

# Interessante verträgliche Materialien?

Von Gold im Einmalverguss über monomerfreien Kunststoff zur Vollkeramik durch Elektrophorese

Seit mehr als 20 Jahren werden in der Zahnheilkunde biologisch hoch verträgliche Materialien wie Goldlegierungen, thermoplastische Kunststoffe und Vollkeramiken verarbeitet. Wobei die Verträglichkeit der Werkstoffe momentan noch eine untergeordnete Rolle in der Anwendung spielt. Durch die zunehmende Zahl der Patienten jedoch, die Kunststoffe auf PMMA-Basis und / oder Metalllegierungen nicht tolerieren (sie reagieren mit Unverträglichkeiten bis hin zu Allergien), wird diese Werkstoffgruppe zunehmend interessanter. Aber auch die Ästhetik und ein deutlich besserer Tragekomfort lassen diese Werkstoffe an Attraktivität gewinnen.

## Von Goldlegierungen und dem Einmalverguss

### Klassifikation der Dentallegierungen

Auf dem Dentalmarkt gibt es viele verschiedene Anbieter von Goldlegierungen und noch mehr verschiedene Legierungen. Im Dental Vademekum, der „Materialbibel“, lassen sich allein über 1.000 nachschlagen.

Die Legierungen sind hochgoldhaltig oder goldreduziert, aufbrennfähig oder nicht aufbrennfähig, in den Farben gelb, goldgelb, sattgelb usw. Nach DIN EN ISO werden nicht aufbrennfähige Dental-Goldgusslegierungen und Dental-Gusslegierungen mit Edelmetallanteil gemäß ihrer mechanischen Eigenschaften in Typen 1, 2, 3 oder 4 eingeteilt. Die Zuordnung zu einem Typ wird hauptsächlich durch den Wert der 0,2 %-Dehngrenze bestimmt. Je höher der Wert der 0,2 %-Dehngrenze ist, umso mehr Widerstand kann die Legierung äußeren Beanspruchungen entgegenzusetzen. Legierungen und Fertigteile zur Herstellung von Zahnersatz aus Metall werden entsprechend ihrer physikalischen Eigenschaften nach Beanspruchungsklassen eingeteilt und für bestimmte Verwendungszwecke empfohlen. Dabei sind die Werte der mechanischen Eigenschaften wie 0,2 %-Grenze, Dehnung und Elastizitätsmodul insgesamt bei der Auswahl für ihren Einsatz unter Berücksichtigung der zu erwartenden Beanspruchungen zu beachten. Die Anforderungen an Dentallegierungen sind in den entsprechenden indikationsbedingten Normen aufgeführt.

Bei der Verträglichkeit und der endgültigen Qualität der Versorgung spielt jedoch auch die Verarbeitung der Legierung eine große Rolle.

### Das Gießen der Goldlegierungen

Wenn in einem Dentallabor beispielsweise ein Inlay aus Gold hergestellt wird, wird die Form des Inlays vom Zahntechniker zuerst in

Wachs modelliert, in eine feuerfeste Masse eingebettet und dann in Gold gegossen.

Das Gold gibt es meist in vorgestanzten Plättchen zu je 1g. In diesem Moment ist die Legierung in ihrer Struktur noch homogen. Eine Veränderung der Legierung erfolgt erst beim Gießen und kann je nach Verarbeitung und Gießmethode sehr groß sein.

Es gibt verschiedene Arten, die Goldplättchen zu schmelzen und sie zu vergießen. Hier soll jedoch nur kurz auf verschiedene Methoden eingegangen werden.

- a) **Schmelzen mit offener Flamme und Gießen mit dem Schleudergussverfahren:** Hierbei wird mit einer offenen Flamme die Legierung aufgeschmolzen. Dabei gibt es die Schwierigkeit, die Flamme richtig einzustellen, damit sie nicht zu heiß ist und damit Bestandteile aus der Legierung verdampfen. Oder die Legierung wird gekocht, was zu späteren Poren im Gussobjekt führen kann.
- b) **Der Schleuderguss:** Beim Schleuderguss wird die Schmelze durch die Zentrifugalkraft in die Gushohlförmigkeit gepresst. Je nach der Höhe der wirksamen Fliehkraft können die gräßlichsten Formteile ausfließen.
- c) **Vakuum-Druckguss:** Der Vakuum-Druckguss erwirkt die Formfüllung durch die Schwerkraft in Verbindung mit Druckluft,

