



Netz-Werk-Medizin.de  
Verlag seit 1999



Umwelt-  
ZahnMedizin

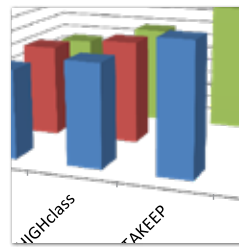


Umwelt-  
ZahnTechnik

# Netz-Werk-Medizin Journal Spezial



**Editorial**  
**Werner Blank**  
Zahntechnikermeister  
Ressortleiter Umwelt-  
ZahnTechnik der  
Internationalen Gesellschaft für  
Ganzheitliche ZahnMedizin e.V.



**Studie**  
Dauerfestigkeitsprüfung an  
viergliedrigen Brücken mit dem  
Mehrstufenschwingversuch der  
Universität Tübingen.



Hinter einem schönen  
**Lächeln**  
steckt oft **viel mehr.**

Erfolgreich im Netz-Werk mit TEAMZIEREIS | Publikation für Mediziner und Patienten



TEAMZIEREIS

# Es geht nicht nur anders, es geht auch anders besser.



## **Werner Blank**

Zahntechnikermeister  
Ressortleiter Umwelt-ZahnTechnik der  
Internationalen Gesellschaft für  
Ganzheitliche ZahnMedizin e.V.

Die Zahl der Patienten mit Allergien oder Unverträglichkeiten nimmt immer mehr zu. Daraus resultiert im Bereich der Zahnmedizin und Zahntechnik ein gesteigertes Informationsbedürfnis zu den eingesetzten Materialien im Biotop Mundhöhle. Bei der heutigen Vielfalt an Materialien und Verarbeitungsweisen wird durch die Qualifizierung der Dentallabore nach den Richtlinien der GZM dafür gesorgt, dass die Zahnlabore alle auf demselben Stand sind. Durch die Entstehung eines Netzwerkes aus Zahnärzten, Zahnlaboren, Heilpraktikern und Ärzten wird der gegenseitige Austausch erleichtert und es kann gemeinsam die beste Lösung für den Patienten gefunden werden.

Für die Durchführung einer solchen Zertifizierung braucht man kompetente Partner und Referenten. Daher haben wir uns in Modul 2 mit dem Themenschwerpunkt „CAD/CAM“ für die Firma Teamziereis entschieden. Seit 2000 ist Teamziereis auf dem Dentalmarkt eine feste Größe. Ursprünglich lag das Hauptaugenmerk auf dem Thema Einmalverguss von Legierungen. Teamziereis war und ist eine der wenigen Firmen in der Dentalbranche, bei denen die konsequente Verarbeitung von Neumetall angeboten wird.

Durch die langjährige Auseinandersetzung mit Materialien und deren Zusammensetzung, untermauert durch diverse unabhängige Studien, ist Teamziereis dadurch der perfekte Ansprechpartner für die GZM im Bereich Gerüstwerkstoffe geworden.

Mittlerweile ist ein weiterer Schwerpunkt – die CAD/CAM-Technik – dazugekommen. Teamziereis ist ein neutraler Partner, der nicht auf ein System fixiert ist, sondern ein breites Wissen über die verschiedenen Systeme hat, die derzeit auf dem Markt vertreten sind.

In Modul 2 der Qualifizierung geht es darum, einen Überblick über die verschiedenen Systeme zu erhalten, die Vor- und Nachteile der jeweiligen Gerüstmaterialien zu erfahren und durch Backwardplanning zum Ziel, nämlich einem zufriedenen Patienten, zu gelangen.

# Dauerfestigkeitsprüfung an viergliedrigen Brücken mit dem Mehrstufenschwingversuch der Universität Tübingen.

**Was leisten CAD-CAM Kunststoffe im Vergleich zu „klassischen“ Zahnersatzwerkstoffen? Bieten neue, CAD-CAM gefräste Kunststoffe Vorteile für die zahnärztliche Therapie!**

## Ausgang und Ziel der Untersuchung

Im Zuge der CAD-CAM Technologie ist es möglich geworden Hochleistungskunststoffe subtraktiv oder additiv zu bearbeiten. Dadurch wird die Indikationsvielfalt von Kunststoffen und Kompositen deutlich erweitert.

Wurden bisher zahnfarbene Kunststoffe im Bereich der kurzfristigen Provisorien, bzw. in Form von Garniturzähnen, in Kombination mit gingivafarbenem PMMA für permanente, herausnehmbare Prothetik eingesetzt, bieten neue, industriell vorgefertigte, hochvernetzte Kunststoffe jetzt Einsatzmöglichkeiten im Bereich permanenter, festsitzender Prothetik und in Form von geschiebartigen Konstruktionen im Bereich der abnehmbaren bzw. bedingt abnehmbaren Prothetik. Wir sind der Überzeugung, dass Hochleistungskunststoff, als gleichwertiger Partner neben den Keramiken, eines der prothetischen Materialien der Zukunft sein wird.

## Fragestellung des Tests

Welche (simulierte) Kau – Zyklenzahl halten definierte 4 gldr. Brücken aus unterschiedlichen, hochvernetzten Kunststoffen, die in CAD – CAM Prozessen verarbeitet werden, aus.

Ziel der Untersuchung war primär die Ermittlung der Dauerfestigkeit der Kunststoffe in monolithischer Form.

