

# DZZ

2006

*Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*

**Herausgeber**

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

[www.dgzmk.de](http://www.dgzmk.de)

*F. Beuer, K.J. Erdelt, R. Friedrich, K. Köbele-Bogai,  
M. Eichberger, W. Gernet*

## Festigkeit von Kunststoff- prothesenzähnen auf der Prothesenbasis

# Sonderdruck

61. Jahrgang, Heft 3 (2006) Seite 147 – 150



 **Deutscher  
Ärzte-Verlag**

**Deutscher  
Zahnärzte  
Verlag**

DÄV GmbH

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe dieses Sonderdrucks und der Übersetzung, behält sich der Verlag vor.

■ F. Beuer, K.J. Erdelt, R. Friedrich, K. Köbele-Bogai, M. Eichberger, W. Gernet<sup>1</sup>

# Festigkeit von Kunststoffprothesenzähnen auf der Prothesenbasis

Diese In-vitro-Untersuchung sollte zeigen, ob sich die Bearbeitung von Prothesenzähnen (makromechanische Retention) und die Konditionierung der basalen Zahnoberfläche (chemische Verbindung) auf das Versagen der Verbindung Kunststoff-Zahn auswirken.

Insgesamt 140 obere Schneidezähne (2 unterschiedliche Hersteller, 3 bzw. 4 unterschiedliche Bearbeitungsarten) wurden auf ihre Festigkeit bzw. die Verbundfestigkeit zur Kunststoffbasis untersucht. Die Hälfte aller Proben wurde durch Temperaturwechsel künstlich gealtert und alle Proben wurden in der Universalprüfmaschine im 45°-Winkel bis zum Versagen getestet. Alle Zähne brachen in sich und nicht am Interface Prothesenbasis - Zahn. Makromechanische Retentionen auf der Zahnbasis und Haftvermittler waren für den Halt der Ersatzzähne auf der Prothesenbasis nicht nötig. Es bestanden jedoch signifikante Unterschiede in der Festigkeit der getesteten Zahngruppen.

Schlüsselwörter: Prothesenzahn, Kunststoffzahn, Haftvermittler, Festigkeit

**Retention of denture teeth on the denture base and their fracture resistance.** This in-vitro study should examine the influence of a denture tooth's macro retentions and micro retentions (chemical connection) on the failure of the connection between denture tooth and denture base and also the fracture resistance of the denture teeth.

Altogether 140 upper incisors were tested in terms of fracture resistance and their connection to the denture base (2 different tooth manufacturers, 3/4 different ways of preparing the teeth). The half of all samples were aged artificially and all samples were tested by the universal testing machine using an angle of 45°. The teeth broke and the connection between teeth and base didn't fail. Macro retentions and bonding agents were not necessary for achieving enough retentions of the teeth. There were significant differences in the fracture resistance of the different tested teeth.

Keywords: denture tooth, plastic tooth, bonding agent, fracture resistance

## 1 Einleitung

Die Verwendung von Kunststoffersatzzähnen hat sich sowohl in der Total- als auch in der Teilprothetik seit der Einführung hochästhetischer, nicht zur Verfärbung neigender Zähne etabliert [7]. Speziell durch die Möglichkeit der chemischen Verbindung von Prothesenzahn und Prothesenbasis sind sie den keramischen Ersatzzähnen überlegen.

Die geeignete Vorbereitung von Prothesenzähnen erwies sich als Problem an der Poliklinik für Prothetik der LMU München. Herausgeborene Frontzähne, vor allem bei im Studentenkurs angefertigten Prothesen, mussten oft schon nach kurzer Tragezeit repariert und wiederbefestigt werden.

Strengere Kontrollen der Studenten, die diese Arbeiten herstellten, brachte deutliche Verbesserung bei den Reklamationen. Die Techniker der Universität beobachteten dagegen, vor allem bei implantatgetragenen, herausnehmbaren Zahnersatz häufig Frakturen von Ersatzzähnen in sich, speziell im Frontzahnbereich.

