



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2009

---

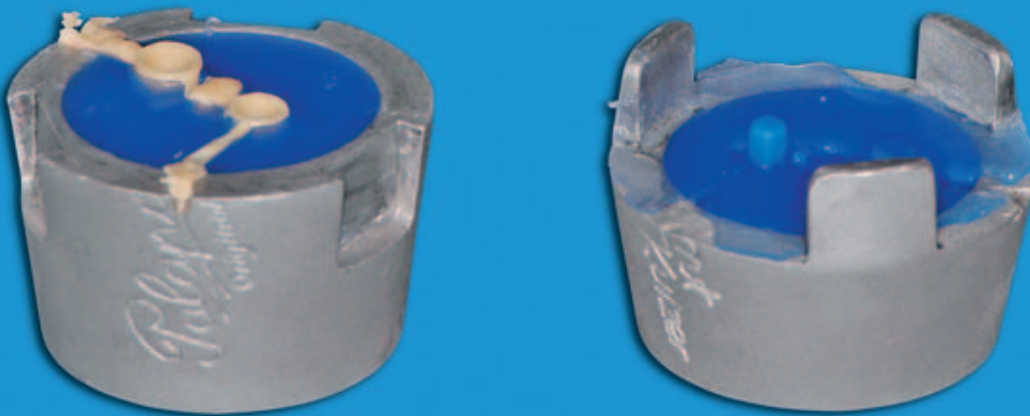
**Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast konventionell oder mittels  
CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien**

Stawarczyk, B ; Ender, A ; Trottmann, A ; Hämmerle, C H F ; Fischer, J

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-17831>  
Journal Article

Originally published at:

Stawarczyk, B; Ender, A; Trottmann, A; Hämmerle, C H F; Fischer, J (2009). Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien. *Quintessenz der Zahn-technik*, 35(3):320-328.



## Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien

**Bogna Stawarczyk, Andreas Ender, Albert Trottmann, Christoph Hans Franz Hämmerle, Jens Fischer**

Bei jeder größeren Restauration wird nach der Präparation der Zahnschicht ein Provisorium benötigt. Da sich eine Behandlung mit festem Zahnersatz meist über mehrere Behandlungssitzungen erstreckt, muss die beschliffene Zahnschicht bedeckt werden, um die Dentinwunde gegen thermische, chemische und bakterielle Reize zu schützen.<sup>10</sup> So haben provisorische Versorgungen im Sinne einer Strukturprophylaxe alles an vorhandenem Hart- und Weichgewebe zu erhalten, zu schützen und wieder in einen gesunden Zustand zu überführen.<sup>11,12</sup>

Ein Provisorium stellt als Zwischenlösung bis zur Eingliederung des definitiven Zahnersatzes die ursprüngliche Form des Zahnes wieder her, sodass Kau- und Sprachfunktion gewährleistet werden können.<sup>9</sup> Daher spielen, wenn auch temporär, die mechanischen Eigenschaften der verwendeten Kunststoffe eine entscheidende Rolle.

### Zusammenfassung

Die CAD/CAM-Technologie bietet die Möglichkeit zur Konstruktion einer Restauration am Computer und die Fertigung der Restauration auf präzise gesteuerten vollautomatischen Fräs-/Schleifmaschinen. Die Technologie hat sich bei Keramiken mittlerweile durchgesetzt. Nun kommen Kunststoffe auf den Markt, die mit geringem Zeit- und Kostenaufwand mit dieser Technologie verarbeitet werden können. In einer vergleichenden Untersuchung wurde der Einfluss einer künstlichen Alterung auf die Bruchlast von maschinell hergestellten provisorischen Kunststoff-Brückengerüsten derjenigen von formidentischen Eierschalenprovisorien und Direktprovisorien gegenübergestellt.