Weitere Tests werden sich mit Hybridbrücken (Sandwich Technik) befassen, bei denen das Trägermaterial u.U. nicht identisch mit dem Material ist, dass der ästhetischen Optimierung dient.

## Was ist ein Kausimulator?

Ein Kausimulator ist eine servo-pneumatische Prüfmaschine. Die Kaubelastung wird über einen Stempel auf eine Kugel, die in der Regel aus Stahl (wie in unserem Test) oder Steatit besteht, übertragen. Es können auch natürliche Antagonisten zum Einsatz kommen.

Die Systeme sind auf einer pneumatischen Schaltung aufgebaut. Es ist möglich, Kaukräfte und die Dauer der thermischen und hydrolytischen Belastung durch die Spülflüssigkeit einzustellen. Über computergesteuerte Messsysteme werden die Parameter überwacht, aufgezeichnet und in Messkurven übertragen. Die Probekörper befinden sich in einem durchsichtigen Behälter – so ist eine optische Überwachung der Proben möglich.

## Weshalb werden Tests im Kausimulator durchgeführt?

Belastungen in der Mundhöhle sind in der Regel dynamischer Natur. In der Vergangenheit wurden Materialien für den prothetischen Einsatz in der Regel statisch geprüft. Dies ist unzureichend. Kausimulatoren simulieren die Belastungen und Einflüsse der Mundhöhle auf dentale Werkstoffe.

Im Vergleich zu den zeitaufwändigen in vivo Studien, die zudem auch aus ethischer Sicht nicht ganz unproblematisch sind, da oft auch Materialien zum Einsatz kommen, die bisher nicht oder nur wenig verwendet wurden, ist es möglich mit Kausimulatoren standardisiert Kaubelastungen vieler Jahre Tragezeit im Zeitraffer zu simulieren. Zusätzlich können Spezifikationen der Mundhöhle, wie z.B. Feuchtigkeitseinfluss und thermische Einflüsse simuliert werden.

Vergleiche der in Kausimulatoren ermittelten Werte zeigen gute Übereinstimmungen mit klinischen Daten und liefern so wertvolle Ergänzungen zu in vivo Studien bzw. lassen im frühen Stadium erkennen, was ein Material leisten kann.

## Welche unterschiedlichen Testabläufe gibt es?

Tests in Kausimulatoren werden häufig mit einer niedrigen Belastung durchgeführt. Belastungswerte von 40 – 70 N sind hierbei die Regel. Es werden in der Regel 1,2 Millionen Belastungsamplituden gefahren. Dies soll eine ca. 5 jährige Tragedauer simulieren.

## Der Tübinger Mehrstufenschwingversuch

Alle Brücken wurden in einer Dyna – Mess Prüfmaschine (Aachen) geprüft. Die Messung begann bei 50N und wurde nach 100.000 aufgetragenen Zyklen (Sinusschwingung, 10Hz) um jeweils 50N erhöht und weitere 100.000 Lastwechsel aufgebracht.

Zwei Kriterien wurden für das Ende einer jeden Testung definiert:

1. Bruch der Brücke
2. Überschreiten einer definierten Wegänderung (Durchbiegung, Abrasion) von mehr als 0,5mm

Von jeder Brücke wurden Kraft-Weg-Messkurven registriert und die Zyklenzahl und die dazugehörige Kraftstufe beim eingetretenen Bruchereignis (wenn erfolgt) ausgewertet. Nach den Versuchen wurden von jeder Brücke mikroskopische Aufnahmen angefertigt.

## Durchführung der Prüfung

Für die Brückenherstellung diente eine 4 gldr. Musterbrücke der Uni Tübingen, die bereits für identische Tests mit anderen Vergleichsmaterialien verwendet wurde, als Vorlage.

Diese wurde eingescannt und pro Werkstoff 10 standardisierte Testbrücken hergestellt.



Die Brücken wurden im gefrästen Zustand belassen und nicht zusätzlich poliert!

Vor der Messung wurden die Brücken mit Harvard Zement auf spritzgusstechnisch hergestellten Kunststoffstümpfen zementiert. Der Zement wurde 10 Minuten unter einer Last von 40N ausgehärtet. Danach wurden die überschüssigen Zementreste entfernt.

Die Stümpfe waren mit einem O-Ring versehen, um eine Zahnbeweglichkeit von ca. 100µm zu imitieren und wurden in die Aufnahme eines Metallblocks gestellt.



Der ganze Aufbau wurde dann für die Prüfung in einer mit Wasser gefüllten Wanne arretiert, um die Mundfeuchte zu simulieren. Zur Lasteinleitung in die Brücke wurde eine 5mm Stahlkugel auf dem Zwischenglied platziert und mit einem Flachstempel in Startposition gebracht.

## DIE VERWENDETEN TESTMATERIALIEN

### BIOtec CP

BIOtec CP ist ein thermoplastisches Acrylpolymer auf Basis von Methylmethacrylat, ohne toxische bzw. allergene Stoffe, welches für den dauerhaften Einsatz in der Mundhöhle indiziert ist. Im Gegensatz zu Chemoplasten werden die Blanks nicht im Pulver-Flüssigkeitsverfahren hergestellt. Der Restmonomergehalt liegt unter 0,5%. Das Material hat sich bereits seit mehreren



BIOTec MO – das Material weist eine extreme Biegefestigkeit auf. Das hauchdünne Veneer bricht nicht. Vorher schält sich die Verblendung ab.