Als Vorbereitungsmaßnahmen der Ersatzzähne vor dem Befestigen an der Prothesenbasis kommen sowohl makro- als auch mikromechanische Retentionen in Frage. Die Hersteller empfehlen die Anrauhung der mit Kunststoff in Berührung kommenden Areale und das Versehen des basalen Zahnanteils mit Rillen oder mit einer zentralen Bohrung. Ebenso bieten Zahnhersteller Haftvermittler an, die den Verbund von Zahn und Basis verbessern sollen.

Durch den hohen Füllergehalt haben Kunststoffprothesenzähne inzwischen auch deutlich verbesserte Abrasionseigenschaften im Vergleich zu den früher üblichen, niedriger gefüllten Zähnen. Fraglich ist, ob dieser erhöhte Füllergehalt, der subjektiv mit einer deutlichen Sprödigkeit und Schwierigkeiten beim Verarbeiten verbunden ist, auch die Fraktureigenschaften der Zähne negativ beeinflusst.

## 2 Material und Methode

Grundsätzlich sollten Frontzähne von zwei Herstellern untersucht werden, die sich im Herstellungsverfahren unterscheiden. Man suchte möglichst identische Zahnlinien aus und so wurden 80 Zähne der Zahnlinie Vitapan (Vita Zahnfabrik/Bad Säckingen) und 60 Zähne der Linie Mondial (HeraeusKulzer/Wasserburg) untersucht. Alle Zähne wurden an den basalen Anteilen und im Zahnhalsbereich mit einem Diamantschleifkörper mit 50-µm-Körnung gleichmäßig angeraut. Dann wurden 20 Proben aus der Mondial-Gruppe und 40 Proben aus der Vitapan-Gruppe zufällig gezogen und mit einem Rillenfräser basal bearbeitet. Durch die definierten Rillen waren hier die makromechanischen Retentionen an allen Zähnen dieser Gruppe gleich. Aus der mit Rillen versehenen Gruppe wurden 20 Mondial-Zähne und 20 Vitapan-Zähne mit dem Haftvermittler Palabond (Heraeus-Kulzer) benetzt, die verbleibenden 20 Vitapan-Zähne wurden mit Vitacoll (Vita Zahnfabrik) konditioniert. Hier sollte der Einfluss der unterschiedlichen Haftvermittler untersucht werden.

Weitere 20 Proben aus der Mondial-Gruppe und 20 Proben aus der Vitapan-Gruppe wurden gezogen und mittels eines Rosenbohrers (Durchmesser 3 mm) wurde zentral eine 3 mm tiefe Bohrung angebracht. Mit einer auf dem Rosenbohrer angebrachten Markierung konnte sichergestellt werden, dass alle Bohrungen die gleiche Tiefe hatten.

Die Proben der Mondial-Gruppe wurden mit dem vom Hersteller empfohlenen Haftvermittler (Palabond) konditioniert, mit den Proben der Vitapan-Gruppe wurde analog verfahren und sie wurden mit Vitacoll benetzt.

Zur Herstellung von gleichen Sockeln für alle Proben wurde ein Positivmodell aus Wachs hergestellt und dieses mit additionsvernetztem Silikon abgeformt. So war ein Negativ entstanden, das als Form für alle Proben diente.

<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München, Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Gernet