### Indizes

Provisorien, Langzeitprovisorien, CAD/CAM-Kunststoffe, PMMA-Brücken, Bruchlast, künstliche Alterung, Speichellagerung

### Einleitung



Außerdem können mit Provisorien bereits vor der Anfertigung des definitiven Zahnersatzes die Farbe, die Form, die Okklusion sowie das artikuläre und muskuläre Gleichgewicht bestimmt werden. Da die Ästhetik in der modernen Gesellschaft eine immer wichtigere Rolle spielt, können, vor allem bei Restaurationen im Frontzahnbereich, bereits in der Anfertigung des Provisoriums alle Punkte berücksichtigt werden. So wird es ermöglicht, die Ästhetik differenziert zu erfassen und ein Kontrollsystem aufzubauen, das Patient, Zahntechniker und Behandler vor Enttäuschung bewahrt. Diese Behandlungsschritte benötigen Zeit, sodass eine Lebensdauer von Provisorien von mehreren Monaten vorausgesetzt werden muss.

Provisorien werden aus Kunststoffen hergestellt. Es gibt drei Möglichkeiten der Herstellung: Der Zahnarzt kann vor der Präparation eine Abformung der alten Mundsituation nehmen und anschließend nach der beendeten Präparation das Provisorium mit Hilfe dieser Vorabformung direkt im Mund des Patienten herstellen. Dazu werden selbsthärtende Kaltpolymerisate verwendet. Eine weitere Möglichkeit ist das Eierschalenprovisorium. Diese Art des Provisoriums wird im Dentallabor vom Zahntechniker hergestellt und anschließend am Patienten unterfüttert. Im Labor werden die Kunststoffe im Drucktopf bei 45 °C 2 bar auspolymerisiert. Seit neuestem sind die CAD/CAM-Kunststoffe auf dem Markt. Aus diesen wird mittels einer CAD/CAM-Maschine die Rekonstruktion formgeschliffen. Für die CAD/CAM-Technik liegen die provisorischen Kunststoffe in einem bereits auspolymerisierten Zustand (Rohling) vor. Die Rohlinge werden unter industriellen Bedingungen hergestellt. Das bedeutet, dass das Gefüge und die Eigenschaften besser definiert werden können. Auftretende Fehler im Labor bzw. in der Praxis während der Polymerisation sind ausgeschlossen. Der Gehalt an nicht umgesetzten Monomermolekülen, der so genannte Restmonomergehalt, bleibt niedrig. Der Zahntechniker im Labor bzw. der Zahnarzt in der Praxis sowie der Patient werden mit den nicht auspolymerisierten Monomeren nicht mehr konfrontiert. Die Gefahr der Allergieentstehung während der Verarbeitung dieser Kunststoffe wird somit minimiert. Auch die Abrasionsbeständigkeit der industriell polymerisierten Kunststoffe ist im Vergleich zu manuell polymerisierten höher.<sup>6</sup>

Die CAD/CAM-Technologie setzt sich immer mehr durch, weil sie die Arbeitsschritte vereinfacht und die Qualität der Materialien standardisiert werden kann. Inzwischen gibt es zahlreiche Systeme, Systemkomponenten und Rohlinge für die Herstellung von Zahnersatz. Kostengünstige Kunststoffprovisorien lassen sich innerhalb von wenigen Minuten produzieren.

In einer früheren Untersuchung wurde die initiale Bruchlast der CAD/CAM-Kunststoffe sofort nach der Herstellung der Versorgung geprüft und mit der Bruchlast von konventionell hergestellten Provisorien verglichen. Dabei lagen die Bruchlastwerte von CAD/CAM-Kunststoffen im Bereich der durchschnittlichen Kaukräfte. Die Direktprovisorien (Kaltpolymerisate), die vom Zahnarzt am Patientenstuhl hergestellt werden, erreichten die niedrigsten Bruchlastkräfte.<sup>7,8</sup> Nun stellt sich die Frage, wie sich die Bruchlast auf Dauer verhält.