Jahren im Bereich von Langzeitprovisorien, aber auch bei permanenten Versorgungungen bei uns im Labor bewährt. Die Blanks sind in unterschiedlichen Grundfarben erhältlich (A1/B1 – A2/A3 – B2/B3 – C2/C3 – glasklar) und mit allen gängigen Verblendkunststoffen individualisierbar.

**Anmerkung:** Unter dem Produktnamen BIOTec MO wird in den kommenden Monaten ein weiteres Material auf Polyamid Basis mit in die Testreihe aufgenommen. Dieses Material ist ebenfalls in zahnfarbenen Einfärbungen erhältlich und weist eine extreme Biegefestigkeit auf. Es ist zu erwarten, dass Ergebnisse, wie bei VESTAKEEP realisiert, zu erwarten sind.

#### Ambarino HIGHclass

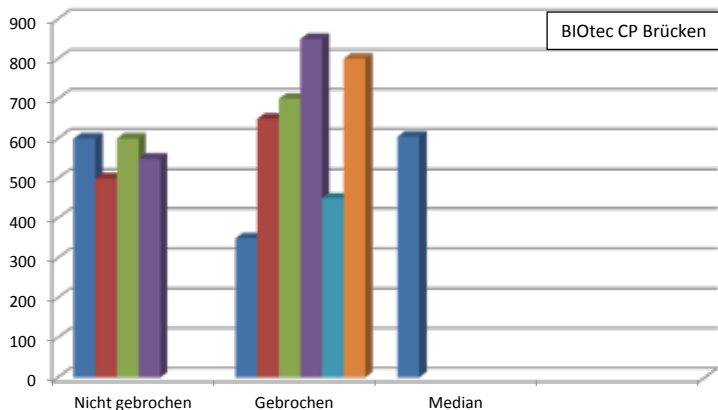
Ambarino HIGHclass ist ein hochgefülltes Nano-Komposit in Blankform für die CAD-CAM Technologie, gefüllt mit 70,1% Strontiumborosilikatgläser.

Materialien dieser Werkstoffklasse werden in pastöser Form seit vielen Jahren in der direkten Füllungstherapie eingesetzt. Ambarino HIGHclass ist deutlich spröder als BIOTec CP und besitzt eine höhere Oberflächenhärte.

Es ist für provisorische und permanente Versorgungungen indiziert.

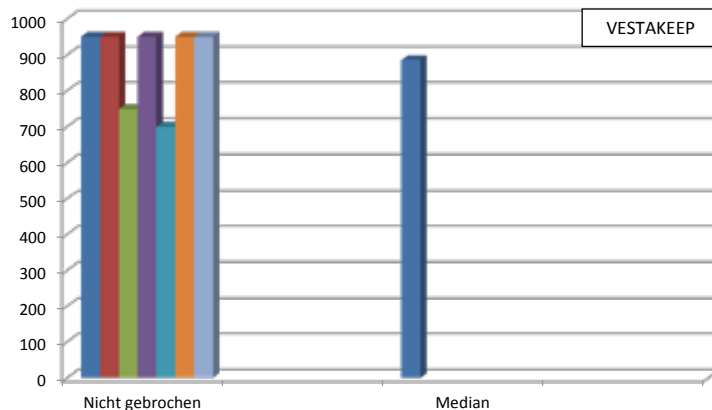
#### VESTAKEEP

VestaKEEP ist ein weißes Polyetheretherketon, welches für medizinische Anwendungen entwickelt wurde. Polyetheretherketone gehören zu den Thermoplasten, sind gegen fast alle organischen und anorganischen Chemikalien beständig und bis ca. 280°C hydrolysebeständig. Der Schmelzpunkt von PEEK liegt bei 335°C.



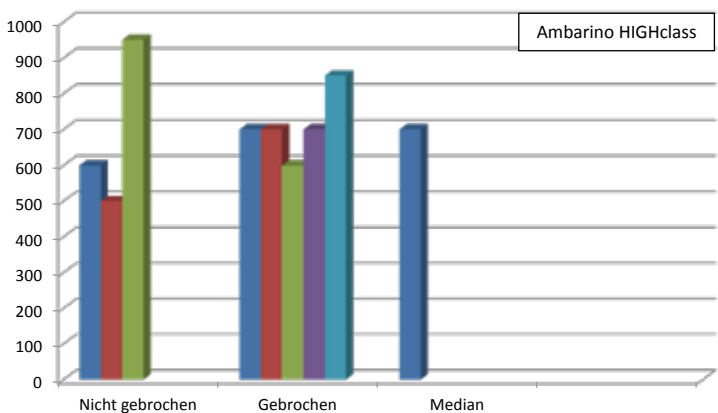
#### BIOTec CP

Von 10 getesteten Brücken konnten 6 bis zum Abbruchkriterium Bruch belastet werden. 5 der 6 gebrochenen Brücken brachen bei Belastungswerten, die über der Kaukraft, wie sie in der Regel im Molarenbereich auftritt, lagen. Bei 3 Brücken, die nicht gebrochen waren, wurde die Testung aufgrund der Überschreitung der Wegänderung durch Abrasion bzw. Durchbiegung abgebrochen. Der durchschnittlich ermittelte Kraftwert aller Brücken lag bei 605 N. Die maximal erreichte Zyklenzahl einer Brücke bei Bruch lag bei 1.654.451 Zyklen bei einer Laststufe von 850 N.