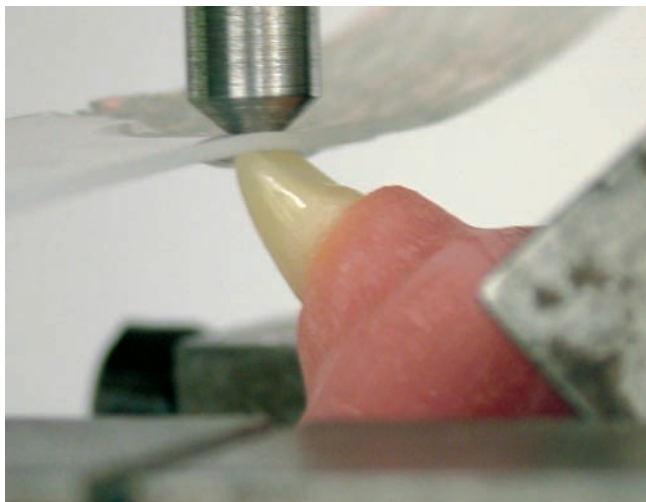


Abbildung 1 Versuchsanordnung

Die vorbereiteten Prothesenzähne wurden in diese Form eingesetzt und der Sockel wurde mit dem Kaltpolymerisat PalaXpress (HeraeusKulzer/Hanau) aufgefüllt und dann im Drucktopf bei 2 bar Druck und 45° C 30 min polymerisiert.

Aus allen unterschiedlichen 20er Probengruppen wurden zufällig 10 Prüfkörper gezogen und der künstlichen Alterung zugeführt. Diese erfolgte durch 10000 Thermolastwechsel von 5° C auf 55° C.

Anschließend wurden alle Proben in der Universalprüfmaschine (Zwick/Ulm) mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 0,5 mm/min getestet. Die Krafteinleitung erfolgte analog früher publizierter und durchgeführter Studien im 45°-Winkel [3], wobei die Schneidekante als Ansatzpunkt für den Prüfstempel diente. Die Einlage einer Polyethylenfolie zwischen Stempel und Prothesenzahn sollte die Kraft gleichmäßig verteilen (siehe Abb. 1).

### 3 Ergebnisse

Alle untersuchten Proben frakturierten am Übergang der Prothesenbasis und dem Ersatzzahn im Zahnhalsbereich, d.h. es brach der Zahn in sich und die Verbindungsstelle Kaltpolymerisat-Prothesenzahn hielt der Belastung stand. Zur Überprüfung dieser Tatsache wurden 3 Proben mit unbearbeiteten Zähnen getestet, hier löste sich der Ersatzzahn bei einer Last von ca. 60 N von der Basis ab.

Die Mondial-Zähne zeigten nach der Bearbeitung mit dem Rillenfräser und Konditionierung mit dem vom Hersteller empfohlenen Haftvermittler initial eine mittlere Festigkeit von 570,12 N ( $\pm$  46,47) und gealtert einen Mittelwert von 378,10 N ( $\pm$  60,84). Dies entspricht einem Festigkeitsverlust von ungefähr 34%, der Unterschied war hochsignifikant  $p=0,000$  (Mann-Whitney-U-Test, Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ). Die Mondial-Zähne, die mit Lochretention versehen und mit Palabond konditioniert wurden, erreichten eine mittlere Bruchfestigkeit von 515,10 N ( $\pm$  27,80) [initial] und 376,60 N ( $\pm$  45,40) [nach künstlicher Alterung]. Wurden diese Zähne nur angeraut und nicht weiter bearbeitet, kamen sie ohne Alterung auf einen Mittelwert 564,72 N ( $\pm$  57,29) und nach künstlicher Alterung auf 397,79 N ( $\pm$  39,97). Auch bei dieser Art der Bearbeitung waren die Festigkeitsunterschiede zwischen den Proben vor und nach Alterung statistisch signifikant mit  $p = 0,000$  (Lochretention) und  $p = 0,000$  (nur angeraut).

