fräsmaschine, wie z.B. die Quattro Mill Comfort (Bild 4) (Vertrieb Fa. Goldquadrat) Sie besticht durch eine hohe Oberflächenqualität und vor allem Schnelligkeit, sie ist sehr einfach zu bedienen und ist geeignet für Wachs, PMMA und Zirkon.

Wir haben die Quattro Mill zusätzlich im Einsatz, um in Spitzenzeiten Entlastung zu bekommen und unseren Fremdkunden damit einen schnellen Service bieten zu können.

Für gehobene Ansprüche steht uns seit Ende 2011 zusätzlich die Organical Multi (Bild 5) von R&K zur Verfügung, die nicht nur Zirkon, PMMA, NEM und Titan schleifen

kann. Sondern, das an Bedeutung gewonnene, Lithiumdisilikat, da diese Maschine bei Bedarf den Vorteil der Nassbearbeitung hat. Der 5-Achs-Simultan Betrieb ermöglicht es uns, zusätzlich z.B. Stege oder großspannige Arbeiten mit verschiedenen hohen Divergenzen oder individuelle Abutments zu bearbeiten.

Es wird sich noch zeigen müssen, ab welchem Zeitpunkt diese Maschine rentabel läuft, aber bis heute ist sie täglich im Einsatz und lässt keine Wünsche mehr offen.

Unsere Vision ist es, unseren Kunden, ein Partner zu sein, der in Zukunft intraorale Abdruckdaten empfangen und verarbeiten kann und moderne Zahntechnik auf hohem Niveau anzubieten, verbunden mit einem Konzept aus Marketing und Fortbildungsmöglichkeit im digitalen Sektor.

T. Jobst, ZTM (Workshop 4)

Neueste CAI-Innovationen mit dem Lava™ COS

Mit dem Lava™ C.O.S. und Biomet 3i BellaTek™ Encode System ist es möglich ohne konventionelle Abformung eine implantatgetragene Brückenkonstruktion herzustellen. Dazu genügt es nach dem Implantieren und der Einheilungsphase mit dem Lava™ C.O.S. eine supragingivale Abformung des BellaTek™ Encode Gingivaformers vorzunehmen (Abb. 1).

Aufgrund dieser CAI-Abformung (Abb. 2) wird von Biomet 3i ein Vorschlag eines patientenspezifischen Abutments gemacht (Abb. 3). Dieses Abutment kann individuell nach den jeweiligen Vorstellungen gestaltet werden.

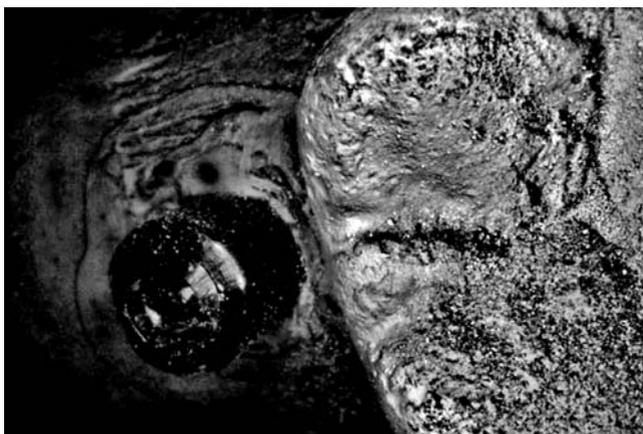


Abb. 1

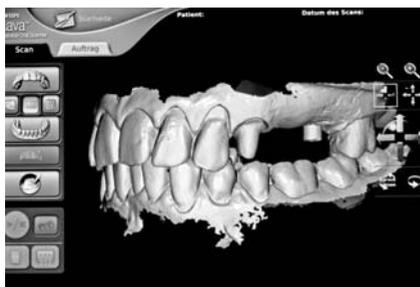


Abb. 2

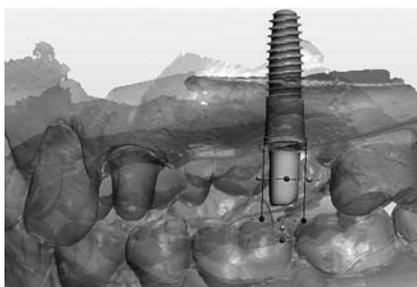


Abb. 3



Abb. 4

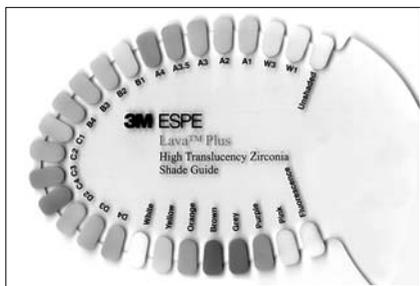


Abb. 5

Zusätzlich wird durch das konturierte Emergenz-Profil das leichtere Einsetzen bei subkrestalen und minimalinvasiven Operationen ermöglicht. Das Emergenz-Profil ist zuerst gerade und dann bis zur prothetischen Plattform anatomisch ausgebildet. Hierdurch wird der Bedarf an Knochenaufbereitung vor dem Einsetzen des Abutments verringert, der Zugang wird vereinfacht, und die Reversibilität von verschraubten Einzel- und mehrgliedrigen Restaurationen wird erleichtert.

Dieses Abutment wird dann aus Titan oder auch Zirkoniumoxid gefertigt und gleichzeitig aber auch in den CAI-Datensatz integriert. Somit ist der Zahntechniker nun in der Lage, die Suprakonstruktion zu konstruieren und auch zu fräsen, ohne das Abutment im Labor zu haben.

Neben der Fertigung des Abutments und der Suprakonstruktion wird auch das stereolithographische Modell mit den Abutmentdaten hergestellt und in das Labor versendet.

Der Zahntechniker kann nach dem Liefern des Abutments, dem SLA-Modell und des Gerüsts dann die Suprakonstruktion verblenden.

Dieses Lava™ Zirkonoxidgerüst kann aber auch aus dem sehr transluzenten Lava™ Plus Zirkonoxid gefertigt werden.



Abb. 6: Brücke 11–23

Mit diesem Lava™ Plus Zirkonoxid wird dem Anwender die Möglichkeit eröffnet, mit einem transluzenten Zirkoniumoxid, welches auch für die gleichen Indikationen wie das klassische Lava™ Zirkonoxid zugelassen ist, zu arbeiten (Abb. 4).

Mit Lava™ Plus Zirkonoxid kann bereits im Gerüst ein Fluoreszenzeffekt nachgeahmt werden und somit können sich die Kronen noch harmonischer in das orale Umfeld eingliedern.

Mit dem Färbe-Set (Abb. 5) können neben den Grundfarben auch sehr individuelle Farbeffekte erzielt werden.

Dadurch ist es möglich nicht nur vollanatomische Seitenzahnkronen sondern sogar Frontzahnkronen (Abb. 6) aus Lava™ Plus Zirkonoxid monolithisch zu fertigen.

Selbstverständlich ist das priorisierte Einsatzgebiet für monolithische Kronen der Seitenzahnbereich.

Durch unterschiedliche klinische In-vitro Studien (Abb. 7) kann belegt werden, das korrekt verarbeitete Zirkoniumoxidkaufäche (Abb. 8) nicht mehr Abrasionen am Antagonisten hervorruft, als eine klassisch geschichtete Verblendkeramikkaufäche.

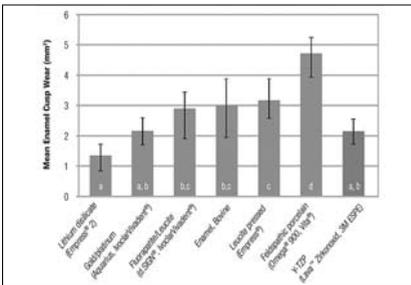


Abb. 7: J.A Sorensen, E.A.Sultan, P.N. Sorensen, Three-Body Wear Enamel Against Full Crown Ceramics, J DentRes90(SpecIissA):# 150703,2011



Abb. 8: Krone 26

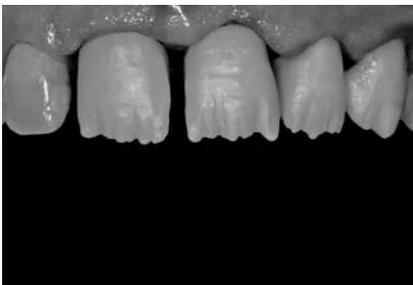


Abb. 9: Cut-back mit Lava™ Plus Zirkonoxid



Abb. 10



Abb. 11: Cut-back Kronen 21–23

Zusätzlich kann mit Lava™ Plus Zirkonoxid auch der ganzen Dentin Körper, wie im „Cut-Back-Verfahren“, aus eingefärbten Zirkoniumoxid gestaltet werden. Damit ist es möglich auch komplexe Mamelonstrukturen zu konstruieren und mit Schneide und Transpa-Massen die Form zu vollenden (Abb. 9).

Dieses effiziente Verfahren ermöglicht auch im Seitenzahnbereich Kronen und Brücken zu erzeugen, die durch das „Cut-Back-Verfahren“ das „Chipping“ Risiko erheblich vermindern.

Einzelzahn-Restaurationen können aber auch aus dem neuen Lava™ Ultimate Material gefertigt werden. Diese neue Materialklasse kombiniert erstmalig die Vorteile der Keramik mit denen echter Nanokomposite. Dank herausragender Materialeigenschaften muss es vor dem Einpassen nicht mehr gebrannt oder anderweitig bearbeitet werden. Versorgungen mit diesem Material gleichen hinsichtlich Ästhetik, Festigkeit und Verschleißbeständigkeit natürlichen Zähnen. Für die Ästhetik sorgen die natürliche Transluzenz und Fluoreszenz von 3M ESPE Lava™ Ultimate Restorative, für die Stabilität eine hohe Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit. Damit lassen sich sehr dünne und minimalinvasive Versorgungen anfertigen, die weitere Behandlungsoptionen eröffnen könnten. Ebenfalls typisch für diese neue RNC-Materialklasse ist das hohe Stoß-Absorptionsvermögen sein. Im Verschleiß entspricht das Material dem Verhalten von natürlichen Zähnen und Schmelz und schont somit antagonistische Zähne. Vom hohen Stoß-Absorptionsvermögen des neuen RNC-Materials profitieren insbesondere implantatgetragene Versorgungen. Aber auch der Verarbeitungskomfort ist bemerkenswert. Zahnarzt, Dentallabor und Patient profitieren vom digitalisierten Workflow – vom intraoralen Scan bis zur Fertigung in den Fräszentren. Da keine weitere Endbearbeitung erforderlich ist, können einfache Korrekturen und Anpassungen direkt in der Praxis durchgeführt werden. Dafür genügt ein lichthärtendes Kompositmaterial (Empfehlung: ESPE Sinfony). Lava™ Ultimate Retorative eignet sich für die Fertigung von Einzelzahnversorgungen, implantat- oder zahngetragenen vollaratomischen Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen und Kronen.

DGPro

Abstracts

der Kurzvorträge und der Posterpräsentationen

Kurzvorträge (KV)

KV1

10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit glasfaserstiftunterstützter postendodontischer Restaurationen

M. Naumann¹, M. Kölpin², H. Meyer-Lückel³

¹ Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Ulm

² Abt. für Zahnärztliche Prothetik, Charité

³ Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, RWTH Aachen

Einleitung: Glasfaserverstärkte Kompositaufbaustifte (GF) werden in Kombination mit Kompositaufbauten heute regelmäßig in der zahnärztlichen Praxis benutzt, um zerstörte endodontisch behandelte Zähne wieder aufzubauen. Klinische Langzeitdaten fehlen jedoch. Deshalb war es Ziel der vorliegenden Studie, die Überlebenswahrscheinlichkeit von drei verschiedenen GF unter Beachtung weiterer beeinflussender Faktoren zu untersuchen.

Methode: 149 GF (DentinPost, Brasseler, D, n=54 (36%); FibreKor, Jeneric Pentron, USA, n=48 (32%); Luscent Anchor, Dentatus, SWE, n=47 (32%)) wurden bei 122 Patienten adhäsiv befestigt (EBS-Multi/Compolute, 3M Espe, D) und bis zu 120 Monate nachuntersucht. Als Aufbau wurde ein chemisch polymerisierendes Kompositmaterial (Clearfil Core, Kuraray, D) verwendet. Die definitive Versorgung erfolgte entsprechend des prothetischen Behandlungsplanes. Mit Hilfe der Cox-Regressionsanalyse wurde die Beziehung zwischen den einzelnen klinischen Variablen und der Zeit bis zum Versagen evaluiert.

Ergebnisse: Im Verlauf von 10 Jahren versagten 55 Restaurationen (jährliche Versagensrate: 4.6 %). Am häufigsten frakturierte der Aufbaustift, kam es zu Retentionsverlust (jeweils n=17) und endodontischen Problemen (n=7). In 10 Fällen wurde der Zahn extrahiert. Sechzig GF konnten 105 bis 120 Monate [34 GF lost-to-follow up; Mittelwert (SD) der Überlebenswahrscheinlichkeit: 74 (43) Monate] nachverfolgt werden. Die bivariate Analyse zeigte nur für die Variablen Zahntyp, zu Gunsten von Seitenzähnen im Vergleich zu Frontzähnen, und Anzahl verbliebener Kavitätenwände (zu Gunsten von 1 im Vergleich zu keiner Kavitätenwand) einen signifikanten Zusammenhang mit der Versagensrate. Die Cox-Regressionsanalyse ergab nur für die Variable Zahntyp eine signifikant erhöhte Hazard-ratio von 2 für Front- im Vergleich zu Seitenzähnen (95% CI: 1.1–3.5; p=0.021).

Schlussfolgerung: Die relativ hohe jährliche Versagensrate verdeutlicht, dass insbesondere dem Zahntyp – Front- vs. Seitenzahn – und der Defektausdehnung (Anzahl verbliebener Kavitätenwände) bei der Rekonstruktion endodontisch behandelter Zähne mit glasfaserverstärkten Kompositaufbaustiften Beachtung geschenkt werden muss.

KV2

Bruchverhalten endodontisch versorgter Prämolaren mittleren Zerstörungsgrades

S. E. Otter¹, A. W. Knauber¹, P. Krug¹, K. Erdelt², F. P. Nothdurft¹

¹ Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universität des Saarlandes

² Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München

Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss von Stiftversorgung, Approximalkontakten und unterschiedlicher koronaler Restaurationsformen auf das Bruchverhalten endodontisch behandelter Prämolaren mit mod-Kavitäten zu untersuchen.

Material und Methode: 72 kariesfreie, einwurzelige Prämolaren wurden in 9 Prüfgruppen (n = 8) aufgeteilt. Die neunte Gruppe diente als Kontrollgruppe. Bei 64 Prämolaren wurde eine endodontische Behandlung durchgeführt und eine standardisierte mod-Kavität präpariert. Gruppeneinteilung: Gruppe I und III: Kompositfüllungen (KF)/keine Approximalkontakte; Gruppe II und IV: Keramikinlays/keine Approximalkontakte; Gruppe 1 und 2: KF/ein Approximalkontakt; Gruppe 3 und 4: KF/zwei Approximalkontakte. Die Nachbarzähne wurden durch Zahnanaloga (CoCrMo) simuliert. Bei den Gruppen III, IV, 2 und 4 wurden nach Wurzelfüllung Quarzfaserstifte adhäsiv befestigt. Alle Prämolaren und Zahnanaloga wurden bis 1 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze mit einem elastischen Lack beschichtet und in Kunststoff eingebettet. Nach thermischer und mechanischer Alterungssimulation folgten der statische Bruchtest in einem Winkel von 30° zur Zahnachse und die Analyse des Frakturverhaltens.

Ergebnisse: Die unversehrten Zähne wiesen im Mittel die höchste Bruchlast (576 N) auf und unterschieden sich signifikant von den Gruppen KF/kein Stift (399 N), KF/ Stift (399 N), KF/kein Stift/1 App. (387 N) und Füllung/kein Stift/2App. (394 N). Die Restauration mit Keramikinlays führte ohne (480 N) und mit Stiftversorgung (555 N) zu den höchsten Bruchlastwerten. Der Einfluss der Approximalkontakte war nicht signifikant. Eine Stifteinsetzung führte tendenziell zu einer Erhöhung der Bruchlast. Diese Beobachtung erwies sich aber nur in den Gruppen mit Approximalkontakten als statistisch signifikant.

Schlussfolgerung: Bei der Versorgung endodontisch behandelter Prämolaren mittleren Zerstörungsgrades:

- führt die koronale Restauration mit Keramikinlay zu einem verringerten Frakturrisiko (vgl. mit Kompositfüllungen)
- kann die Insertion von Stiften zu einer Verringerung des Frakturrisikos führen
- hat die Anzahl der Approximalkontakte bei Einzelzahnbelastung keinen Einfluss auf das Frakturrisiko

KV3

Glasfaser vs. Titan-Aufbaustifte:

7-Jahresergebnisse einer randomisierten kontrollierten Pilotstudie

G. Sterzenbach¹, A. Franke², M. Naumann³

¹ CC3 Abt. für Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre, Charite – Univeritätsmedizin Berlin

² Private Praxis

³ Klinik für Zahnärztliche Proth., Universitätsklinikum Ulm

Ziel: Mit dieser randomisierten, kontrollierten Untersuchung im Parallelgruppendesign wurde der Einfluss des Materials konfektionierter Aufbaustifte (glasfaserverstärktes Komposit (GFRC) vs. Titan) auf die Überlebenswahrscheinlichkeit adhäsiv postendodontisch rekonstruierter Zähne ermittelt.

Material und Methode: Zwischen Januar 2003 und April 2004 wurden 91 Patienten mit der Indikation für einen Aufbaustift (2 oder weniger residuale Kavitätswände)

randomisiert auf zwei Therapiegruppen verteilt. Die konfektionierten Aufbaustifte aus GFRC (Fiberpiont Root Pins Glass, Schuetz Dental Group) (n = 45) oder Titan (Fiberpiont Root Pins Titanium, Schuetz Dental Group) (n = 46) wurden mit selbsthaftendem Befestigungskomposit (RelyX Unicem, 3M Espe) befestigt. Nach direktem Stumpf-aufbau (Clearfil Core New Bond, Kuraray) wurde eine Präparation mit 2 mm Fassreifen sichergestellt. Die Nachuntersuchung erfolgte verblindet nach 3, 6 und 12 Monaten und daraufhin jährlich bis 84 Monate. Der primäre Endpunkt war der Verlust der Funktion der Rekonstruktion. Die Überlebensraten wurden mit dem Log-Rank-Test auf dem Signifikanzniveau $p < 0,05$ verglichen.

Ergebnisse: Im Verlauf der 7-jährigen Nachuntersuchung (mittlere Zeit [Monate] 68,2 (min. 12, max. 84)) versagten in der Gruppe mit GFRC-Stiften 4 Rekonstruktionen und 3 in der Titanstiftgruppe. Folgende Misserfolge wurden beobachtet: GFRC: Wurzel-fraktur n = 3, Aufbaufaktur n = 1; Titan: endodontischer Misserfolg n = 3). Für 4 Pa-tienten konnte kein Ausgangsbefund für die definitive Rekonstruktion für die Über-lebensanalyse erhoben werden. Die drop-out-Raten der Gruppen waren vergleichbar (GFRC 17,1 % (n = 7); Titan 23,9 % (n = 11)). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten (GFRC 90,2 %; Titan 93,5 %) zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen bei-den Stiftmaterialien ($p = 0,642$).

Schlussfolgerung: Nach adhäsiver Befestigung konfektionierter Aufbaustifte mit selbst-haftendem Befestigungskomposit und 2 mm Fassreifeneffekt zeigten postendodonti-sche Rekonstruktionen stark zerstörter Pfeilerzähne unabhängig vom untersuchten Stiftmaterial – Glasfaser vs. Titan – hohe, vergleichbare Überlebenswahrscheinlich-keiten.

KV4

In-vitro-Untersuchung zur Rekonstruktion stark zerstörter Zähne mit vollkeramischen Kronen

K. C. Wege, S. Rues, K. Walczak, P. Rammelsberg, M. Schmitter
Abt. f. Zahnersatzkunde, Universität Heidelberg

Zielsetzung: In dieser In-vitro-Studie sollte der Einfluss der Defektgeometrie und des Zerstörungsgrades natürlicher Zähne auf die Bruchlast unterschiedlich zementierter vollkeramischer Kronen untersucht werden.

Material und Methode: 88 humane, kariesfreie dritte Molaren wurden in Kunststoff-blöcke eingebettet, in ihrem koronalen Anteil bis in das Dentin eingekürzt und mit einer zirkulärer Präparation (2 mm Ferrule) präpariert. Vier Defektformen wurden simuliert, wobei die Wandstärke und die Defekttiefe jeweils zwischen 1 mm und 2 mm variierten. Die präparierten Zahnoberflächen wurden vermessen. Die Zähne wurden mit einer adhäsiven Aufbaufüllung zur Gesamthöhe von 6 mm aufgebaut und mit einer voll-keramischen Zirkoniumdioxid-Krone versorgt. Die Befestigung der Kronen fand entwe-der adhäsiv mittels Komposit (Panavia F) oder konventionell mit Zement (Ketac Cem) statt. Zusammen mit zwei Kontrollgruppen ergaben sich 10 Gruppen mit je acht Prüfkörpern (n = 8). Die Prüfkörper wurden mit Ausnahme einer Kontrollgruppe einer künstlichen Alterung (10.000 Temperaturzyklen) und einer Kausimulation (45° zur Zahnachse, 5 kg, 1.200.000 Zyklen) unterzogen. Die abschließende Bruchlastprüfung erfolgte unter 45° zur Zahnachse, 2 N Vorkraft und einer Vorschubgeschwindigkeit von 0,5 mm/min. Protokolliert wurde das 1. Schadensereignis (F1) und die maximale

Bruchlast (Fmax). Die statistische Auswertung erfolgte durch parametrische Tests und einer ANCOVA (Signifikanzniveau $p < 0,05$) mit Hilfe des Programms SPSS V. 19.

Ergebnisse: Unter Berücksichtigung der Kovariable Zahnfläche zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den unterschiedlich zementierten Kronen. Der simulierte Zerstörungsgrad hatten dagegen einen signifikanten Einfluss auf die Bruchlast der überkronen Zahnstümpfe ($p < 0,03$). Das Präparationsdesign mit 2 mm Wandstärke und 2 mm Kastentiefe versagte im Mittel bei 605 N Belastung, während ein Versagen beim Kastendesign mit 1 mm Wandstärke und 1 mm Tiefe bei 406 N eintrat.

Schlussfolgerung: In der Belastungsprüfung nach simulierter Kaubelastung zeigt sich die Abhängigkeit vom Defektdesign. Dagegen ist der Zementierungsmodus bei 2 mm Ferrulehöhe unerheblich.

KV5

Klinischer Vergleich von Komposit und Keramik verblendeten metallunterstützten Kronen

C. Olms¹, T. Reiber¹, J. Setz²

¹ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universität Leipzig

² Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung: Für die Verblendung von metallgestützten Restaurationen können keramische Massen und Composite verwendet werden. Historische Kunststoffverblendungen zeigten in zurückliegenden Langzeituntersuchungen häufig ästhetische und funktionelle Mängel. Moderne Verblendkunststoffe sind mikrogefüllte Composite mit verbesserten werkstoffkundlichen Eigenschaften.

Ziel: Ziel dieser prospektiven kontrollierten klinischen Studie war es, die Überlebensdauer von 30 Kompositverblendkronen im Vergleich mit 30 Keramikverblendkronen über einen Zeitraum von 3,5 Jahren zu untersuchen.

Material und Methode: An der Studie nahmen 19 Patienten, davon 10 weiblichen (52,6%) und 9 männlichen (47,4%) Geschlechts, im Durchschnittsalter von 49 Jahren (21–70 Jahre) teil. Diesen Patienten wurden 30 keramisch verblendete Kronen (IPS Inline, Fa. Ivoclar Vivadent) und 30 Kompositverblendkronen (SR Adoro, Fa. Ivoclar Vivadent) eingegliedert. Die Probanden wiesen wenigstens 2 überkronungsbedürftige unmittelbar nebeneinander liegende Pfeilerzähne auf. Die Verteilung erfolgte randomisiert. Die Dokumentation begann mit der Eingliederung der Kronen. Anschließend wurde nach 2 Wochen (baseline), 6 Monaten, 1,5 Jahren, 2,5 Jahren und 3,5 Jahren nachkontrolliert.

Ergebnisse: In der Häufigkeit von Defekten wurde kein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den komposit- und keramikverblendeten Kronen im Untersuchungszeitraum ermittelt. Nach 2,5 Jahren kam es an zwei Kompositverblendkronen zu einer Abplatzung bis auf das Metallgerüst. Dieses wurde als Misserfolg gewertet. Es wurde keine Karies an den zu untersuchenden Pfeilerzähnen diagnostiziert. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Pfeilerzähnen und Referenzzähnen hinsichtlich Attachmentverlust, Gingivarötung, Lockerungsgrad und Rezessionen. Leicht erhöhte Werte des PBI's wurden an den überkronen Zähnen im Vergleich zu den Referenzzähnen ermittelt. Eine erhöhte Plaqueakkumulation wurde an den Kompositverblendungen und an den Referenzzähnen im Vergleich zur Keramikverblendung beobachtet.

Die erhobene Patientenzufriedenheit ließ keine Beeinträchtigung hinsichtlich Ästhetik und Kaukomfort erkennen.

KV6

Verschleißverhalten verschieden konzipierter vollkeramischer Seitenzahnkronen

O. Schubert, K. Erdelt, J. Schweiger, E. Nold, F. Beuer

Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, LMU München

Einführung: Innovative Konstruktionskonzepte und die computerunterstützte Fertigung aus homogenen Rohlingen sollen die klinische Komplikationsrate von vollkeramischem Zahnersatz weiter senken und die Langzeitstabilität der Verblendkeramik steigern. Ziel der Untersuchung war es, das Verschleißverhalten von vollkeramischen Seitenzahnkronen zu vergleichen, die nach drei verschiedenen Verfahren gefertigt und verblendet wurden.

Material und Methode: Die Gerüste und Verblendungen der Kronen des Digitalen Verblendsystems (DVS) wurden im CAD/CAM Verfahren hergestellt und anschließend miteinander verfügt. Bei den Dentinkernkronen wurde nur ein gleichmäßig dünner Schmelzanteil aufgebracht, die Dentinschicht war im Zirkonoxidgerüst integriert. Die Kronen der Kontrollgruppe waren konventionell schichtverblendet. Vor und nach Kau-simulation (1,25 Kauzyklen, 50N, 0,7mm Gleitbewegung, 320 Thermolastwechsel) wurden die Oberflächen der Kronen (n=10 pro Versuchsgruppe) und Antagonisten digital erfasst und Aufnahmen im REM erstellt. Anschließend erfolgte die quantitative Verschleißmessung durch computertechnische Überlagerung der Daten und die statistische Auswertung der Ergebnisse.

Ergebnisse: Der vertikale Höhenverlust betrug durchschnittlich 31,6 μm bei den DVS Kronen, 47,6 μm bei den Dentinkernkronen und 45,1 μm bei den in Schichttechnik verblendeten Kronen. Der Volumenverlust der Kronen lag bei 0,073 mm^3 , 0,1 mm^3 und 0,08 mm^3 . Der vertikale Materialverlust an den Antagonisten betrug durchschnittlich 23,5 μm (DVS), 23,3 μm (Dentinkernkronen) und 26,3 μm (Schichttechnik). Der Volumenverlust erreichte 0,016 mm^3 , 0,018 mm^3 und 0,023 mm^3 . Während der Kau-simulation traten weder Chipping noch Gerüstfrakturen auf.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse scheinen, verglichen mit vorangegangenen Untersuchungen, plausibel und hinsichtlich der Praxistauglichkeit aller Systeme akzeptabel. Die DVS Kronen wiesen signifikant weniger vertikalen Materialverlust auf. Bei Auswertung der REM-Aufnahmen ließen die DVS Kronen eine homogenere Oberflächentextur und weniger Porositäten erkennen, was auf die frästechnische Fertigung aus standardisierten Industrierohlingen zurückzuführen sein dürfte.

KV7

Die Okklusion von CAD/CAM Kronen –

Vergleich zweier Methoden zur Registrierung der Interkuspitation

S. Reich¹, S. Wolfart¹, S. Karakoca Nemli², T. Kern¹

¹ Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Implantologie und Biomat,
Universitätsklinikum Aachen

² Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Gazi University

Ziel der in-vitro Studie war, die Okklusionskontakte von CAD/CAM generierten Kronen zu untersuchen, deren Interkuspidation auf Basis eines Bissregistrates [BR] bzw. auf Grundlage eines so genannten Bukkalbisses [BB] rekonstruiert wurde. Die Nullhypothese lautete: Die Okklusionskontakte, die mit Methode BB und Methode BR generiert wurden, unterscheiden sich nicht.