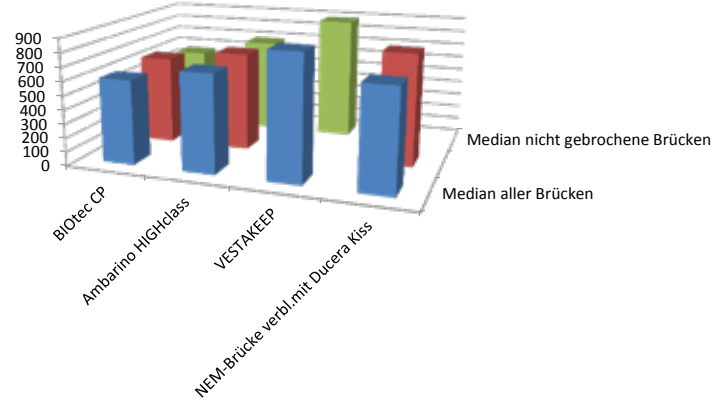
#### VESTAKEEP

Von 7 getesteten Brücken konnte keine bis zum Abbruchkriterium Bruch belastet werden, d.h. es ist keine gebrochen. Alle 7 Brücken lagen bei Abbruch der Testung deutlich über den geforderten 400N Kaukraft, wie sie in der Regel im Molarenbereich auftritt. Das Abbruchkriterium war in jedem Fall die Überschreitung der Wegänderung. Der durchschnittlich ermittelte Kraftwert aller Brücken nach Abbruch liegt bei 886 N. Die maximal erreichte Zyklenzahl lag bei 1.900.000 Zyklen bei einer Laststufe von 950 N. Diese wurde von 5 Brücken realisiert. Bei 3 Brücken erfolgte der Abbruch beim Übergang zur nächsthöheren Kraftstufe.



#### Ambarino HIGHclass

Von 8 getesteten Brücken konnten 5 bis zum Abbruchkriterium Bruch belastet werden. Alle 5 gebrochenen Brücken brachen bei Belastungswerten, die über der Kaukraft, wie sie in der Regel im Molarenbereich auftritt, lagen. Drei der gebrochenen Brücken brachen erst beim Übergang zur nächsthöheren Kraftstufe. Bei 3 Brücken, die nicht gebrochen waren, wurde die Testung aufgrund der Überschreitung der Wegänderung durch Abrasion bzw. Durchbiegung abgebrochen. Der durchschnittlich ermittelte Kraftwert aller Brücken liegt bei 700 N. Die maximal erreichte Zyklenzahl einer Brücke bei Bruch lag bei 1.900.000 Zyklen bei einer Laststufe von 950 N.



#### NEM-Vergleichsbrücke

Diese Brücke wurde in früheren Versuchen, in identischer Ausführung, im identischen Versuchsverfahren, getestet. Die Brücken waren verblendet mit Ducera Kiss. Bei 9 von 12 Brücken kam es zu einem Versagen in der Keramikverblendung, welches das Abbruchkriterium darstellte. 10 Brücken lagen bei Abbruch der Testung deutlich über der geforderten Kaukraft, wie sie in der Regel im Molarenbereich auftritt. Der durchschnittlich ermittelte Kraftwert aller Brücken nach Abbruch liegt bei 720 N. Die maximal erreichte Zyklenzahl lag bei 2.000.000 Zyklen bei einer Laststufe von 1000 N. Diese wurde von 2 Brücken realisiert.

# ERGEBNISSE

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

### Bruchverhalten

BIOtec CP zeigte im Vergleich der monolithischen Kunststoffe die größte Streuung der Ergebnisse.

Eine ähnliche Streuung ist jedoch auch bei den keramisch verblendeten NEM Brücken zu beobachten. Hier ist die Range vom Minimal – bis zum Maximalwert deutlich größer, als dies bei BIOtec der Fall ist. Die Streuung, die bei den BIOtec Brücken auftraten, wurden seitens des Herstellers erkannt und durch optimierte Extrusionsverfahren bei der Herstellung der Blanks reagiert.

Alle 3 getesteten CAD-CAM Kunststoffe erreichen in der Dauerbelastbarkeit die in der Literatur beschriebenen, geforderten Werte (siehe Konklusion) bzw. liegen deutlich, wie im Falle von VESTAKEEP darüber, welches überhaupt nicht gebrochen ist.

Anhand der Median / Mittelwerte zeigte BIOtec CP im Vergleich die geringsten Festigkeitswerte, gefolgt von Ambarino HIGHclass, der NEM-Brücke ( wobei hier das Versagen nicht im Gerüst, sondern in der Keramik die Ursache hatte) und VESTAKEEP.

Bei dieser Betrachtung ist jedoch das ebenso wichtige Verschleissverhalten nicht berücksichtigt, da es nicht Gegenstand diese Untersuchung war (mehr dazu in der Konklusion).

### Intrusion / Abrasion

Bei BIOtec CP wurde die Testung bei 40% der Brücken aufgrund des Erreichens des definierten Abtragwertes bzw. der Wegänderung aufgrund einer Durchbiegung von 0,5mm abgebrochen.