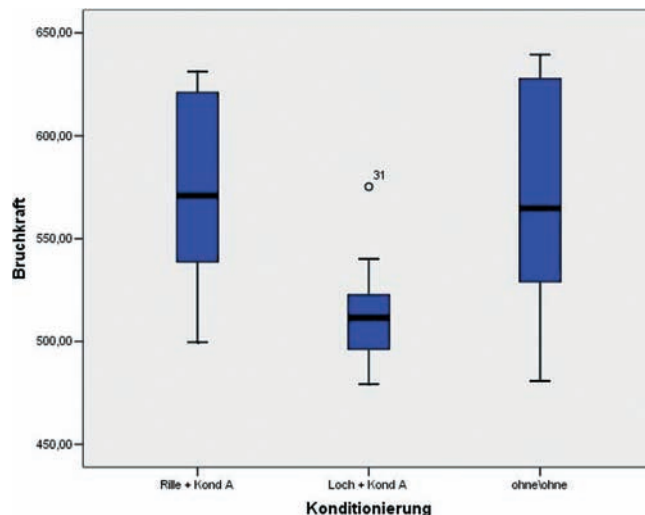


Abbildung 2 Bruchfestigkeit von Mondial-Zähnen

Vergleicht man die initialen Festigkeiten der Mondial-Zähne bei den unterschiedlichen Vorbereitungsmaßnahmen, so fällt der Unterschied zwischen der Gruppe mit Lochretention gegenüber den beiden anderen Gruppen auf (siehe Abb. 2). Dieser Unterschied war sowohl verglichen mit der Rillenfräsung signifikant unterschiedlich ( $p = 0,009$ ) als auch verglichen mit der reinen Anrauhung ( $p = 0,043$ ).

Die Vitapan-Zähne zeigten mit den Rillenretentionen und dem Haftvermittler Palabond eine mittlere Festigkeit von 471,49 N ( $\pm$  61,17) [initial] und 363,53 N ( $\pm$  56,65) [nach künstlicher Alterung]. Der Festigkeitswert nach Alterung war 23 % niedriger als der Ausgangswert und ebenfalls statistisch signifikant ( $p = 0,002$ ). Wurde der vom Hersteller empfohlene Konditionierer Vitacoll verwendet, wurden mittlere Bruchwerte von 480,66 N ( $\pm$  38,99) [initial] und 373,40 N ( $\pm$  46,61) [gealtert] erreicht. Der verwendete Haftvermittler machte keinen statistisch signifikanten Unterschied bei Werten von  $p = 0,684$  [initial] und  $p = 0,529$  [gealtert].

Die Art der Bearbeitung der Vitapan-Zähne hatte keinen Einfluss auf die initiale Festigkeit (siehe Abb. 3), wobei alle Werte niedriger lagen als bei den Mondial-Zähnen. So erreichten sie mit der Lochretention und der Konditionierung mit Vitacoll versehen eine mittlere Bruchfestigkeit von 457,73 N ( $\pm$  35,47) [initial] und 353,72 N ( $\pm$  29,77) [gealtert], während die nur angerauten Proben auf 459,12 N ( $\pm$  52,54) [initial] und 345,93 N ( $\pm$  50,11) [gealtert] kamen.

Die Mondial-Zähne schafften signifikant höhere initiale mittlere Bruchfestigkeiten als die Vitapan-Zähne bei der Bearbeitung mit dem Rillenfräser und dem Haftvermittler Palabond ( $p=0,002$ ) und bei reiner Anrauhung ( $p=0,000$ ). Auch nach künstlicher Alterung war die Festigkeit des Mondial-Zahnes signifikant höher als des Vitapan-Zahnes ( $p=0,043$ ).

### 4 Diskussion

Die Tatsache, dass alle Proben in sich gebrochen sind und sich kein Prothesenzahn von der Kunststoffbasis gelöst hat, spricht gegen den Einfluss der Konditionierung, falls Prothesenzähne aus der Basis brechen. Wenn sich also ein Prothesenzahn von der Basis löst, muss dieser entweder kontaminiert gewesen sein oder er wurde überhaupt nicht bearbeitet. Denn nur dann kommt es nicht zu einem chemischen Verbund von Kunststoffersatzzahn und Prothesenbasis.