Material und Methode: 12 Modelle, die kariesfreie klinische Situationen wiedergaben, wurden in teiljustierbare Artikulatoren montiert. Der Zahn 36 wurde zur Aufnahme einer Lithiumdisilikatkrone präpariert. Die Kronen wurden mit dem inLab System (Sirona, Bensheim) hergestellt. Auf jedem Stumpf wurde eine Krone unter Verwendung der Methode BB und BR angefertigt. Bei der Methode BB wurde neben der optischen Abformung (Cerec AC) der Präparation, der Gegenkiefer und ein optischer Bukkalbiss angefertigt, der der Zuordnung beider Kiefer diente. Methode BR umfasste die optische Abformung der Präparation sowie die optische Abformung eines statischen Registrats der Antagonisten aus Silikon. Bei beiden Methoden wurden zunächst Kronen virtuell am Computerbildschirm konstruiert. Hierbei wurde eine vorher festgelegte für beide Methoden gültige identische Anzahl an virtuellen Kontakten geschaffen. Die Kronen wurden schließlich in Lithiumdisilikatkronen umgesetzt. Für die Okklusalanalyse wurden folgende mittlere Quotienten für N=12 gebildet: virtuell konstruierte Kontakte [VIR]/tatsächlich auf der fertig gestellten Krone vorhandene Kontakte [TAT] für BB und BR. Der Test auf statistisch signifikante Unterschiede erfolgte mit dem Programm SPSS (Wilcoxon Test $p < 0,05$).

Ergebnisse: Der mittlere Quotient [VIR]/[TAT] für N=12 ergab für BR 2,3 ($SD \pm 1,35$) und für BB 1,69 ($SD \pm 0,77$). Beide Werte zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Diskussion: Beide Methoden bildeten eine sinnvolle virtuelle Grundlage bei der okklusalen Rekonstruktion von Einzelkronen, welche einen mesialen und distalen Nachbarzahn mit Antagonistenkontakt aufwiesen. Die zusätzliche Analyse ergab, dass mit beiden Methoden nahezu alle zuvor auf dem unpräparierten Zahn vorhandenen Kontakte wieder hergestellt werden konnten.

KV8

Cokontraktionen der Halswirbelsäulenmuskulatur bei physiologischer Belastung der Kaumuskulatur

D. Hellmann, N. N. Giannakopoulos, M. Schmitter, P. Rammelsberg, H. Schindler
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Heidelberg

Zwischen dem craniomandibulären System (CMS) und den anderen motorischen Teilssegmenten bestehen komplexe neuromuskuläre Verbindungen, durch die eine statisch und dynamisch koordinierte Körperbalance erst ermöglicht wird. Wenig ist bekannt über das quantitative Ausmaß solcher neuromuskulären Kopplungen bei vermeintlich haltungsunabhängigen motorischen Aktivitäten wie der Mastikation, die insbesondere durch prothetische Interventionen im Kauorgan beeinflusst wird.

Ziel der Studie war es zu überprüfen, ob Coaktivierungen von Kau- und Halsmuskulatur (HWS) bei submaximalen Beißkräften, wie sie dynamisch oder quasistatisch beim Kauen auftreten, zu finden sind. Es wurde bei zehn Probanden die elektromyogra-

phische Aktivität (EMG) von m. semispinalis cervicis, m. semispinalis capitis, mm. multifidii, m. splenius capitis, m. levator scapulae, m. trapezius, m. masseter, m. temporalis, mm. supra- und infrahyoidales und m. sternocleidomastoideus mit Hilfe von Oberflächen- und intramuskuläre Drahtelektroden beim Kauen und während feedback-kontrollierter submaximaler Beißaufgaben mit alternierenden Krafrichtungen und Kraftbeträgen aufgezeichnet.

Die Ergebnisse bestätigten eine Coaktivierung von Kau- und HWS-Muskulatur in der Größenordnung von 2 bis 15% der maximalen Aktivierbarkeit der untersuchten Muskeln. Die verschiedenen Kraftbeträge und Krafrichtungen der Beißaufgaben lösten in der HWS-Muskulatur signifikant unterschiedliche Aktivierungen aus. Darüber hinaus wurden lange anhaltende, tonische Aktivierungen einzelner Muskelgruppen beobachtet. Die Ergebnisse belegen eine neuromuskuläre Kopplung zwischen Kau- und HWS-Muskulatur. Ob und in welchem Maße submaximale Kraftentwicklungen im Kausystem Wirkung über die Grenzen des CMS hinaus zeigen, muss durch weitere Studien näher untersucht werden.

KV9

Unterkieferkinematik bei Patienten mit totalem alloplastischen Kiefergelenkersatz

S. Linsen¹, R. Reich², M. Teschke²

¹⁾ Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissen., Bonn

²⁾ Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bonn

Ziel dieser Studie war es, die Unterkieferbewegungen [Condylar range of motion (CRoM) – Bewegungsausmaß der Kondylen während der Öffnungsbewegung; Incisal range of motion (InRoM) – Bewegungsausmaß des Inzispunktes während der Öffnungs-, Lateral- und Protrusionsbewegung; Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit und Rotationswinkel des Unterkiefers] bei Patienten mit totalem alloplastischem Kiefergelenkersatz zu untersuchen.

Insgesamt wurden 18 Patienten mit einem totalen alloplastischen Kiefergelenkersatz rekonstruiert. Unter funktionellen Gesichtspunkten wurde zwischen Patienten mit kondylärer Hypomobilität (9 Patienten, 16 Kiefergelenke) und kondylärer Instabilität (9 Patienten, 12 Kiefergelenke) unterschieden. Die Datenerhebung erfolgte präoperativ (T0), 2 (T1), 6 (T2), und 12 (T3) Monate postoperativ.

Bei Patienten mit kondylärer Hypomobilität zeigte sich im Vergleich prä-(T0) zu postoperativ (T3) eine Zunahme aller gemessenen Werten außer InRoM-Lateralbewegung. Statistisch signifikant war die Verbesserung für die CRoM und die Öffnungsgeschwindigkeit. Patienten mit kondylärer Instabilität zeigten eine Verbesserung der CRoM und der Öffnungsgeschwindigkeit, während sich die InRoM gemessen als linearer Abstand nicht veränderte und gemessen als gesamte Wegstrecke, bzw. Lateral- und Protrusionsbewegung und der Rotationswinkel verringerten.

Auch durch totalen alloplastischen Kiefergelenkersatz ist die volle Funktionstüchtigkeit eines gesunden Kiefergelenkes nicht zu erreichen. Die kinematischen Daten zeigen jedoch, dass der totale alloplastische Kiefergelenkersatz für ein schmales Indikationspektrum ein effektives und zuverlässiges Therapieverfahren zur Verbesserung der Kiefergelenkfunktion ist.

Einfluss des Befestigungszementes und der Transluzenz auf das Farbergebnis eines Vollkeramiksystems

C. Igiel, K. Lehmann, V. Zinser, H. Scheller

Mainz/Prothetik, Johannes-Gutenberg Universität Mainz

Problemstellung: Die Reproduktion der korrekten Zahnfarbe stellt bei der Eingliederung des Zahnersatzes für den Patienten ein entscheidendes Qualitätsmerkmal dar. Um die natürliche Dentition so gut wie möglich zu imitieren findet eine stetige Verbesserung der optischen Eigenschaften von Keramiksystemen statt. Aktuelle in-vitro Untersuchungen weisen darauf hin, dass das finale Farbergebnis von Vollkeramikrestaurationen von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Unter anderem der Stumpffarbe, der Dicke der Keramik und der Farbe des Befestigungszementes. Um welchen Faktor lässt sich die Farbe einer Vollkeramikkrone beeinflussen, wenn verschiedene Befestigungszemente verwendet werden und wie verändert sich die Farbe wenn ein anderer Transluzenzgrad der Krone gewählt wird. Das Ziel dieser Untersuchung ist es die Farbe eines Vollkeramiksystems (e.max CAD LT/HT, IvoclarVivadent, Ellwangen) hinsichtlich unterschiedlicher Befestigungszemente und unterschiedlicher Transparenzen zu testen. Die Nullhypothese wurde bezüglich klinisch signifikanter Unterschiede zwischen CAD/CAM-gefertigten Vollkeramikkrone untersucht.

Methodik: Insgesamt wurden 30 vollanatomische Vollkeramikkrone (Zahn 11) mit Hilfe eines CAD/CAM-Systems (Cerec AC/Cerec 3 MC XL, Sirona Bensheim) aus einem IPS e.max CAD Keramikblock hergestellt. Die Farbe der Blöcke war A2, es wurden 15 LT (Low Translucency)-Blöcke und 15 HT (High Translucency)-Blöcke verwendet. Jede Krone wurden mit zwei unterschiedlichen Variolink Try-in Pasten (transparent/yellow A3) eingesetzt. Die Farbe wurde 10mal mit einem dentalen Spektrofotometer (Vita Easyshadecomcompact, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen) unter standardisierten Bedingungen gemessen. Die Farbwerte wurden in CIE L*a*b* Koordinaten generiert. Zum einen wurde der Farbunterschied innerhalb einer Methode (Kombination von Keramikkrone und Befestigungszement) und zum anderen zwischen den unterschiedlichen Methoden berechnet. Dabei wurde mit Hilfe der Formel (ΔE) der Farbabstand berechnet und die Oneway-ANOVA ($p > 0,01$) wurde verwendet um die Farbkoordinaten zwischen den Methoden zu vergleichen.

Ergebnisse: Folgende ΔE -Werte wurden innerhalb einer Methode berechnet: e.max CAD-LT/A3= 0,6058; LT/transparent= 0,8169; HT/A3= 0,8648; HT/transparent= 0,7469. Zwischen den unterschiedlichen Methoden wurden folgende ΔE -Werte berechnet: LT/A3 und LT/transparent= 1,8962; HT/A3 und HT/transparent= 1,8232; LT/A3 und HT/A3= 9,0341; LT/A3 und HT/transparent= 10,8010; LT/transparent und HT/A3= 7,2196; LT/transparent und HT/transparent= 8,9629. Die Ergebnisse der ANOVA zeigen einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Farbkoordinaten einzelner Keramikkrone.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass IPS e.max CAD Keramikkrone in der Lage sind CIE L*a*b* Farbkoordinaten mit einer exzellenten klinischen Farbübereinstimmung ($\Delta E = 0,5 - 1$) zu reproduzieren. Beim zementieren einer e.max CAD Vollkeramikrestauration führten die unterschiedlichen Farben der Befestigungszemente (transparent oder A3) zu klinisch guten Farbübereinstimmungen ($\Delta E < 2$).

Jedoch wurde ein klinisch nicht akzeptabler Farbunterschied ($\Delta E > 3,7$) festgestellt, wenn unterschiedlich transluzente Keramiken (LT oder HT) mit einander verglichen wurden.

KV11

Farbwirkung von zwei- und dreischichtigen Veneers auf dunklen Hintergründen und im inzisalen Drittel

D. Farhan¹, A. von Stein-Lausnitz¹, D. R. Reißmann¹, G. Aarabi¹, A. Dmoch²

¹ Zahnärztliche Prothetik, UKE Hamburg

² see u smile GmbH

Zielsetzung: Die vorhersagbare Farbwirkung von keramischen Verblendschalen ist für eine ästhetische Rekonstruktion von besonderer Wichtigkeit. Vor allem der inzisale nicht von Zahnhartsubstanz unterstützte Bereich beeinflusst die optische Wirkung erheblich. Ziel dieser Studie war es, die Farbwirkung von zwei- und dreischichtigen Veneers auf hellen und dunklen Hintergründen und im inzisalen Drittel zu untersuchen.

Material & Methode: Es wurden insgesamt 60 Veneer- und Hintergrundscheiben aus der Verblendkeramik Duceragold Kiss (Degudent) gefertigt. Es entstanden je 30 Doublelayerscheiben (zweischichtig) und Triplexscheiben (dreischichtig) Farbe A1 sowie je 20 Hintergrundscheiben Farbe A1 und A4 und 20 Halbscheiben A1. Alle Veneerproben wurden mittels des transparenten Klebers Calibra (Dentsply) mit Hilfe einer Klebeapparatur standardisiert auf die Hintergrundscheiben geklebt. Die Vermessung wurde auf neutralgrauem Hintergrund (RAL 7035) spektrometrisch mittels Shade Pilot®-System (Degudent) 5 mal als komplette Fläche durchgeführt und die Werte für Helligkeit (L), Rot-Grün-Anteil (a) und Blau-Gelb-Anteil (b) ermittelt. Die Halbschalenproben wurden zudem 5mal im inzisalen Bereich gemessen. Die Farbwirkung ΔE wurde berechnet ($\Delta E = ([L1 - L2]^2 + [a1 - a2]^2 + [b1 - b2]^2) \cdot 0,5$).

Ergebnisse: Die Farbwirkung der zwei- und dreischichtigen Veneerscheiben auf den unterschiedlichen Hintergründen unterschied sich statistisch hoch signifikant (ANOVA: $p < 0,001$). Die Differenz der Farbwirkung lag bei den Doublelayerscheiben zwischen den Proben auf A4 und A1 bei $\Delta E = 4,01$ und bei den Triplex Veneers bei $\Delta E = 3,2$. Der Vergleich zwischen der Farbwirkung auf Vollscheiben A1 mit der Wirkung im inzisalen Bereich auf Halbscheiben A1 zeigte eine Differenz bei den Doublelayerscheiben von $\Delta E = 4,16$ und bei den Triplex Veneers von $\Delta E = 0,56$.

Schlussfolgerung: Das dreischichtige Veneer scheint mit einem $\Delta E = 3,2$ in der Lage zu sein dunkle Zahn hintergründe ästhetisch zufriedenstellend abdecken und gleichzeitig eine gleichbleibende Farbwirkung im inzisalen Bereich gewährleisten zu können.

KV 12

Farbstabilität von keramischen Dentinmassen

K. M. Lehmann¹, A. Sachs², C. Igiel¹, S. Wentaschek¹, H. Dietrich¹, M. Weyhrauch¹, H. Scheller¹

¹ Poliklinik für Prothetik, Mainz

² Poliklinik für Prothetik, Mainz

Einleitung: Die Farbstabilität von Schichtkeramiken ist für die Umsetzung der zuvor im Rahmen der Farbbestimmung ermittelten Farbinformationen und somit für die Erzielung eines ästhetisch hochwertigen Ergebnisses von großer Bedeutung. Das Ziel dieser Untersuchung war die Bestimmung der Reproduzierbarkeit von Farbkoordinaten bei drei dentalen Schichtkeramiken.

Material und Methode: Es wurden aus zwei keramischen Dentinmassen (VM 9, Vita Zahnfabrik (1); HeraCeram Zirkonia, Heraeus Kulzer (2); e.max ceram, IvoclarVivadent (3)) pro Farbe (Vita Classical Farbschlüssel) jeweils 6 scheibenförmige Proben hergestellt. Anschließend wurden die CIE L*a*b* Farbkoordinaten bei jeder Probe unter Verwendung eines Laborspektrophotometers (Evolution 600, Thermo Scientific) fünfmal ermittelt. Zur Bestimmung der Farbstabilitäten der verwendeten Schichtkeramiken wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen bei jeder Farbstufe berechnet.

Ergebnisse: Es wurden folgende Mittelwerte und Standardabweichungen (über alle Farben) bei den verwendeten keramischen Dentinmassen bestimmt:

Keramisches Material:

- 1) L* 69,9 ($\pm 2,4$), a* 4,3 ($\pm 1,1$), b* 12,2 ($\pm 2,7$)
- 2) L* 67,9 ($\pm 5,2$), a* 2,4 ($\pm 1,0$), b* 10,8 ($\pm 2,4$)
- 3) L* 68,0 ($\pm 2,4$), a* 3,1 ($\pm 1,2$), b* 12,2 ($\pm 2,8$)

Schlussfolgerung: Bei der Verwendung von keramischen Dentinmassen zeigten sich zum Teil erhebliche Standardabweichungen. Hierbei fiel bezüglich der CIE L*a*b* Farbkoordinaten auf, dass sich die Werte der keramischen Materialien 1 und 3 teilweise von denen der Schichtkeramik 2 unterschieden.

KV13

Präzision von Abformmaterialien und -techniken: 3D-Analyse von Gipsstümpfen und Abformungen

S. Rumpf, H. Rudolph, M. Graf, C. Edelmann, R. G. Luthardt
Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Ulm

Einführung: Die Präzision einer Abformung ist ein entscheidender Faktor für die Passgenauigkeit von indirekten Restaurationen. Neben der Gipsstumpferstellung und -digitalisierung besteht die Möglichkeit, Abformungen direkt zu digitalisieren. Ein etabliertes Verfahren zur nicht zerstörenden dreidimensionalen (3D), computergestützten Analyse wurde zur Untersuchung der 3D-Präzision einer Reihe neuer sowie bereits markteingeführter Materialien eingesetzt.

Material & Methode: Mit fünf Abformmaterialien (Honigum Heavy/Light (HH/HL), DMG, Hamburg; Flexitime Putty (FP), Medium (FM), Light (FL), fast&scan Putty (F&SP), Medium (F&SM), Light (F&SL) Heraeus Kulzer, Hanau) wurden jeweils zehn Gipsstümpfe eines realen Masterstumpfes angefertigt und mit dem korrespondierenden virtuellen CAD-Modell verglichen. Bei zwei Materialien wurde die Abformung selbst direkt digitalisiert (D700, 3Shape, Dänemark). Insgesamt sechs Serien von Gipsstümpfen wurden berührungslos-optisch vermessen (ODKM97, Fraunhofer IOF, Jena und D700). Die Messdaten wurden dem virtuellen Modell zugeordnet und die 3D-Differenzen berechnet (geomagic, Geomagic Inc., USA). Eine statistische Analyse der Ergebnisse erfolgte durch ANOVA (SPSS 19.0, SPSS Inc., USA).

Material	Abformtechnik	Digitalisierung	MW pos. [μm]	SD	MW neg. [μm]	SD
HH/HL	Korrektur	ODKM97	11,1	2,4	-11,5	1,4
HH/HL	Doppelmisch	ODKM97	10,6	1,3	-10,2	1,1
FP/FL	Doppelmisch	ODKM97	10,3	1,7	-8,9	0,6
	Doppelmisch	D 700	16,2	1,5	-8,2	0,7
FP/FM	Doppelmisch	ODKM97	14,5	3,3	-9,0	1,2
	Doppelmisch	D 700	16,1	1,3	-8,3	0,5
F&SP/F&SL	Doppelmisch	ODKM97	10,3	1,7	-8,7	0,6
	Doppelmisch	D 700	14,3	1,1	-7,7	0,4
	Doppelmisch	D 700, Abformung	6,4	1,1	-5,7	0,3
F&SP/F&SM	Doppelmisch	ODKM97	9,2	2,1	-8,5	0,5
	Doppelmisch	D 700	14,5	0,8	-7,7	0,5
	Doppelmisch	D 700, Abformung	5,8	0,4	-5,6	0,4

Diskussion: Alle Materialien zeigten eine hohe Präzision ohne signifikante Abweichungen. Die Digitalisierung der Gipsstümpfe mit dem ODKM97 resultierte in statistisch signifikant niedrigeren Abweichungen (Materialabhängig $p=0,009$ bis $p=0,014$) im Vergleich zum D700, unabhängig vom untersuchten Abformmaterial. Die digitalisierten Abformungen zeigten eine ausgezeichnete Präzision, wobei das Tiefen-breiten Verhältnis (1:1,5) der Stumpf-abformung strikt beachtet wurde.

KV14

Genauigkeit beim Scannen von scanoptimierten Abformmaterialien

T. Stober, M. Schmitter, D. Müller, S. Rues

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Heidelberg

Ziel: Messung der Scangenaugigkeit zweier Abformmaterialien, deren optische Eigenschaften auf die Erfassung mittels Laserscanner optimiert wurden.

Material und Methode: Herstellung von jeweils acht Abformungen eines hochgenau vermessenen Unterkiefermodells aus Metall (Stahlbasis, Zähne aus CoCrMo-Legierung) mit Zahnstümpfen 34 und 36 in Monophasentechnik (Identium® Scan Medium, Kettenbach) und in Doppelmischtechnik (Identium® Scan Heavy + Identium® Scan Light, Kettenbach). Nach dem Scannen (D640, 3shape) der jeweiligen Abformung wurde diese ausgegossen (Spezial-Superhartgips Typ 4, esthetic-base gold, dentona AG) und auch das Sägeschnittmodell scantechnisch erfasst. Sowohl die originalen Scandaten, d.h. die Punktwolken, als auch die aus ihnen generierten CAD-Flächen (CARA, Heraeus Kulzer) der Stümpfe 34 und 36 wurden jeweils mit der Originalgeometrie gematcht (Rapidform Dental, INUS Technology) und ihre lokalen Abweichung ermittelt. Zur statistischen Auswertung wurden die mittlere Abweichung und die Streuung der lokalen Messwerte sowohl im Bereich der Präparationsgrenze als auch für die gesamte präparierte Oberfläche herangezogen.

Ergebnisse: Die Gipsmodellscans zeigten bei beiden Zahnstümpfen konstant präzise Ergebnisse, d.h. sowohl mittlere Abweichungen ($<10 \mu\text{m}$) als auch Streumaße ($<32 \mu\text{m}$) waren bei Punktwolken und CAD-Oberflächen gering. In optisch gut zugänglichen Bereichen war die Streuung der direkten Scandaten (Punktwolken) der Abformscans

und Gipsmodellscans etwa gleich groß (bis auf wenige Ausnahmen $<50 \mu\text{m}$). In optisch schwer zu erfassenden Bereichen (okklusale Flächen des Prämolaren, Präparationsränder) lieferten die Gipsmodellscans genauere Ergebnisse als die Abformscans. Für den Molarenstumpf lagen bei den aus Abformscans gewonnenen CAD-Oberflächen generell geringe mittlere Abweichungen (-10 bis $+10 \mu\text{m}$) und geringe Streuungen der Abstände ($<40 \mu\text{m}$) vor. Diese waren somit qualitativ und quantitativ gleichwertig mit den Ergebnissen der Gipsmodellscans. Für den Prämolare konnte der Präparationsrand präzise erfasst werden, okklusal wurden dagegen regelmäßig Abweichungen von 100 bis $300 \mu\text{m}$ gemessen.

KV15

Beurteilung der Handhabungseigenschaften dreier verschiedener Intraoral-Scanner

J. Schley, S. Reich, S. Wolfart, T. Kern

Klinik für Zahnärztliche Prothetik, RWTH Aachen

Ziel: Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede beim Handling dreier verschiedener optischer Abformsysteme zu untersuchen.

Material und Methode: Untersucht wurden die Systeme CEREC AC (Software Connect), LAVA C.O.S. und iTero CADENT. Im Rahmen des Qualifikationsprofils „Digitale Praxis“ im Studierendenkurs Zahnersatzkunde I und II, wurde der gesamte Unterkiefer von vier Probanden von jeweils 8 verschiedenen Studierenden mit jedem der intraoralen optischen Systeme gescannt. Die Studierenden wurden gebeten eine Bewertung hinsichtlich des Handlings der 3 verschiedenen Systeme abzugeben. Auf einer Skala von 1 für „sehr einfach/gut/wenig“ bis 10 für „sehr schwierig/schlecht/hoch“ konnten die Studierenden verschiedene Kategorien, wie z.B. Handling allgemein, Vorbereitungsaufwand, Kameraführung etc. bewerten. Zusätzlich wurden die Probanden bezüglich des „Scan-Komforts“ während der optischen Abformung befragt. Es erfolgte eine explorative Datenanalyse sowie ein Test auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Systemen (Wilcoxon-Test $p \leq 0,05$ mit Hilfe des Programmes SPSS).

Ergebnisse: Die Bewertung für „Handling allgemein“, „Vorbereitungsaufwand“ und „Kameraführung“ zeigten vergleichbare Ergebnisse für CEREC AC und LAVA C.O.S. mit den entsprechenden durchschnittlichen Ratings von 4,1, 5,8 und 4,3 für CEREC AC bzw. 4,2, 5,3 und 4,7 für LAVA C.O.S. Der iTero CADENT erhielt in diesen Kategorien statistisch signifikant bessere Werte von 2,7, 1,4 und 3,3. Der iTero erzielte außerdem mit einer durchschnittlichen Bewertung von 1,8 die beste Beurteilung der gescannten Probanden bezogen auf den „Scan-Komfort“.

Schlussfolgerung: Das puderfreie iTero-System wurde von Scannenden sowie Gescannten in einigen Punkten deutlich besser bewertet als die beiden anderen untersuchten Systeme. Weitere Untersuchungen hinsichtlich der Unterschiede bei Scan-Zeiten und Reproduzierbarkeit der Scan-Daten stehen noch aus.

Ein neuer Ansatz zur Quantifizierung von Zahnhartsubstanzverlusten mittels Intraoralscan

J. Güth¹, C. Keul¹, F. Beuer¹, D. Konec², M. Stimmelmayer¹, D. Edelhoff¹

¹ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München

² Praxis Dr. Dejan Konec

Einleitung: Frühzeitige Zahnhartsubstanzverluste infolge von Abrasion und/oder Erosion stellen ein international zunehmendes Problem dar. Neben einer adäquaten Therapie stellen insbesondere die Diagnostik, die Identifikation der ethiologischen Faktoren und das Monitoring dieser pathologischen Prozesse eine Herausforderung für den Praktiker dar. Bisher wurden einige Ansätze für das Monitoring beschrieben, die zumeist auf dem Vergleich zeitlich versetzt angefertigter Situationsmodelle aus Gips basieren. In der vorliegenden Falldarstellung soll ein innovativer digitaler Ansatz, basierend auf der Überlagerung mittels Intraoralscanner direkt erfassten Daten vorgestellt werden.

Material und Methode: An einem Patienten mit starken Zahnhartsubstanzverlusten wurden während der Vorbehandlungsphase (Schienen- und Füllungstherapie) mittels Lava Chairside Oral Scanners (C.O.S.) zwei Intraoralscans im Abstand von 4 Monaten durchgeführt. Im Anschluss wurden die STL-Datensätze (A= Ausgangsbefund; E= Endbefund) mit Hilfe der Software Geomagic Qualify überlagert und analysiert. Hierbei diente als Referenz die fixierte Gingiva. Für jeden Zahn konnte anschließend die resultierende Volumendifferenz zwischen beiden Scans visuell dargestellt und quantifiziert werden.

Ergebnisse:

Zahn (FDI)	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
A [mm ³]	428,748	451,453	163,492	95,808	196,907	141,623	242,785	241,647	133,395	253,944	165,996	144,119	396,992	413,924
E [mm ³]	426,053	447,930	160,032	92,221	197,674	140,441	243,047	234,269	129,501	270,635	164,651	139,181	396,890	410,834
A-E [mm ³]	2,695	3,522	3,461	3,587	-0,768	1,182	-0,262	7,378	3,894	-16,691	1,346	4,938	0,103	3,090

Zahn (FDI)	48	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37
A [mm ³]	410,403	333,711	228,140	220,725	201,786	118,654	114,670	111,010	144,650	225,677	286,349	321,442	439,193	404,351
E [mm ³]	419,103	331,573	224,386	216,482	203,077	116,350	112,835	110,197	144,272	235,273	285,941	313,310	433,056	403,408
A-E [mm ³]	-8,700	2,138	3,754	4,243	-1,290	2,303	1,836	0,813	0,378	-9,596	0,408	8,132	6,138	0,944

Negative Werte (Volumenzunahme) ließen sich durch die zwischenzeitlich erfolgte Füllungstherapie erklären.

Zusammenfassung: Der hier präsentierte Ansatz zeigt eine neue auf digitalen Technologien basierende Möglichkeit zur Quantifizierung von Zahnhartsubstanzverlusten. Allerdings muss das Vorgehen momentan noch als experimentell betrachtet werden und zukünftig mit den bestehenden Methoden zur Diagnose und zum Monitoring verglichen werden.