Wie schon im Text erwähnt, waren die Oberflächen nicht hochglanzpoliert.

Bei den ebenfalls nicht polierten Ambarino HIGHclass Brücken wurde die Testung bei ca. 38% der Brücken aufgrund des Erreichens des definierten Abtragwertes bzw. der Wegänderung aufgrund einer Durchbiegung von 0,5mm erreicht.

BIOtec CP und Ambarino HIGHclass sind im Abtragsverhalten ähnlich, unterscheiden sich aber in der Kraftstufe und Zyklenzahl. Diese ist bei Ambarino HIGHclass höher.

Bei den ebenfalls nicht polierten VESTAKEEP Brücken wurde die Testung bei ca. 29% der Brücken aufgrund des Erreichens des definierten Abtragwertes bzw. der Wegänderung aufgrund einer Durchbiegung von 0,5mm erreicht, dies allerdings bei einer deutlich höheren Anzahl der Zyklen zu diesem Zeitpunkt und bei einer höheren Lasteinwirkung.

Der aufgetretene Abrieb war bei VESTAKEEP breitflächig und im Vergleich mit den beiden anderen Materialien am stärksten ausgeprägt, allerdings auch bei einer längeren Belastungszeit durch die Stahlkugel.

## FAZIT UND KONKLUSION FÜR IN VIVO SITUATIONEN

### Mögliche Vorteile von prothetischen Versorgungen aus Hochleistungskunststoffen

Hochleistungskunststoffe ermöglichen dem Behandler, aufgrund ihrer hohen Dauerbiegefestigkeit und geringen Feuchtigkeitsaufnahme, im Gegensatz zu kaltpolymerisierenden Acrylaten, festsitzende und herausnehmbare Arbeiten als therapeutisches Mittel, über sehr lange Zeiträume, einzusetzen.

Die zeitliche Grenze zwischen Langzeitprovisorium und permanentem Zahnersatz ist fließend.

Es ist anzunehmen, dass industriell hergestellte, fräsbare Hochleistungskunststoffe, für dauerhaften Zahnersatz geeignet sind.

Aufgrund der CAD-CAM Fertigungstechnologie können mittlerweile perfekte Passungen und Randschlüsse realisiert werden.

### Was ist ein therapeutisches Langzeitprovisorium?

Üblicherweise hat ein Provisorium die Aufgabe, den Patienten während der zeitlich überschaubaren Phase der Herstellung der definitiven Prothetik ästhetisch zu versorgen und gesellschaftsfähig zu erhalten oder es dient als Wundverschluss.

Dem therapeutischen Langzeitprovisorium kommen weitere Aufgaben zu.

1. Es dient als ästhetischer Kompass in der Front. Der Patient kann über eine lange Tragezeit Form, Zahnstellung, die visuelle Interaktion mit seinem Gesamterscheinungsbild und evtl. die Farbe analysieren und verifizieren.
2. Es hilft phonetische Störfelder auszumachen – z.B. durch falsche Zahnstellungen oder Zahnlängen.
3. Über sehr lange Zeiträume sind, aufgrund der guten Abrasionsresistenz, „okklusale Therapien“, wie z.B. Bisshebungen, etc. möglich.
4. Insbesondere bei Implantatarbeiten sind oft größere chirurgische Maßnahmen notwendig, die die Behandlung über große Zeiträume erstreckt. In dieser Zeit muss der Patient perfekt mit einem zerstörungsfrei ausgliederbaren bzw. bedingt ausgliederbaren, reponierbaren und veränderbaren Zahnersatz versorgt sein.
5. Bei Implantationen ist durch eine nahtlose Versorgung von der Einheilkrone, über die prov.Krone bis hin zur definitiven Krone mit jeweils identischem Emergenzdesign ein über den Behandlungszeitraum gleichbleibendes Gingivamanagement möglich.
4. Finanziell aufwändige Versorgungen werden für den Patienten gestreckt.
5. Es transformiert alle gesammelten und in den ZE integrierten Informationen mit Hilfe des Scanners und des CAD-Programms in die definitive Versorgung.



## Paradigmenwechsel in der Implantatprothetik aufgrund metallfreier prothetischer Lösungsansätze – neue Lösungsansätze erfordern neue Materialien

Prothetische Versorgungen auf Implantaten erfordern andere Vorgehensweisen, als dies bei parodontal getragener Prothetik der Fall ist.

### 1.

Insbesondere im anterioren Bereich rückt das Gingivamangement und die rot-weiße Ästhetik zunehmend in den Blickpunkt bei prothetischen Versorgungen. Eine Aufbereitung und Vorbereitung der gingivalen Bereiche ist gewünscht, möglich und in vielen Fällen ohne chirurgische Maßnahmen akzeptabel durchführbar.

Das sukzessive, geplante Vorgehen mit Hilfe therapeutischer Provisorien (z.B. indiv. Heilungskronen, ind. Emergenzaufbauten, ovate pontic Design etc.) und der CAD-CAM Technologie in Verbindung mit hochwertigen, biologisch hoch verträglichen Materialien ist Realität geworden.

Mit diesem Wissen und zum Wohl des Patienten ist es dann eigentlich eine *conditio sine qua non*, das Maximum aus einer Versorgung mit Implantaten herauszuholen.