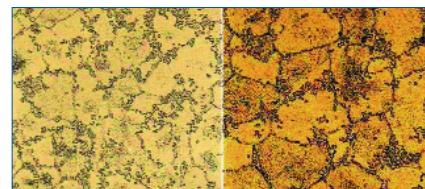


Abb. 1: (links) Erster Guss – 100 % Neumaterial; (rechts) Erster Guss – 60 % Altmaterial, 40 % Neumaterial (Quelle: Teamziereis)

wobei das Metall in die vorher luftleer gepumpte Hohlform gepresst und gesogen wird. Hier wird die Legierung in der Regel durch eine Widerstandsbeheizung aufgeschmolzen. Die Gusstemperatur kann hier indirekt durch den Stromfluss sehr genau geregelt werden. Eine Überhitzung des Metalls ist dadurch ausgeschlossen.

### Der Einmalverguss

Zum Gießen beispielsweise eines Inlays wird vom Zahntechniker nicht nur „neues Gold“ genommen, sondern oft auch bereits vergossenes Material. Dabei ist es durchaus üblich bis zu 50 % vergossenes Gold dazuzumischen. Dies erfolgt aus Kostengründen so. Doch aus dem am 01.01.1995 in Kraft getretenen Medizinproduktegesetz ergeben sich neue Anforderungen an die Hersteller, die zahntechnischen Labore und die Zahnärzte.

Die Gefahr von Verschleppungen durch schadhafte Material, z. B. auf Grund von Überhitzung der Legierung, Verunreinigungen durch die feuerfeste Einbettmasse oder Tiegelrückstände sowie Poren und Lunken (Luft-einschlüsse im Metall, die dadurch entstehen, dass bei der Schrumpfung des Metalls beim Abkühlen nicht genug Metall nachge-



Abb. 2: (links) Eine Modellgussversorgung im Oberkiefer mit Acetal; (rechts) eine zahnfarbene Doppelparmklammer mit Auflage aus Acetal



### Stefanie Müller

ist selbstständige Zahntechnikermeisterin und Betriebswirtin des Handwerks. Seit Verleihung des Meisterbriefs 2003 betreibt sie ein eigenes Dentallabor, in dem, unter besonderer Berücksichtigung der Materialien im Hinblick auf Verträglichkeit, hochqualitativer Zahnersatz hergestellt wird. Enge Zusammenarbeit mit einem ganzheitlichen arbeitenden Zahnarzt sowie einer Heilpraktikerin.

#### Kontakt:

Quellental 2, D-26340 Neuenburg  
Tel.: 04452 / 918610  
mueller@ndl-zahntechnik.de  
www.ndl-zahntechnik.de

saugt werden kann) ist im Alltag relativ groß. Von Vermischungen und Verwechslungen ganz abgesehen. Da selbst bei optimalen Bedingungen Veränderungen am Werkstück zu erkennen sind, sollte der Einmalverguss als Sicherheitsmaximierung genutzt werden. Das Echte ist nur einmal echt. Die Verwendung von 100 % Neumaterial bei jedem Guss bedeutet höchste Materialsicherheit und führt zu besten Arbeitsergebnissen (Abb. 1). Das Gefüge in Abbildung 1 ist feinkörnig mit kleinen, gleichmäßig verteilten Ausscheidungen entlang der Korngrenzen. Die Legierungen schmelzen gleichmäßig auf, die Gefahr der Lunkerbildung verringert sich, Verunreinigungen werden nicht verschleppt. Die Chargenrückverfolgbarkeit (eine immer wichtig werdende Gesetzesforderung) ist zu 100 % gegeben. Das schafft Sicherheit, und der Patient erhält das Neumaterial, was er bezahlt.

Der erste Guss mit 60 % Altmaterial und 40 % Neumaterial zeigt in Abbildung 1 (rechts) bereits eine deutliche Zunahme der Korngrößen, einhergehend mit einer Abnahme der Ausscheidungen entlang der Korngrenzen.