KV17

Randomized Shortened Dental Arch Study (RaSDA):

Analyse des Zahnverlustes über 5 Jahre

R. Luthardt¹, A. Weber², B. Marré², I.Gitt³, J.Gerss⁴, W. Hannak⁵, S. Hartmann⁶, G. Heydecke⁷, J. Huppertz⁸, Florentine Jahn⁹, Aninka Ludwig¹⁰, T. Mundt¹¹, M. Kern¹², V. Klein¹³, P. Pospiech¹⁴, M. Stumbaum¹⁵, S. Wolfart¹⁶, B. Wöstmann¹⁷, E. Busche¹⁸, Klaus Böning¹⁹, M. Walter²

¹ Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Ulm

² Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum der TU Dresden

³ Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universität Leipzig

⁴ Institut für Biometrie und klinische Forschung, Universität Münster

⁵ Zahnklinik, Charité Berlin

⁶ Poliklinik für Prothetik, Universität Mainz

⁷ Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Hamburg

⁸ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

⁹ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Jena

¹⁰ Poliklinik für Kieferorthoädie; Universitätsklinikum Freiburg

¹¹ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universität Greifswald

¹² Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Kiel

¹³ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Universität Bonn

¹⁴ Zentrum für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, DPU Krems

¹⁵ Zahnarztpraxis Weßling

¹⁶ Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Implantantologie und Biomaterialien, Universität Aachen

¹⁷ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Gießen

¹⁸ Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Dentale Technologie, Universität Witten/Herdecke

¹⁹ Zahnmedizinische Propädeutik und Experimentelle Zahnmedizin, Universitätsklinikum Dresden

Fragstellung: Die RaSDA-Studie beschäftigt sich mit der prothetischen Therapie von Patienten mit verkürzten Zahnreihen. Ziel der vorliegenden Analyse war es patientenbezogene Ursachen für Zahnverlust innerhalb der Studienkohorte zu ermitteln.

Material and Methode: In einer randomisierten kontrollierten Multicenter Studie wurden Patienten, deren Molaren zumindest in einem Kiefer vollständig fehlen, entweder mit einer Geschiebe verankerten Prothese (PRDP) versorgt oder entsprechend des Konzeptes der verkürzten Zahnreihe (SDA) behandelt. Hauptzielgröße war der Verlust weiterer Zähne.

Ergebnisse: Von den 12 behandelten Patienten konnten nach 5 Jahren 132 nachuntersucht werden. Bei 38 Patienten gingen Zähne verloren. Für die Zielgröße Zahnverlust im Gesamtgebiss betragen die 5-Jahres-Kaplan-Meier Überlebensraten 0,74 (95% CI: 0,64; 0,84) in der PRDP Gruppe und 0,74 (95% CI: 0,63; 0,85) in der SDA Gruppe. Wurde die Analyse des Zahnverlustes auf den Studienkiefer beschränkt, betragen die 5-Jahres-Kaplan-Meier Überlebensraten 0,88 (95% CI: 0,80; 0,95) in der PRDP Gruppe und 0,84 (95% CI: 0,74; 0,93) in der SDA Gruppe. Signifikante Unterschiede

konnten nicht ermittelt werden. Es konnte kein Cox-Regressionsmodell gefunden werden, dass es gestattet mit ausreichender Sicherheit auf der Patientenebene Aussagen über die Ursache des Zahnverlustes zu treffen.

Schlussfolgerungen: Das wünschenswerte strategische Behandlungsziel der langfristigen Vermeidung weiteren Zahnverlustes lässt sich in der untersuchten Patientengruppe mit reduzierten Restgebissen nicht generell erreichen. Der Einfluss des prothetischen Versorgungskonzeptes hinsichtlich des Auftretens weiteren Zahnverlustes wird möglicherweise überschätzt. Es scheint daher gerechtfertigt zu sein, Präferenzen des Patienten hinsichtlich des Versorgungskonzeptes hohen Stellenwert in der Entscheidungsfindung einzuräumen.

KV18

Klebeverbund zu einer vorgeätzten Silikatkeramik nach spezifischer Kontamination und Reinigung

A. Schnurre, K. Klosa, M. Kern

Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde, CAU zu Kiel

Fragestellung: Bei der intraoralen Einprobe von Silikatkeramikrestaurationen wie z.B. Frontzahnveneers kann die prospektive Klebefläche durch unterschiedliche Materialien kontaminiert werden. Gerade im Falle von vorgeätzten Restaurationen, bei denen der Zahnarzt nach der Einprobe vor Verklebung nur noch einen geeigneten Keramikprimer aufträgt, können solche Kontaminationen den erzielbaren Klebeverbund negativ beeinflussen. Ziel der Untersuchung war daher, die Effektivität unterschiedlicher Reinigungsverfahren nach Kontamination vorgeätzter und danach kontaminierter Silikatkeramikoberflächen hinsichtlich des erzielbaren Verbundes zu einem Kompositkleber zu untersuchen.

Material & Methode: Probekörper aus einer Silikatkeramik (Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent) wurden mit 5%igem Flußsäuregel geätzt, anschließend mit Speichel und einer Try-In-Paste bzw. mit Speichel und einem Fließsilikon kontaminiert und danach mittels Ätzung mit 37%iger Phosphorsäure bzw. erneuter Flußsäureätzung gereinigt. Die Proben der Positivkontrolle wurden vor der Verklebung nicht kontaminiert, die Proben der Negativkontrolle wurden vor der Verklebung trotz Kontamination nicht gereinigt. Eine Hälfte aller Test- und Kontrollgruppen wurde vor Verklebung in einem 99%igen Isopropanolbad ultraschallgereinigt, die andere Hälfte der Testgruppen nicht. Nach Silanisierung wurden die Probekörper in einem standardisierten Verfahren mit kompositgefüllten Acrylglastuben verklebt, anschließend einer künstlichen Alterung (37.500 Thermozyklen zwischen 5°C und 55°C) unterzogen und der Klebeverbund am Ende der Lagerungszeit von 150 Tagen im axialen Zugversuch getestet.

Ergebnisse: Nach Kontamination mit Speichel und einer Try-In-Paste unterschieden sich die Verbundwerte der Testgruppen (24,4–43,6 MPa) statistisch nicht von den Verbundwerten der Positivkontrolle (38,8–40,7 MPa), unterschieden sich aber statistisch signifikant von den Verbundwerten der Negativkontrolle (11,6–13,9 MPa). Nach Kontamination mit Speichel und einem Fließsilikon unterschieden sich die Verbundwerte der Testgruppen (1,2–16,9 MPa) statistisch signifikant von den Verbundwerten der Positivkontrolle (38,8–40,7 MPa) und waren vergleichbar mit den Werten der Negativkontrolle (1,3–2,6 MPa). Die Ultraschallreinigung hatte keinen Einfluss auf die erzielbaren Verbundwerte.

Schlussfolgerungen: Kontaminationen vorgeätzter Silikatkeramikoberflächen mit Speichel und Try-In-Pasten lassen sich mit 37%igem Phosphorsäuregel bzw. 5%igem Flusssäuregel vor Silanisierung wirksam entfernen. Kontaminationen vorgeätzter Silikatkeramikoberflächen mit einem Fließsilikon lassen sich mit den untersuchten Verfahren nicht entfernen und schwächen den erzielbaren Klebeverbund signifikant.

Danksagung: Diese Studie wurde durch Materialspenden der Firma Ivoclar Vivadent unterstützt.

KV19

Scherhaftfestigkeitsmessung dualhärtender Adhäsivzemente mit einem neu entwickelten Messverfahren

K. Kuhn, H. Rudolph, L. Ahlskog, V. von Koenigsmarck, R. G. Luthardt

Department für Zahnheilkunde, Klink Zahnärztliche Prothetik, Universität Ulm

Fragestellung: Die Scherhaftfestigkeit verschiedener dualhärtender Adhäsivzemente an der Zement-Restaurations-Grenzfläche sollte mittels eines neu entwickelten Messverfahrens untersucht werden.

Material und Methode: Als Restaurationsmaterial wurden hohlzylinderförmige Körper aus Y-TZP Zirkoniumdioxidkeramik (Y-TZP) und edelmetallfreier Legierung (EMF) verwendet. Bei der Zementierung wurden diese Körper auf Trägerzylinder (V2A-Stahl) mit geringfügig kleinerem Durchmesser aufgesteckt (Durchmesser-Differenz entspricht Zementfuge). Die Zemente (Clearfil SA Cement (CSA), Panavia F2.0 (PF), Kuraray, J; RelyX Unicem (RX), 3M ESPE, Seefeld; Maxcem Elite (ME), KerrHawe, CH; iCem (IC), Heraeus Kulzer, Hanau) wurden gemäß der Herstellerangaben verwendet. Die zementierten Proben (n=5 für jede Zement-Restaurations-Kombination) wurden für 30 Tage in destilliertem Wasser bei 37°C gelagert. Mithilfe einer Universalprüfmaschine (Z010, TestXpertII V3.0, Zwick/Roell, Ulm) fand die Dezementierung der Restaurationsprüfkörper von den Trägerzylindern statt. Dazu wurde ein spezieller Prüfeinsatz entwickelt. Statistische kam eine univariate, bifaktorielle ANOVA zum Einsatz (α=0,05, SPSS19.0).

Ergebnisse: Bezüglich der Restaurationsmaterialien zeigte Y-TZP ($10,5 \pm 7,0$ MPa) signifikant höhere Scherhaftfestigkeitswerte als EMF ($4,2 \pm 3,1$ MPa) ($p < 0,000$). Bezüglich der Zemente zeigte PF ($4,6 \pm 2,5$ MPa) höhere Werte als ME ($1,3 \pm 0,9$ MPa), wobei dieser Unterschied nicht signifikant war ($p = 0,124$). Für IC ($8,6 \pm 3,5$ MPa) und RX ($8,3 \pm 5,8$ MPa) ergaben sich höhere Messwerte als für ME und PF, im Falle von ME war dieser Unterschied signifikant. CSA ($14,1 \pm 7,6$ MPa) zeigte die signifikant höchsten Werte.

Schlussfolgerung: Mit dem neu entwickelten Testverfahren für die Scherhaftfestigkeit ist eine reale Messung von Scherkräften weitgehend ohne Überlagerung durch eine Zugkraftkomponente möglich. Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der Scherhaftfestigkeit verschiedener dualhärtender Adhäsivzemente. Im Falle von EMF scheinen die niedrigen Scherhaftfestigkeitswerte der unaufgerauten Fläche geschuldet zu sein, weshalb die Vorbehandlung von EMF-Restaurationen mittels Sandstrahlen zu empfehlen ist.

KV20

In-vitro-Studie zur selbstadhäsiven Befestigung

R. Göbel, A. Rzanny, H. Küpper

Universitätsklinikum Jena Prothetik und Werkstoffkunde, FSU Jena

Problemstellung: Ziel der Untersuchungen war es, die Verbundfestigkeit unterschiedlicher selbstadhäsiver Befestigungskomposite zur Restauration und zur Zahnhartsubstanz in einer In-vitro-Studie zu untersuchen.

Material und Methode: Werkstoffe: 9 selbstadhäsive Befestigungswerkstoffe: Dyract Cem/Dentsply DeTrey, i-Cem/Heraeus Kulzer, Smart Cem/Dentsply, G-Cem/GC, MaxCem/Kerr, RelyX Unicem/3M ESPE, Clearfil SA Cement/Kuraray, Bifix SE/Voco, Speed Cem/Ivoclar Vivadent; 3 dualhärtende Befestigungswerkstoffe mit Primer: Monobond plus – Multilink/Ivoclar Vivadent, M.L. Primer – Resi Cem/Shofu, MKZ Primer – combo.lign/Bredent, Restaurationswerkstoffe: EMF-Legierung (Wirobond C); ZrO₂-Keramik (Vita In-Ceram YZ) Zahnhartsubstanzen: Dentin, Schmelz. Dentinadhäsiv: Optibond FL/Kerr Komposite: Tetric Evo Ceram (zur Zahnhartsubstanz), Ceramage (zur EMF-Legierung und ZrO₂-Keramik). Untersuchte Parameter: Haftfestigkeitsuntersuchungen mittels Druck-Schertest zu Dentin und Schmelz und zu den Restaurationswerkstoffen nach Herstellerangabe. Statistische Auswertung: Mittelwert, Standardabweichung, t-Test

Ergebnisse: Die initialen Mittelwerte der Verbundfestigkeiten der selbstadhäsiven Befestigungswerkstoffe zur EMF-Legierung und Zirkoniumoxid-Keramik waren geringer als die der drei untersuchten dualhärtenden Komposite mit Primer-Konditionierung. Nach künstlicher Alterung kam es im Gegensatz zu den drei Befestigungswerkstoffen mit zusätzlicher Primerkonditionierung an beiden Oberflächen (EMF, ZrO₂) bei allen selbstadhäsiven Befestigungskompositen zu einem signifikanten Verbundfestigkeitsabfall. Die Druck-Scherfestigkeitswerte der selbstadhäsiven Befestigungskomposite zu Dentin und Schmelz waren insgesamt geringer.

Schlussfolgerung: Zurzeit erweist sich aus werkstoffkundlicher Sicht die aufwändigere adhäsive Befestigung mit Primer bzw. Adhäsiv und Befestigungskomposit immer noch als bessere Variante gegenüber dem einfacheren Handling der selbstadhäsiven Befestigung.

KV21

Rauheit von Zirkondioxid vs. Verblendkeramik nach Beschleifen und Politur

R. Hmaidouch¹, W. Müller², H. C. Lauer³, P. Weigl¹

¹) Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Goethe Universität Frankfurt am Main, Uniklinikum (ZZMK)

²) Biomaterialforschung und Zahnärztliche Werkstoffkunde, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Zentrum 3

³) Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Goethe Universität Frankfurt am Main, Uniklinikum (ZZMK)

Einleitung: Ein unzureichendes Polieren einer Kaufläche aus Zirkonoxid nach dem intraoralen Einschleifen verursacht wahrscheinlich einen erhöhten Abrieb von Zahnhartsubstanz am Antagonisten. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von kontrollier-

tem intraoralen Schleifen und Polieren auf die Rauheit von Kauflächen aus Y-TZP Zirkon im Vergleich zu Kauflächen aus Verblendkeramik zu untersuchen.

Methode: Von 20 Y-TZP Keramikproben (Zirluna®, Amberg, Deutschland) mit den Maßen 30x6x2 mm wurden 10 Proben glasiert (Testgruppe) und 10 Proben mit der Feldspatkeramik vitaVM9 (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland) verblendet und anschließend glasiert (Kontrollgruppe). Das Schleifen und Polieren erfolgte reproduzierbar mit einer Vorrichtung mit konstantem 2N Druck auf den Schleifkörper. Mit konstanter Drehzahl wurden die Keramikoberflächen jeweils 15 Sekunden unter Wasserkühlung bearbeitet.

Für das Schleifen wurden Diamantinstrumente (NTI-Set, NTI Kahla, Germany) mit den Korngrößen 20, 10, und 7,5µm bei 200.000rpm benutzt. Die geschliffenen Proben wurden mit dem NTI-Polieret CeraGlaze poliert, grob mit 15.000 rpm, medium mit 10.000rpm und fein mit 5.000rpm. Nach jedem Schleif- und Polierschritt wurden die Proben mit Aceton gesäubert, und die maximale Rauheitstiefe (Rmax) mit einem Profilometer (Perthometer SP5) über eine Länge von 11,2 mm erfasst. Die Werte von 5 Messungen pro Probe und pro Bearbeitungsschritt wurden gemittelt. Die Rauheitstiefe wurde statistisch auf Unterschiede zwischen den Gruppen untersucht (ANOVA).
Ergebnisse: Rmax Mittelwerte in µm.

Keramik	glasiert	ground			polished		
		grob	mittel	fein	grob	mittel	fein
Y-TZP	4,31±1,93	12.57±4.40	5.53±2.06	3.76±1.02	3.35±0.82	2.96±0.59	2.41±0.51
Y-TZP/mit VM9 verblendet	7.23±2.71	24.13±4.53	15.03±2.38	13.51±2.55	12.17±2.50	10.24±2.02	8.10±1.99

Rmax von Y-TZP war signifikant kleiner im Vergleich zur verblendeten Y-TZP. Grobes Schleifen erhöhte signifikant die Rauheit, aber nach jedem weiteren Schleif- und Polierschritt wurde sie signifikant reduziert. Mit dem Feinpolieren wurden kleinere Rauheitswerte als der Glasurbrand (P<0.05) erreicht. Nach jedem Schleif- und Politurschritt, war die Rauheit der Y-TZP Proben kleiner als die Rauheit von den verblendeten Y-TZP Proben (P<0.05).

Schlussfolgerung: Ein korrektes Polieren erzeugt bei Zirkondioxid eine geringere Rauigkeit als bei Verblendkeramik.

KV22

CAD/CAM gefertigte Lithiumdisilikat [LiDi] –Brücken: klinische Ergebnisse nach 2,6 Jahren

S. Reich, S. Wolfart, L. Endres

Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Implantologie und Biomat,
Universitätsklinikum Aachen

Einleitung: LiDi ist als Metasilikat einfach CAD/CAM technisch zu verarbeiten. Daher liegt der chair-side Einsatz von LiDi-Brücken nahe, da diese im Press-Verfahren für Endfeilerbrücken bis zum zweiten Prämolaren mit einem Zwischenglied freigegeben sind. Allerdings sind LiDi-CAD/CAM und LiDi-Press-Material nicht völlig identisch. Ziel der klinisch prospektiven Studie war es daher, die Eignung des Materials e.max CAD für die entsprechende Brückenindikation zu testen.

Material und Methode: Es wurden 37 Front- und Prämolarenbrücken bei 34 Patienten im Durchschnittsalter von 55,6 Jahren ($SD \pm 13,4$ Jahre) in drei Praxen und einer Uniklinik eingegliedert. Dabei handelte es sich entweder um vollanatomische oder im Cutback-Verfahren hergestellte Brücken. 14 Brücken wurden chair-side angefertigt. Stets fand das Cerec System Anwendung. Sämtliche Restaurationen wurden unmittelbar nach Eingliederung, nach 6 Monaten, dann jährlich nachuntersucht. Biologische Kriterien der Nachuntersuchung waren mögliche Ereignisse wie Sekundärkaries, endodontische Komplikationen sowie Frakturen der Pfeilerzähne. Die Bewertung der technischen Komplikationen umfasste mögliche Ereignisse hinsichtlich Abplatzungen und Frakturen des Materials sowie Retentionsverluste. Als Misserfolg wurden sämtliche Ereignisse gewertet, die zum Entfernen einer Brücke führten. Mit dem Programm SPSS wurde die Überlebensrate nach Kaplan-Meier berechnet.

Ergebnisse: Nach einer mittleren Beobachtungszeit von 2,6 Jahren ($SD \pm 0,6$ Jahre) traten folgende Komplikationen auf: 3 endodontische Behandlungen bei 2 Brücken, ein kleines Chipping an einer Brücke, deren Schneidekanten im Cutback-Verfahren individualisiert worden waren sowie die Fraktur einer Brücke im Konnektorbereich. Die Überlebensrate betrug 97,3%.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse von 3-gliedrigen CAD/CAM gefertigten LiDi-Brücken sind bisher als erfolgsversprechend zu beurteilen. Allerdings ist der noch relativ kurze Beobachtungszeitraum zu berücksichtigen. Die einzige auftretende Fraktur einer Brücke war durch die Minderdimensionierung und Schwächung des Konnektorbereiches durch Bearbeitung erklärbar.

KV23

Langzeitbewährung von dreigliedrigen Seitenzahnbrücken aus einer zirkonoxidverstärkten Aluminiumoxidkeramik

M. Chaar, M. Kern

Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoff,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Ziel: Das Ziel dieser klinischen Studie war es, die klinische Langzeitbewährung von dreigliedrigen Seitenzahnbrücken aus einer zirkonoxidverstärkten Aluminiumoxidkeramik (In-Ceram Zirconia, Vita) zu evaluieren.

Methode: Es wurden insgesamt 58 Patienten (36 Frauen und 22 Männer) mit 65 vollkeramischen Brücken aus In-Ceram Zirconia im Zeitraum von Januar 2002 bis Januar 2004 versorgt. 53 Brücken ersetzen den ersten Molaren (19 im Oberkiefer, 34 im Unterkiefer), während 12 Brücken den zweiten Prämolaren (8 im Oberkiefer, 4 im Unterkiefer) ersetzen. Die Pfeilerzähne wurden zirkulär entweder einer abgerundeten Stufe oder Hohlkehle präpariert. CAD/CAM-Technik wurde für die Herstellung der Gerüste verwendet (Cerec 3, Sirona), die anschließend glasinfiltriert wurden. Die mini-

male Abmessung der Verbinder betrug 16 mm² für Molaren und 12 mm² für Prämolaren. Alle Gerüste wurden mit einem Feldspat-Keramik (Vitadur alpha, Vita) mittels Schichtung-Technik verblendet. Anschließend wurden die Brücken mit Glasionomerzement (Ketac-Cem, 3M Espe, FRG) konventionell befestigt. Die Patienten wurden jährlich nachuntersucht und alle biologischen und technischen Komplikationen wurden dokumentiert.

Ergebnisse: Die durchschnittliche Beobachtungszeit der Brücken bis zur letzten Kontrolle des Patienten betrug 87 Monate (Minimum 24, Maximum 112 Monate). Im Rahmen dieser Studie gingen drei Brücken (5%) verloren (eine aufgrund einer Gerüstfraktur nach 24 Monaten, zwei aufgrund von biologischen Komplikationen nach 30 und 50 Monaten). 43 Brücken (67%) waren komplikationsfrei, während bei 14% biologische Komplikationen (Karies/Wurzelbehandlung) und bei 21% technische Komplikationen zu verzeichnen waren (17% Verblendkeramik-Abplatzungen und 5% Retentionsverluste).

Schlussfolgerung: Die klinische Bewährung von dreigliedrigen Seitenzahnbrücken aus der zirkonoxidverstärkten Aluminiumoxidkeramik In-Ceram Zirconia war bezüglich Überlebensrate und Häufigkeit von Komplikationen vergleichbar mit den Literaturdaten zu dreigliedrigen Brücken aus verblendeter Zirkonoxidkeramik.

Danksagung: Diese Studie wurde von Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, finanziell unterstützt.

KV24

Bewährung CAD/CAM-gefertigter Keramikbrücken – eine vergleichende in-vitro Studie

A. F. Boeckler, J. Bliedtner, C. Arnold, J. M. Setz

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung: Die Verarbeitung moderner vollkeramischer Werkstoffe mittels CAD/CAM-Technologien ermöglicht den Einsatz hochfester Zirkonoxidkeramiken. Brückengerüste aus diesem Material haben sich in verschiedenen Untersuchungen klinisch bewährt. Allerdings beinhaltet die keramische Verblendung dieser Gerüste stets das Risiko von Frakturen (Chipping). Restaurationen aus Lithiumdisilikat sind in der monolithischen Ausfertigung frei von Verblendkeramiken. Allerdings besteht herstellerseitig bislang keine generelle Freigabe für die CAD/CAM-Fertigung von Brücken aus diesem Material. Ziel der vorgestellten Untersuchung war der Vergleich verschiedener, klinisch relevanter Parameter von vollkeramischen Brücken aus unterschiedlichen Materialien.

Material und Methoden: Es wurden dreigliedrige Brücken (je n=16) für den Ersatz des ersten Prämolaren aus Lithiumdisilikat [e.max-CAD, Ivoclar Vivadent], aus überschichtetem [e.max-ceram] und aus überpresstem [e.max-zirpress] Zirkonoxid hinsichtlich der Bruchfestigkeit, der Randspaltbildung und der Farbgenauigkeit vor und nach artifizierlicher Alterung (Glasionomerzement; Kausimulation 1,2Mill.-Zyklen+Thermozyklierung) untersucht.

Ergebnisse: Hinsichtlich der Bruchlast waren die überpressten Brücken am beständigsten (1685N). Die Werte der e.max-CAD-Brücken waren am niedrigsten (1131N). Bei den Zirkonoxidbrücken zeigten sich Sprünge in der Verblendkeramik (ceram[3]/zirpress[2]). Die e.max-CAD-Brücken zeigten hingegen Frakturen an drei Höckern bzw.

einer Pfeilerwand. Der geringste Randspalt fand sich bei den überpressten Brücken ($43\mu\text{m}$], der größte bei den e.max-CAD-Brücken ($131\mu\text{m}$). Hinsichtlich der Farbgenauigkeit war diese bei den e.max-CAD-Brücken am höchsten. Die signifikant stärksten Farbabweichungen zeigten die überpressten Brückengerüste.

Zusammenfassung: Bei den getesteten CAD/CAM-Brücken zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Keramiken. Die sich darstellenden material- oder herstellungsbedingten Beeinträchtigungen der Lithiumdisilikat-Brücken waren mit einem überlegenen ästhetischen Potential vergesellschaftet. Weiterführende klinische Untersuchungen bleiben abzuwarten.

KV25

Belastbarkeit von viergliedrigen Brücken aus Zirkoniumdioxid und Metallkeramik

S. Klebes, P. Kohorst, M. Stiesch, L. Borchers

Klinik für Zahnärztliche Prothetik u. Biomed. Werkstoffkunde,

Medizinische Hochschule Hannover

Fragestellung: Ziel dieser In-vitro-Studie war es, die Belastbarkeit viergliedriger Seitenzahnbrücken zu untersuchen. Mit verschiedenen Kopierschleifverfahren gefertigte Zirkoniumdioxidbrücken wurden dabei mit konventionellen metallkeramischen Brücken verglichen.

Material und Methode: Anhand eines Urmodells wurden mit den Kopierschleifverfahren von drei verschiedenen Herstellern insgesamt 30 Brückengerüste aus Zirkoniumdioxid gefertigt (n=10; Gruppe I: Ceramill/AmannGirrbach, Gruppe II: TizianMill/Schütz, Gruppe III: Zirkograph/Zirkonzahn). Die Verblendung der Gerüste erfolgte mit den von den Herstellern empfohlenen Keramikmassen. Identische Keramikschichtenstärken wurden über einen Kontrollschlüssel sichergestellt. Als Kontrolle diente eine Vergleichsgruppe (n=10) mit metallkeramischen Brücken identischer Dimensionierung, deren Gerüste aus einer Kobaltbasislegierung (Microlit/Schütz) gefertigt und ebenfalls verblendet wurden. Die Befestigung der Brücken erfolgte auf resilient gelagerten Modellzähnen aus Polyurethan mit einem konventionellen Zement (KetacCem/Espe). Im Anschluss wurden alle Brücken in einer Universalprüfmaschine bis zum Bruch belastet, ein Kraftabfall von mehr als 200 N wurde als Versagen gewertet. Der höchste Kraftwert vor dem Versagen definierte die maximale Belastbarkeit der Brücken. Im Anschluss erfolgte die statistische Analyse der Daten mittels ANOVA und post-hoc Scheffé, das Signifikanzniveau wurde auf $p=0,05$ festgelegt.

Ergebnisse: Für die einzelnen Gruppen wurden folgende mittlere Belastbarkeiten ermittelt: Gruppe I: 1522 N, Gruppe II: 979 N, Gruppe III: 1130 N, Gruppe IV: 2624 N. Die statistische Analyse zeigte signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen ($p<0,001$). Zum einen zeigten dabei die metallkeramischen Restaurationen eine signifikant höhere Belastbarkeit als die vollkeramischen Versorgungen, zum anderen unterschieden sich jedoch auch die Belastbarkeiten der Zirkoniumdioxidbrücken verschiedener Hersteller signifikant voneinander.

Schlussfolgerung: Metallkeramische Restaurationen zeigen eine deutlich höhere Belastbarkeit als Brücken aus Zirkoniumdioxid, die mit Kopierschleifverfahren hergestellt wurden.

KV26

Belastbarkeit und Frakturmodus von computerunterstützt gefertigten vollkeramischen Seitenzahnkronen

O. Schubert, K. Erdelt, J. Engels, J. Schweiger, F. Beuer
Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, LMU München

Einführung: Die kohäsive Verblendfraktur stellt eine häufige Schwierigkeit bei zirkonoxidbasierten Restaurationssystemen dar. Neue Technologien im Bereich der computerunterstützten Fertigung von Zahnersatz könnten helfen dieses Problem zu lösen. Ziel der Untersuchung war es, die mechanische Belastbarkeit und den Frakturmodus vollkeramischer Seitenzahnkronen zu ermitteln, die nach drei unterschiedlichen Konzepten digital gestaltet und in verschiedenen Verfahren verblendet wurden.

Material und Methode: Die höckerunterstützenden Gerüste und die Verblendungen der Kronen des Digitalen Verblendsystems (DVS) wurden im CAD/CAM Verfahren hergestellt und anschließend miteinander verfügt. Bei den Dentinkernkronen würde nur ein gleichmäßig dünner Schmelzanteil (ca. 0,2mm) aufgebracht, die Dentinschicht war im Zirkonoxidgerüst integriert. Die Kronen der Kontrollgruppe waren konventionell schichtverblendet (Verblendung ca. 1mm). Nach Kausimulation (1,25 Kauzyklen, 50 N, 0,7 mm Gleitbewegung, 320 Thermolastwechsel) wurden die Prüfkörper (n=10 pro Versuchsgruppe) parallel zur Zahnachse bis zum Bruch belastet. Anschließend wurde der Zustand der Kronen beurteilt, sowie REM-Aufnahmen erstellt und ausgewertet.