Hierbei spielt, wie schon erwähnt, die CAD unterstützte Planung, die daraus resultierende CAM gestützte Fertigung und der daraus folgende, logische Einsatz hochwertiger, industriell präfabrizierter Materialien, unabdingbar eine nicht wegzudiskutierende, wichtige Rolle.

### 2.

Die bisher in der Zahntechnik verwendeten, überwiegend metallischen Werkstoffe, wurden händisch verarbeitet.

U.a. auch im Hinblick auf das zunehmende Problem der Periimplantitis bei implantologischen Versorgungen, sind die bisherigen Fertigungsmethoden kritisch zu hinterfragen.

Das Angießen oder Anlöten von Abutments, bergen die Gefahr korrosiver Vorgänge durch Kontaktelementbildung, galvanischer Elemente oder Belüftungselemente im biologisch sehr sensiblen Implantatsulcus. Hinzu kommen Oxidrückstände bei keramischen Verblendungen, die nicht optimal entfernt werden. Nicht spannungsfrei sitzende Suprastrukturen enden entweder in einer Lötung oder Laserung oder es wird mit Hilfe von Passivierungskäppchen aus Galvanogold dies umgangen. Aber auch in diesem Fall findet das Ti – Abutment einen metallischen Partner vor.

### 3.

Aus der Fahrzeug- und Maschinenteknik wissen wir, dass konstruktionsbedingte Materiallösungen sehr häufig einem gewollten, benötigten Verschleiß, man könnte auch Adaption sagen, unterliegen. Der Austausch eines gebrauchten gegen eine neues Teil, nach einer bestimmten, tolerierten Nutzungsdauer ist Standard und wird als gegeben akzeptiert.

Funktion bedingt Umwandlungsprozesse und Abnutzung.

Der Autor behauptet, dass wir bei funktionellen Prozessen im nicht natürlichen Raum – und ein ankylosiertes Implantat ist ein nicht natürliches Element im natürlichen Raum – Abnutzung und Verschleiss, in einem definiert, tolerierbaren Maße (auch merkantil) zu akzeptieren haben.

### 4.

Aufgrund fehlender Rezeptoren sind die bisher verwendeten Werkstoffe für die Fertigung implantatgetragener Arbeiten (Keramik, ZrO<sub>2</sub> Chipping), aber auch aus werkstoffkundlichen Gründen (z.B. Abrasionsverhalten von Prothesenzähnen, Brechen und Splintern von hochgefüllten Prothesenzähnen), kritisch zu betrachten.

Als Alternative könnten in Zukunft Kunststoffe und Composite, evtl. in Kombination mit Keramiken oder mit sich selbst, in Form von Hybridlösungen, eine Rolle spielen, da hier ein gewisser Dämpfungseffekt vorhanden ist.

Vollkeramischer Zahnersatz stellt ein starres, nicht dynamisch belastbares System dar. Ankylosierte Implantate ebenso. In der Kombination entspricht dies nicht dem biologischen Vorbild. Die Natur sieht Dämpfungsmechanismen und eine regulative Taktilität vor, der natürliche Zahn ist nach dem Sandwich Prinzip aufgebaut – die härteste Substanz des Körpers, der Schmelz, ist als abrasionsbeständiger Mantel auf einen weichen Kern, das Dentin, aufgelagert. Diesem Prinzip widerspricht eine vollkeramische Versorgung auf Implantaten in toto.

Ziel muss es sein, biologisch natürliche Funktionsmechanismen in Einklang zu bringen mit einer Ästhetik, einer naturidentischen Abrasionsbeständigkeit und einer dem Einsatzbereich angepassten Funktionalität und Haltbarkeit der verwendeten Werkstoffe.

## Kritische Betrachtung der Tests

Es ist unabdingbar, neue oder neuartige Materialien, bzw. Materialien, die in neuen Bearbeitungsformen (CAM- gefräst) verarbeitet werden, zunächst in vitro unter Simulation oraler Bedingungen zu testen.

Ein Test unter rein statischen Gesichtspunkten erfüllt hierfür nicht ausreichend die Anforderungen.

Das Tübinger Beweglichkeitsmodell, wie im vorliegenden Test verwendet, stellt eine deutliche Verbesserung dar und nähert sich an die realistische Mundsituation an.

Ein Dauerschwingetest mit niedrigen Kraftstufen von 40 – 70 N ist unserer Meinung nach nicht optimal, da dieser Wert nicht annähernd den in der Mundhöhle zu erwartenden, deutlich höheren Werten, auch wenn diese nicht permanent auftreten, entspricht. Ebenso ist ein einmaliger, statischer Bruchlasttest nicht aussagekräftig, da hier die extrem wichtige Alterung des Materials, speziell bei Kunststoffen, im feuchten Milieu nicht vorausgegangen ist. Es darf sogar die Annahme geäußert werden, dass bei einer permanenten Grundlast von z.B. 50N im vorliegenden Test keine der vollanatomischen Brücken bei einer Zyklenzahl von 1,2 Millionen gebrochen wäre.