Eine weitere Zunahme des Altmaterials in folgenden Vergüssen führt schließlich zu einem zerrütteten Gussgefüge. Das Metall schmiert bei der Schliifferstellung (grünliche Schlieren) und wird grobkörnig. Die mechanischen Wer-



Abb. 3: Eine Interimsversorgung aus Flexi J

te sinken deutlich unter die Normalwerte, so sinkt beispielsweise die Härte um ca. 30 bis 40 %.

Die Verträglichkeit einer einmalvergossenen Legierung ist nach unserer Erfahrung deutlich besser als mit der Beimischung von bereits gegossenem Altmaterial.

### DIVA - eine besonders hochgoldhaltige Legierung

DIVA besteht zu 97,9 % aus Gold, zu 1,7 % Titan und zu 0,4 % aus Niob. Bei der Messung mit der Elektroakupunktur nach Dr. Voll gehört DIVA zu

den verträglichsten Legierungen im Einmalverguss.

Trotz ihres sehr hohen Goldanteils hat sie eine extra hohe Festigkeit. Sie ist außerdem sehr biokompatibel, sehr korrosionsresistent und bildet durch den hohen Anteil an Gold keine Oxide, welche das Zahnfleisch irritieren.

### Bio-tec, Thermoplastische Biokunststoffe

#### Materialien und Werkstoffkunde

Thermoplastische Kunststoffe werden in einem speziellen Spritzgussgerät bei Temperaturen von 150 °C bis 230 °C verarbeitet. Alle im System verwendeten thermoplastischen Werkstoffe werden als Einkomponenten-Werkstoffe verarbeitet und gehören zur Familie der hochvernetzten Technopolymere. Alle hier aufgeführten Werkstoffe sind monomerfrei.

#### Folgende thermoplastischen Kunststoffe können durch den Spritzguss verarbeitet werden:

- TSM Acetal Dental
- THE.R.MO Free (ideal für Total- und Teilprothesen)
- Flexi J (Polyamid für die Herstellung flexibler Prothesen, z. B. Interimsprothesen)
- Corflex Orthodontic (gummiähnliche Flexibilität, unanfällig gegen Spannungsrisse auf Grund schneller und häufiger mechanischer Belastung, besitzt geringe Wasserabsorption und ist säureresistent, z. B. für Mundschutz)
- Corflex Plastulene (gummiähnlich, geeignet für die Basis von Totalprothesen)

#### TSM Acetal Dental, Eigenschaften und Indikationen

Hier soll besonders auf das Acetal eingegangen werden. Acetale sind eine Molekülgruppe

in der organischen Chemie. Acetal Dental gehört zu den Polyoximethylenen.

#### Es weist eine Reihe von Eigenschaften auf:

- hohe Zug- und Druckfestigkeit
- hohe Reibe- und Stoßfestigkeit
- hoher elastischer Speicher; hervorragende Rückstellfähigkeit
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- niedriger statischer und dynamischer Reibungskoeffizient
- zahnfarben - 20 Farbtöne erhältlich
- monomerfrei - ideal für Allergiker
- atoxisch – LTT-Test bewährt
- resistent auf pH-Wert-Schwankungen
- sehr gute lichtoptische Eigenschaften

#### Durch Acetal lassen sich viele Gebiete in der Zahnmedizin abdecken:

- Langzeitprovisorien
- „Modellgüsse“
- Abnehmbare, teleskopierende Arbeiten
- Totalprothesen für Allergiker
- Implantat Einheilkappen / Kronen
- Schienen

#### Acetal-Klammermodellguss

Die Eingliederung eines klassischen Klammermodellgusses wird von den meisten Patienten eher als unangenehm empfunden. Interessanterweise beurteilen Patienten, die mit einem Klammermodellguss aus Metall und einem Klammermodellguss aus Acetal direkt in einer Sitzung versorgt werden, die Klammern aus Metall als störend und klobig, obwohl eine Klammer aus Acetal deutlich flächiger und auch etwas dicker gestaltet werden muss. Das Acetal ist weich und somit angenehmer für die Zunge, es zeigt kaum statische und dynamische Abrasion, ist neutral im Wärmeleitverhalten und wird so vom Patienten eher toleriert. Außerdem ist der Modellguss durch die der Zahnfarbe angepassten Klammern erst auf den zweiten Blick erkennbar. Auch bei bioenergetischen Tests konnte vielfach eine sehr gute Verträglichkeit für den Patienten gemessen werden. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen Beispiele für eine Versorgung mit Acetal.