Ergebnisse: Die DVS Kronen brachen bei durchschnittlich 3377,33 N, die Dentinkernkronen bei 3765,67 N und die in Schichttechnik verblendeten Kronen bei 3676,66 N. Damit konnten die für den klinischen Einsatz erforderlichen Mindestanforderungen an die Stabilität übertroffen werden. Kohäsive Verblendfrakturen ereigneten sich bei je 40% der DVS Kronen und der schichtverblendeten Kronen. Die Dentinkernkronen hielten im Durchschnitt den höchsten Belastungen stand und ließen keinerlei Verblendfrakturen erkennen. Die REM-Bilder zeigten für Keramik typische Frakturmuster.

Schlussfolgerung: Die für den klinischen Einsatz erforderlichen Mindestanforderungen an die Stabilität von Seitenzahnkronen konnten in allen Versuchsgruppen deutlich übertroffen werden. Ausreichende Festigkeitswerte sind daher auch bei mehrjähriger Tragedauer zu erwarten. Die konstruktiven Eigenschaften der Dentinkernkrone scheinen einen positiven Effekt auf die Festigkeit und das Chippingrisiko auszuüben.

KV27

Klinische Daten zur Bewährung einflügeliger Adhäsivbrücken aus Zirkonoxidkeramik nach bis zu 90 Monaten

M. Sasse, M. Kern
Klinik für zahnärztliche Prothetik, Kiel

Fragestellung: Ziel dieser Studie war es, die klinische Bewährung von einflügeligen vollkeramischen Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich zu untersuchen, deren Gerüst aus Zirkonoxidkeramik hergestellt wurde.

Material & Methode: Im Rahmen der klinischen Behandlung der Klinik für zahnärztliche Prothetik der Christian-Albrechts-Universität Kiel wurden 70 vollkeramische Frontzahn-Adhäsivbrücken mit einem einflügeligem Design aus Zirkonoxidkeramik nach

einem standardisiertem Verfahren hergestellt und bei 59 Patienten eingegliedert. Die Pfeilerzähne erhielten eine nicht retentive Präparation für den Adhäsivflügel bestehend aus einer oralen Veneerpräparation mit einer seichten Hohlkehle zervikal und einer inzisalen Abschlussstufe, einer Noppe im Bereich des Tuberculum und einer seichten approximalen Kastenpräparation (ca. $2 \times 2 \times 0,5$ mm). Diese Präparation bietet einen definierten Sitz der Restauration ohne selbst mechanische Retention aufzuweisen und berücksichtigt werkstoffkundliche Kriterien, indem der Verbinder am Übergang des Flügels zum Pontic durch die seichte Kastenpräparation verstärkt wird. Die einflügeligen Brücken wurden mittels Korundstrahlung der Adhäsivflügelinnenflächen mit einem phosphatmonomerhaltigen Kompositkleber (Panavia 21 TC) adhäsiv befestigt. Die Patienten wurden alle klinisch nachuntersucht.

Ergebnisse: Der mittlere Beobachtungszeitraum betrug 33,7 Monate (Min. 0,2 Monate, Max. 89,9 Monate). Im Beobachtungszeitraum traten insgesamt 2 Loslösungen auf (nach 11,1 bzw. 11,4 Monaten). Beide gelösten Adhäsivbrücken wurden wieder mit dem gleichen Kleber rezementiert und sind seither uneingeschränkt in Funktion.

Die 4-Jahres-Überlebensrate berechnet nach Kaplan-Meier beträgt 96,1 %, wenn die Loslösungen als partielle Misserfolge betrachtet werden. Wird lediglich der komplette Verlust einer Restauration als Misserfolg betrachtet, beträgt die nach Kaplan-Meier berechnete 4-Jahres-Überlebensrate 100 %.

Schlussfolgerung: Vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken mit einem Gerüst aus Zirkonoxidkeramik weisen im Frontzahnbereich bisher eine sehr gute klinische Bewährung auf.

KV28

Zirkonoxid – geeignet als monolithisches Zahnersatzmaterial?

H. Hauptmann, G. Schechner, R. Dittmann

Zirkonoxid wird seit ca. 12 Jahren – und kommerziell im stetig steigenden Umfang seit ca. 10 Jahren – für Kronen und Brücken eingesetzt. Die klinischen Erfahrungen als Werkstoff für das Gerüst sind weitgehend als positiv zu betrachten. Durch die Berichte über das Versagen von ZrO₂-Hüftgelenksgugeln im Jahre 2001 wurde eine bis heute anhaltende Diskussion über das Langzeitverhalten von Zirkonoxid ausgelöst. Diese Diskussion über die hydrothermale Beständigkeit – auch Low Temperature Degradation (LTD) genannt – gewinnt zusammen mit der Reibverschleiß-Thematik wieder mehr Gewicht durch die Verwendung in unverblendeten Restaurationen.

In diesem Diskussionsbeitrag wird auf die Bildung der monoklinen Phase bei Zirkonoxid als Kriterium der Alterung unter den Aspekten Festigkeit, Porosität, Korngröße, Phasenzusammensetzung und Reibverschleiß eingegangen.

Dem zahnmedizinischen Praktiker soll im Vergleich der beiden Belastungsprofile „Hüftgelenksgugel“ und „monolithische Zahnrestauration“ ein Einblick in diese komplexe Thematik gegeben werden und sein Verständnis für die materialtechnische wie auch klinische Bewertung gefördert werden.

KV29

Einfluss der Höckerunterstützung bei verblendeten Einzelzahnkronen: eine numerische Analyse

A. Kirsten¹, D. Parkot¹, J. Güth², D. Edelhoff², H. Fischer¹

¹ Zahnärztliche Werkstoffkunde und Biomaterialforschung,
Universitätsklinikum RWTH Aachen

² Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Zielsetzung: Im Gegensatz zu Metallkeramikkronen tritt bei verblendeten Gerüsten aus Zirkonoxid oft kohäsives Versagen der Verblendung auf. Um diesem so genannten Chipping entgegenzuwirken, wird häufig empfohlen, das Gerüst höckerunterstützend zu gestalten. So sollen die entstehenden Zugspannungen in der Verblendkeramik bei Belastung reduziert werden. Zur Untersuchung dieses Zusammenhangs wurde eine numerische Analyse an einer verblendeten Einzelzahnkrone durchgeführt. Die Hypothese der vorliegenden Studie war, dass die Materialauswahl einen dominanteren Einfluss auf das kohäsive Versagen der Verblendkeramik hat als die Geometrie des Gerüsts.

Material und Methoden: Es wurde eine Finite-Elemente-Analyse der Einzelkrone 36 durchgeführt. Untersucht wurde stets die gleiche Außenform der Verblendung mit einer variierenden Ausprägung der Höckerunterstützung. Hierbei wurden jeweils Zirkonoxid und eine Goldlegierung als Gerüstwerkstoffe ausgewertet. Außerdem wurden unterschiedliche Okklusionsszenarien simuliert: eine über mehrere Kontaktpunkte entsprechend einer natürlichen Okklusion im Schlussbiss aufgebraachte Last und eine punktuelle, unter 45° zur Zahnachse aufgebraachte Last auf dem disto-lingualen Höcker.

Ergebnisse: Bei allen Varianten ergaben sich in der Verblendung Zugspannungskonzentrationen im Bereich der Fissuren, wobei die höchsten Zugspannungen im Fall der lingual konzentrierten Last auftraten. Die bei Metallkeramikkronen auftretenden Zugspannungen in der Verblendung waren stets höher als bei der vollkeramischen Alternative. Eine verstärkte Höckerunterstützung führte zu einer leicht abnehmenden Spannung in der Verblendung bei moderat zunehmenden Spannungen im Gerüstwerkstoff.

Diskussion: Eine ausgeprägte Höckerunterstützung führte zwar für beide Gerüstmaterialien zu einer leichten Verminderung der Zugspannungen in der Verblendung. Diese Spannungen wiesen aber für Metallkeramikkronen wesentlich höhere Werte auf als bei den Vollkeramikkronen. Da jedoch von niedrigeren Versagensraten von Metallkeramikkronen berichtet wird, kann eine fehlende Höckerunterstützung in vollkeramischen Restaurationen nicht der Hauptgrund für das Auftreten von Chippings sein.

KV30

Verminderung des Chippingrisikos durch moderne Verblendetechniken

S. Rues, D. Müller, P. Rammelsberg, M. Schmitter

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universität Heidelberg

Zielstellung: Vollkeramische Molarenkronen, basierend auf einem Zirkoniumdioxidgerüst und einer Verblendung bestehend aus einer gefrästen Lithiumdisilikatschale (CAD-on Kronen) bzw. Presskeramik, sollten für einen kritischen Lastfall (Belastung eines Höckers, 30° Neigung zur Einschubachse) auf ihr Bruchverhalten untersucht werden.

Material und Methode: Drei Serien geometrisch identischer Kronen wurden entsprechend den Herstellerangaben (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) hergestellt:

- 1) Gerüst: e.max ZirCAD, Verblendung: e.max CAD, Verbund: Multilink Implant / Monobond Plus
- 2) Gerüst: e.max ZirCAD, Verblendung: e.max CAD, Verbund: e.max CAD Crystall./Connect
- 3) Gerüst: e.max ZirCAD, Verblendung: e.max ZirPress

Jede dieser Serien bestand aus zwei Versuchsreihen ($n=8$) bei denen die Bruchlastversuche entweder direkt nach der Herstellung der Kronen oder nach einer künstlichen Alterung, d.h. Thermocycling (10.000 Zyklen zwischen 6,5°C und 60°C) und Kausimulation (1.200.000 Zyklen, 108N Kraftamplitude), stattfand. Zur mechanischen Testung wurden die Kronen adhäsiv mit Multilink Implant / Monobond Plus auf CoCr-Stümpfen befestigt. Der Einfluss des Verbundmaterials bei den CAD-on Kronen wurde ergänzend über FE Berechnungen (ANSYS 13.0, ANSYS Inc., Canonsburg, USA) analysiert. Die statistische Auswertung (SPSS 19, SPSS Inc., Chicago, USA) erfolgte über Kruskal-Wallis und anschließende post-hoc Mann-Whitney U-Tests mit einer Signifikanzschwelle von $\alpha=0,05$.

Ergebnisse: Der Alterungsprozess hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Bruchlastverhalten von CAD-on Kronen (Serie 1: $F_u \approx 1200N$, Serie 2: $F_u \approx 1450N$) wohingegen die Serie 3 bereits 2 Ausfälle während der Alterung aufzeigte und die verbleibenden sechs Kronen eine signifikant niedrigere Bruchlast aufwiesen ($F_u \approx 450N$) als die nicht gealterten Kronen ($F_u \approx 950N$). Die FEA bestätigte das bessere Abschneiden von Serie 2 bezüglich Serie 1, da beim Verbund über Multilink Implant höhere Spannungen bei mechanischer Belastung in der Verblendung auftreten.

Schlussfolgerung: Im Gegensatz zu konventionell verblendeten Kronen zeichnen sich CAD-on Kronen einen hohen Bruchwiderstand und eine Unempfindlichkeit bezüglich Alterung aus.

KV31

Verbundfestigkeit von Zirkoniumdioxidkeramik zu verschiedenen Verblendkeramiken

P. Kosyfaki¹, M. V. Swain¹, J. Fischer², S. Witkwoski¹, J. R. Strub¹

¹ Abteilung Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

² Institut für Werkstoffwissenschaft, Technologie & Propädeutik, Universität Basel

Ziel: Ziele der vorliegenden In-vitro-Studie waren, die Verbundfestigkeit von Zirkoniumdioxidkeramik zu verschiedenen Verblendkeramiken zu messen, den Einfluss einer thermischen Wechselbelastung auf den Haftverbund zu evaluieren, sowie die Frakturart und den kristallinen Anteil im Verblendkeramikpulver zu bestimmen.

Material & Methode: VITA In-Ceram[®] YZ Zirkoniumdioxidkeramikplättchen und vier geschichtete Verblendkeramiken, IPS e.max[®] Ceram, CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM[®]9 wurden verwendet. 160 Normprüfkörper gemäß ISO 9693 wurden hergestellt. Die Verbundfestigkeit von vierzig thermobelasteten und vierzig thermisch unbelasteten verblendeten Prüfkörpern wurde mittels des 3-Punkt Biege-Schertests nach Schwickerath ermittelt.

Ergebnisse: Die durchschnittlichen Verbundfestigkeitswerte vor und nach der thermischen Wechselbelastung waren wie folgt: IPS e.max[®] Ceram (21.31 ± 1.4 MPa, 21.07 ± 4.2 MPa), CerabienZR (26.65 ± 1.6 MPa, 28.78 ± 3.1 MPa), Vintage ZR

(25.67 ± 3.2 MPa, 25.35 ± 1.5 MPa) und VITA VM[®]9 (28.30 ± 2.2 MPa, 2776 ± 2.2 MPa). Die Verbundfestigkeit von IPS e.max[®] Ceram lag statistisch signifikant unterhalb der von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM[®]9 ($p < 0.05$). 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 VM[®]9 zeigten eine Kombination von adhäsiven Frakturen an der Verbundzone und kohäsiven Frakturen innerhalb der Verblendkeramik. Die Pulver von CerabienZR, Vintage ZR und VITA VM[®]9 enthielten Leucit, aber das Pulver von IPS e.max[®] Ceram nicht.

Schlussfolgerungen: Die Verbundfestigkeit von nur bestimmten thermobelasteten und thermisch unbelasteten Verblendkeramik/Zirkoniumdioxidkeramik Kombinationen erfüllte die Mindestanforderung (≥ 25 MPa) der Norm ISO 9693. Es scheint, dass die Anwesenheit des Leucits im Verblendkeramikpulver mit höheren Verbundfestigkeitswerten assoziiert ist, als bei dessen Abwesenheit. Es konnte weder ein Zusammenhang zwischen den Verbundfestigkeitswerten und der Frakturart noch zwischen der thermischen Wechselbelastung und der Frakturart festgestellt werden. Es besteht die Notwendigkeit, einen standardisierten Versuchsaufbau für die Prüfung der Verbundfestigkeit in Vollkeramiksystemen zu bestimmen.

KV32

Verbundfestigkeit von ZrO₂ und Verblendkeramiken mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungsverhalten

P. Kohorst¹, M. Kleibe¹, M. Dittmer¹, M. Stiesch¹, C. Hübsch², G. Göstemeyer³

¹) Klinik für Zahnärztliche Prothetik u. Biomed. Werkstoffkunde, Medizinische Hochschule Hannover

²) Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover

³) Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Charité Universitätsmedizin Berlin

Fragestellung: Ziel dieser Untersuchung war es, durch Bestimmung der Energiefreisetzungsrates die Verbundfestigkeit zwischen Zirkoniumdioxid und verschiedenen Verblendkeramiken zu evaluieren. Die Verblendkeramiken wiesen dabei eine weitgehend identische chemische Zusammensetzung, jedoch ein unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten auf.

Material und Methode: Kombinationen aus einer Zirkoniumdioxidkeramik (Y-TZP) und insgesamt vier Verblendkeramiken (VK_1–4) wurden untersucht. Sämtliche Verblendkeramiken wurden von einem Hersteller bereitgestellt; ihre Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) bewegten sich zwischen 8.61 ppm K⁻¹ (VK_1) und 9.44 ppm K⁻¹ (VK_4). Für alle Materialkombinationen wurde die thermische Eigenspannung berechnet. Im Folgenden wurden die Verblendkeramiken nach identischen Verarbeitungsparametern einseitig auf streifenförmige Y-TZP-Prüfkörper aufgebrannt. Die Prüfkörper wurden planparallel geschliffen und auf der Seite der Verblendung gemäß ISO 23146 mit einem definierten Anriss versehen. Danach erfolgte eine Belastung der Proben im 4-Punkt-Biegetest mit der Verblendkeramik auf der Zugspannungsseite ($n=12$). Die Kraft, bei der eine kontrollierte Rissausbreitung im Verbundbereich der beiden Keramiken auftrat, wurde aufgezeichnet und die Energiefreisetzungsrates berechnet. Für die erhobenen Parameter wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau auf $p=0,05$ festgelegt war.

Ergebnisse: Die berechneten Eigenspannungen der Materialkombinationen lagen zwischen -24.83 MPa (VK_1) und -14.17 MPa (VK_4). Die mittleren Energiefreisetzungs-raten in den Untersuchungsgruppen bewegten sich von 4.64 J/m² (VK_4) bis 10.16 J/m² (VK_1) und unterschieden sich statistisch signifikant ($p < 0.001$). Die höchste Energiefreisetzungsrate und somit die höchste Verbundfestigkeit wies eine Materialkombination mit einer WAK-Differenz von ca. 2 ppm K-1 auf.

Schlussfolgerung: Die Größenordnung der Eigenspannungen im Kontaktbereich zwischen Gerüst- und Verblendkeramik wird maßgeblich durch das thermische Ausdehnungsverhalten der Verblendkeramik beeinflusst und hat einen signifikanten Einfluss auf die Verbundfestigkeit der Komponenten.

KV33

In-Vitro-Studie zur Stabilität von Kompositreparaturen mit Zirkon-Primer an Vollkeramik-Zahnersatz

P. Pott, M. Eisenburger, L. Borchers, M. Stiesch

Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde,
Medizinische Hochschule Hannover

Aufgrund der gestiegenen Anzahl von vollkeramischen Restaurationen werden auch mehr Frakturen in Form von Chipping- oder Delaminationsbrüchen beobachtet. Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob die Anwendung von Zirkoniumdioxid-Primer bei Chipping- und auch bei Delaminationsbrüchen zu stabilen Reparaturen mit Komposit führen kann.

Es wurde an je 120 Probekörpern aus Zirkoniumdioxid (Z) und aus Verblendkeramik (V) eine Keramikreparatur mit dem Reparaturset Cimara und dem experimentellen Reparaturset Cimara-Zirkon (VOCO GmbH, Deutschland, Cuxhaven) simuliert. Vor der Reparatur wurden alle Probekörper mit Schleifpapier (Körnung $100 \mu\text{m}$) plangeschliffen. Jeweils 20 Reparaturen an Verblendkeramik und Zirkoniumdioxid erfolgten ohne weitere Oberflächenbehandlung (A), mit zusätzlicher Anwendung eines Cimara-Steinchens (B), mit Silan (C), mit Cimara-Steinchen und Silan (D), mit experimentellem Zirkonium-Primer (E), und mit Cimara-Steinchen und experimentellem Zirkonium-Primer (F). Nach der Reparatur wurden jeweils 10 Proben pro Gruppe für 100 Tage durch Wasserlagerung und 5000 Zyklen Thermowechselbelastung künstlich gealtert (T). Alle Proben wurden im Scherversuch bis zum Bruch belastet. Die statistische Auswertung erfolgte mit ANOVA und Tukey-Test.

Die Anwendung des experimentellen Zirkoniumdioxid-Primers liefert an beiden Keramiken ohne künstliche Alterung (EV: $16,1 \pm 3,7$ MPa, EZ: $14,7 \pm 4,5$ MPa, FV: $14,0 \pm 3,3$ MPa, FZ: $14,0 \pm 5,0$ MPa), und mit künstlicher Alterung (EVT: $2,7 \pm 2,7$ MPa, EZT: $4,7 \pm 3,3$ MPa, FVT: $2,2 \pm 2,1$ MPa, FZT: $6,7 \pm 2,0$ MPa) Bruchlastwerte, die mit den Werten nach Silananwendung auf Verblendkeramik (CV: $14,9 \pm 8,3$ MPa, DV: $17,3 \pm 5,4$ MPa und CVT: $2,1 \pm 2,5$ MPa, DVT: $1,4 \pm 2,3$ MPa) vergleichbar sind ($0,808 < p < 1,000$).

Sowohl bei Chipping als auch bei Delaminationsbrüchen kann der experimentelle Zirkoniumdioxid-Primer verwendet werden. Eine unterschiedliche Vorbehandlung beider Keramiken bei Delaminationsbrüchen ist nicht notwendig. Der Einfluss von möglichen Spannungen durch Krümmungsradien an Zahnersatz, sowie die Veränderung der Keramik nach langer Verweildauer im Patientenmunde vor einer Fraktur sollte Ziel wei-

terer Forschung sein.

KV34

Die periimplantäre Gesundheit von Patienten eines Implantat-Recall-Programms

S. Lachmann, A. Stehberger, D. Axmann, H. Weber

ZZMK, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

Ziel der Studie: die Beschreibung der periimplantären Gesundheit von subjektiv unauffälligen Implantat-Recall-Patienten einer prothetischen Hochschulambulanz, um die Häufigkeit periimplantärer Entzündungszeichen in dieser Patientengruppe darzulegen. Die erhobenen Befunde sollten miteinander sowie mit relevanten Auffälligkeiten aus der Allgemeinanamnese in Bezug gesetzt werden.

Methoden: 74 Patienten wurden konsekutiv im Rahmen ihrer jährlichen Implantatkontrolle in die Studie aufgenommen. Sie waren mit den verschiedensten Implantatsystemen für festsitzende sowie herausnehmbare Restaurationen versorgt worden. Neben einer Aktualisierung der Allgemeinanamnese und Erhebung der üblichen klinischen Parodontalbefunde wurde eine PCR-Keimdiagnostik (Zielkeime Aa, Pg, Pi, Tf, Td) durchgeführt.

Ergebnisse: Wenngleich sich bei keinem der Patienten klinisch eine Periimplantitis manifestierte, fanden sich häufig Anzeichen für periimplantäre Entzündungen. So betrug die Prävalenz von Plaque und Blutung auf Sondieren 60 bzw. 78 %, der Stärkegrad war jedoch in aller Regel nur leicht ausgeprägt. Die mittlere Sondierungstiefe betrug 2,9 mm. In 43% der Patienten wurden eine oder mehrere parodonto-pathogene Bakterienspezies gefunden. Die häufigsten Vorerkrankungen betrafen Herz und Kreislauf (27%). Diese Patienten waren im Schnitt 17 Jahre älter als der Rest und zeigten häufigere und höhere Konzentrationen von Pi im Sulkus. Tf-Konzentrationen waren bei den festsitzenden Restaurationen statistisch signifikant erhöht. Alle Keime mit Ausnahme von Aa waren in Häufigkeit und Konzentration miteinander assoziiert, zeigten aber keinen Zusammenhang zu den klinischen Hygienebefunden.

Schlussfolgerung: Unerwartet viele Studienteilnehmer wiesen einen positiven bakteriologischen Test sowie klinische Befunde einer behandlungsbedürftigen periimplantären Entzündung auf. Die untersuchten parodonto-pathogenen Keime zeigten Assoziationen untereinander und zu diversen anamnestischen Besonderheiten, nicht jedoch zu aktuellen klinischen Befunden. Die aus der Parodontologie bekannten Zusammenhänge zwischen pathogenen Keimen und Herz-Kreislaufkrankungen wurden auch für Implantatpatienten bestätigt.

KV35

Langzeitbelastung und Bruchfestigkeit von einteiligen Zirkoniumimplantaten:

Eine in-vitro Studie

J. Kilian, R. Kohal

Uniklinik Freiburg, Albert-Ludwigs-Universität

Einführung: Zirkoniumimplantate könnten eine Alternative zu Titanimplantaten darstellen. Obwohl Daten zur Frakturfestigkeit des ZrO₂ fehlen, werden diese Implantate allerdings klinisch schon angewendet. Das Ziel dieser Studie war es, die Frakturfestigkeit der Zirkoniumimplantate nach Kausimulation zu untersuchen.

Material und Methode: Es wurden 48 einteilige Zirkoniumimplantate Zit-Z (Ziterion®, Uffenheim, D) untersucht. Sie wurden aus yttria-stabilisiertem Zirkoniumdioxid (Y-TZP) hergestellt. 24 Implantate wurden mit Keramikkrone versorgt (m.K.; eMax Cad, IvoclarVivadent®, Schaan, L) und 24 Implantate blieben unversorgt (o.K.). Beide Gruppen wurden je nach Belastungsdauer zu jeweils 8 Prüfkörpern unterteilt: a) 8 Implantate ohne Belastung (OZ), b) 8 Implantate mit Belastung für 5 Mio. Kauzyklen (5Z) und c) 8 Implantate mit Belastung für 10 Mio. Kauzyklen (10Z). Die Implantate wurden mit einem Winkel von 135° zur Tischebene eingebettet. Die kaumaschinelle Testung (98 N) erfolgte in einem Kausimulator mit Thermocycling (Willytec, München, D). Alle Prüfkörper wurden anschließend dem statischen Frakturfestigkeitstest unterzogen. Die statistische Analyse wurde mithilfe eines linearen Modells durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt.

Ergebnisse: Die Überlebensrate der Implantate nach der kausimulativen Belastung lag bei 100%. Während der Kaubelastung über 10 Millionen Zyklen lösten sich 5 der 8 Kronen. Die mittleren Bruchfestigkeitswerte betragen: m.K.OZ: 1095,2 N; m.K.5Z: 1131,5 N; m.K.10Z: 1230,6 N; o.K.OZ: 1130,5 N; o.K.5Z: 1336,6 N; o.K.10Z: 1184,4 N. Bei der Auswertung zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen o.K.OZ und o.K.5Z ($p=0,030$), sowie zwischen den Gruppen m.K.5Z und o.K.5Z ($p=0,0191$).

Schlussfolgerung: Mit einer Frakturfestigkeit von mehr als 1000 N, können die verwendeten Implantate für den klinischen Gebrauch – was die Stabilität betrifft – empfohlen werden. Es zeigte sich, dass eine Festigkeitssteigerung der Implantate bei den nicht versorgten Implantaten eintrat. Auffällig war in der vorliegenden Untersuchung der Retentionsverlust der Kronen in der Gruppe mit 10 Millionen Kauzyklen.

KV36

Zweiteilige verschraubte Zirkonoxidimplantate im Dauerbelastungsversuch

M. Rosentritt

UKR Regensburg, Regensburg

Vollkeramische Implantate können gerade im Frontzahnbereich eine ästhetische Alternative zu herkömmlichen Titanimplantaten darstellen. Zirkonoxidkeramik besitzt aufgrund seiner hohen Festigkeit und Reißzähigkeit die Basis für eine derartige Anwendung. Bevor allerdings neue Werkstoffe oder Versorgungsvarianten aufwendig klinisch erprobt werden können, bietet sich die Untersuchung derartiger Versorgungsformen im *in vitro* Dauerbelastungsversuch an.

Ziel dieser Untersuchung war es daher, neu entwickelte, zweiteilige, verschraubbare Zirkonoxidimplantate auf deren Dauerfestigkeitsverhalten zu untersuchen. Hierzu wurden die experimentellen Implantate (Durchmesser 3,8 mm/4.1 mm/jeweils mit Originalabutment und 4.1 mm mit Ersatzabutment; $n=12$) unter einem Belastungswinkel von 45° zur Implantatachse auf ihre Dauerbelastbarkeit hin untersucht. In einem neu entwickelten kraftgesteuerten Materialprüfstand wurden die Implantate dabei im Wasserbad jeweils 1.000.000 Belastungszyklen mit steigender Kaukraft von 200N, 250N, 300N, 350N, 400N, 450N und 500N bis hin zum Versagen ausgesetzt. Während der Belastung wurden die Implantate visuell kontrolliert. Kam es zu Beschädigungen oder zum automatisch detektierten Bruch wurden die Implantate im Rasterelektronenmikroskop auf das Bruchmuster hin analysiert.

Bei den 3,8 mm Implantaten kam es bei je 50% der untersuchten Proben zum Versagen bei 300 N bzw. 350 N Belastung. Bei dem 4,1 mm Implantattyp versagten 25% der Prüfkörper bei 350 N und 75% bei 450 Dauerbelastung. Das Implantat 4,1 mm mit Ersatzabutment zeigte 25% Ausfall im Bereich von 500 N und 50% bei 450 N Belastung.

Die geforderten Festigkeiten für eine Anwendung im Frontzahnbereich von ca. 250–300 N wurden von den untersuchten Implantaten auch unter Dauerbelastung deutlich erfüllt. Ausgehend von einer statischen Belastbarkeit der Implantate von 468 ± 108 N (3,8 mm) und 688 ± 63 N (4,1 mm) erscheinen die gefundenen Dauerbelastungsgrenzen der untersuchten vollkeramischen Implantate für weitere Untersuchungen vielversprechend.

KV37

Biologische und technische Komplikationen bei Einzelzahnimplantaten im Molarenbereich

S. Rinke¹, M. Rödiger², P. Eickholz³, D. Ziebolz⁴

¹) Praxis Dr. Rinke & Kollegen

²) Abteilung Prothetik/Zentrum ZMK, Universitätsmedizin Göttingen

³) Poliklinik für Parodontologie, J.-W.-Goethe-Universität Frankfurt

⁴) Präventive Zahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Universitätsmedizin Göttingen

Ziel: der retrospektiven Querschnittsstudie war die Bestimmung der Prävalenzrate biologischer und technischer Komplikationen bei Einzelzahnimplantaten im Molarenbereich in einer privaten Praxis.