## Interpretation der Kaulasten

Zahnersatz und Materialien nur unter der Prämisse der auftretenden Kaukräfte zu beurteilen, ist nicht ausreichend. Zu viele andere Faktoren wie Sprödigkeit der Materialien, plasto-elastisches Verhalten, Ermüdungsverhalten, Präparationsform, Zementierung, Pfeilerbeweglichkeit, Okklusionskonzept, Parafunktionen des Patienten, psycho-soziale Komponenten und last but not least der wichtige Faktor: parodontal – oder implantatgestützt, lassen eine einheitliche Aussage nicht zu.

Die Aussagen in der Literatur bzgl. der auftretenden Kaukräfte sind leider relativ uneinheitlich.

Als Lehrmeinung haben sich Werte von Körber etabliert, nach denen eine Kaubelastung von durchschnittlich 300N im Seitenzahnbereich zu erwarten sind.

In einer Untersuchung der Uni München wurden beim Zerbeißen eines Bonbons auf einer flachen Plattform mit 355,5 N (+/- 200,5) die höchste Bruchkraft der getesteten Nahrungsmittel gemessen. Bei einer punktförmiger Belastung zerbrachen die Bonbons bereits bei 138,2N (+/- 38,9).

Um unter klinischen Bedingungen eine ausreichende mechanische Festigkeit von vollkeramischem Zahnersatz zu gewährleisten, wurde von Schwickerath das Einhalten eines Sicherheitsabstandes zur mittleren maximalen Kaukraft (ein Widerspruch in sich) um das 2-2,5 fache gefordert.

Demnach sollten vollkeramische Restaurationen im Seitenzahnbereich einer Belastung von mind. 600N standhalten. Körber und Ludwig gelangten zu ähnlichen Ergebnissen und forderten einen Sicherheitsaufschlag von 200N, der auf die ermittelten 300N aufgebracht werden soll.

Dies alles betrifft allerdings keramische Materialien, die kein elastisches Verhalten zeigen und eingebrachte Fehler, wie z.B. Mi-



korrisse durch okklusales Beschleifen, in der Folge bestrafen!

Eine nicht adhäsiv eingesetzte Keramik, die keinen innigen Verbund mit dem Restzahn eingeht, sollte eher höhere Werte realisieren.

Dies ist bei Kunststoffen, die z.B. keiner thermischen Behandlung mit residuellen Spannungen unterzogen werden, nicht der Fall! Deren plastoelastisches Verhalten und Gutmütigkeit gegen Einschleifmaßnahmen erlaubt eine andere Betrachtungsweise.

### Interpretation der Abrasion

Die Messung der Abrasion war im vorliegenden Test nicht Gegenstand der Untersuchung.

Auch wurden die Testbrücken unserer Testreihe nicht auf Hochglanz poliert, sondern in dem Zustand belassen, in dem sie aus der Fräsmaschine kamen. Dies beschleunigt die Abrasion.

Die Abrasion spielt bei Prothesenkunststoffen bekanntermaßen eine wichtige Rolle. Bitte beachten: Unter den, in diesem Script als Prothesenkunststoffe benannten Werkstoffe, sind nicht die im klassischen Pulver-Flüssigkeitsverfahren verarbeiteten Chemoplaste auf Methacrylatbasis zu verstehen! Wir beschäftigen uns ausschließlich mit Hochleistungskunststoffen, die in der CAD-CAM Technologie Verwendung finden.

Prothesenzähne z.B., vor allem die der neuen Generation aus Kompositmaterialien, bewegen sich in einem kritischen Spannungsfeld zwischen Abrasion und Bruchfestigkeit/Sprödigkeit.

Das Thema Abrasion wurde bereits an anderer Stelle ausführlich behandelt.

Hier möchte ich auf die Untersuchung: „Quo vadis Provi?“ der Gruppe Stawarczyk, Sailer, Sapina, Ender, Trottmann, Hämmerle, alle Zürich/Schweiz, erschienen in: dental dialogue 10. Jahrgang 2009, verweisen und aus dem Fazit zitieren: „Die Resultate spiegeln den Entwicklungsstand der provisorischen, industriell polymerisierten Kunststoffe wider. Alle Ergebnisse der hier untersuchten Materialien zeigen die Überlegenheit der moderneren, industriell polymerisierten und somit standardisierten Materialien gegenüber den selbstpolymerisierenden Direkt – und Eierschalenprovisorien.“

CAD-CAM Kunststoffe weisen aufgrund der industriellen und standardisierten Polymerisation deutlich bessere mechanische Eigenschaften, als konventionelle Kunststoffe auf. Auch die Ästhetik der CAD-CAM gefrästen Provisorien ist besser, als die der Direktprovisorien und vergleichbar mit der der Eierschalenprovisorien. Somit wird es denkbar, die CAD-CAM Provisorien als Langzeitprovisorien anzubieten. Diese in vitro Alterungsversuche liefern vielversprechende Daten, allerdings muss erwähnt werden, dass zur

Zeit keine in vivo Daten zur längeren Tragedauer von CAD-CAM Provisorien vorliegen.“

### Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Dauerfestigkeitsprüfung an viergliedrigen Brücken mit dem Mehrstufenschwingversuch der Universität Tübingen zeigen, dass industriell standardisierte Hochleistungskunststoffe ein Potential besitzen, welches eindeutig über das des Langzeitprovisoriums hinausgeht, da dieser Test mehr als eine 5 jährige Tragedauer simuliert. Dies wird bestärkt durch die Beobachtung incorporierter Patientenarbeiten bis hin zu 14 gldr. festsitzenden Arbeiten, mit einer Tragedauer von mehreren Jahren. Uns ist bewusst, dass dies nicht die Aussagekraft einer klinischen in vivo Untersuchung haben kann und z.Zt. nach unserem Wissensstand, eine solche noch nicht vorhanden ist.