Wegen des Schrumpfungsgrades von Acetal bleiben in der Regel die Herstellung von Oberkiefer- und Unterkiefer-Totalprothesen den massiven Allergikern vorbehalten. Auf Grund der genannten Schrumpfung kann bei einer Neuankündigung, zur Herstellung der Feinpassung, eine sofortige Rebasierung notwendig sein.

Alternativ für die Herstellung von Totalprothesen kommt THE.R.MO Free zum Einsatz. Dieses zeigt hervorragende Passungen ohne Bissserhöhungen. Das Material ist frei von flüssigem Monomer und eignet sich deshalb auch in den meisten Fällen für Patienten mit PMMA-Unverträglichkeiten.

## Vollkeramik

Der Markt ist voll von Vollkeramik. Das Schlagwort lautet hier Zirkon. Gemeint sind damit Zirkonoxidkeramiken. Aus ihm werden die Gerüste für Kronen und Brücken gemacht, die dann mit so genannter Verblendkeramik verblendet wird. Damit erhalten Kronen und Brücken die Farbe und Form, und es ist unmöglich, sie von natürlichen Zähnen zu unterscheiden.

Das Thema ist sehr vielschichtig und kompliziert. Deshalb soll nach einer kurzen Unterscheidung der verschiedenen Vollkeramikmaterialien speziell auf die elektrophoretisch hergestellte Vollkeramik aus Alumina eingegangen werden.

### Zirkonium, Zirkoniumdioxid, gehiptes Zirkoniumdioxid, Alumina, Zirkonia

Zirkonium hat die chemische Formel Zr und ist ein Metall. Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ) und gehiptes Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2 / Y_2O_3$ ; härter als Zirkoniumdioxid) sind dentale Hochleistungskeramiken und haben eine weiße Farbe. Alumina ist hochreines Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ), also synthetischer Korund mit einer Körnung von 2-5  $\mu m$  (aus  $Al_2O_3$  besteht auch Saphirglas bei Uhren oder der Rubin). Zirkonia ist eine Aluminiumoxidkeramik mit 67 %  $Al_2O_3$ , die mit tetragonalem, stabilisiertem Zirkoniumdioxid ergänzt worden ist.

### Kronen und Brücken aus Vollkeramik lassen sich auf unterschiedliche Art und Weise herstellen:

**Pressen:** Das Pressen von erhitzten, blockartigen Rohlingen in feuer- und druckfeste Hohlformen erfolgt mit leuzitverstärkter Glaskeramik. Die Glasrohlinge werden unter Erhalt ihres strukturellen Aufbaus bei ca. 1.050 °C bis 1.180 °C erweicht und mit hohem Druck in die Hohlform gepresst.

**Fräsen im CAD/CAM-System:** Hierbei können industrielle Rohprodukte im Kopierfräsverfahren oder nach erfassen und modifizierten Computerdaten in Inlays, Kronen- und Brückengerüsten geformt werden. Die Inlays lassen sich bemalen und mit einem Glanzbrand versiegeln. Die Kronen und Brückengerüste aus vorgesintertem (damit ist eine Art von Verbacken gemeint) Keramikmaterial (meist Zirkoniumdioxidkeramik) müssen in einem Sinterbrand (dabei werden die einzelnen Teilchen „verbacken“) vorbereitet werden, um als Trägergerüst für die konventionelle Aufbrennkeramik zu dienen. Mit dieser Technologie lassen sich aus keramischen Industrierohlingen zahnmedizinische Produkte mit gleichbleibender Materialqualität herstellen.