**Problemstellung** Das Provisorium muss temporär die Funktion des definitiven Zahnersatzes übernehmen. Immer häufiger wird die Frage nach der Lebensdauer eines Provisoriums gestellt. Durch die neuen CAD/CAM-Hochleistungskunststoffe besteht die Möglichkeit, die Kunststoffe



als Langzeitprovisorien zu verwenden. So müssen für eine klinische Eignung dieser Werkstoffe die physikalischen Eigenschaften, wie z. B. die Bruchlast unter künstlicher Alterung, bewertet werden.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, den Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast mittels CAD/CAM-Verfahren aus einem Rohling herausgeschliffener Brücken, traditionell hergestellten Direktprovisorien und unterfütterten Eierschalenprovisorien zu vergleichen.

Es wurden drei unterschiedliche Herstellungstechniken für provisorische Brücken mit insgesamt fünf unterschiedlichen Kunststoffen geprüft (Tabelle 1). Kunststoffe für die CAD/CAM-Bearbeitung waren ein PMMA-Heißpolymerisat (artBloc Temp, Merz Dental, Lütjenburg) und ein mikrogefülltes Komposit (CADTemp, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen) (Abb. 1). Für die Eierschalenprovisorien wurde ein kaltpolymerisierender PMMA-Kunststoff (integral esthetic press, Merz Dental) verwendet. Die Unterfütterung erfolgte ebenfalls mit einem PMMA-Kaltpolymerisat (Temp2000, Kerr, Rastatt). Die Direktprovisorien wurden aus Autopolymerisaten auf Basis von UDMA (CronMix K, Merz Dental) und auf Basis von PMMA hergestellt (Unifast III, GC Europe, Leuven, Belgien). Alle Brücken waren formidentisch.

Aus jedem Kunststoff wurden 90 Brücken hergestellt und in 6 Gruppen à 15 Prüfkörper eingeteilt. Die Bruchlasten der ersten Gruppe aller Kunststoffe wurden sofort nach der Herstellung gemessen. Die fünf übrigen Serien wurden vor der Messung einer künstlichen Alterung (Tabelle 2) unterzogen.

Für die Herstellung der Gerüste wurde ein Stahlmodell mit präparierten Stümpfen eines Zahn 5 und eines Zahn 7 verwendet (Abb. 2). Die Stümpfe des Modells waren rotationssymmetrisch und wiesen auf Höhe der Schulter einen Durchmesser von 7 mm (Zahn 5) bzw. 8 mm (Zahn 7) auf. Die Zahnstümpfe waren als Stahlzylinder mit kugelförmigen Aufstellenden konzipiert, einer 1 mm breiten zirkulären Schulter und einer 6° konischen Präparation. Die Höhe der Stümpfe betrug 5 mm. Die Stümpfe waren mit ihren Wurzeln in einem Aluminiumblock gelagert, sodass die Rotationsachsen der beiden Stümpfe einen

### Methode

Tabelle 1 Verfahrenstechnik und Werkstoffe der geprüften Provisorien.

Verfahrenstechnik	Werkstoffe
CAD/CAM Provisorien	artBloc Temp (Merz Dental, Lütjenburg) CADTemp (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen)
Direktprovisorium	CronMix K (Merz Dental, Lütjenburg) Unifast III (GC Europe, Leuven, Belgien)
Eierschalenprovisorium	Integral esthetic press (Merz Dental, Lütjenburg) mit Temp2000 (Kerr, Rastatt)



Abb. 1 CAD/CAM-Rohlinge: oben: Vita CADTemp; unten: artBloc Temp.