Material und Methode: Erfasst wurden die Daten von 65 Patienten (w: 34; m: 31; Alter bei Implantation: $52,2 \pm 10,7$ Jahre) die zwischen 01/2000 und 12/2006 mit insgesamt 113 Implantaten (Ankylos, Dentsply Friadent, Mannheim) und provisorisch zementierten metallkeramischen Kronen auf konfektionierten Titanabutments versorgt und jährlich nachuntersucht wurden (Beobachtungsdauer: $80,9 \pm 25$ Monate). Es wurde die zeitabhängige Überlebensrate (Kaplan-Meier) sowie die Häufigkeit prothetischer und biologischer Komplikationen (Abutmentfraktur (AF), Schraubenlockerungen (SL), Verblendkeramikfraktur(VF), Retentionsverlust (RV), Mukositis, Periimplantitis) berechnet.

Ergebnisse: Die Überlebensrate (in-situ-Kriterium) betrug 98,1 % nach 7 Jahren. Prothetische Komplikationen traten im gesamten Beobachtungszeitraum bei 24,7% der Restaurationen (0,064 Ereignisse pro Patient/Jahr) auf: RV n=15, VF n=10, SL n=3. Die patientenbezogene Prävalenzrate der Periimplantitis (Sondierungstiefe > 5mm, BOP/Pus, röntgenologischer Knochenabbau > 3 mm) lag in der Gesamtstichprobe bei 17% (Raucher: 30% Nichtraucher: 13,2%). Die implantatbezogene Mukositisrate (Sondierungstiefe > 4mm, BOP) betrug 44% (implantatbezogene Periimplantitisrate 16%). Die multivariate Analyse für die Zielvariable Periimplantitis ergab einen signifikanten Effekt der unabhängigen Variablen „Raucher“ (OR: 10,3) auf die Zielvariable „Periimplantitis“.

Schlussfolgerungen: Unter Berücksichtigung der berechneten Überlebens- und Komplikationsraten kann die Verwendung von Implantaten mit zementierten Einzelzahn-

restaurationen im Molarenbereich als zuverlässige Behandlungsoption in einer privaten Praxis eingestuft werden. Die provisorische Zementierung von Einzelkronen im Molarenbereich führt zumindest bei der Verwendung von konfektionierten Abutments zu einem erhöhten Risiko des Retentionsverlustes. Eine erhöhte Periimplantitisrate ist bei Rauchern zu erwarten.

KV38

Proliferation und fokale Adhäsion von Epithelzellen und Fibroblasten auf Titan- und ZrO₂-Oberflächen

D. Fontana¹, S. Ruppenthal¹, A. Knauber², P. Lipp¹, L. Kaestner³, F. Nothdurft²

¹) Institut für molekulare Zellbiologie, Universität des Saarlandes

²) Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universität des Saarlandes

³) Institut für molekulare Zellbiologie, Universität des Saarlandes

Ziel: Untersuchung des Proliferations- und Adhäsionsverhalten von Epithelzellen und Fibroblasten auf Oberflächen von TiAl6V4- und ZrO₂-Zylindern unterschiedlicher Oberflächenqualität (poliert, maschinert, gestrahlt).

Material/Methode: Die Zellen wurden auf runden Materialflächen ausgesät (1x1000 Zellen/Fläche) und an den Tagen 1, 3 u. 5 hinsichtlich Anzahl und Ausbildung fokaler Adhäsionspunkten untersucht. Die Ermittlung der Zellzahl erfolgte mittels DAPI-Färbung und Auszählung unter dem Konfokalmikroskop. Die Größe der Zellen, die Anzahl ihrer Ausläufer sowie deren Länge wurden lichtmikroskopisch untersucht. Zur Untersuchung der fok. Adhäsionskontakte wurde eine Immunfluoreszenzfärbung gegen Vinculin genutzt.

Ergebnisse: Die Zellzahllauf den verschiedenen Werkstoffen und Oberflächen unterschieden sich stets signifikant. Bei den Fibrobl. war die Anzahl der Zellen bis auf der pol. Titanoberfläche auf allen ZrO₂-Oberflächen höher. Bei den Epithelzellen zeigte sich auf der pol. und masch. ZrO₂-Oberfläche die höchste Anzahl, auf der gestrahlten Oberfläche war die Zellzahl dagegen beim Titan am höchsten. Auf der pol. ZrO₂-Oberfläche war die Zellfläche der Fibrobl. stets am größten. Die Flächen der Epithelzellen waren bei direktem Vergleich beider Werkstoffe auf der pol. Titanoberfläche am größten. In Bezug auf Zirkonoxid waren sie auf der masch. Oberfläche am größten. Bei den auf Titan ausgesäten Fibrobl. befand sich das Vinculin entweder am Zellrand oder in der ganzen Zelle verteilt. Bei Zirkonoxid befand sich das Vinculin auf der masch. und pol. Oberfläche prozentual meist am Zellrand. Bei den Epithelzellen war das Vinculin auf der gestrahlten Oberfläche des Titans und des Zirkonoxid an beiden Tagen nicht eindeutig zu erkennen. Auf masch. und pol. Zirkonoxid war es ebenfalls nicht eindeutig zu erkennen. Nur auf der masch. und zum Teil bei der pol. Titanoberfläche war es deutlich am Zellrand sichtbar oder in der ganzen Zelle verteilt.

Schlussfolgerung: Diese Ergebnisse zeigen, dass es möglicherweise günstig wäre, die Oberflächen von Titan- und ZrO₂-Abutments im Bereich des Saumeithels und des subepithelialen Bindegewebes unterschiedlich zu gestalten.

KV39

Chipping bei Multilayer-Prothesenzähnen aus Kunststoff – eine klinische Verlaufsstudie

G. Diedrichs, L. Miller, U. Stüttgen

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Veracia-Zähne (Fa. Shofu Inc., Japan) sind aktuelle Multilayer-Prothesenzähne mit einer Basis aus Acryl-Kunststoff, der die gleichen chemischen Eigenschaften wie konventionelle Prothesenkunststoffe aufweist. Der Dentinkern besteht aus dem speziell entwickelten Polymerwerkstoff „IHP“ – „Inter-Homogenes-Polymer“, einer Verbindung aus hochvernetzten Polymeren ohne Füllstoffe. Die Schmelzschicht der Veracia-Zähne ist ein hochvernetztes, nanogefülltes Komposit. Der Einsatz von Nanokomposit als Schmelzschicht soll den künstlichen Zähnen eine natürliche Ästhetik durch höhere Transluzenz und auch bessere Oberflächenqualität bieten. Multilayer Zähne weisen allerdings das Risiko der Abplatzung der oberflächlichen Schicht, ähnlich dem aus der Verblendtechnik bekannten Chipping auf, was zu unerwünschten Instandsetzungen und Unzufriedenheit auf Patientenseite führen kann. Solche Abplatzungen können bereits in der ersten Gebrauchsphase des Zahnersatzes oder schon bei der Bearbeitung im zahntechnischen Labor auftreten.

In einer klinischen Verlaufsbeobachtung an Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, bei denen Voll- und Teilprothesen mit Veracia Zähnen eingegliedert wurden, wurden die Prothesen nach der Anfertigung im zahntechnischen Labor sowie nach der Eingliederung dokumentiert, klinische Nachuntersuchungen folgten nach 3, 6 und 12 Monaten. Kaplan-Meier Analysen wurden berechnet, um die chippingfreie Überlebensrate der Prothesenzähne über eine Zeit von bis zu 14 Monaten in einer Gruppe von n= 50 Patienten festzustellen. Die Überlebenskurven beschreiben das Auftreten von Abplatzungen/Chippings (0/1) als Funktion der Zeit (Monate bis zum Auftreten) mit einer hohen Rate zensierter Fälle resp. eventfreier Patienten/Zähne (> 90 %).

Die Ergebnisse bezogen auf die Patienten/ Zähne weisen aus, dass die neuen Multilayer-Zähne im klinischen Einsatz sehr gute Ergebnisse zeigen und keine Bedenken vor einer erhöhten Anzahl Reparaturen bestehen müssen.

KV40

Geschraubte Kugelknopfanker für die Versorgung frakturierter Pfeilerzähne im Restgebiss

C. Wegner, J. Setz, J. Hey

Universitätspoliklinik für Zahnärztliche Prothetik,
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung: Die Häufigkeit der Fraktur eines Teleskopfeilers wird in der Literatur mit 1,4–15,9% angegeben. Verläuft die Frakturlinie nahe der Präparationsgrenze oder darunter, ist eine Rezentementierung des Innenteleskopes auch nach Stumpfaufbau nicht mehr möglich. Der Wurzelrest wird im Allgemeinen extrahiert. Alternativ kann ein konfektionierter Wurzelstift mit angefügtem Kugelknopfanker in die verbleibende Zahnwurzel geschraubt werden. Diese Behandlung ist schnell, einfach und preiswert durchführbar. Über die Prognose dieser Option gibt es bisher keine Daten.

Ziel der Untersuchung war die Erfolgswahrscheinlichkeit verschraubter Kugelknopfanker für die Behandlung frakturierter Teleskoppeiler zu evaluieren.

Material und Methoden: In den klinischen Kursen der Zahnersatzkunde an der MLU Halle-Wittenberg werden konfektionierte Kugelknopfanker (Dalbo®-Rotex®-Wurzelanker) seit 2003 verwendet. Ihre Indikation beschränkt sich auf frakturierte Zähne von Teleskopprothesen im reduzierten Restgebiss mit weniger als 4 Pfeilerzähnen. Das Einbringen der Kugelknopfanker erfolgte entsprechend den Herstellerangaben. Der Zahnersatz wurde nach der Pfeilerfraktur im Sinne einer Deckprothese umgearbeitet. Die Patienten wurden jährlich bis zu 6 Jahren nachuntersucht. Die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde mithilfe der Kaplan-Meier-Analyse berechnet.

Ergebnisse: Bei 22 Patienten (Alter $65,5 \pm 8,5$ Jahre) wurden 35 Kugelknopfanker inseriert. Diese konnten ohne Drop-out bis zu 6 Jahren nachuntersucht werden. Es wurden 2 Schneide-, 31 Eck- und 2 Prämolarenwurzeln versorgt. Davon gingen 9 aufgrund von biologischen und 4 aufgrund von mechanischen Komplikationen verloren. Resultierend aus den Verlusten ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von $56,9 \pm 3,7$ Monaten und eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $35,8 \pm 11,6\%$ nach 72 Monaten. Diskussion: Die Funktionsfähigkeit eines frakturierten Pfeilerzahn im reduzierten Restgebiss kann durch das Einschrauben eines Kugelknopfankers um ca. 56 Monate erhalten bleiben. Die Erfolgswahrscheinlichkeit nach 6 Jahren beträgt 36%. Um bei älteren Patienten den Übergang zur Zahnlosigkeit zu verzögern, ist der Einsatz geschraubter Anker eine sinnvolle Option.

KV41

Retrospektive Analyse implantatgetragener, stegretinierter Deckprothesen im zahnlosen Kiefer

H. Rasing¹, M. Rödiger¹, S. Rinke², N. Gersdorff¹

¹) Abt. Prothetik, Zentrum ZMK, Göttingen

²) Private Praxis, Hanau

Fragestellung: Implantatgetragene, stegretinierte Deckprothesen im zahnlosen Kiefer wurden hinsichtlich ihres klinischen Langzeitverhaltens untersucht. Als Zielparame- ter wurden Restaurations- und implantatbezogene Überlebensraten sowie die Prävalenz- raten technischer und biologischer Komplikationen bestimmt.

Material und Methode: Sechszunddreißig implantatgetragene Stegprothesen (12 im Ober-/24 im Unterkiefer) von 27 Patienten (16 weiblich/11 männlich; Durchschnitts- alter bei Implantation $58,5 \pm 8,5$ Jahre), die seit 1991 im Zentrum ZMK der Univer- sitätsmedizin Göttingen versorgt worden sind, wurden anhand der Behandlungs- dokumentation und aktueller Orthopantomogramm-Aufnahmen (nicht älter als 1 Jahr) nachuntersucht. Einschlusskriterium war eine mindestens jährlich erfolgte klinische Nachuntersuchung sowie eine minimal prothetische Funktionsperiode von 4 Jahren. Die nach-untersuchten Konstruktionen mit 161 Implantaten (Mittelwert: 4,5 Implan- tate/Kiefer) hatten eine mittlere klinische Beobachtungsdauer von $7,3 \pm 3,6$ Jahren. Ergebnisse: Zwei Implantate gingen verloren (1,2%), die Überlebensrate der Supra- konstruktion betrug 100%, durchschnittlich 0,2 Interventionen pro prothetischer Restauration/Jahr mussten zum Funktionserhalt vorgenommen werden. Die implantat- bezogene Periimplantitisrate betrug 12,4%, die patientenbezogene 37%.

Schlussfolgerung: Stegretinierte Deckprothesen zeigen eine hohe Überlebensrate der Suprakonstruktion und Implantate sowie eine konstant geringe prothetische Komplikationsrate. Demgegenüber zeigen biologische Komplikationen in Form von periimplantärem Knochenverlust hohe Prävalenzraten.

KV42

Mini Dental Implants zur Versorgung des zahnlosen Kiefers – Ergebnisse einer klinischen Studie.

T. Mundt¹, T. Stark², C. Schwahn¹, R. Biffar¹

¹⁾ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Greifswald

²⁾ Zahnarztpraxis

Einleitung: Einteilige dentale Implantate mit einem Durchmesser von < 3 mm zur Sofortversorgung von zahnlosen Kiefern habe viele Vorteile, da sie bei schmalen Kieferknochen eine schnelle, minimalinvasive und kostengünstige Alternative gegenüber konventionellen Implantaten darstellen. Die klinische Datenlage zu Mini-Implantaten ist unzureichend und heterogen. Unsere Studie untersucht die klinische Performance von Mini Dental Implants (MDI, 3M ESPE, Seefeld, Deutschland) zur Stabilisierung totaler Prothesen.

Methode: Ein unabhängiger Untersucher erhob die Daten aller verfügbaren Patienten mit mini-implantatgestützten totalen Prothesen in 8 Praxen mittels Anamnese, klinischen Befund und einer retrospektiven Karteanalyse. Zusätzlich wurde ein aktuelles Röntgenbild für den Vergleich mit der postoperativen Situation erstellt. Mit dem STATA-Software Package wurde eine Kaplan-Meier Analyse für das Implantatüberleben und eine Cox-Regressionsanalyse zur Ermittlung von Einflussfaktoren auf die Überlebensrate berechnet.

Ergebnisse: Bei 97 Patienten (62 Frauen) mit einem durchschnittlichen Alter von 71 Jahren (48–100 Jahre) wurden bisher 46 Oberkiefer mit 290 Implantaten (Mittel 6,3 Implantate/Kiefer, davon $> 95\%$ mit 2,4 mm Durchmesser) und 66 Unterkiefer mit 284 Implantaten (4,3 Implantate/Kiefer, davon $> 90\%$ mit 1,8 mm Durchmesser) im Mittel 28,5 (10–59) Monate beobachtet. Im Oberkiefer gingen 15 Implantate (4-Jahre-Überleben: 93,5%) und im Unterkiefer 6 Implantate (4-Jahre-Überleben: 97,1%) verloren. Als mögliche Risikofaktoren wurden neben dem Oberkiefer eine posteriore Position und das Rauchen ermittelt. Im Beobachtungszeitraum war keine Neuanfertigung der kugelankerretenierten Suprakonstruktion notwendig, die Nachsorge beschränkte sich auf den Austausch von Kunststoffmatrizen ($n=14$), Unterfütterungen ($n=30$) und einfache Prothesenreparaturen ($n=30$). Ca. 87% der Patienten gaben an, dass sich durch die Implantatversorgung ihre Lebensqualität entscheidend verbessert hat.

Schlussfolgerung: Mini Dental Implants zur Stabilisierung totaler Prothesen könnten eine Alternative für Implantate mit „regulärem“ Durchmesser ($> 3,3$ mm) sein.

Posterpräsentationen

P1

Reproduzierbarkeit von Passgenauigkeitsuntersuchungen

K. Erdelt, S. Esters, M. Reitmeir, H. Bauer, F. Beuer

Zahnärztliche Prothetik, LMU München

Einleitung: Für eine festsitzende prothetische Versorgung ist die Passgenauigkeit der Restauration die Grundlage einer erfolgreichen Behandlung. Die Kenntnis des Randspalts ist für die Vergleichbarkeit bei unterschiedlichen Herstellungsverfahren von besonderer Bedeutung. Um die Passgenauigkeit von Fertigungsverfahren zu ermitteln, wird die Dünnschlifftechnik in der Zahnmedizin verwendet. Ziel dieser In-vitro-Untersuchung war es, den Einfluss eines Prüfers auf den Fehler einer Passgenauigkeitsuntersuchung zu ermitteln.

Material und Methode: Nach der Herstellung eines Meistermodells, wurde mit einem CAD/CAM-System eine Krone hergestellt, diese auf einen Gipsstumpf zementiert, eingebettet und in orovestibulärer und in mesiodistaler Richtung durchtrennt. Die Schnitte wurden fotografiert und mit Photoshop zusammengefügt. Die Randspaltbilder wurden in das Bildverarbeitungsprogramm Optimas importiert und der Spalt mit einem speziellen Softwaremodul vermessen. Die Schnittbilder wurden in vier Klassen unterteilt, wobei Typ I–III die innere Passgenauigkeit und Typ IV die Messwerte am marginalen Randspalt beschreiben. Die Messungen wurden 10 x mal wiederholt und anschließend in ein Statistikprogramm (SPSS 19.0) zur Auswertung exportiert.

Ergebnisse: Durch die statistische Analyse der Randspaltdicken konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden. Der systemische Fehler im marginalen Randspaltbereich (Typ IV), welcher für die Passung von besonderer Bedeutung ist, lag bei $2,6 \mu\text{m}$. Die innere Passgenauigkeit der Typen I–III zeigt einen systematischen Fehler bei Typ I von $3,7 \mu\text{m}$, bei Typ II von $2,8 \mu\text{m}$ und bei Typ III von $2,1 \mu\text{m}$. Bei der Bestimmung des systematischen Fehlers aller Typklassen wurde ein Wert von $2,8 \mu\text{m}$ berechnet.

Schlussfolgerung: Bei einem Prüfer ist der systematische Fehler sehr gering, was die Aussagequalität von Zementspaltuntersuchungen erhöht. Gerade in den kritischen Randspaltbereichen führt die Kenntnis des systematischen Fehlers zur qualitativen Verbesserung der Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Randspaltmessungen.

P2

Interne Passgenauigkeit von Zirkondioxidkronengerüsten in Abhängigkeit der verwendeten Gipsorte

K. M. Lehmann, C. Macher, C. Igiel, S. Wentaschek, M. Sattari-Azar, H. Dietrich,
H. Scheller

Poliklinik für Prothetik, Mainz

Ziel der Untersuchung: Das Ziel dieser Untersuchung war die Evaluation der internen Passgenauigkeit von Zirkondioxid-Kronengerüsten auf nach Dublierung eines Urstumpfes hergestellten Gipsstümpfen und auf dem verwendeten Urstumpf.

Methode: Als Urmodell diente ein präparierter Frasacozahn, der mittels eines Dupliersilikons abgeformt worden war. Anschließend wurden unter Verwendung der Dublierabformung Gipsstümpfe aus drei unterschiedlichen Gipsmaterialien (1 – Implant Rock,

2 – Picodent camtec Rock, 3 – Esthetic base gold) hergestellt. Mit der InLab Scan Einheit des CEREC Systems wurden die Modellstümpfe optisch abgetastet. Danach wurden mit einer Schleifeinheit InLab MC XL aus Zirkondioxid-Rohlingen Kronengerüste auf den Gipsstümpfen hergestellt. Anschließend wurden Kappchen aus einem dünnfließenden Silikon, welche mehrfach in mesio-distaler und vestibulo-orale Richtung geschnitten wurden, durch Aufsetzen der Kronengerüste auf den Urstumpf und durch Aufsetzen auf die Gipsstümpfe hergestellt. Im Anschluss wurden lichtmikroskopisch die Stärken der Silikonkappchen an definierten Stellen ermittelt. Zur statistischen Auswertung wurde eine einfaktorische Varianzanalyse mit Bonferroni-Korrektur (= 0,0167) durchgeführt.

Ergebnisse: Dabei ergaben sich in Abhängigkeit der Stumpfsituation (Urstumpf (a) oder Gipsstumpf (b)) und der Gipsmaterialien (1–3) folgende mittleren internen Spaltwerte:

(1)(a)106 μm (\pm 54 μm),(b)97 μm (\pm 62 μm);

(2)(a)102 μm (\pm 53 μm),(b)89 μm (\pm 47 μm);

(3)(a)109 μm (\pm 67 μm),(b)102 μm (\pm 66 μm).

Hierbei waren die internen Spaltwerte der Kronengerüste zwischen den beiden Stumpfsituationen bei jedem Gipsmaterial signifikant unterschiedlich ($p < 0,001$). Darüber hinaus unterschieden sich die internen Spaltwerte der Kronengerüste zwischen den Stümpfen, die aus unterschiedlichen Gipsmaterialien hergestellt worden waren, signifikant voneinander ($p < 0,001$), wobei sich im Hinblick auf die interne Passgenauigkeit auf dem Urstumpf nur zwischen den Kronengerüsten, die unter Verwendung der Gipsmaterialien 1 und 2 hergestellt worden waren, signifikante Unterschiede ergaben. Schlussfolgerung: Die hergestellten Kronengerüste aus Zirkondioxid weisen eine höhere interne Passgenauigkeit auf den Gipsstümpfen als auf dem Urstumpf auf. Weiterhin kann das Material, welches zur Herstellung von Gipsstümpfen verwendet wird, einen Einfluss auf die interne Passgenauigkeit von Kronengerüsten aus Zirkondioxid haben.

P3

Einfluss unterschiedlicher Prüfer auf den systematischen Fehler bei der Passgenauigkeitsuntersuchung

K. Erdelt, D. Bäumer, M. Negrin, J. Schönberger, A. Saeidi Pour, F. Beuer
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München

Einleitung: Ein wichtiger Faktor für die Erfolgsrate festsitzender prothetischer Versorgungen ist die Passgenauigkeit an der Präparationsgrenze sowie an den axialen und okklusalen Flächen. Neben der Methode nach Reich und dem Mikro-CT wird zur Vermessung des Zementspaltes die Dünnschlifftechnik verwendet. Da die Festlegung der Zementschicht visuell-manuell erfolgt, kann es zwischen verschiedenen Untersuchern zu Abweichungen kommen. Ziel dieser In-vitro-Untersuchung ist es, den Einfluss von unterschiedlichen Prüfern auf den systematischen Fehler von Passgenauigkeitsuntersuchungen zu ermitteln.

Material und Methode: Nach Präparation, Abformung und Herstellung eines Meistermodells wurde eine CAD/CAM-gefertigte Krone auf einen Gipsstumpf zementiert und in Superhartgips eingebettet. Durch Schnitte in oro-vestibulärer und mesio-distaler Richtung wurden Proben hergestellt. Die vier entstandenen Schnittflächen wurden bei 5-facher Vergrößerung lichtmikroskopisch fotografiert und die korrespondierenden Aufnahmen nach dem Zusammenfügen per Matching in das Bildverarbeitungsprogramm

Optimas importiert. Die Zementspaltbreite wurde mit einem speziell entwickelten Softwaremodul bei 100-facher Vergrößerung durch acht Prüfer vermessen. Der Messbereich wurde in vier Klassen unterteilt: Typ I, II und III beschreiben die Passung im axialen und okklusalen Bereich, Typ IV die Passung am marginalen Randspalt. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung der gewonnenen Daten mit SPSS. Ergebnisse: Die statistische Analyse ergab einen systematischen Fehler von $13,1 \mu\text{m}$ am marginalen Spalt (Typ IV), $16,9 \mu\text{m}$ an der Hohlkehle (Typ I), $11,3 \mu\text{m}$ an der axialen Wand (Typ II) und $8,9 \mu\text{m}$ im okklusalen Bereich (Typ III). Bei der Bestimmung des methodischen Fehlers über alle Typklassen wurde ein Wert von $13 \mu\text{m}$ berechnet. Schlussfolgerung: Bei einer Zementspaltuntersuchung ist zusätzlich zum Fehler des einzelnen Untersuchers die Abweichung zwischen mehreren Prüfern zu beachten, welche beispielsweise bei multizentrischen Studien auftreten kann. Die Kenntnis dieses systematischen Fehlers erhöht die qualitative Aussagekraft von Passgenauigkeitsuntersuchungen.

P4

Reliabilität einer computergestützten Analyse zur Weichgewebsvermessung zu verschiedenen Zeitpunkten

H. Rudolph, T. Martin, M. Hrusa, B. A. Just, R. G. Luthardt
Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Ulm

Einführung: Durch die wachsende Bedeutung der Rot-Weiss-Ästhetik in der prothetischen Zahnheilkunde entsteht der Bedarf für eine Methode zur objektiven Erfassung und Beurteilung. Eine dazu entwickelte dreidimensionale computergestützte Analyse für die Vermessung des Weichgewebes zu unterschiedlichen Zeitpunkten sollte hinsichtlich ihrer Reliabilität überprüft werden.

Material und Methode: Sägeschnittmodelle von 20 Probanden wurden anhand von Abformungen, nach Weichgewebsmanagement an der palatinalen Seite der Zähne 14/15 oder 24/25, hergestellt. Die Zähne des jeweils kontralateralen Quadranten dienten als Kontrolle. Nach der Digitalisierung (digiSCAN, AmannGirrbach, Pforzheim) der Anfangs- und Folgemodelle wurden die Datensätze an einer konstruierten Okklusalebene ausgerichtet. Hart- und Weichgewebsreferenzpunkte wurden an Höckerspitzen, Randleiste, Interdentalpapillen und in der Mitte der marginalen Gingiva konstruiert. Die Distanz zwischen den Punkten der Folgemodelle zu denen der Anfangsmodelle wurde berechnet (geomagic studio and qualify 9.0, geomagic Inc., USA). Da die distale Interdentalpapille der ersten Prämolaren mit der mesialen Papille der jeweils benachbarten zweiten Prämolaren identisch ist, konnten diese Messwerte zur Prüfung der Reliabilität herangezogen werden. Die statistische Analyse erfolgte auf einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ (SPSS Inc., USA).

Ergebnisse: Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messungen der Interdentalpapillen der ersten (distal) und zweiten (mesial) Prämolaren festgestellt. Der Mittelwert für 14/24 betrug $0,0164 \text{ mm}$ (SD $0,0287$, 95% CI: $0,0731-0,0404$) und $0,0074 \text{ mm}$ (SD $0,0333$, 95% CI: $0,0733-0,0585$) für 15/25.

Schlussfolgerung: Die entwickelte Methode erwies sich als reliable für die Erfassung der Weichgewebskontur. Einmal konstruiert, können dieselben Hartgewebsreferenzpunkte

für die Berechnung von Unterschieden zum Weichgewebe, das zu beliebigen Zeitpunkten mit einer Abformung erfasst wurde, verwendet werden. Die Orientierung an der Okklusalebene minimiert dabei Fehler in der Differenzberechnung. Die Analyse kann Veränderungen des Weichgewebes über die Zeit in einem klinisch relevanten Bereich erfassen.

P5

Farbestimmung an verschiedenen Restaurationsmaterialien unter Nutzung einer Tageslichtquelle

V. Tsita, C. Arnold, S. Mansour, J. Setz, A. Boeckler

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung: Die konventionelle Zahnfarbestimmung wird von vielfältigen Faktoren, wie Beleuchtung, Kleidung und Hintergrund beeinflusst. Trotz der Möglichkeit des Einsatzes von elektronischen Farbmessgeräten wird in der Praxis die Zahnfarbestimmung regelmäßig mittels konventioneller Farbringsystemen durchgeführt. Zur Optimierung und Standardisierung werden spezielle Lichtquellen angeboten. Ziel dieser Studie ist die Überprüfung des möglichen Einflusses einer Lichtquelle auf die dentale Farbestimmung.

Material und Methode: Es wurden 8 Kronen, aus Keramik- (IPS e.max Press HT, Ivoclar Vivadent, Schaan, FL), Kunststoff- (SR Adoro, Ivoclar Vivadent), Metall- mit Kunststoff- und Metallkronen mit Keramikverblendung hergestellt. Die Farben an den Kronen wurden als Referenzwerte mit dem digitalen Farbmessgerät Vita Easy-Shade verifiziert. Zahnärzte [ZÄ], Zahntechniker [ZT], Zahnarthelfer [ZH] und Studenten [ST] (n=4x14) führten unter standardisierten Bedingungen Farbestimmungen an den Kronen durch. Dabei erfolgten die Messungen zeitversetzt mit dem Vita Classical[VC] und dem Vitapan 3D-Master[V3D] Farbskalen mit und ohne Tageslichtquelle (Optilume Trueshade LTD[OT], Optident; Normlichtart D65 nach DIN 5033, Farbtemperatur 5500 Kelvin, Beleuchtungsstärke 1000–2000 Lux).