**Elektrophorese-Vollkeramik:** Die PEARLceram-Technik ist ein Verfahrensweg, bei dem mit Hilfe der CAM-Technik auf elektrophoretischem Wege Kronen, Brücken und vieles mehr aus bewährter Hochleistungskeramik hergestellt werden können. Das Grundprinzip

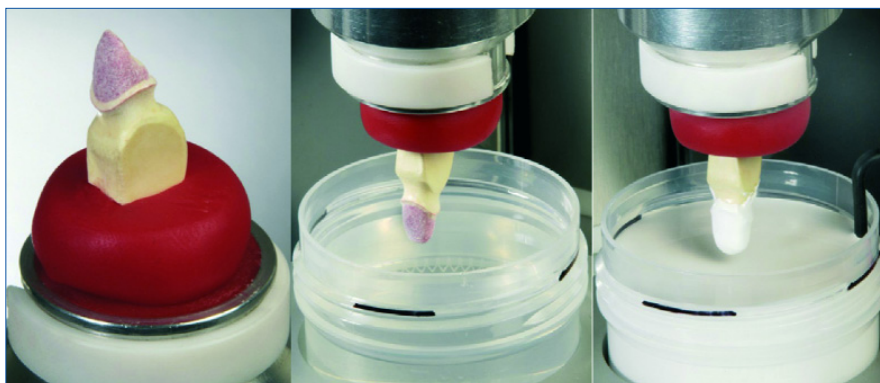


Abb. 4: (links) Der vorbereitete Stumpf; (mitte) Der Stumpf wird in Elektrolyt getaucht; (rechts) Stumpf wird in die keramische Suspension getaucht

der Elektrophorese beruht auf der Wanderung von geladenen Teilchen im elektrischen Feld, die in einer Flüssigkeit dispergiert oder kolloidal gelöst sind. In der Werkstoffkunde wird die Elektrophorese als das Verfahren mit der homogensten Gefügestruktur beschrieben. In der Lack- und Autoindustrie wird diese Technik schon seit geraumer Zeit für hochpräzise Beschichtungen angewendet. Die Zahntechnik profitiert durch eine perfekte Passung sowie 15 bis 20 % höheren mechanischen Werten im Vergleich zu industriell gefertigten Blanks bei gleichem Materialwerkstoff.

### Herstellung am Beispiel einer PEARLceram Einzelkrone

Der vorbereitete Stumpf (Abb. 4) wird, nachdem er in das Elektrolyt getaucht und getrocknet worden ist, in die keramische Suspension (= Schlicker aus fein gepulvertem Aluminiumoxid) getaucht. Dort wird mit Hilfe der Elektrophorese das Aluminiumoxid auf den Originalstumpf abgeschieden. Nach dem Trocknen wird der Kronenrand der Aluminiumkappe reduziert (Abb. 5). Dann erfolgt das Abheben des Kappchens. Nun kann das Aluminiumkappchen bei 1.120 °C zwei Stunden gesintert werden, d. h. die Aluminiumoxid-Körner backen zusammen. Das Objekt ist nach dem Sinterbrand kreideartig und kann hier vorsichtig bearbeitet werden. Um die Krone stabil zu bekommen, wird nachfolgend ein Glasinfiltrationsbrand vorgenommen (Abb. 6). Dabei wird auf das gesinterte Kappchen Lanthanglas aufgetragen. Das „Glas“ wird bei 1.100 °C vier Stunden lang in das feinporige Aluminiumgerüst durch Kapillarkräfte eingesogen, ähnlich wie ein Stück Würfelzucker mit Kaffee durchtränkt wird (Abb. 6). Es entsteht ein hochfestes, glasinfiltriertes Aluminiumoxidkeramikgerüst. Das Aufschlickern per Hand gibt es schon seit 1989 als Inceramverfahren (Firma Vita). Das Material wurde millionenfach u. a. im Cerec- und Procera-Verfahren verwendet.

### Beurteilung zur klinischen Lebenserwartung von PEARLceram

Restaurationen aus Vollkeramik unterscheiden sich in der Betrachtung ihrer Dauerfestigkeit in vivo von keramisch verblendeten Metallgerüs-

ten (VMK-Kronen / -Brücken). Von VMK-Konstruktionen wissen wir um die Verlustraten pro Jahr Tragezeit. Hierzu existieren verschiedene Zahlenangaben. In der Regel ist aber immer die Verblendkeramik und nicht das Gerüst betroffen. Biegefestigkeitsprüfungen für Vollkeramiken nach DIN 13925 (ISO 6872) liefern zwar Vergleichswerte für keramische Werkstoffe untereinander, eine schlüssige Aussage, ob der damit hergestellte Zahnersatz eine ausreichende Dauerfestigkeit im Alltagsbetrieb besitzt, ist jedoch nicht möglich.