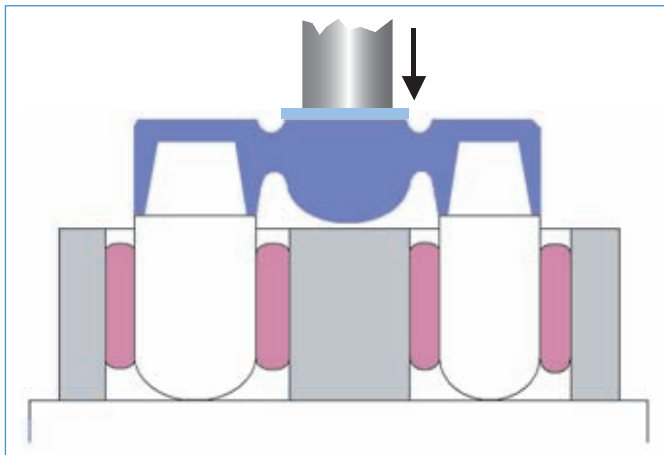


Abb. 2 Zeichnung des Stumpfmodells.

Tabelle 2 Versuchsplan der Serien

Messung der Bruchlast	
1. Serie	Initialmessung sofort nach der Herstellung
Künstliche Alterung	
2. Serie	24 Stunden künstlicher Speichel bei 37 °C
3. Serie	7 Tage künstlicher Speichel bei 37 °C
4. Serie	28 Tage künstlicher Speichel bei 37 °C
5. Serie	90 Tage künstlicher Speichel bei 37 °C
6. Serie	180 Tage künstlicher Speichel bei 37 °C

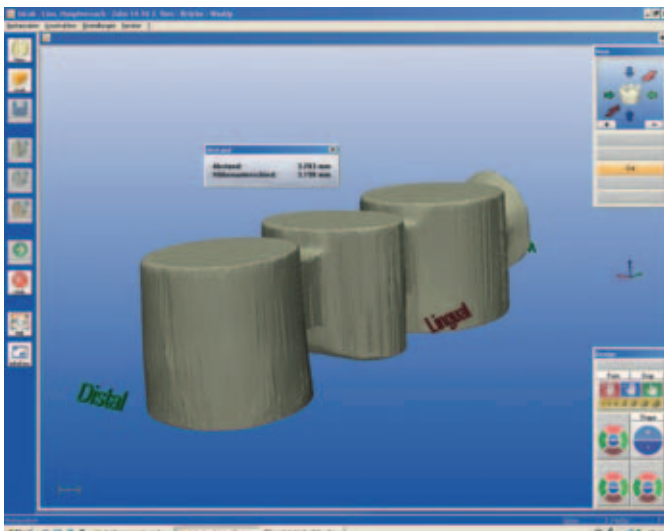


Abb. 3 Eine konstruierte Brücke zum Formschleifen.

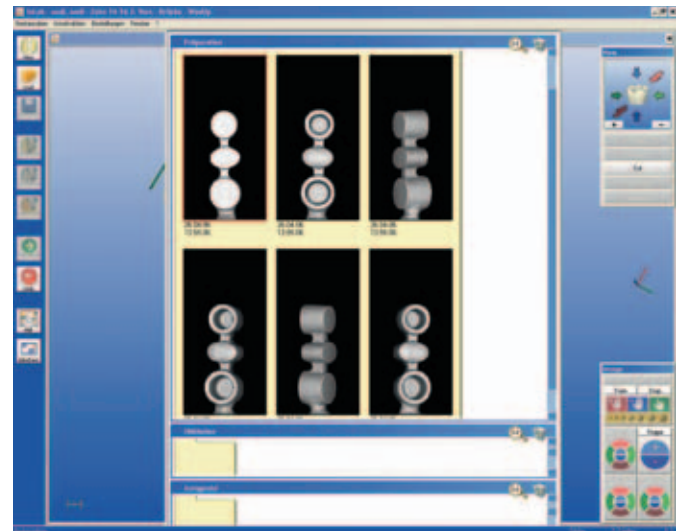


Abb. 4 Das Einscannen der Master-Brücke.

Abstand von 16,5 mm aufwies. Die Lagerung im Block erfolgte mit einer 0,75 mm dicken Gummimanschette, um die Eigenbeweglichkeit natürlicher Zähne im Parodont zu simulieren.<sup>2</sup>

Die Konstruktion der Prüfkörper entsprach einer dreigliedrigen Brücke vom zweiten Prämolaren auf den zweiten Molaren (Abb. 3). Der Querschnitt der Verbinder war rechteckig mit gerundeten Kanten und hatte eine Querschnittsfläche von ca. 7,4 mm<sup>2</sup>. Die Wandstärke der Kronen betrug 0,9 mm.