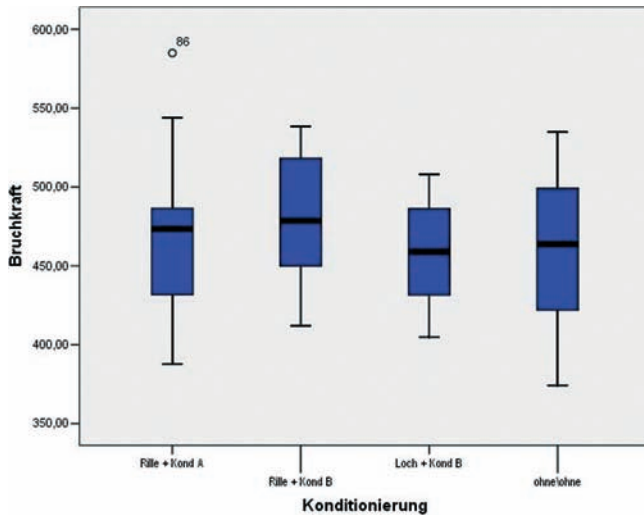


Abbildung 3 Bruchfestigkeit von Vitapan-Zähnen

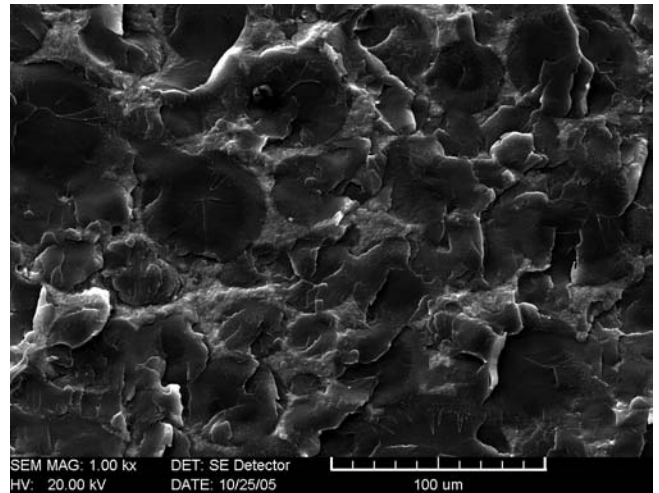


Abbildung 4 Bruchfläche eines Vitapan-Zahnes

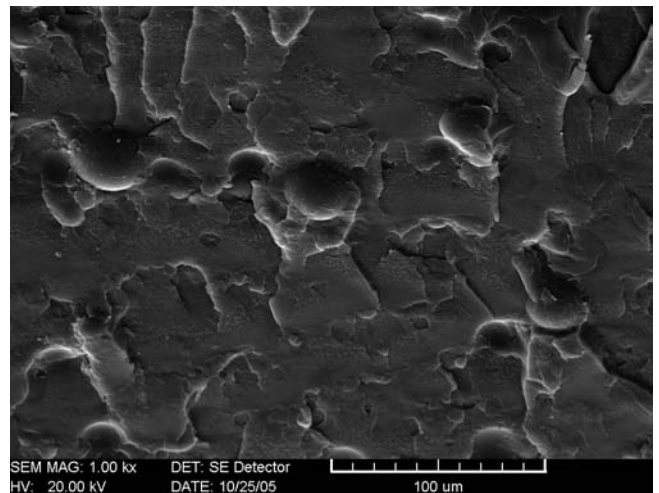


Abbildung 5 Bruchfläche eines Mondial-Zahnes

Die generellen Unterschiede bei den mittleren Festigkeiten müssen sich also anders erklären lassen. Eine erste Möglichkeit wären unterschiedliche Dimensionen der beiden unterschiedlichen Zähne. Da aber genau darauf geachtet wurde, dass die Zähne über die gleichen Dimensionen verfügen und alle Bruchflächen nach der Prüfung vermessen wurden und keine Unterschiede gefunden wurden, scheidet dies als mögliche Erklärung aus.

Ein anderer möglicher Grund könnten die unterschiedlichen Herstellungsarten der Ersatzzähne sein, wobei sich das sog. Incom-Verfahren (HeraeusKulzer) von dem Nachpress-Verfahren (Vita-Zahnfabrik) nicht grundlegend unterscheiden dürfte.