Von der Festigkeit der am Zahnersatz beteiligten einzelnen Materialien kann nicht auf die Festigkeit des gesamten Zahnersatzes geschlossen werden.

Eine differenzierte, seriöse Betrachtung aller Faktoren, von der die klinische Dauerfestigkeit beeinflusst wird und deren Interpretation, ist deshalb unumgänglich.

### Die Haltbarkeit eines Zahnersatzes ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Material und Materialermüdung
- Konstruktion und Dimensionierung
- Materialbearbeitung
- Präparation
- Zementierung
- Haftverbund der Verblendung

Keramiken altern - auch Hochleistungsoxidkeramiken. Das ist ein bekanntes technisches Faktum.

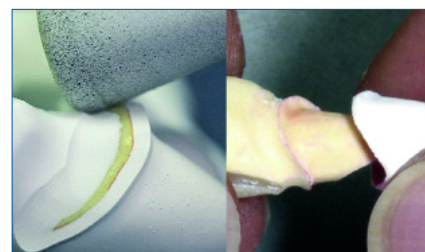


Abb. 5: (links) Kronenrand wird reduziert; (rechts) Abheben des Kappchens

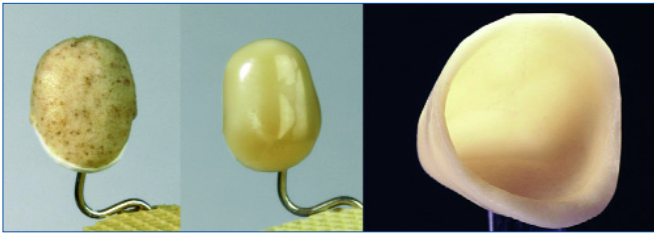


Abb. 6: (links) Glasinfiltration, Käppchen vor dem Brand; (mitte) Glasinfiltration, Käppchen nach dem Brand; (rechts) Fertige Krone

Um die in vitro ermittelten Werten zur Belastbarkeit von Vollkeramiken realistisch interpretieren zu können, ist es unumgänglich, die Bedingungen im stomatognathen System zu betrachten.

**So führen folgende Einflussfaktoren zum Bruch einer Vollkeramikbrücke:**

- die thermodynamische Materialermüdung (Fatigue)
- der Verschleiß durch den direkten Kontakt mit dem Antagonisten (Attrition)
- der Abrieb durch Nahrung (Abrasion)
- die chemische Zersetzung (Feuchtigkeitsaufnahme, Korrosion)
- die externen Faktoren durch Zahntechnik, Zahnmedizin und Patient

**Material, Materialfestigkeit und Korrosion**

Um realistisch interpretierbare Werte zu den Belastbarkeit der im System verwendeten Materialien zu erhalten, wurden in-vitro-Tests in Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik Tübingen, Prof. Geis-Gerstorfer, und der Universitätsklinik München, Dr. Beuer, durchgeführt:

Dabei wurden Belastungstests an zehn dreigliedrigen Seitenzahnbrücken aus PEARLceram-Aluminium, und identische Konstruktionen aus Zirkoniumdioxid mit dem Cercon Verfahren (Fa. Degudent) und Cerec in Lab Verfahren (Fa. Sirona) durchgeführt.

Alle Testbrücken wurden belastet, teils unter Berücksichtigung der Korrosion, teils unter Betrachtung der Präparation der Pfeilerzähne.

Für die Belastbarkeit einer für Zahnersatz verwendeten, konventionell zementierten Gerüstkeramik werden bei Seitenzahnbrücken Mindestwerte von 1.000 Newton (N) in der einschlägigen Fachliteratur gefordert. Der Grund

hierfür liegt darin begründet, dass selbst bei einer Alterung der für den Zahnersatz verwendeten Werkstoffe, die mit einem maximalen Festigkeitsverlust von 50 % einhergeht, eine klinische Sicherheit unter Normalbedingungen gegeben sein muss.

In einer umfangreichen Literaturrecherche kommen Körber und Ludwig zu dem Ergebnis, dass für die maximale Kaukraft bei parodontal und biostatistisch abgestützten Kauorgan ein mittlerer Wert von 298,9 N anzunehmen ist.