Die Herstellung der CAD/CAM-Gerüste erfolgte mit dem Cerec inLab System (Sirona, Bensheim). Die Master-Brücke wurde auf einem Träger mit ScanWax (Sirona) befestigt und in die Schleifeinheit (Cerec inLab, Sirona) eingesetzt. Die Master-Brücke wurde dann mit einem Punktlaserscanner in der Schleifeinheit sechsmal gescannt, wobei das Gerüst vor jedem Scan 72° weiterrotiert wurde, um die gesamte Außen- und Innenfläche des Gerüsts zu erfassen (Abb. 4). Mit den erhaltenen Daten wurde über den



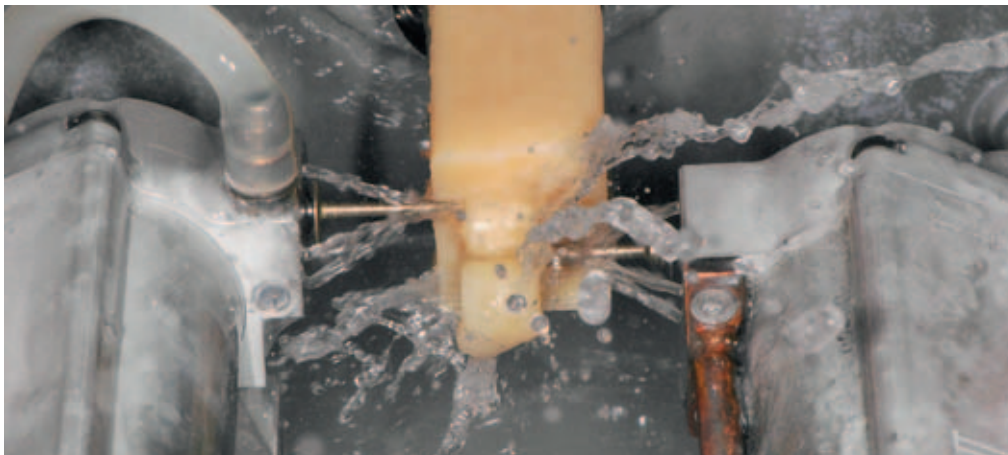


Abb. 5 Das Schleifen der Brücke in der inLab-Einheit.

Abb. 6 Eine formgeschliffene Brücke aus CAD Temp.

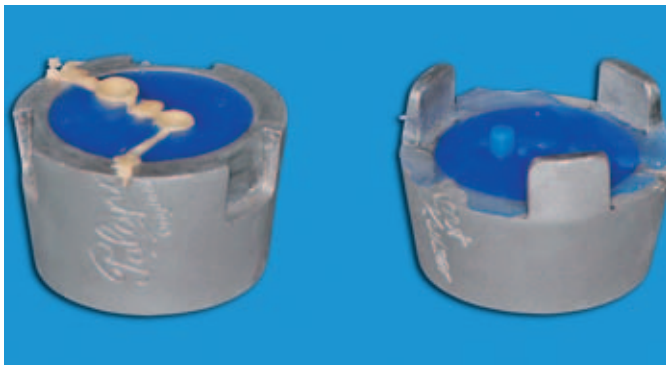
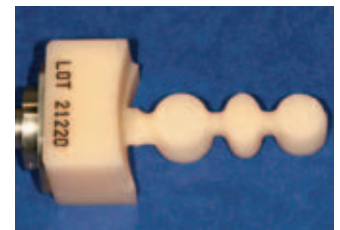


Abb. 7 Die Dublierform zur Herstellung des Direktprovisoriums.



Abb. 8 Das gespritzte Brückengerüst aus integral esthetic press.