Die Zusammensetzung des Kunststoffes ist die wahrscheinlichste Erklärung, so imponiert der Vitapan-Zahn vor allem im täglichen Umgang als sehr spröder, hochgefüllter Zahn. Dies schlägt sich in guten Abrasionseigenschaften, aber auch in einem verminderten Bruchwiderstand nieder. Man sieht deutlich die größeren Füllkörper und deren dichtere Packung (Abb. 4) der Vitapan-Zähne im Vergleich zu den Mondial-Zähnen (Abb. 5), deren Bruchbild aus mehr Matrix und weniger Füllkörpern besteht. Die Größenordnungen, in denen sich die Festigkeiten der Prothesenzähne befinden, werden zwar auch bei Teilprothesen nicht ganz erreicht, aber die in anderen Studien gemessenen Maximalkräfte erreichen fast 300 N [8]. Somit bleibt kaum mehr Sicherheitsreserve, da die gealterten Zähne über Festigkeiten um die 350 N verfügen.

## 5 Schlussfolgerung

Der Einsatz teurer Haftvermittler, welche von den Zahnherstellern angeboten werden, ist nicht nötig um einen ausreichenden Verbund von Ersatzzähnen zur Prothesenbasis zu gewährleisten. Er hat höchstens einen gewissen reinigenden Effekt und verhindert dadurch die Kontamination, z.B. durch Isoliermittel. Derselbe Erfolg ist aber auch mit Monomer erzielbar.

Prothesenzähne verlieren durch künstliche Alterung einen signifikanten Teil ihrer initialen Festigkeit. Diese verbleibende Festigkeit reicht allerdings immer noch aus den im Frontzahnbereich einer Totalprothese auftretenden Kaubelastungen standzuhalten. Die Maximalbelastungen, die bei Teilprothesen auftreten können, liegen allerdings sehr nahe an den mittleren Bruchwerten der gealterten Vita-Zähne.

## Literatur

1. Minami H, Suzuki S, Ohashi H, Kurashige H, Tanaka T: Effect of surface treatment on the bonding of an autopolymerizing soft denture liner to a denture base resin. *Int J Prosthodont* 17, 297-301 (2004)
2. Ludwig, K.: *Lexikon der Zahnmedizinischen Werkstoffe*. Quintessenz, Berlin 2004, S. 162-163
3. Nothdurft FP, Gernet W, Pospiech PR: In-vitro-Untersuchungen zu vollkeramischen Stiftaufbauten aus Zirkonoxid. *Dtsch Zahnärztl Z* 58, 451-6 (2003)
4. Cunningham, J.L.: Shear bond strength of resin teeth to heat-cured and light-cured denture base resin. *J Oral Rehabil* 27, 312-316 (2000)
5. Furcht C, Heintzschel B, Baumbach M: Untersuchungen zur okklusalen Funktion künstlicher Zähne aus Kunststoff und dentalkeramischen Massen. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 662-665 (1998)
6. el-Sheikh MM, Powers JM: Tensile bond strength of porcelain teeth to denture resin before and after aging. *Int J Prosthodont* 11, 16-20 (1998)
7. Thämert, G.: Prothesenzähne. In: Meiners, H., Lehmann K.M. (Hrsg.): *Klinische Materialkunde für Zahnärzte*. Hanser, München 1998, S. 296
8. Lauer H-Ch, Ottl P, Ficker E, Weigl P: Kaufkraftmessung an unterschiedlich verankerten Teilprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 482-85 (1992)
9. Schwickerath H: Kaufkraft - Kaudruck - Belastbarkeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 31, 870-873 (1976)
10. Eichner K.: Messung der Kräfte bei Kauvorgängen. *Dtsch Zahnärztl Z* 18, 915 (1963)

## Korrespondenzadresse:

Dr. Florian Beuer  
 Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der LMU München  
 Goethestr. 70  
 80336 München  
 Tel.: 089/1609550  
 flobeuer@gmx.de