Dieser Wert wird bestätigt durch Kaukraftmessungen an Brückenersatz von Kraft und Klötzer. Dazu wird üblicherweise eine Sicherheitsreserve von 200 N addiert. Dies ergibt die unter physiologischen Gesichtspunkten geforderte ausreichende Bruchfestigkeit von 500 N. Bei allen Tests, auch bei den korrodierten und künstlich vorgealterten Brücken, wurden für PEARLceram Werte ermittelt, die weit über den geforderten 500 N liegen.

**Materialermüdung durch Kaukräfte**

Kaukräfte, Temperaturunterschiede in der Mundhöhle, die Nahrungsaufnahme, Parafunktionen (wie beispielsweise Knirschen) und Korrosion führen zur Materialermüdung. Dabei spielen die Attrition und Abrasion eine untergeordnete Rolle. Um die mechanische Ermüdung beurteilen zu können, ist es wichtig, die tatsächlich auftretenden Kräfte beim Kauen und Schlucken und die Anzahl der Zahnkontakte im Verlauf einer 10-jährigen Tragedauer kennen. Hierüber gibt es reichhaltige Untersuchungen, zu Parafunktionen weniger.

Die Überlebensrate von Zahnersatz wird unter anderem durch die Häufigkeit und Frequenz der Zahnkontakte bestimmt. Nach Eichner ergeben sich ca. 2.880 Kau- und 480 Schluckkontakte pro Tag.

Schwickerath untersuchte die Belastbarkeit der einzelnen Zähne in Abhängigkeit der Wurzelgröße, der Form und der Tiefe im Knochen. Dabei kann die Kaukraft zur Zerkleinerung der Speisen größer sein als die Belastbarkeit des einzelnen Zahnes. Die Kaukraft verteilt sich

aber auf die kumulierten Belastbarkeitswerte der gesamten Kaueinheiten. Je kleiner die Kaufläche, umso geringer die benötigte Kaukraft. Daraus ergibt sich, dass die auf einen Zahnersatz aus PEARLceram einwirkende Kaubelastung deutlich geringer ist als die Belastbarkeitsgrenze des Grundmaterials für die Gerüste und die Belastbarkeit der einzelnen Pfeilerzähne. Kritischer zu betrachten ist die Belastung von implantat-getragenen Zahnersatz und Zahnersatz auf endodontisch behandelten Zähnen. Hier fehlen die regulierenden, natürlichen Rezeptoren. Nächtliche, unkontrollierte Einwirkungen von Parafunktionen sind vorhanden.

**Konstruktion und Dimensionierung einer PEARLceram-Brücke**

Die Konstruktion einer vollkeramischen Brücke ist sehr wichtig. Vollkeramik hat im Gegensatz zu metallkeramischen Brücken keine Dehngrenze. Das bedeutet, dass bei der Verbindungsstelle zwischen Krone und Pfeilerzahn und Brückenglied besonders auf den Querschnitt zu achten ist. Dabei gilt, dass der Regel: Verbindungshöhe hat immer Vorrang vor Verbindungsbreite, nicht streng genug Rechnung getragen werden muss. Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Steigerung der Festigkeit um 25 bis 40 % bei gleichem Verbindungsquerschnitt, aber bei umgekehrtem Verhältnis von Höhe zu Breite, also statt 3 x 4 mm – 4 x 3 mm, feststellbar sind. Wird die empfohlene Verbindungsstärke unterschritten, muss mit einer merkbaren Verkürzung der klinischen Liegezeit gerechnet werden.

Weitere Tests ergaben, dass bei Seitenzahnbrücken das Präparieren von interdentalen Intarsien, bei durch Korrosion vorgealterten Gerüsten, eine wesentlichen Festigkeitsverbesserung beim Bruchtest nach sich zogen.

Ein Beispiel einer Versorgung im Oberkiefer mit einer PEARLceram-Brücke zeigt die Abbildung 7.