Der Terminus Langzeitprovisorium muss aufgrund solcher Materialien bzgl. des zeitlichen Rahmens, insbesondere vor dem Hintergrund langwieriger Therapieformen im Bereich der Implantatprothetik, zeitlich neu definiert werden.

Kunststoffe, wie die getesteten, sind durchaus in der Lage, Materialien in der permanenten Prothetik in monolithischer Ausführung zu ersetzen. Speziell BIOTec und Ambarino HIGHClass bieten sich als Ersatz oder Ergänzung klassischer Kronen- und Brückenkonzepte an (z.B. Vollgusskronen und VMK Kronen im Bereich der Regelversorgung, Komposit Veneers, indirekte Inlays, Table Topps etc., dauerhafte, bruchstabile Schienen (BIOTec)). Es bleibt uns dabei selbstverständlich nicht erspart, den Patienten und seinen Habitus in unser Behandlungskonzept, miteinzudenken.

Aufgrund der höheren Abrasionswerte der Materialien ist im Einzelfall mit geringeren Tragezeiten aufgrund einer Veränderung der vertikalen Dimension zu rechnen. Die Verwendung von vollkeramischen Materialien, speziell bei implantatgestütztem ZE birgt das Risiko von Abplatzungen und Chipping, zumal nach den in der Regel erforderlichen Einschleifmaßnahmen ein dringend benötigter Glanzbrand nicht durchgeführt wird bzw. durchgeführt werden kann.

Ebenso gibt es den Patienten, der für eine Implantatversorgung mit Vollkeramik aufgrund seines Habitus ( bruxen, pressen, sonst. Parafunktionen) kontraindiziert ist bzw. ausschließlich mit Hilfe einer Schiene „versorgbar“ ist.

VESTAPEEK zeigte eine exorbitant hohe Dauerbiegefestigkeit. Zudem sind PEEK Materialien in der Gefäßchirurgie, z.B. als Implantate bzw. Stents, bereits seit vielen Jahren erfolgreich im Einsatz.

Aufgrund dieser Tatsache bietet sich ein Einsatz in der Implantologie, z.B. als individuelle gefräste Heilungskapen und Hei-

lungskronen mit indiv. Emergenzaufbauten an .

Einschränkender Faktor für eine monolithische Versorgung mit PEEK ist die noch nicht ausreichende Ästhetik des Materials (Farbe, Opazität). Das Material könnte unserer Meinung nach ein großes Potential als Gerüstwerkstoff, speziell bei geschieb-artigen bzw. herausnehmbaren Konstruktionen (Primärteile, Stege, klammerretinierte Arbeiten) besitzen oder im Rahmen einer Sandwich Technik als Trägerwerkstoff für ein ästhetisch akzeptables und abrasionsbeständiges Material dienen. Dieser Frage wird in weiteren Untersuchungen nachgegangen.

Weitere ergänzende und optimierte Hochleistungs Kunststoffmaterialien für den Bereich der CAD-CAM Technologie werden folgen und von uns erprobt werden.

### Liste der ergänzenden Literatur, die zur Erstellung dieses Berichts verwendet wurde:

1. St. Müller: Interessante verträgliche Materialien? COMED 1/07
2. Th.Sing: Entwicklung und Prüfung einer standardisierten Verblendaußenform für eine viergliedrige Seitenzahnbrücke für Festigkeitsprüfungen. Dissertation Med. Fakultät Tübingen, 2011
3. Tinschert, Natt : Oxidkeramiken und CAD-CAM Technologien: Atlas für Klinik, Labor-technik und Werkstoffkunde
4. Stawarczyk, Sailer, Sapina, Ender, Trottmann, Hämmerle, alle Zürich/Schweiz: „ Quo vadis Provi?“ , dental dialogue 10. Jahrgang 2009
5. Poliklinik für zahnärztliche Prothetik LMU München: Entwicklung eines verbesserten Zahnbeweglichkeitsmodell in vitro
6. Mair, Michael (2002): Nahrungsverschleiss im Kausimulator. Dissertation, LMU München: Medizinische Fakultät
7. Fa. Creamed/Marburg: Der Regensburger Kausimulator mit 3gldr. Brücken aus Ambarino HIGHclass
8. Schwickerath H. Dauerfestigkeit von Keramik. Dtsch Zahnärztl Z 1986; 41: 264-266.
9. Körber KH, Ludwig K. Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen. Dental-Labor 1983; 16(1): 55-57.

17.März 2011

Verfasser:

**Martin Weppeler, Teamziereis GmbH,**  
Gewerbepark 11, 75331 Engelsbrand

Copyright © Martin Weppeler



TEAMZIEREIS



# TEAMZIEREIS

TEAMZIEREIS GmbH  
Ralph Ziereis  
Gewerbepark 11  
75331 Engelsbrand

Tel. 07082 792670  
Fax. 07082 792685

E-Mail: [info@teamziereis.de](mailto:info@teamziereis.de)  
Internet [www.teamziereis.de](http://www.teamziereis.de)