Ergebnisse: Bei der Farbestimmung ohne OT ermittelten 48,9% der Probanden die korrekten Farben. Bei der Farbestimmung mit OT fanden 57,3% aller Probanden die richtigen Zahnfarben. Auch bei beiden Farbringsysteme führte die Verwendung von OT zu einer Verbesserung der Qualität (VC 44,4%/VC+OT 57,1%; V3D 52,8%/V3D+OT 57,7%). Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Probanden zeigte bei der Verwendung von OT auch hier eine Verbesserung der Farbestimmungsgenauigkeit (ZÄ 66,5%/ ZÄ+OT 68,3%; ZT 39,7%/ZT+OT 52,2%; ST 47,3%/ST+OT 60,7%; ZH 41,1%/ZH+OT 48,7%)

Schlussfolgerung: Zur Standardisierung der Lichtverhältnisse stehen künstliche Lichtquellen zur Verfügung. In der vorliegenden Studie führte der Einsatz einer solchen Lichtquelle zu einer generellen Qualitätsverbesserung der konventionellen Zahnfarbestimmung. Die Nutzung erscheint somit empfehlenswert.

Transluzenz und Korngröße von eingefärbten und nicht eingefärbten Zirkonoxid-Qualitäten

B. Stawarczyk, F. Beuer¹, A. Ender², A. Trottmann³, B. Sener², M. Roos⁴, C. Hämmerle³

¹) Zahnärztliche Prothetik der LMU München, Universität München

²) Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariolog, Universität Zürich

³) Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und z, Universität Zürich

⁴) Biostatistik, Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Zürich

Für das ästhetische Erscheinungsbild vollanatomischer Zirkonoxid-Rekonstruktionen spielt die Transluzenz des Materials eine entscheidende Rolle. Diese Studie prüft die Transluzenz von 12 verschiedenen Zirkonoxid-Qualitäten im nicht eingefärbten und eingefärbten Zustand. Zusätzlich wird die Korrelation zwischen der Korngrösse und der Transluzenz untersucht.

Es wurden jeweils 12 uneingefärbte und 12 eingefärbte Prüfkörper folgender Zirkonoxid-Materialien mit der Dicke 0.5 ± 0.025 mm hergestellt und bis $3 \mu\text{m}$ hochglanz poliert: a) CZ: Ceramill Zi, b) VI: VITA InCeram YZ, c) CC: Cercon ZR, d) GC: GC ZR Disc CIP, e) PR: Prettau, f) IZ: ICE Zirkon, g) IC: InCoris ZI FO.5, h) LZ: LAVA Zirkon, i) ZE: ZENO Zr Bridges, j) CY: Copran YZ, k) DD: DD BioZWiso, l) ELS experimentelle lasergesintertes Zirkonoxid (nur im uneingefärbten Zustand) und m) GC (Kontrollgruppe): Glaskeramik VITA Mark II. Bei jeweils 10 eingefärbten und nicht eingefärbten Proben pro Gruppe wurde die Transluzenz mittels eines Spektrophotometers nach ISO 2471:2008 gemessen. Die restlichen Prüfkörper ($n=2$ pro Gruppe) wurden mittels Rasterelektronenaufnahmen auf die Korngrösse geprüft. Die ermittelten Werte wurden mittels 2- und 1-way ANOVA mit Scheffé-Test und einem t-Test für zwei unabhängige Stichproben ausgewertet ($p < 0.05$).

Die signifikant höchste Transluzenz wurde für die Kontrollgruppe Glaskeramik gemessen. Innerhalb der nicht eingefärbten Gruppen erreichte die höchste Opazität die CC Gruppe, gefolgt von ELS. Die höchste Transluzenz wurde dagegen bei den Gruppen LZ und PR erreicht. Bei den eingefärbten Zirkonoxid-Gruppen zeigte ZE die höchste Opazität gefolgt von VI und CC während die signifikant höchste Transluzenz für die Gruppe PR und DD gemessen wurde. Mit Ausnahme von der Gruppe DD, wurden bei allen eingefärbten Gruppen höhere Opazitäten gemessen als bei nicht eingefärbten Zirkonoxid. Die grössten Körner im Gefüge wurden bei PR und GC beobachtet, die kleinsten bei CC und ELS. Obwohl CC und ELS die kleinste Korngrösse und die höchste Opazität aufwies, wurden nicht bei allen Gruppen eine eindeutige Korrelation zwischen der Korngrösse und die Transluzenz beobachtet.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass die Korngrösse nicht eindeutig für die Transluzenz des Zirkonoxides verantwortlich ist. Das Einfärben von Zirkonoxid führt zu einer höheren Opazität.

P7

Rautiefe nach Korundstrahlung in Abhängigkeit verschiedener Parameter

M. Steiner, M. Kern

Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde, CAU Kiel

Fragestellung: Untersucht wurde die Oberflächenrauheit mechanisch konditionierter dentaler Werkstoffe in Abhängigkeit von Strahlendruck, Strahlgutgröße und Strahlabstand. Material und Methode: Aus 8 Materialien (L: IPS e.max Press; Z: IPS e.max ZirCad (Ivoclar-Vivadent); W: WirobondC+ (BeGo); P: Protor3; E: EstheticorPal; A: PEKKtone A; K: PEKKtone C (Cendres-Métaux SA); F: PEEK-Optima (Invibio)) wurden jeweils 10 Plättchen mit polierter Oberfläche von mind. 8mm Durchmesser und 2mm Stärke hergestellt. Der Griffel einer Strahlkabine (P-G400, Harnisch+Rieth, Winterbach) wurde in einem schwenkbaren Halter eingespannt, die Prüfkörper rechtwinklig darunter plaziert. Konditioniert wurde jeweils 10s bei Strahlmenge 6 mit insgesamt 8 Variationen des Strahlendrucks (1,5/2,5bar), Abstands (5/15mm) und Strahlkorngröße (50/100 μ m). Nach Konditionierung wurde mit konfokaler Laserrastermikroskopie (μ scan, NanoFocus, Oberhausen) die Oberflächenrauheit Rz in der Strahlspur bestimmt. Alle Daten wurden grafisch aufbereitet und mit univariater Varianzanalyse statistisch verglichen ($\alpha=0,05$).

Ergebnisse: Die größeren Strahlkörner erzeugten immer eine größere Oberflächenrauheit (100 μ m:14–22 μ m/50 μ m:4–13 μ m; $p=0,0001$ für alle Gruppen). Veränderter Strahlendruck zeigte nur bei 2 Materialien einen signifikanten Einfluss (Z: $p=0,014$; W: $p=0,026$, Rest: $p=0,089–0,249$). Unterschiedlicher Strahlabstand hat keinen Einfluss ($p=0,169–0,820$). Bei gleichen Parametern zeigt Gruppe Z (ZrO2) signifikant die niedrigsten Rz-Werte, F(PEEK faserverstärkt) teilweise signifikant die höchsten.

Schlussfolgerungen: Die Oberflächenrauheit wird hauptsächlich durch die Strahlkorngröße und das Material selbst beeinflusst. Strahlendruck und -abstand haben im Rahmen des üblichen Einstellbereichs untergeordneten bis gar keinen signifikanten Einfluss. Zur Vermeidung von unnötiger Erosion und Oberflächenschäden sollte also ein möglichst niedriger Strahlendruck gewählt werden. Der Anwender kann den Strahlabstand variieren, ohne die Oberflächenrauheit signifikant zu beeinflussen. Weiterführende Messungen bezüglich der absoluten Erosions-Tiefe, sowie der Ermittlung eines spezifischen minimalen Strahlendrucks sind empfehlenswert.

P8

Viscoelastic properties of current type 3 PVS impression materials at various temperatures

H. Lee¹, M. Kim¹, S. Oh¹, Y. Woo², J. Geis-Gerstorf³

¹ Sanbon Dental Hospital, Wonkwang University, Korea

² Kyung Hee Dental Hospital, Kyung Hee University, Korea

³ Sektion MWT, ZZMK, UKT, Eberhard-Karls University Tübingen

Introduction: The fluidity is required for the exact duplication, when low-viscosity elastomeric impression materials are clinically used. Rheological test is useful to investigate the viscoelasticity of impression materials; however, most of investigations were performed at one temperature. The aim of this in-vitro study is to evaluate viscoelastic

properties of type 3 PVS impression materials at various temperatures during setting. Methods: Four kinds of type 3 PVS impression materials were investigated. The storage modulus (G') and the loss tangent ($\tan\delta$) were measured from 30 seconds after mixing for 60 seconds at 25°C; after that for 300 seconds at 35°C, using universal dynamic spectrometer (AR 1500, TA Instruments, USA). Viscoelastic properties were evaluated by means (standard deviations) of G' and $\tan\delta$; from 5 repeats. Individual changes during the setting time were evaluated.

Results: At the early stage of setting, the increase of solid-like behaviour (G') showed linear changes; on the other hand, some materials has shown the sigmoid curves around their setting time after mixing. The changes of G' values differed among all materials during setting. The values of G' were evaluated at the end of working time and setting time.

Conclusion: Within the limitation of this study, current type 3 PVS impression materials have different viscoelastic properties, and each material has shown specific viscoelastic changes at various temperatures. Due to this observed differences of G' and $\tan\delta$ values, viscoelastic characters should be taken into account.

P9

Oberflächeneigenschaften von neuen Prothesenbasiskunststoffen

D. Müller, S. Rues, M. Schmitter, P. Rammelsberg

Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Heidelberg

Fragestellung: Ziel der In-vitro Untersuchung war die Erfassung der Oberflächenqualität für zwei neue Hybrid-Polymere (IvoBase Hybrid und High Impact), die die Eigenschaften von Heiß- und Kaltpolymerisat vereinen.

Material und Methode: Eine hochglanzpolierte Messingplatte wurde mit 5 Messstrecken (durch Bohrungen markiert) hergestellt und deren Rauigkeit ermittelt. Die Platte wurde mit jedem Material (M1 bis M6) 10-mal nach Herstellerangaben reproduziert und die Oberflächenrauigkeit (Mar Surf Perthometer M2, Mahr, Göttingen, Deutschland) zunächst nach 24 Stunden Wasserlagerung und anschließend nach 7 Tagen Trockenlagerung bestimmt.

M1: IvoBase Hybrid / IvoBase-Injektor

M2: IvoBase High Impact / IvoBase-Injektor

M3: IvoCap High Impact / IvoBase-Injektor

M4: PalaXpress Ultra / PalaPress-System

M5: Futura Gen / Futura-Jet-Unipress-System

M6: ProBaseCold / Gießverfahren

(M1–M3, M6: Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, M4: Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland, M5: Schütz Dental, Rosbach Deutschland).

Ergebnisse: Die Ra-Werte für die beiden neuen Hybrid-Polymere lagen zwischen 0,5 bis 1,5 μm und waren vergleichbar mit den anderen Injektionssystemen. Im Gegensatz dazu wiesen die Platten, die mit dem konventionellen Gießverfahren hergestellt wurden, rauere Oberflächen ($Ra > 2,0 \mu\text{m}$) auf. Die Wasser- bzw. Trockenlagerung der Platten hatte nur wenig Einfluss auf die Oberflächenrauigkeit.

Schlussfolgerung: Die beiden neuen Prothesenbasismaterialien zeigten ähnliche Ergebnisse wie die anderen Injektionssysteme. Das Gießverfahren wies mit Abstand die schlechteste Oberflächenqualität auf.

Hinweis: Diese Studie wurde zum Teil von der Firma Ivoclar Vivadent AG unterstützt.

P10

In vitro evaluation of bonding strength of veneering ceramics to zirconia copings

Yu-sung Choi^{a*}, Sung-hun Kim^{b*}

^a Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

^b Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, 275-1, Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul, Republic of Korea

Objectives: With this in vitro study the bonding strength of zirconia-based crown copings being veneered with a CAD/CAM generated high-strength ceramic cap by sintering is compared with anatomically identical zirconia-based crowns, which were either heat-pressed or veneered by the layering technique for completion.

Materials and Methods: A 1.2mm, 360° chamfer preparation was performed on a first mandibular molar and 36 model dies was fabricated in a titanium alloy. A sample of 36 zirconia copings was produced and divided into three groups. In the first group (LT) zirconia copings received conventional veneering in layering technique, in the second group the veneering porcelain was heat-pressed the zirconia coping (HT), and for the third group (ST) a CAD/CAM-fabricated high-strength anatomically shaped veneering cap was sintered onto the zirconia coping. All crowns were cemented conventionally onto their dies and tested in the universal testing machine until clinical failure. The fracture load data were compared by a one-way analysis of variance and a multiple comparison posthoc test (< 0.05). Scanning electron microscope pictures have used to show a sound bond between the connector material, internal framework material and external veneer cap.

Results: Specimens from group LT showed a mean (S.D.) fracture load of 1860.39 (1238.72) N, group HT 5277.73 (1181.11) N and group ST 4284.67 (2257.42) N. The difference between groups LT and HT/ST were statistically significant ($P < 0.001$).

Conclusion: The new CAD/CAM-fabricated bilayered restorations (ST) and heat-pressed techniques (HT) were superior to the conventional layering techniques (LT) in terms of fracture load and offer the possibility to produce cost-effective crowns and fixed partial dentures with a potential lower risk of chippings.

P11

Vergleichende Untersuchungen von mit additiv und subtraktiv Verfahren hergestellten EMF-Restauration

R. Strietzel

BEGO Bremer Goldschklägerei GmbH CoKG

Neben den konventionellen Gießverfahren gibt es diverse CAD/CAM-Produktionsverfahren für EMF-Legierungen. Diese lassen sich in additive und subtraktive Verfahren unterteilen. Neben wirtschaftlichen Erwägungen stellt sich natürlich die Frage nach werkstoffkundlichen Unterschieden. Die Passung gefräster Restaurationen ist sicherlich durch kaum ein anderes Verfahren zu erreichen. Bei den mechanischen Eigenschaften kommt es auf die Herstellung des zahntechnischen Halbzeugs an. Die Gießzylinder und einige Frässscheiben werden gusstechnisch hergestellt. Für die SLM-Fertigung und für einige Fräsplatten werden die Halbzeuge pulvermetallurgisch hergestellt. Es gibt große Unterschiede in den physikalischen und chemischen Eigenschaften unabhängig von der Zusammensetzung.

Aus pulvermetallurgischen Halbzeugen hergestellten Restaurationen sind in der Regel deutlich fester, besonders die 0,2 % Dehngrenze und die Zugfestigkeit (Zugversuch gemäß ISO 22674) sind stark erhöht. Dies gilt auch für identische Zusammensetzungen. Daher muss bei einem Vergleich z. B. von gefrästen Objekten nicht nur auf die Zusammensetzung sondern auch darauf geachtet werden, wie die Scheiben hergestellt worden sind. Die meist teureren pulvermetallurgisch hergestellten Scheiben zeigen hier deutlich höhere Festigkeiten. Auch die Korrosionsraten (gemäß ISO 10271) von gegossenen Cobalt-Chrom-Legierungen (ca. $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ in 7 Tagen) betragen ca. das Sechsfache von SLM-Prüfkörpern (ca. $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ in 7 Tagen). Prinzipiell lässt sich dies auch auf die Frässscheiben übertragen.

Moderne Fertigungsverfahren können ein und dasselbe Material indikationsgerecht mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren verarbeiten. So ist das SLM-Verfahren sehr preisgünstig und für keramisch zu verblende Gerüste gut geeignet. Wird hingegen eine hohe Präzision benötigt, z. B. für Abutments, ist das Fräsen das geeignete Verfahren. Allerdings muss hier das Herstellungsverfahren der Fräsblanks beachtet werden, da es hier massive Unterschiede gibt.

P12

Numerische Knochenumbausimulation unter Berücksichtigung der interzellulären Osteozytenkommunikation

D. Parkot, M. Duffy, H. Fischer

Zahnärztliche Werkstoffkunde und Biomaterialforschung,
Universitätsklinikum RWTH Aachen

Zielsetzung: Während der gesamten Lebensspanne vollzieht das Knochengewebe eine dynamische Anpassung der mechanischen Eigenschaften und der Morphologie an externe Belastungen. Krankheitsbedingte Störungen, Traumata und operative Eingriffe (Implantatinsertion u. a.) können Umbauprozessen induzieren, zu deren simulativen Abschätzung komplexe Algorithmen entwickelt wurden, die außer mechanischen Belastungen im Sinne des Wolffschen Gesetzes, erstmalig in einem Simulationstool die

den Knochenumbau maßgeblich beeinflussende interzelluläre Kommunikation als Regulatoriv berücksichtigen.

Material und Methode: Es wurde eine Umgebung zur Simulation lokaler Umbauprozesse entwickelt, die mittels der Finite-Elemente-Methode die Deformationsenergie als Trigger berechnet. Zusätzlich wurde ein Kommunikationsnetzwerk von Osteozyten aufgeprägt. Die Signalstärke hängt vom mechanischen Stimulus, der Zellvitalität, möglichen Kommunikationswegen und weiteren biochemischen Faktoren ab. Das an der Oberfläche lokal akkumulierte Signal regelt die Aktivität der Osteoklasten und Osteoblasten und somit die Umstrukturierung der Knochensubstanz.

Ergebnisse: Simuliert wurden unterschiedliche Konfigurationen trabekulärer Strukturen unter variiertter Belastung. Die resultierenden Strukturen zeigten die erwartete Ausrichtung der Trabekel entlang der Kraftlinien. Es konnte eine Zunahme der Knochensubstanz im Fall einer maßvollen Über- und eine Reduktion im Fall einer Unterbelastung beobachtet werden. Bei physiologischer Belastung blieb die Gesamtmasse konsistent erhalten und nur eine Umstrukturierung der Trabekel war erkennbar.

Diskussion: Durch die Berücksichtigung der interzellulären Kommunikation kann der Einfluss biochemischer Faktoren und mechanischer Defekte, wie Mikrofrakturen beschrieben werden. Das Modell beschreibt qualitativ bereits sehr gut die resultierende Knochenstruktur, eine Kalibrierung und quantitative Verifizierung ist Gegenstand weiterer Arbeiten. In einer Ausbaustufe könnte es nicht nur dazu genutzt werden, Umbauvorgänge nach Implantat- oder Knochenersatzinsertion zu simulieren, sondern z. B. auch pathologische Effekte wie osteoporotische Veränderungen nachzustellen.

P13

Vorläufiger Bericht über Veränderungen nach Weichgewebsmanagement: 1-Jahres Ergebnisse

T. Martin¹, H. Rudolph¹, H. Michael², B. Just³, R. G. Luthardt¹

¹ Klinik für zahnärztliche Prothetik, Ulm

² ZA Axel Roos

³ VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG

Einführung: Bei zahnärztlichen Abformungen ist die exakte Darstellung der Präparationsgrenze von Bedeutung. In einer klinischen Studie wurden zwei Verfahren miteinander verglichen und die entstandene Gingivarezession anhand einer dreidimensionalen Analyse von Gipsmodellen vermessen.

Methode: Das Cross-Over-Studiendesign sah nach 6 Monaten einen Wechsel des Quadranten und Erzeugung einer artifiziellen Gingivitis vor. Von 20 Probanden wurden, nach Intervention im palatinalen Sulkus der oberen Prämolaren mit (1) der Doppelfadentechnik (roeko Retracto, impregnated, Größe 1&2, Coltène/Whaledent, CH) oder (2) einer aluminiumchloridhaltigen Paste (Expasyl, PierreRolland, F), Gipsmodelle hergestellt. Die Prämolaren der kontralateralen Seite dienten als Kontrolle. Die Abformung erfolgte jeweils vor Intervention (Referenz), nach drei und nach sechs Monaten (Follow-up). Nach der Digitalisierung (digiSCAN, AmannGirrbach, Pforzheim), wurden die Follow-up-Daten mit den Referenzdaten verglichen (geomagic studio & qualify 9.0, geomagic Inc., USA). Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc., USA).

Ergebnisse:

Variable	Messpunkt	Mittelwert	Standard- abweichung	95%- Konfidenz- intervall	Signifikanz
Intervention	Mesiale Papille	0,009	0,036	-0,063-0,080	0,586
	Distale Papille	0,013	0,036	-0,058-0,084	0,394
	Mitte-marginale Gingiva	0,014	0,029	-0,044-0,071	0,237
Keine Intervention	Mesiale Papille	0,037	0,037	-0,035-0,109	0,586
	Distale Papille	-0,031	0,036	-0,102-0,040	0,394
	Mitte-marginale Gingiva	-0,035	0,029	-0,093-0,022	0,237
Follow-up, 3-Monate	Mesiale Papille	0,061	0,032	-0,003-0,125	0,095
	Distale Papille	0,010	0,031	-0,052-0,071	0,360
	Mitte-marginale Gingiva	-0,024	0,013	-0,050-0,002	0,728
Follow-up, 6-Monate	Mesiale Papille	-0,024	0,039	-0,202-0,053	0,095
	Distale Papille	-0,037	0,040	-0,115-0,042	0,360
	Mitte-marginale Gingiva	-0,010	0,038	-0,085-0,066	0,728

Zusammenfassung: Die sorgsame Anwendung beider Verfahren zum Weichgewebsmanagement verursachte keine dauerhafte Gingivarezession. Eine leichte, künstliche Gingivitis hatte keinen negativen Einfluss auf das Gingivaniveau nach 6 Monaten. Die Studie wurde von der Firma 3M ESPE, Seefeld, unterstützt.

P14

Korrelation des Vorliegens parodontaler Erkrankungen und klinisch-prothetischer Parameter

I. Konstantinidis, A. Mikeli, U. Schütte, M. Rädcl

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Uniklinikum Dresden, UniversitätsZahnMedizin

Einleitung: Parodontale Erkrankungen zählen zu den häufigsten Diagnosen in der Zahnmedizin. Beim Vergleich repräsentativer Daten für Deutschland aus den Jahren 1997 und 2005 kann eine steigende Prävalenz festgestellt werden. Neben Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener Therapieansätze werden verstärkt auch Studien zur Bedeutung allgemeinmedizinischer Erkrankungen im Hinblick auf die Parodontitis durchgeführt. Korrelationen parodontaler Erkrankungen mit zahnmedizinischen Befunden und prothetischen Therapiestrategien sind dagegen bisher nur in Teil-

aspekten betrachtet worden. Ziel der vorliegenden Analyse war daher die Detektion von Korrelationen zwischen dem Vorliegen einer parodontalen Erkrankung und klinisch-prothetischen Parametern.

Methode: Eine Stichprobe von N=1015 Probanden im Alter zwischen 18 und 65 Jahren aus verschiedenen Betrieben in Dresden wurde im Rahmen eines zahnmedizinisch-internistisch-betriebsärztlichen Projektes einer zahnmedizinischen Untersuchung unterzogen. Dabei wurden klinische Parameter wie Karies, Parodontalerkrankungen, Prothetischer Versorgungsstatus, CMD-Befunde und Mundschleimhauterkrankungen erhoben. Zusätzlich wurden soziodemografische Daten der Probanden registriert und eine einfache Bewertung der oralen Ästhetik der Probanden durchgeführt. Die Analyse der erhobenen Daten erfolgte zunächst deskriptiv. Anschließend erfolgte die Überprüfung verschiedener hypothetischer Korrelationen zwischen klinisch-prothetischen Parametern und dem Vorliegen einer Parodontalerkrankung.

Ergebnisse: 861 komplette Datensätze standen zur Analyse zur Verfügung. Dabei konnten verschiedene Korrelationen zwischen dem Vorliegen einer Parodontalerkrankung und verschiedener prothetischer Versorgungen ermittelt werden.

Konklusion: Signifikante Korrelationen zwischen verschiedenen klinisch-prothetischen Parametern und dem Vorliegen einer Parodontitis erlauben per se keine Schlussfolgerungen zu Kausalitäten. Im Zusammenhang mit generierten Hypothesen und den Ergebnissen anderer Untersuchungen kann allerdings eine kritische Diskussion und Interpretation der Ergebnisse erfolgen, die die künftige wissenschaftliche Detailbetrachtung einzelner Aspekte ermöglichen.

P15

Atemgasanalysen periimplantärer Infektionen

Birte-Juliane Schneider, Eleonore Behrens, Mirja Cassens, Matthias Kern, Jörg Wiltfang, Stephan Thomas Becker

Einleitung: Die Versorgung mit dentalen Implantaten nach Zahnverlust hat heute einen festen Stellenwert bei der Wiederherstellung von Ästhetik und Funktion. Trotz hoher Überlebensraten können Verluste durch periimplantäre Infektion verursacht werden. Ziel der vorliegenden Studie war die genaue Analyse von Veränderungen von Atemgasen bei Patienten mit einer periimplantären Infektion im Vergleich zu Gesunden.

Material und Methode: 27 Patienten der Implantatsprechstunde des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel wurden im Studienzeitraum von 24 Wochen an zwei Untersuchungsterminen kontrolliert. Patienten mit klinisch gesicherter Mukositis (n=14) wurden mit einer Kontrollgruppe (n=13) verglichen. Allen Patienten wurden zu Beginn und am Ende der Studie Atemgasproben entnommen und mittels eines hochsensiblen Gaschromatographen/Massenspektrometers (GC/MS) analysiert.

Ergebnisse: 16 Atemgasproben wurden gruppenunabhängig ausgewertet, wobei 10 von erkrankten und 6 von gesunden Patienten stammten. Über einen Spektrenvergleich konnten 57 atemtypische Stoffe analysiert werden. 27 der Stoffe waren verglichen mit dem Atemspektrum gesunder Probanden signifikant erhöht (Tab.1). Die wichtigsten Geruchsbildner Dimethylsulfid (s13) und Schwefelkohlenstoff (s12) wurden als Atembestandteil in allen Proben identifiziert. Außerdem konnten weitere Schwefelverbindungen (s30, s36, s41, s44, s50) detektiert werden. Die drei Vertreter mit der höchsten Intensität waren bei den Gesunden s41 (12,43), s13 (9,09), s57

(8,40) und bei den Erkrankten s23 (58,00), s1 (50,28), s18 (42,92). Eine zusätzliche Häufung zeigte sich für die Stoffgruppe der Pentane/Pentene (s6–s10).

Tab. 1: Übersicht der 57 Stoffe mit Bezeichnung nach dem Vergleich mit der Spektrendatenbank. Signifikant erhöhte Stoffe sind gelb hervorgehoben, Schwefelverbindungen rot

Nr.	Stoffname	Nr.	Stoffname	Nr.	Stoffname
s1	Propionaldehyd	s20	Ethylmethylsulfid	s39	Hepten-Isomer
s2	Buten-Isomer	s21	Methyl-Furan-Isomer	s40	Dimethyl-Furan-Isomer
s3	Butadien-Isomer	s22	Thiodiazol-Isomer	s41	Propyl-Methylsulfid-Isomer
s4	Thiomethanol	s23	Propionitril	s42	Dimethyl-Furan-Isomer
s5	Trimethylamin	s24	Hexatrien-Isomer	s43	Dioxan
s6	Pentan-Isomer	s25	Hexadien-Isomer	s44	Propenyl-Methylsulfid-Isomer
s7	Penten-Isomer	s26	Hexen-Isomer	s45	Phenol
s8	Pentan-Isomer	s27	2-Butanol	s46	Propylacetat-Isomer
s9	Penten-Isomer	s28	Hexadien-Isomer	s47	Heptatrien-Isomer
s10	Penten-Isomer	s29	Hepten-Isomer	s48	Propenyl-Methylsulfid-Isomer
s11	Penten-Aldehyd	s30	iso-Propyl-Methylsulfid	s49	Pyrazin
s12	Schwefelkohlenstoff	s31	Thiophen	s50	Methylidisulfid
s13	Dimethylsulfid	s32	Methylbutyraldehyd-Isomer	s51	Heptatrien-Isomer
s14	Hexen-Isomer	s33	Methylbutyraldehyd-Isomer	s52	Octan-Isomer
s15	Dimethylselenid	s34	Hepten-Isomer	s53	Heptatrien-Isomer
s16	Hexan-Isomer	s35	Hepten-Isomer	s54	Octen-Isomer
s17	Hexatrien-Isomer	s36	Propyl-Methylsulfid-Isomer	s55	Pyridin
s18	Methylfuran-Isomer	s37	Octen-Isomer	s56	Octen-Isomer
s19	Hexen-Isomer	s38	Ethyl-Furan-Isomer	s57	Methiophen

Schlussfolgerungen: In dieser Pilotstudie konnte ein innovatives und hochsensibles Messinstrument für Analyseverfahren von niedrig konzentrierten Stoffen in der Atemluft klinisch etabliert werden. Durch die Atemgasanalysen wurden typische Atemstoffe detektiert, bei denen erstmalig ein signifikanter Unterschied im Atemspektrum zwischen gesunden und an periimplantären Infektionen erkrankten Patienten gezeigt wurde. Die Intensität der einzelnen Atemstoffe schwankte interindividuell stark. Nach Therapie zeigte sich eine Reduktion der Intensität einiger dieser atemtypischen Stoffe. Durch die Weiterentwicklung des GC könnte ein zuverlässiges Messinstrument zur Verfügung stehen, um intraorale Entzündungen detektieren und besser verstehen zu können.