Konstruktionsweg „Wax Up“ (inLab 3D, Software V3.03, Sirona) ein formidentisches Werkstück generiert und anschließend in der inLab Schleifeinheit formgeschliffen (Abb. 5 und 6).

Um Vergleichsdaten zu ermitteln, wurden die Direkt- und Eierschalenprovisorien formkongruent mittels Spritzverfahren hergestellt. Die Master-Brücke wurde dazu in einer Küvette mit einem A-Silikon (Dublisil 30, Dreve, Unna) dubliert (Abb. 7). Die Hohlräume der Dublierform wurden mit dem jeweiligen Kunststoff für Direkt- und Eierschalenprovisorien gespritzt. Die Polymerisation erfolgte nach Herstellerangaben.

Um bei der Herstellung der Eierschalenprovisorien analog zum klinischen Vorgehen zu arbeiten, wurden die gespritzten Brücken (Abb. 8) an den Innenflächen der Kronen mit einer kreuzverzahnten Kunststofffräse 0,2 mm ausgeschliffen und anschließend auf einem Gipsmodell mit dem PMMA-Autopolymerisat Temp2000 unterfütert (Abb. 9). Unmittelbar nach der Herstellung der Gerüste fand die Prüfung der Bruchlast der ersten Serien aller Kunststoffe statt. Die weiteren Serien wurden für 24 h, 7, 28, 90 und 180 Tage im künstlichen Speichel (Tabelle 3) bei 37 °C im Trockenschrank (Binder VD, Binder GmbH, Tuttlingen) gelagert. Anschließend wurde die Bruchlast der Gerüste geprüft. Dazu wurde das Gerüst unzementiert auf den Stümpfen des Prüfmodells positioniert und in einer Universalprüfmaschine (Z010, Zwick, Ulm) mit der Stirnfläche ( $d = 5 \text{ mm}$ ) eines zylindrischen Stempels am Zwischenglied bis zum Bruch belastet. Die Vorschub-

Tabelle 3 Rezeptur des künstlichen Speichels.

KCl	0,4 g/l
NaCl	0,4 g/l
CaCl <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O	0,906 g/l
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O	0,690 g/l
Na <sub>2</sub> S, 9H <sub>2</sub> O	0,005 g/l
Urée	1 g/l



Abb. 9 Das Unterfüttern des Eierschalenprovisoriums auf einem Gipsmodell.

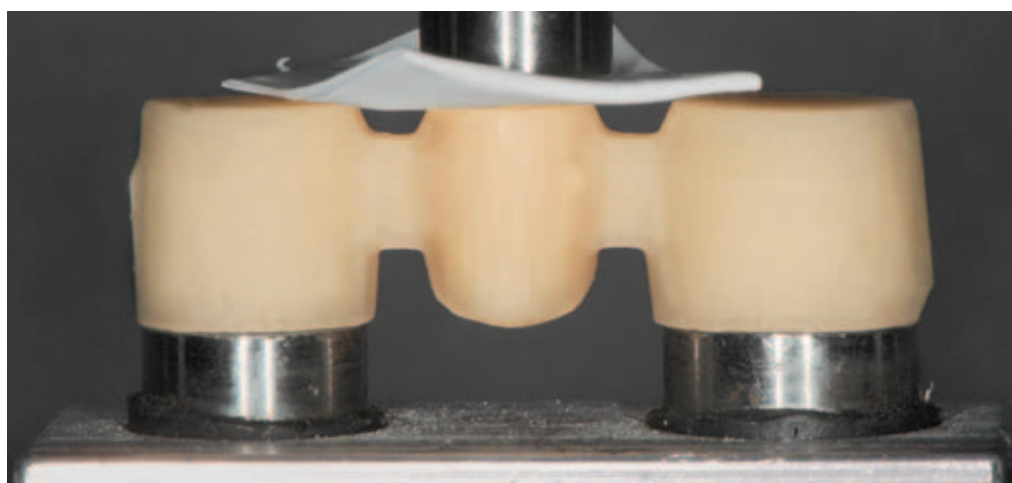


Abb. 10 Das Kunststoffprovisorium in der Prüfapparatur.