**Materialbearbeitung**

Beim Versagen von vollkeramischen Arbeiten spielt die falsche Bearbeitung der Gerüste und den Verblendkeramiken eine wichtige Rolle. So kann es beim Bearbeiten von Gerüsten aus Hochleistungskeramiken durch starke Hitzeentwicklung (wenn trocken geschliffen wird) zu latenten Frühschäden in Form von Mikrorissen, Inhomogenitäten oder kleinste Gefügefehler kommen. Das kann nach nicht bestimmbarer Tragedauer auf Grund von Risswachstum zum Versagen der Keramik bei normaler Belastung führen. Das trifft auch auf Verblendkeramik zu, die nach notwendig werdenden Einschleifarbeiten unbedingt durch Politur versiegelt werden muss, besser noch, wenn möglich durch einen letzten Brand im Keramikofen homogenisiert werden sollte. Und die Verblendkeramik stellt, aus Sicht der reinen mechanischen Belastbarkeit, den schwächsten



Abb. 7: (links) PEARLceram-Gerüst einer Oberkiefer-Frontzahnbrücke; (mitte) Die verblendete Oberkiefer-Vollkeramikbrücke; (rechts) Fertige Arbeit im Mund des Patienten

ten Faktor dar. Eine großflächig abgescherte Verblendung, ohne Gerüstbruch, bedeutet für den Patienten das Versagen der Arbeit.

### Zementierung

Keramiken sind, im Gegensatz zu Metalllegierungen, spröde Werkstoffe, die Druckkräfte in hohem Maße, Zugkräfte jedoch kaum tolerieren. Deshalb vermindert die Eigenbeweglichkeit einer Restauration aus Vollkeramik in situ erheblich die Belastbarkeit. Die Gerüstbeweglichkeit führt zu Schaukelbewegungen. Die auftretenden Hebelwirkungen auf die Innenflächen der Gerüste führen zum schnellen Bruch bzw. Splitterungen. Von innen auf die Kronenwand wirkende Kräfte können aber auch durch quellende Zemente entstehen.

### Haftverbund

Das schwächste Glied in der Kette stellt oft nicht der Gerüstwerkstoff dar. Die Belastbarkeit des Gerüsts liegt weit oberhalb der klinischen Belastungstoleranz. Im Falle einer massiven Schädigung in der Verblendkeramik kann die Arbeit für den Patienten intolerabel zerstört sein. Kritisch zu bemerken ist die Tatsache, dass sämtliche verfügbaren Untersuchungen bei Hochleistungskeramiken diese Realität negieren und lediglich das unverblendete Gerüst ohne den schwachen Partner Verblendkeramik in die Tests mit einbeziehen.

Bei elektrophoretisch hergestelltem PEARLceram aus Alumina haben wir es mit glasinfiltrierter Gerüstkeramik zu tun. Hier findet nicht nur ein mechanischer Verbund und ein „Aufschrumpfen der Keramik“ statt, sondern auch ein chemischer Verbund.

### Fazit

Das zahntechnische Labor ist nicht nur die „Black-Box“, die den fertigen Zahnersatz anliefern sollte. Vielmehr kommt es auf eine Zusammenarbeit zwischen Zahnarzt und Zahntechniker an. Der Patient sollte die Möglichkeit haben, auch in Bezug auf besonders verträgliche Materialien ganzheitlich beraten zu werden.

**Im Dentallabor kommt es, wie beim Einmalverguss schön veranschaulicht, ganz entscheidend auf die Verarbeitung der Werkstoffe an.**

Ein Guss mit neuen Plättchen ist einfach besser und auch verträglicher als ein Guss unter Beimischung bereits vergossenen Materials.

Nach unserer Erfahrung sind die vorgestellten Materialien und ihre korrekte Verarbeitung eine gute Möglichkeit, eine vernünftige ganzheitliche und hochqualitative Versorgung mit Zahnersatz zu erreichen. Bei bioenergetischen Testverfahren, wie beispielsweise der Elektroakupunktur nach Dr. Voll, gibt es vielfach sehr gute Verträglichkeitsergebnisse.

Und welcher Patient findet es nicht gut, wenn sein Zahnersatz nicht nur ästhetisch einwandfrei ist, sondern auch noch für seinen Organismus verträglich ist?



### Literaturhinweise

Das Dental Vademekum, 8. Auflage, Deutscher Zahnärzte Verlag

Lehrbuch der Zahntechnik, Band 3; A. Hohmann/ W. Hielscher, Quintessenz Bibliothek, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Teamziereis, DIVA, Zahntechnik-Informationen  
Teamziereis, BIO-tec, Zahntechnik-Informationen

Teamziereis, PEARLceram perfekte Vollkeramik durch Elektrophorese, Zahntechnik-Informationen

# 1/6