P16

Silbergefüllte Zemente: antimikrobielle Wirkung, Zytotoxizität und mechanische Eigenschaften

R. Bürgers¹, R. Frankenberger², T. Konrad³, P. Steinrücke⁴, J. Zorzin⁵, T. Bechert⁴, G. Handel¹, M. Rosentritt¹

¹) Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Klinikum der Universität Regensburg

²) Abteilung für Zahnerhaltungskunde, Philipps-Universität Marburg

³) QualityLabs BT GmbH

Der Zementspalt zwischen Zahnhartsubstanz/Implantat und zahnärztlicher Restauration spielt in der Pathogenese von Karies, Parodontopathien und periimplantären Erkrankungen eine wichtige Rolle. Ziel der vorliegenden Studie war es, mikropartikuläres Silber in zwei Befestigungszemente einzuarbeiten und diese hinsichtlich der antimikrobiellen Wirkung, der Zytotoxizität und der mechanische Eigenschaften zu untersuchen.

Mikropartikuläres Silber (jeweils 0,1 und 0,5%) wurde in einen selbstadhäsiven Zement (Rely X Unicem, 3M ESPE) und einen Glasionomermertement (Ketac Cem, 3M ESPE) eingearbeitet. Mögliche Veränderungen der physikalischen Eigenschaften wurden anhand der folgenden Parameter evaluiert: Rauheit, Oberflächenspannung, dynamischer Differenzkalorimetrie, Thermogravimetrie, Vickershärte, Biegefestigkeit, Abrasionsbeständigkeit, Wasseraufnahme und Farbbeständigkeit. Antibakterielle Effekte wurden gegenüber *S. epidermidis* und *P. aeruginosa* (planktonisch) mittels Mikrotiterplatten-Proliferationsassay untersucht. Anschließend erfolgten Untersuchungen zur Adhäsion der oralen Keime *S. mutans*, *S. sanguinis*, *S. oralis* und *S. gordonii* mit Hilfe zweier Fluoreszenzfärbungen (CytoX-Violet und Resazurin) und zur direkten Visualisierung von antibakteriellen Effekten auf der Zementoberfläche mittels Lebend-Tot-Färbung. Das zytotoxische Potential der Zemente wurde im WST-1-Assay mit dentalen Follikelzellen untersucht.

Der Zusatz von mikropartikulärem Silber bis zu 0,5% hatte im Allgemeinen keine signifikanten Veränderungen der physikalischen und zytotoxischen Eigenschaften zur Folge. Antibakterielle Effekte der silbergefüllten Befestigungszemente konnten in allen mikrobiologischen Untersuchungen nachgewiesen werden. Die Einarbeitung von mikropartikulärem Silber bis 0,5% scheint die werkstoffkundlichen Charakteristika von Befestigungszementen nicht negativ zu beeinflussen. Für die entsprechenden experimentellen Werkstoffe konnten antibakterielle Effekte *in vitro* nachgewiesen werden. Das Forschungsprojekt ist Teil des bayerischen Förderprogramms „Leitprojekte Medizintechnik“ der Cluster-Projektfonds und wird durch die Europäischen Regionalfonds (EFRE) finanziert.

P17

Altersabhängige Ansprüche an Zahnarzt & Praxis – eine bevölkerungsrepräsentative Befragung in Zürich

J. Kunze, A. Hafner, A. S. von Grebel, I. Nitschke

Klinik für Alters- und Behindertenzahnmedizin, Universität Zürich

Einleitung: Mit steigendem Alter und zunehmender Gebrechlichkeit sinkt, bei steigender ärztlicher Konsultationsrate, die Kontaktrate zum Zahnarzt. Ziel der Studie war, patienten- und zahnarztspezifische Faktoren zu untersuchen, welche den Zahnarztkontakt beeinflussen können.

Material und Methode: Eine Zufallsstichprobe des Züricher Personenmeldeamtes von jeweils 150 Probanden in 3 Altersgruppen (AG) (realisierte Stichprobe: AG 1 (35–50 Jahre), n = 55, Mean: 43,7 Jahre; AG 2 (70–84 Jahre), n = 83, Mean: 77,8 Jahre;

AG 3 (85 Jahre und älter), n=73, Mean: 89,4 Jahre) wurde mittels strukturierter Telefonbefragung interviewt.

Ergebnisse Inanspruchnahme/zahnmedizinische Versorgung: Die Zeitspanne zum letzten Zahnarztbesuch war bei der AG 3 mit durchschnittlich 36,2 Monate signifikant am größten (AG 1: 14,2 Monate; AG 2: 14,0 Monate). Die AG 2 berichtete subjektiv am häufigsten über Probleme mit ihrer Mundgesundheit (OHIP-5: 1,01) (AG 1: 0,53; AG 2: 0,44 ($p < 0,05$)). Zugang zu zahnärztlichen Dienstleistungen: Die Praxisnähe war für alle AG wichtig ($p > 0,05$), wobei die Barrierefreiheit der Praxis (Lift vorhanden) mit der Zunahme des Alters wichtiger wurde und sich hochsignifikant zwischen den AG unterschied (AG 1: 7,3 %, AG 2: 36,1 %; AG 3: 65,8 %). Jeder fünfte der AG 3 gab an, gehbehindert zu sein (AG 1: 3,6 %; AG 2: 7,2 %; AG 3: 21,9 % ($p < 0,01$)). Der ideale Zahnarzt: Die Bedeutung der Fortbildung des Zahnarztes für die Probanden unterschied sich hochsignifikant zwischen der AG 1 (98,2 %), 2 (87,9 %) und 3 (82,2 %). Das Vertrauensverhältnis zwischen Zahnarzt und Patient war für die AG 1 (58,2 %) signifikanter wichtiger als für die AG 3 (19,2 %). Pünktlichkeit, Geduld und Zeit für den Patienten waren für die Mehrheit der Probanden von großer Bedeutung. Ein freundlicher Umgang wurde mit steigendem Alter wichtiger als die moderne, multimediale Praxisausstattung ($p > 0,05$). Therapieentscheidung: Das Aufzeigen von Therapieoptionen war für die AG 1 (47,3 %) wichtiger (AG 2: 18,1 %; AG 3: 6,8 % ($p < 0,05$)). Zirka die Hälfte aller Probanden möchte partizipativ an Therapieentscheidungen teilhaben.

Diskussion / Schlussfolgerung: Psychosoziale und fachliche Kompetenzen des Zahnarztes sowie die Zugänglichkeit zur Praxis bestimmen den gerostomatologischen Wohlfühlfaktor.

P18

Die Behandlung des Burning-Mouth-Syndroms mit Clonazepam – eine randomisierte klinische Studie

E. Kirchner¹, S. Heckmann², T. Hummel, M. Wichmann

¹ Zahnklinik2, Erlangen

² Zahnklinik 2, Erlangen

Einleitung Das Burning-Mouth Syndrom (BMS) ist eine komplexe Störung mit chronischem Brennschmerz an Zunge, Gaumen, Vestibulum und Lippen. Es tritt mit einer Häufigkeit von 0,7–18% auf. Ziel der Studie war es, die therapeutische Wirkung von Clonazepam (Rivotril) bei Patienten mit BMS aufzuzeigen.

Material und Methode An der Studie nahmen 20 an idiopathischem BMS leidende Patienten teil. Die Zuweisung in eine Verum- und eine Placebo-Gruppe erfolgte randomisiert und geblendet. Die Patienten nahmen über 9 Wochen täglich eine Kapsel mit 0,5 mg Clonazepam oder eine entsprechende Placebo-Tablette (Laktose) ein. Zwei Wochen vor Beginn der Medikation und 2 Wochen nach Beendigung wurde die Schmerzintensität anhand einer analogen Schmerzskala von 0–10 ermittelt. Weiterhin stellte man die Befindlichkeit anhand der Skala nach von Zerssen fest und führte den Schmecktest und eine Bestimmung der Speichelmenge durch.

Ergebnisse Der Verabreichung von Clonazepam bewirkte eine Abnahme der Schmerzintensität von 7,4 auf 4,5 ($p < 0,001$). Die von Zerssen Skala ließ keine Veränderung des Befindens erkennen ($p = 0,56$). Beim Schmecktest verbesserten sich die Werte,

unterschieden sich aber nicht zwischen beiden Gruppen ($p=0.83$). Ähnlich verhielten es sich mit der Speichelfließrate ($p=0.06$).
Schlussfolgerung Clonacepam scheint einen deutlichen und kontinuierlichen Rückgang des Brennschmerzens bei Patienten mit BMS zu bewirken.

P19

Vergleichende Zentrikstudie 2011

E. W. Nippel

Praxis

Zumindest seit Erscheinen der Studien zur Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Methoden der Zentrikregistrierungen (Utz und Lückerath 1992, 94,97), galt diese Thematik im deutschsprachigen Raum als im Wesentlichen abgeschlossen. Allerdings wurde diese Studie vor Entwicklung und Markteinführung von elektronischen Registraten (IPR/DIR 2005 und 2007) konzipiert und durchgeführt. Die vorliegende, als vergleichende Fallstudie an 6 unterschiedlich gearteten funktionellen Praxisfällen konzipierte Studie zeigt auf, dass augenscheinlich elektronisch gewonnene Daten zur Verschlüsselung von zentrisch neuromuskulären, Stützstift-basierten Kondylenpositionen von den Ergebnissen der Studien von Utz und Lückerath abweichen. (Siehe hierzu auch: Stelzenmüller/ Wiesner, Therapie von Kiefergelenksschmerzen, Thieme Verlag 2004) 6 unterschiedlich geartete in Funktionsbehandlung befindliche Praxisfälle werden in einem individuellem Arcon-Artikulator (SAMII) zunächst habituell und sodann nach neurozentrischer Wachsbissnahme, elektronischer Zentrikregistrierung im System „Zebris“ (neurozentrisch) und im System „DIR“ (elektronische Stützstiftregistrierung), alle innerhalb einer Sitzung gewonnen, einartikuliert. Abweichungen werden fotografisch dokumentiert und tabellarisch metrisch ausgewertet und dargestellt. In der Auswertung liefert das Stützstift-basierte System, die höchsten Abweichungen. Als hierfür mögliche Ursachen wird die unterschiedliche Art und Weise der durchzuführenden Techniken zur Deprogrammierung und die mögliche Auswirkung des neuromuskulär zu aktivierenden Stützstiftes diskutiert. Von der Verwendung einer elektronisch gewonnenen Stützstift-Zentrik zur Herstellung von definitiven Versorgungsformen wird abgeraten.

P20

Implantatprothetische Rehabilitation eines Patienten mit Aggressiver Parodontitis nach Totalextraktion

K. Probst

Poliklinik Prothetik, Dresden

Ziel dieser Präsentation ist die Darstellung der oralen Rehabilitation eines 31-jährigen Patienten mit Aggressiver Parodontitis.

Zunächst erfolgten kombiniert mechanisch-antibiotische antiinfektiöse Therapie, weiterführende parodontalchirurgische Maßnahmen und unterstützende Parodontitisbehandlung. Bei guter bis mittelmäßiger Mitarbeit des Patienten persistierte die infektiös-entzündliche Parodontalerkrankung mit progredientem Attachmentverlust.

Um die Voraussetzung für mögliche Implantationen nicht weiter zu verschlechtern, folgte zunächst die fraktionierte Extraktion aller verbliebenen Restzähne mit schritt-

weiser Herstellung des entsprechenden Interimzahnersatzes. Das prothetische Konzept nach DVT-Planung fiel zugunsten von Implantat getragendem, herausnehmbarem Zahnersatz aus. Im Oberkiefer dient ein CAD/CAM-gefräster Titansteg auf fünf Implantaten zur Prothesenverankerung. Vier Locator-Attachments sorgen für den Halt der Unterkieferprothese.

P21

M.Sc. „Zahnmedizinische Prothetik“ – 3 Jahre Erfahrungen

K. Ostendorf, B. Dobroczek, S. Ruge, B. Kordaß
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Der Masterstudiengang „Zahnmedizinische Prothetik“ der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald bietet eine berufsbezogene und wissenschaftliche Weiterbildung in zahnärztlicher Prothetik auf Spezialistenniveau. Studierende erwerben in dem Studiengang umfassende Kenntnisse und Kompetenzen auf dem Gebiet der oralmedizinischen Rehabilitation unter Anwendung strukturierter systematischer Sanierungskonzepte. Dabei werden die ganze Breite des Fachgebietes und relevante Aspekte angrenzender Disziplinen abgebildet.

Erstmals wurden 30 Studenten zum SS 2009 immatrikuliert. Ein zweiter Durchgang startete im WS 10/11 mit 31 niedergelassenen Zahnärzten und Hochschulassistenten. Bis auf wenige Teilnehmer hat der gesamte erste Studiendurchgang die Masterthesis abgegeben bzw. bereits das abschließende Masterkolloquium absolviert, so dass im Mai 2011 die ersten Masterurkunden überreicht werden konnten. Das Masterstudium wird von der Universität Greifswald konzeptionell und verwaltungstechnisch organisiert und umfasst in der Regel 2,5 Jahre. Die Lehre findet an unterschiedlichen Universitäten deutschlandweit statt. So können kontroverse Lehrmeinungen repräsentiert und diskutiert werden. Mit dem ausdrücklichen Ziel einer interdisziplinären, wissenschaftlichen wie praxisorientierten Spezialistenausbildung auf dem Gebiet der „Zahnmedizinischen Prothetik“ ist dieser Masterstudiengang deutschlandweit einzigartig.

Zur Sicherung der Qualität im Masterstudiengang sind verschiedene Maßnahmen auf allen Ebenen etabliert. Die „Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien“ ist im Advisory Board des Studiengangs eingebunden. Wichtigstes Instrument der Qualitätssicherung und -entwicklung ist die begleitende Evaluation aller Module durch die Studierenden. Die Art der Evaluation orientiert sich an den aktuellen Evaluationsmethoden der Medizinischen Fakultät. Nach Abschluss des Studiums geht es weiter: Die Absolventen tauschen sich regelmäßig z.B. bei jährlichen Alumnitreffen aus. Im Jahr 2011 hat sich ein Verein zur Förderung der Absolventenaktivitäten und zahnmedizinischen Masterstudiengänge gegründet.

ADT

Referenzen

2012

Referenten A–Z

BÄR, German, Zahntechnikermeister

- 1983 Gesellenprüfung im Zahntechnikerhandwerk an der Handwerkskammer Düsseldorf
- 1999 Erfolgreicher Abschluss der Meisterprüfung an der Meisterschule Köln mit der Jahrgangsbesten praktischen Arbeit.
- Seit 2007 Selbstständig in der Dental-Studio Sankt Augustin GmbH
- 1983–2007 Abteilungsleiter und Geschäftsführertätigkeit in verschiedenen Laboratorien.
- Veranstalter des internationalen Zahntechniker Kongress Sankt Moritzl,
- Internationale Referenten- und Kursleitertätigkeit Dentaforum, Degudent, Shofu, Strauman/Etkon, Jensen Ivoclar Vivadent und
- Dozententätigkeit für Implantatprothetik an der Meisterschule Köln.
- Internationale Veröffentlichungen ‚Vollkeramik, Zirkoniumdioxid, Implantatprothetik.
- Autorentätigkeit mit den Themen Implantatprothetik und Vollkeramik CAD/CAM Technik für die Neuauflage von Horst Gründlers „Meisterkönnen“ (Neuer Merkur Verlag)
- Dozent: an der Universität Donau Krems P.U.S.H. in Bonn
- Zusammenarbeit mit dem ZMK der Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn Leiter Prof. Koeck/Prof. Stark. Studie über AGC Technik intermediäre Doppelkrontechnik Kursleiter Prof. Dr. W. Lückerath.
- Mitgliedschaften: ADT, EADT, ITI, ISDD, DGI, DGÄZ, Akademie Richard Tucker Study Club, Gruppe 11, EG Zahn, Medicor Group
- Advisor der International Society for Digital Dentistry (ISDD)
- Fachbeirat: Quintessenz,
- Fachbeirat: Zahntechnik International Spitta Verlag



BEUER, Florian, PD Dr. med. dent.

- 11/1994–02/2000 Studium Zahnmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München
- 02/2000 Approbation
- 03/2000–12/2001 Vorbereitungsassistent in freier Praxis
- seit 01/2002 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Gernet)
- seit 04/2004 Funktionsoberarzt an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Gernet)



- 09/2005 Zertifizierung zum Spezialisten für Implantologie (DGI)
- 10/2007–06/2008 Visiting Professor am Pacific Dental Institute in Portland, Oregon, USA (Direktor: John Sorensen DMD, PhD)
- 06/2008 Förderpreis der Bayerischen Landes Zahnärztekammer 2007
- 04/2009 Habilitation
- 05/2009 Erhalt der Lehrbefugnis für das Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde mit dem Schwerpunkt Zahnärztliche Prothetik
- 05/2009 Oberarzt an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU
- 09/2009 1. Preis Robert-Frank-Award (CED of IADR)
- 09/2009 Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde (DGAEZ)
- 01/2011 Herausgeber Teamwork
- 11/2011 Vorstand Arbeitsgemeinschaft für Keramik

Berufliche Interessen

- Vollkeramische Restaurationen, Zirkoniumdioxid, CAD/CAM-Verfahren in der Zahnheilkunde, Implantologie, Implantatprothetik, Materialunverträglichkeiten auf Zahnersatzmaterialien

BOURAUUEL, Christoph, Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Phys.

- Jahrgang 1958
- 1980–1986 Studium der Physik an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Abschluss als Diplom-Physiker)
- 1987–2006 Wissenschaftlicher Angestellter an der Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum Bonn
- 1992 Promotion zum Dr.rer.nat. mit einer interdisziplinären Arbeit zu kieferorthopädischen Nickel-Titan-Legierungen
- 1998 Habilitation und Venia Legendi für das Fach Experimentelle Zahnheilkunde/ Biomechanik
- 2005 Ernennung zum außerplanmäßigen Professor
- 2006 Ernennung zum Universitätsprofessor, Stiftungsprofessur für Oralmedizinische Technologie an der Universität Bonn
- Wissenschaftliche Arbeitsgebiete: Dentale Biomechanik mit den Schwerpunkten kieferorthopädische und Implantatbiomechanik, dentale Werkstoffkunde, anwendungsorientierte Messgeräteentwicklung, Finite-Elemente-Methoden
- etwa 160 wissenschaftliche Publikationen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften



1979–1982 Ausbildung zum Zahntechniker, 1982 Gesellenprüfung, 1986–1991 Studium der Zahnheilkunde in Aachen, 1992 Zahnärztliche Approbation, 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums der RWTH Aachen. 1994 Promotion Dr. med. dent., 1998 Tagungsbestpreis der DGZPW, 1999–2001 DFG-Forschungsaufenthalt am Dental Clinical Research Center der Oregon Health and Sciences University in Portland, Oregon, USA. 2002 Oberarzt an der Klinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums der RWTH Aachen. 2003 Verfasser der wissenschaftlichen Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) zum „Aufbau endodontisch behandelter Zähne“. 2003 Habilitation (Venia Legendi). 2006 Ruf auf die W2-Professur für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Von 2006 bis 2009 Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Implantologie. 2009 Associate Member der American Academy of Esthetic Dentistry (AAED). 2010 Auszeichnung „Bester Vortrag“ auf der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie. Seit 2010 stellvertretender erster Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie (ADT). Wissenschaftliche Leitung des 8. Weltkongresses der International Federation of Esthetic Dentistry (IFED) 2013 in München.



Wissenschaftliche Schwerpunkte

Adhäsivtechnik, vollkeramische Restaurationen, Intraoral-Scanner, CAD/CAM-Technologie, Hochleistungspolymere, Aufbau endodontisch behandelter Zähne, metallfreie Wurzelstifte, Implantatprothetik.

- geboren: 13.02.1976
- 1996–2001 Studium der Zahnmedizin, FSU Jena
- 2001–2002 Assistenzzahnarzt, Praxis Frau Dr. Schulze, Bad Brückenau
- 2002–heute Assistenzzahnarzt, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Abteilung für Computergestützte restaurative Zahnmedizin, Zahnmedizinisches Zentrum, Universität Zürich
- 2004 Promotion zum Dr. med. dent.
- 2010 Sieger des 3M Espe Talent Award



Andreas Ender schloss 2001 sein Studium der Zahnmedizin ab und arbeitete danach bis 2002 als Assistent in der Privatpraxis. Seit 2002 ist er Assistent in der Abteilung Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie in der Abteilung Computergestützte restaurative Zahnmedizin unter der Leitung von Prof. Mehl, Prof. Mörmann und Prof. Attin.

2004 promovierte er zum Dr. med. dent.

Seine Tätigkeitsschwerpunkte sind die Entwicklung und der Einsatz von CAD/CAM Technologien (speziell des Cerec 3D Systems) und die Studentenausbildung im CAD/CAM Bereich. Forschungsprojekte sind zum einen die Untersuchung von Kunststoffmaterialien für CAD/CAM-Brückenversorgungen, zum anderen die Untersuchung von 3D-Volumenänderungen nach operativen Eingriffen an Tier- und Menschenmodellen.

Ein besonderer Forschungsschwerpunkt ist die Genauigkeitsuntersuchung von konventionellen und digitalen Abdrücken, mit dem er im Jahr 2010 den Talent Award der Firma 3M Espe gewann.

FINDEIß, Maxi, Zahntechnikermeisterin

- geb. 1980 in Zwickau, Sachsen
- aufgewachsen in einer Zahntechniker Familie
- Abitur 1998
- Studium d. Ernährungswissenschaften 1998–1999
- Ausbildung zur Zahntechnikerin 1999–2002 im Dentallabor Uta Findeiß
- Meisterausbildung 2003–2006 in Ronneburg
- Meisterprüfung 2006 in Erfurt
- Anstellung im Dentallabor Grüttner, Thüringen seit 10/2006
- Teamleiterin CAD/CAMTECH Thüringen seit 2007
- Referententätigkeit und Messebetreuung für Goldquadrat seit 2010
- 3Shape Scannerschulungen im Fräszentrum oder bei Kunden auf Wunsch auch für Sirona
- Elternzeit Oktober 2011–Oktober 2012!?!?



GÜTTES, Axel, Zahntechnikermeister

- Jahrgang 1969

Mitgliedschaften

- Deutsche Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde e.V. (DGÄZ)
- Deutsche Gesellschaft für Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich e.V. (DGI)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK)



Laufbahn

- 2007 Beginn Referententätigkeit
Zahntechnik
- 2002 Laborgründung, Düsseldorf
Zahntechnik
Spezialisierung auf hochwertigen ästhetischen funktionellen Zahnersatz

- 2002 Meisterprüfung, Düsseldorf
Zahntechnik
- 1997–2002 Studio für Präzisionstechnik Dieter Bölte, Düsseldorf
Zahntechniker
In allen Sparten der Zahntechnik tätig. Schwerpunkte: Gnathologie, Ästhetik
- 1991–1997 Zahntechnik Janson, Tönisvorst
Zahntechniker
In allen Sparten der Zahntechnik tätig
- 1990–1991 Bundeswehrzeit, Budel, NL
u.a. als Zahntechniker
Nach der Grundausbildung als Zahntechniker in der Zahnarztgruppe in Budel, Niederlande

Ausbildung

- 1986–1990 Ausbildung zum Zahntechniker, Willich

Ständige Fortbildung

- u.a. bei: Uli Werder, Klaus Mütterthies, Andreas Nolte, Jürg Stuck, Enrico Steger, Jochen Peters, Dieter Schulz

HEINZMANN, Oliver, Zahntechnikermeister

- Jahrgang 1969
- 1987–1990 Ausbildung zum Zahntechniker
- 1991–1999 Gesellentätigkeit in verschiedenen Betrieben
- 2000 Zahntechniker Meister
- 2004 Gründung des eigenen Dental-Labor
- 2002 Spezialisierung auf CAD/CAM
- 2004 Spezialisierung auf implantatgestützte Suprakonstruktionen
- 2009 Berufung in das ProFor Kompetenz Team der Bredent Group
- 2010 Autorisierung Dir® Fach Labor
- 2010 2INGIS Implantatplanungslabor
- 2011 Live Demo IDS Köln
- 2011 Dir® Funktions Forum Hannover
- 2012 4D OP Management System
- 2012 Dir® Funktions Forum Düsseldorf
- 2012 ADT Böblingen
- 2012 ... ?



HEY, Jeremias, Dr. M. Sc.

- Jahrgang 1979
- 2000–2005 Studium der Zahnmedizin an der MLU-Halle
- 2005 Angestellter Assistenz Zahnarzt
- seit 2006 Mitarbeiter in der Universitätsklinik für Zahnärztliche Prothetik der MLU-Halle
- 2008 Promotion
- 2010 Spezialist der Prothetik der DGPro
- 2011 Master Science Prothetik Universität Greifswald



HOFFMANN, Andreas, Zahntechnikermeister

- geb. 1956
- 1971–1975 Ausbildung zum Zahntechniker
- 1985 Ablegung der Meisterprüfung
- 1985–1999 Geschäftsführer und Mitgesellschafter mehrerer Dentallabore
- 1998/99/00 Aufsichtsrat VUZ eG
- 1997–2007 Vorstandsmitglied VUZ e.V.
- 1997/98/99 Vorstandsmitglied AGC (R) Club
- 1999–2005 Geschäftsführer IZZ (Institut für angewandte Material- und Verfahrensprüfung in Zahnmedizin und Zahntechnik)
- seit 2000 Gründung Dentales Service Zentrum GmbH & Co KG
Als Dienstleister für Dentallabore mit Schwerpunkt Forschung und Entwicklung
- 2000–2003 Direktor der Akademie VUZ e.V.
- seit 2004 Lehrtätigkeit an der FH und Universität Osnabrück für Fügetechnologien (Laser/Phaser)
- seit 2006 Dozent Master of Science – Dental-Technik
Curriculum Dental-Technologie Donau-Universität Krems
- seit 2008 Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Zahntechniker-Handwerk
- seit 2008 Stellvertretender Bezirksmeister NZI Bezirk Göttingen
- seit 2010 Lehrtätigkeit an der FH und Universität Osnabrück für Prothetik / navigierte Implantologie u. CAD/ CAM



Veröffentlichungen im In- und Ausland, Buchveröffentlichungen, Referententätigkeit im In- und Ausland

Kursleiter:

- seit 1995 Laserschweißkurse in Deutschland, Österreich, Italien, Holland, Schweiz mit der Befähigung zur Ausbildung von Laserschutzbeauftragten
- seit 1996 Galvanokurse in Deutschland, Spanien, Italien
- seit 2000 Kurs Lichthärtendes Wachs in Deutschland, Ungarn, Schweiz, USA, Australien
- seit 2001 Kurse in CAD/CAM-Technik

- seit 2002 Internationale Phaserkurse (Deutschland, USA, Schweden, Norwegen, Japan, Österreich, Italien, England, Australien)
- seit 2006 Nobel Guide Kurse

Auszeichnungen

- 1998 Straumann Preis

JOBST, Thomas, Zahntechnikermeister

- 2008 PSK-Dentalästhetiker
- 2005 Laborleiter bei Zirko-dent GmbH
- 1999 Zahntechnikermeister
- 1991–1999 Tätig in verschiedenen Praxen und Laboren u.a. Privatpraxis Dr.R. Winkler/München, Ernst H. Hegenbarth/Bruchköbel
- 1991 Geselle



KLAR, Andreas, Zahntechnikermeister

- 1962 in Bremen geboren
- 1980–1984 Ausbildung zum Zahntechniker bei Rübeling Dental-Labor GmbH, Bremerhaven
- 1984–1987 Gesellenjahre mit praktischen Erfahrungen in der Funkenerosion
- 1987–1990 Tätigkeit im süddeutschen Raum, Schwerpunkt Keramik
- 1990–1991 Meisterschule in München, Abschluss als Zahntechnikermeister
- seit 1991 selbstständig in Berlin, Schwerpunkte: Funkenerosion, Implantologie, NEM-Technologie, Vollkeramiksysteme, CAD-CAM
- 2002 Gründung einer Niederlassung in der Zahnklinik der Charité, Campus „Benjamin-Franklin“
- 2005 Gründung der Firma R+K CAD/CAM-Technologie GmbH + Co. KG
- 2007 Gründung einer Niederlassung in Halle – Wittenberg Martin-Luther-Universität
- Fachbeiratsmitglied der Quintessenz Verlag GmbH
- Beiratsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.
- diverse Veröffentlichungen und Referententätigkeiten



- Studiendekan Zahnmedizin/stellv. Studiendekan Medizin
- stellv. Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und medizinische Werkstoffkunde



Funktionsbereiche

- CAD/CAM- und CMD-Behandlung
- Zahnmedizinische Radiologie
- Zahnmedizinische Propädeutik/Community Dentistry

Zentrum für ZMK der Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Walther-Rathenau-Str. 42, 17475 Greifswald

Zentrum für Dentale Informatik und CAD/CAM-Technologie
(Steinbeis-Forschungszentrum im Biotechnikum)
Walther-Rathenau-Str. 49 a, 17489 Greifswald

Weiterbildungsbüro postgraduale Masterstudiengänge Zahnmedizin
Walther-Rathenau-Str. 49 a, 17489 Greifswald

- Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Computerunterstützte Zahnmedizin DGCZ und Vorsitzender des Sektion „Informatik“
- Vorsitzender des Arbeitskreises „Kaufunktion und orale Physiologie“ der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Funktionsdiagnostik und -therapie DGFD
- Vorsitzender des Ausschuss „Zahnmedizin“ in der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung GMA
- Mitglied im Beirat Lehre der VHZMK
- 1978–1984 Studium der Zahnmedizin an der Universität Düsseldorf
- 1984–1990 Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Defektprothetik der Westdeutschen Kieferklinik (Direktor: Prof. Dr. H. Böttger)
- 4.3.1986 Promotion
- 1990–1996 Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Westdeutschen Kieferklinik (Direktor: Prof. Dr. U. Stüttgen)
- 19.5.1994 Habilitation und Erlangung der Venia legendi für das Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde mit der Arbeit:
„Koppelung der Kernspintomographie des Kiefergelenkes mit computergestützten Aufzeichnungen der Kondylenbahn – Neue Aspekte für die funktionsorientierte Kiefergelenkdiagnostik und -therapie“
- 1997 Ernennung zum Professor für „Zahnmedizinische Propädeutik/Community Dentistry“ an der Universität Greifswald und Leiter der betreffenden Abteilung
- seit 2002 Leitung des Aninstituts: Centrums für Angewandte Informatik, Flexibles Lernen und Telemedizin (Steinbeis-Transferzentrum, CIFT-STZ)
- seit 2002 Studiendekan Zahnmedizin/stellv. Studiendekan Medizin

- seit 2003 Vorsitz des Ausschuss „Zahnmedizin“ mit Sitz im Vorstand der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung GMA
- seit 2003 Initiierung, Aufbau und Leitung der postgradualen Masterstudiengänge (M.Sc.) an der Universität Greifswald
- Seit 2005 Zahnärztlicher Leiter der Abteilung „Zahnmedizinische Radiologie“
- 2007 Gründung und Leitung des Arbeitskreises „Kaufunktion und orale Physiologie“ in der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie DGFDT
- 2008–2011 Vorsitz des Arbeitskreises für Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ) der VHZMK und der DGZMK
- seit 2009 Leitung der neuen Abteilung für CAD/CAM- und CMD-Behandlung in Greifswald

Wissenschaftliche Spezialgebiete

Kaufunktion und orale Physiologie, funktionelle Okklusion und CAD/CAM, Funktionsdiagnostik und -therapie, Instrumentelle Verfahren, CMD-Diagnostik und -therapie, Dentale Informatik, Passung von zahnärztlichen Restaurationen, Artikulatortechnik und Okklusionsanalyse, Digitale Röntgensysteme und bildgebende Verfahren, Medizinische Unterrichtsforschung, Früher Patientenkontakt

LEHMANN, Karl Martin, Dr.

Derzeitige Stellung

- Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.



Persönliche Daten

- geboren am 28. September 1977 in Kaiserslautern (Rheinland-Pfalz)

Studium der Zahnheilkunde

- 2001–2006 in Mainz

Beruflicher Werdegang

- 2006 Approbation
- 2006 Promotion zum Doktor der Zahnheilkunde
- 2007 Tätigkeit in freier Praxis
- Seit 09/2007 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mitglied bzw. Mitarbeit in Fachgesellschaften

- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
- Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
- Deutsche Gesellschaft für Endodontie
- International Association for Dental Research

- Society for Color and Appearance in Dentistry

Wissenschaftliche Schwerpunkte

- Untersuchungen zur Farbnahme, Farbkommunikation und Farbproduktion
- Implantologie
- Dental Materials
- Biologische Werkstoffprüfung
- Metallfreie Werkstoffe
- CAD/CAM-Verfahren

LOTZ, Hans-Joachim, Zahntechnikermeister

- 1984 Ausbildung zum Zahntechniker in Würzburg
- 1987 Gesellenprüfung
- 1987 Zahntechniker im Labor M.H. Polz, Fürth
- 1990 Zahntechniker im Labor Jan Langner, Schwäbisch Gmünd
- 1991 Beginn der Vortrags- und Kurstätigkeit
- 1992 Besuch der Meisterschule Freiburg
- 1993 Eröffnung des Dentallabor Hans-Joachim Lotz GmbH
- 2002/2004 Gründungsmitglied der „dental exellence international laboratory group“
- 2008 Lehrauftrag der DGI im APW-Curriculum Implantatprothetik und Zahntechnik
- 2009 Mitglied der DGI



Spezialgebiete:

Herstellung komplexer Arbeiten im Bereich der Implantatmedizin unter besonderer Berücksichtigung der funktionellen Ästhetik, Umsetzung der gnathologischen und ästhetischen Aspekte in festsitzende Keramikrestaurationen.

Kurs- und Vortragstätigkeit:

Fachreferent im Deutschen und Internationalen Raum, z.Bsp. German Dental Symposium 2008 in Fuzhou, China, für die Bereiche festsitzende und herausnehmbare Implantatprothetik unter Berücksichtigung der fallspezifischen Funktionsdiagnostik und deren Lösungswege u.a. für die Gesellschaften Amann, Bego, Camlog, DGI, Frialit, Goldquadrat, Ivoclar, Jensen, Metalor, MVZI, Wieland usw.

MAIER, Joachim, Zahntechnikermeister

Jahrgang 1970. Seit 1999 Spezialisierung auf Vollkeramik und CAD/CAM-Technologie. Seine Erfahrungen mit keramischer Ästhetik, innovativen Technologien und über 8000 Einheiten Zirkonoxid kommuniziert er in Vorträgen und Kursen im In- und Ausland. Selbstständig mit dem Bodensee Oral Design Center in Überlingen, spezialisiert auf metallfreie Zahnästhetik.



Übersicht

- Jahrgang 1970
- 1989–1992 zahntechnische Ausbildung in Stuttgart
- 1992–1993 Zahntechniker an der Universitätszahnklinik Tübingen
- 1993–1997 Zahntechniker bei SFS Dental, Stuttgart
- 1997–1998 Zahntechniker bei Prof. Dr. K. Malament, DDS, MScD, FACP, President of American Board of Prosthodontics, Boston, U.S.A. Schwerpunkt Keramik und ästhetische Implantattechnik
- Seit 1998 Clinical Instructor, Postgraduate Program for Prosthodontics, Harvard University, Boston, USA
Visiting Lecturer, Postdoctoral Program for Prosthodontics, Tufts University, Boston, USA
- 1998–1999 Meisterschule in München, Meisterprüfung mit Auszeichnung
- 1999 Gründung der Bodensee Dentaltechnik AG, Meersburg und Konstanz
Spezialisierung auf vollkeramischen Zahnersatz und CAD/CAM-Technologie.
- Seit 2003 Mitglied der Oral Design Foundation um Willi Geller
- 2006 Gründung des Bodensee Oral Design Center, Überlingen, spezialisiert auf metallfreie Zahnästhetik
- 2009 10-jähriges Jubiläum „metallfreie Zahntechnik“

MÜLLER, Manfred, Flugkapitän Deutsche Lufthansa

Geb. 11.08.55 in München
Flugkapitän Airbus A340
Leiter Flugsicherheitsforschung Lufthansa
Dozent für Risikomanagement, Hochschule Bremen



Werdegang:

- Nach Abitur 5 Semester Studium Physik und Mathematik
- 1979–1981 Ausbildung zum Berufsflygzeugführer an der Verkehrsfliegerschule der Deutschen Lufthansa in Bremen und Phoenix, Arizona.
- 1982–1994 Erster Offizier auf Boeing 737, Boeing 747/400 und Airbus A340.
- 1991 Ausbildung zum Flugunfalluntersucher an der University of Southern California
- 1994–2005 Kapitän und Ausbilder auf B737
- Seit 2007 Trainings- und Checkkapitän A330/340

Zusatzfunktionen:

- 1988 Referent in der Flottenführung
- 1989 Lehrer für moderne Flugführungssysteme
- 1990 Referent in der Flugsicherheitsabteilung der Lufthansa
- 1995 Ernennung zum stv. Sicherheitspiloten
- 2002 Ernennung zum Leiter Flugsicherheit
- 2010 Ernennung zum Leiter Flugsicherheitsforschung des Lufthansa-Konzerns

- Seit 1995: Entwicklung und Durchführung von Seminaren für medizinisches Personal zum Thema „Risikomanagement in der Medizin“.

- Seit 2002 Seminare und Vorträge zum Thema Risikomanagement in verschiedenen Branchen: Bergbau, Kraftwerkstechnik, Ölindustrie, Maschinenbau, Bankenwesen, etc.

Momentaner beruflicher Arbeitsschwerpunkt:

Leitung eines interdisziplinären Forschungsprojektes des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter der Projektträgerschaft des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), zum Thema „quantitative Ermittlung und Bewertung von Flugsicherheitsrisiken“ (Safety Performance Indicators).

PETERS, Jochen, Zahntechnikermeister

- Seit 2005 – Dozent an der Donau Universität Krems in Bonn/Masterstudiengang für Zahnärzte.
- 2002 – Kurs- und Seminartätigkeit zum Thema „Kommunikation zwischen Praxis, Patient und Labor“.
- 2001 – Wissenschaftliche Bestätigung des Okklusionskonzeptes nach Jochen Peters.
- Seit 1998 – Engagement in „Patientenaufklärung/ Zahntechnik und Öffentlichkeitsarbeit“.
- 1989 – Entwicklung des Okklusionskonzeptes nach Jochen Peters
- 1989 – Gründung des Dental- und Schulungslabors in Neuss.
- Seit 1987 – Dozent für „Funktion und Okklusion“ an mehreren Meisterschulen und Universitäten in Deutschland.
- 1985 – Beginn der nationalen und internationalen Kurs- und Seminartätigkeit.
- 1985 – Entwicklung der Konzepte „Rationelle Aufwachstechnik nach Jochen Peters“ und „Rationelle Front- und Seitenzahnkeramik nach Jochen Peters“
- 1983 – Meisterprüfung in Düsseldorf.
- 1969 bis 1973 – Ausbildung zum Zahntechniker



Auszeichnungen

- 2009 Horst-Gründler-Preis/Zahntechniker-Innung Düsseldorf
- 2009 XIVE Certificate/IV Implantology Congress Moscow
- 2009 Diploma/Dental Technique Days Romania

Aktivitäten

- Angebot spezifischer Fortbildungen für Auszubildende, Berufseinsteiger und hörgeschädigter Kollegen.
- Inhaber von 3 Guinnessrekorden zum Thema „Zahntechnik und Öffentlichkeitsarbeit“
- Mitglied im Förderverein für Zahntechnik, Düsseldorf – Mitglied im Förderverein für Zahntechnik, Regensburg

RINKE, Sven, Dr., M.Sc., M.Sc.

- Geboren am 2. August 1966 in Göttingen
- 10/1986 bis 12/1991: Studium der Zahnheilkunde an der Georg-August-Universität, Göttingen
- 6. Januar 1992 Approbation als Zahnarzt
- 02/1992–11/1996: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Abteilung Prothetik II des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Georg-August-Universität, Göttingen
- 6. Mai 1993: Promotion zum Dr. med. dent.
- 08/1997–07/1998 Visiting Assistant Professor im Department of Restorative Dentistry (Head: Prof. Dr. H.P. Weber) der Harvard School of Dental Medicine, Boston/MA (USA)
- Seit 04/1998 Lehrbeauftragter für klinische Werkstoffkunde und dentale Technologien an der Georg-August-Universität, Göttingen
Niederlassung in privatärztlicher Praxis (Teilzeit)
- 06/1999 Auszeichnung mit dem Young Prosthodontist Award für die wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der vollkeramischen Zahnmedizin
- 08/1999 bis 12/2001 Leiter Klinische Forschung der Degussa Dental GmbH
- Seit 01/2002 Niederlassung in einer Gemeinschaftspraxis in Hanau/Klein-Auheim
- Seit 01/2003 Zertifizierter Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie
- Seit 12/2004 Zertifizierter Tätigkeitsschwerpunkt Parodontologie
- 2006 Lehrbeauftragter an der Universität Witten/Herdecke
- 2007/2008 Lehrbeauftragter an der Universität Aachen
- 05/2007 Master of Science in Oral Implantology (DGI)
- 09/2009 Master of Science in Periodontology (DGP)
- 11/2009 2. Preis für den besten wissenschaftlichen Vortrag der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie
- September 2011 Implantatforschungspreis 2011, Deutsche Gesellschaft für Parodontologie



SCHMITTER, Marc, Prof.Dr., Zahnarzt

- 1992–1997 Studium der Zahnmedizin an der Universität Tübingen
- 1998–2000 Ausbildungsassistent bei einem niedergelassenen Zahnarzt in Neumünster
- 1998 Promotion
- 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Heidelberg
- 2004 Ernennung zum Oberarzt
- 2005 Spezialist der DGPro
- 2006 Habilitation
Ernennung zum Leitenden Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Heidelberg und zum kommissarischer Leiter der Sektion Werkstoffkunde



- 2007 Forschungsaufenthalt an der University of Washington
Spezialist für Funktionsdiagnostik- und Therapie der DGFDT
Quality management technician in healthcare
- 2008 Ernennung zum apl.-Professor.
- 2010 1. Vorsitzenden des interdisziplinären AK Mund- und Gesichtsschmerz der Deutschen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (DGSS)
Generalsekretär der VHZMK

Preise u. a.

- 2007: Jahresbestpreis der DGZMK • 2009: Dental Education Award 2009
- 2009: Forschungspreis der AG Keramik • 2010: 2. Preis der AG Keramik
- 2010: Dental Education Award 2010

Forschungsschwerpunkte

- Metallfreie Restaurationen, CAD/CAM-Systeme, Verbundfestigkeiten
- Funktionsdiagnostik- und Therapie, Bildgebung des Kiefergelenks, Bruxismus
- Postendodontische Versorgungen

SCHULZ, Peter, Zahntechnikermeister

- Jahrgang 1967
- ab 1984 Ausbildung zum Zahntechniker bei Weidinger Zahntechnik in Coburg
- 1988 Abschluss der Gesellenprüfung als Bundessieger
- ab 1989 Berufstätigkeit in qualitätsorientierten Dentallabors u.a M.H Polz und Schunke Fürth
- 1996 externe Meisterprüfung in Nürnberg
- 1997 selbstständig mit eigenem Labor
- seit 2006 nationale u. internationale Referententätigkeit im Bereich Implantologie
- 2009 Gründungsmitglied der PEERS Gruppe (platform for exchange of education, research ans science)
- Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde (DGÄZ)



SCHWEIGER, Josef, Zahntechniker

- Jahrgang 1963
- Leiter des zahntechnischen Labors an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Gernet)
- 1983 Abitur
- 1984 bis 1988 Ausbildung zum Zahntechniker beim Dentallabor Singer, Traunstein
- 1989 bis 1999 Tätigkeit bei verschiedenen Dentallabors im Chiemgau, Schwerpunkt Edelmetall, Keramik und Kombitechnik



- seit 1999 Laborleiter an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Gernet)
- seit 2006 Ausbildungsbefähigung nach § 8 HWO
- Zahntechnische Leitung vieler In-vivo und In-vitro Studien zu vollkeramischen Systemen im Bereich der Glaskeramiken sowie der oxidischen Hochleistungskeramiken
- Veröffentlichung vieler nationaler und internationaler Fachbeiträge zum Thema CAD/CAM-Technologien, Rapid Prototyping, Hochleistungskeramiken in der dentalen Anwendung und Implantatprothetik, unter anderem in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Daniel Edelhoﬀ (LMU München), PD Dr. Florian Beuer (LMU München) und Professor Dr. Peter Pospiech (Universität des Saarlandes)
- seit 2009 zusätzlich Ressortleiter CAD/CAM für die Zeitschrift „dental dialogue“ im Teamwork Media Verlag
- Erfinder der digitalen Verblendtechnologie (Sinterverbundkrone und -brücke)
- Erfinder der Digitalen Dentinkernkrone/Digitalen Dentinkernbrücke nach Schweiger
- Preisträger des CAD4practice Förderpreises 2009 des Deutschen Ärzteverbandes

Arbeitsschwerpunkte:

- Vollkeramik
- Implantatprothetische Versorgungen
- CAD/CAM Technologie
- Generative Fertigungsverfahren (Rapid Prototyping)
- Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Digitale Zahnheilkunde DGCZ
- Mitglied der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V. (AG-Keramik)
- Mitwirkung beim Curriculum CAD/CAM („CAD/CAM – Führerschein“)
- Initiator der Arbeitsgruppe Vollkeramik München
- Gründungsmitglied und Fortbildungsreferent der Fachgesellschaft für Digitale Zahntechnik FDZt

TANAKA, Asami, Prof. Dr.

Weltweit führender Keramiker. Assoziierter Professor für restaurative Zahnheilkunde und dentale Technologie an der University of Texas, San Antonio, USA. Seit 2002 Doktor der Naturheilkunde (NMD). Nach zahntechnischer Ausbildung mit Meisterabschluss (CDT) sechsjährige Forschungstätigkeit an der Tokio Medical and Dental University, Bereich medizinische und zahntechnische Materialien, Schwerpunkt anorganische Materialien (Keramik). Anschließend Studium der Rechtswissenschaften, Chuo Universität, Japan, sowie der Betriebswirtschaften, Murray State University, USA. 1975 Gründung des Tanaka Dental Technology Institute. Seit mehr als 40 Jahren in Erforschung und Entwicklung dentaler Produkte und Konzepte tätig, Autor zahlreicher Fachartikel, gefragter Referent und Inhaber vieler Patente.



TINSCHERT, Joachim, Prof. Dr. med. dent.

- 1984–1989 Studium der Zahnheilkunde an der Universität Köln
- 1990–2008 Assistenz- und Oberarzt an der Klinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums der RWTH Aachen
- 1991 Promotion
- 1999 Forschungsaufenthalt an der University of Florida
- 2003 Forschungspreis der Arbeitsgemeinschaft für Keramik
- 2006 Verleihung einer außerplanmäßigen Professur durch die Medizinische Fakultät der RWTH Aachen
- 2008 Preisträger des Innovationswettbewerbes zur Förderung der Medizintechnik 2008
- April 2008 Niederlassung in Gemeinschaftspraxis



VAN DER ZEL, Jef M., Prof.Dipl.-Ing.

Hoorn, Niederlande

- 1965–1972 Technische Universität Delft, Materialkunde
- 1972–1978 Senior Reserch Metallurgist, Anglo American, Zambia
- 1978–2006 Technischer Direktor Elephant Dental B.V., Hoorn-NL
- 1989 Promotion Universität Amsterdam Palladium Legierungen
- 1996 Preisträger Technology Rating Best Software Product mit CICERO
- 1997 Preisträger König Wilhelm I Preis für Innovation
- Seit 2004 Professor Computerunterstützte Zahnheilkunde ACTA Amsterdam
- Seit 2005 Vorsitzender ISO 106/Arbeitsgruppe 11 CAD/CAM Systems
- Seit 2007 Technischer Direktor Oratio B.V., Zwaag-NL



Referenten

BÄR, German, Zahntechnikermeister
Dentalstudio St. Augustin GmbH, Pleistalstraße
60a, 53757 St. Augustin

BEUER, Florian, Priv.-Doz.Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik,
Goethestraße 70, 80336 München

BOURAUUEL, Christoph, Prof.Dr.rer.nat.
Oralmedizinische Technologie,
Welschnonnenstraße 17, 53111 Bonn

EDELHOFF, Daniel, Prof.Dr.
Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Goethestraße
70, 80336 München

ELLMANN, Daniel, Zahntechnikermeister
Rübeling + Klar Dental-Labor,
Ruwersteig 43, 12681 Berlin

ENDER, Andreas, Dr., Zahnarzt
Zentrum für Zahnmedizin, Präventivmedizin,
Plattenstraße 11, CH-8032 Zürich

FINDEIB, Maxi, Zahntechnikermeisterin
Dentallabor Grüttner GmbH,
Ernst-Thälmann-Straße 13, 07381 Pößneck

GÜTGES, Axel, Zahntechnikermeister
Xcitedent Dentallabor,
Moltekestraße 28, 40477 Düsseldorf

HASAN, Istabrak, Dr.
Oralmedizinische Technologie,
Welschnonnenstraße 17, 53111 Bonn

HEINEMANN, Friedhelm, Dr., Zahnarzt,
Im Hainsfeld 29, 51597 Morsbach

HEINZMANN, Oliver, Zahntechnikermeister,
Heinzmann-Zahntechnik Hz-Qtec,
Benzstraße 4, 64646 Heppenheim

HEY, Jeremias, Dr., Zahnarzt
ZMK-Klinik, Zahnärztliche Prothetik,
Große Steinstraße 19, 06097 Halle

HOFFMANN, Andreas, Zahntechnikermeister
1. Dentales Servicezentrum,
Ludwig-Erhard-Straße 7 b,
37434 Gieboldehausen

JOBST, Thomas, Zahntechnikermeister
Zirko-dent GmbH,
Wilhelminenstraße 25, 64283 Darmstadt

KEILIG, Ludger, Dr. rer.nat., Dipl.-Math.
Oralmedizinische Technologie,
Welschnonnenstraße 17, 53111 Bonn

KLAR, Andreas, Zahntechnikermeister
Ruwersteig 43, 12681 Berlin

Referenten

KORDAB, Bernd, Prof.Dr., Zahnarzt
Zentrum für ZMK, Propädeutik,
Rotgerberstraße 8, 17489 Greifswald

LEHMANN, Karl, Dr., Zahnarzt
Langenbeckstraße 8, 55131 Mainz

LOTZ, Hans-Joachim, Zahntechnikermeister,
Kreuzstraße 6, 97990 Weikersheim

MAIER, Joachim, Zahntechnikermeister
Oral Design Center Bodensee,
Schreibersbildstraße 30, 88662 Überlingen

MÜLLER, Manfred, Flugkapitän
Private Akademie für Risikomanagement,
Rudolf-Camerer-Straße 18, 81369 München

PETERS, Jochen, Zahntechnikermeister
Zahntechnische Schulung,
Pomona 8, 41464 Neuss

REIMANN, Susanne, Dr. rer.nat, Dipl.-Ing.
Oralmedizinische Technologie,
Welschnonnenstraße 17, 53111 Bonn

RINKE, Sven, Dr., Zahnarzt, M.Sc. M.Sc.
Dettinger Straße 10a, 63791 Karlstein

SCHMITTER, Marc, Prof.Dr., Zahnarzt
MZK 8.2 Universität Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg

SCHULZ, Peter, Zahntechnikermeister
Blumenthalstraße 2–4, 90429 Nürnberg

SCHWEIGER, Josef, Zahntechniker
Poliklinik für Prothetik, Laborleiter,
Goethestraße 70, 80336 München

SETZ, Jürgen M. , Prof.Dr., Zahnarzt
ZMK-Klinik, Zahnärztliche Prothetik,
Große Steinstraße 19, 06097 Halle

TANAKA, Asami Prof.Dr.
Max-Planck-Straße 3, 61381 Friedrichsdorf

TINSCHERT, Joachim, Prof.Dr., Zahnarzt
Martelenberger Weg 21, 52066 Aachen

WEGNER, Christian, Dr., Zahnarzt
ZMK-Klinik, Zahnärztliche Prothetik,
Große Steinstraße 19, 06097 Halle

van der **ZEL**, Jef, Prof.Dr., Dipl.-Ing.
Corantyn 91 c, NK-1689 AN Zwaag,
Niederlande

Vorstand & Beirat der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.

1. Vorsitzender

SETZ, Jürgen M., Prof. Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Große Steinstraße 19, 06108 Halle|Saale

2. Vorsitzender

BIRK, Jochen, Zahntechnikerobermeister,
Zahntechnikerinnung Württemberg,
Schlachthofstraße 15, 70188 Stuttgart

Stellvertretender 1. Vorsitzender

EDELHOFF, Daniel, Prof. Dr.
Poliklinik für zahnärztliche Prothetik,
Goethestraße 70, 80336 München

Stellvertretender 2. Vorsitzender

STACHULLA, Gerhard
Zahntechnikermeister,
Derchinger Straße 11, 86444 Bergen

Schriftführerin

STOCKBURGER, Katrin, MTA
Hartmeyerstraße 62, 72076 Tübingen

Beirat

WEBER, Heiner, Prof. Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Osianderstraße 2–8, 72076 Tübingen

SCHNEIDER, Heinrich, Dr. Dr.
Innere Heerstraße 3/1, 72555 Metzingen

MEHLERT, Jürgen, Zahntechnikermeister,
Klaus-Schaumann-Str. 20, 21035 Hamburg

KLAR, Andreas, Zahntechnikermeister,
Ruwersteig 43, 12681 Berlin

Referent für Öffentlichkeitsarbeit

WOLTERS, Johannes, Verlagsleiter
Komturstraße 18, 12099 Berlin

Rechnungsprüfer

KRAUS, Horst-Dieter, Zahntechnikermeister
Augustenstraße 44, 70178 Stuttgart

SCHMIERER, Albrecht, Dr.
Esslinger Straße 40, 70178 Stuttgart

Lebenswerkpreis

2003

Horst Gründler, ZTM (†)

2004

Prof. Dr. Jakob Wirz, Winterthur

2005

Hans-H. Caesar, ZTM (†)

Prof. Dr. Erich Körber, Tübingen

2006

Klaus Pogrzeba, ZTM, Stuttgart

2007

Hartmut Stemmann, ZTM, Hamburg

2008

Prof. Dr. Klaus M. Lehmann, Marburg

2009

Günter Rübeling, ZTM, Bremerhaven

2010

Dr. h.c. Horst-Wolfgang Haase, Berlin

42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V. Kongresshalle Böblingen | 30. Mai – 1. Juni 2013



Alle Rechte wie Nachdruck, auch von Abbildungen, Vervielfältigungen jeder Art, Vortrag, Content-Rechte für alle Medien, sowie Speicherung, auch auszugsweise, behält sich der Arbeitskreis Dentale Technologie vor.

Für Programmänderungen, Umbesetzungen von Referenten/Referaten und Verschiebungen kann vom Veranstalter keine Gewähr übernommen werden.

Gestaltung: werbeatelier**brandner**leutkirch

Organical Multi Fräs- und Schleifmaschine



MADE IN GERMANY

- » 5-Achs-Simultanbearbeitung
- » Trocken- und Nassbearbeitung
- » Alle Materialien
- » Schleifen von IPS e.max CAD
- » Individuelle Abutments
- » Optional mit Wechselsystem (vollautomatisierte Fertigung)



Extremer Schwenkbereich:
Achse A: -30°/+110°, Achse B: 360°



R+K CAD/CAM Technologie GmbH & Co. KG

Ruwersteig 43
12681 Berlin (Germany)

Tel: +49 (0)30 549934-246
Fax: +49 (0)30 54378432

info@cctechnik.com
www.cctechnik.com



VITA Easyshade® Advance – Irren war menschlich!

Präziser als jedes Auge: Alle Zahnfarben digital bestimmen und kontrollieren



VITA shade, VITA made.

VITA

Bestimmen Sie ab sofort Zahnfarben mit doppelter Treffsicherheit. Der VITA Easyshade Advance verfügt über die modernste spektrofotometrische Messtechnik mit eigener Lichtquelle. Er ist damit zu 100% umgebungsunabhängig und liefert in Sekunden jedes Ergebnis in VITA SYSTEM

3D-MASTER, VITA classical A1–D4 und VITABLOC-Farben. Die digitale Farbmessung mit dem VITA Easyshade Advance kann über Krankenkassen abgerechnet werden. Erhöhen auch Sie Ihre Sicherheit und Wirtschaftlichkeit – ganz leicht, absolut digital. / www.vita-zahnfabrik.com/Abrechnung.