geschwindigkeit betrug 1 mm/min. Eine doppelt gefaltete Teflonfolie (0,2 mm) zwischen dem lastaufbringenden Stempel und der Brücke sorgte für eine homogene Lastverteilung auf dem Brückenglied (Abb. 10). Die statistische Auswertung bezüglich der signifikanten Unterschiede ( $p < 0,05$ ) erfolgte mit ONE WAY ANOVA mit anschließendem post-hoc Scheffé Test (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

**Ergebnisse** Bei den Messungen unmittelbar nach der Herstellung der Prüfkörper erreichte der CAD/CAM-Kunststoff artBloc Temp mit  $384,1 \pm 16,5$  N die höchsten Bruchlastkräfte (Abb. 11). Im gleichen Wertebereich befand sich das mit Temp2000 unterfütterte Eierschalenprovisorium ( $354,7 \pm 40,1$  N) aus integral esthetic press. Das CAD/CAM-Provisorium aus CADTemp mit  $288,9 \pm 30,2$  N sowie das PMMA-Direktprovisorium aus Unifast III mit  $255,6 \pm 23,0$  N lagen gemeinsam im nächst tieferen Wertebereich. Deren Bruchlastwerte waren signifikant höher ( $p = 0,000$ ) als die Bruchlast des Direktprovisoriums aus CronMix K ( $180,4 \pm 33,7$  N).

Die Alterung der Prüfkörper zeigte je nach Material unterschiedliche Effekte (Abb. 12). Bei dem CAD/CAM-Kunststoff artBloc Temp hatte die künstliche Alterung statistisch gesehen keinen Einfluss auf die Bruchlast. Der Nullwert ( $384,1 \pm 16,5$  N) und der Wert nach 180 Tagen Lagerung im künstlichen Speichel ( $348,3 \pm 24,4$  N) liegen in einem Wertebereich ( $p = 0,051$ ).

Die Eierschalenprovisorien weisen einen kontinuierlichen Abfall der Werte mit der Zeit der künstlichen Alterung auf. Der Nullwert betrug  $354,7 \pm 40,1$  N, während der

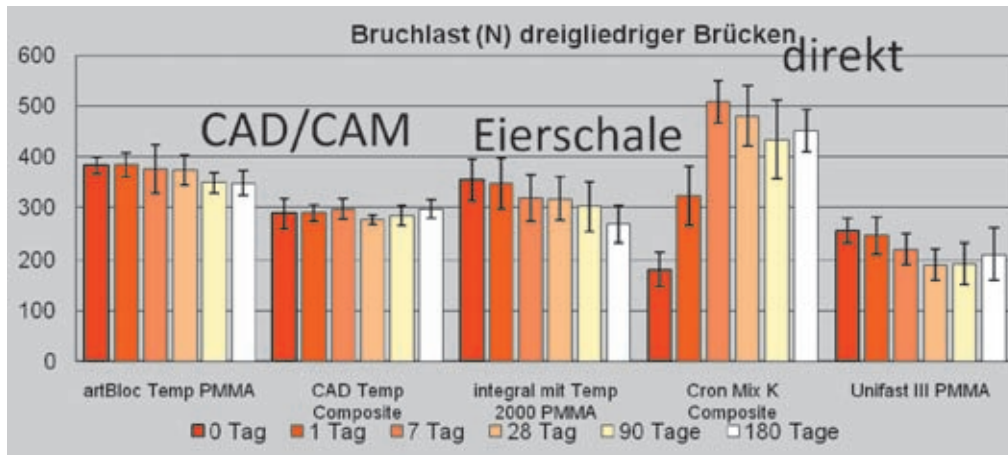


Abb. 11 Das Balkendiagramm der Bruchlasten von dreigliedrigen Provisorien.

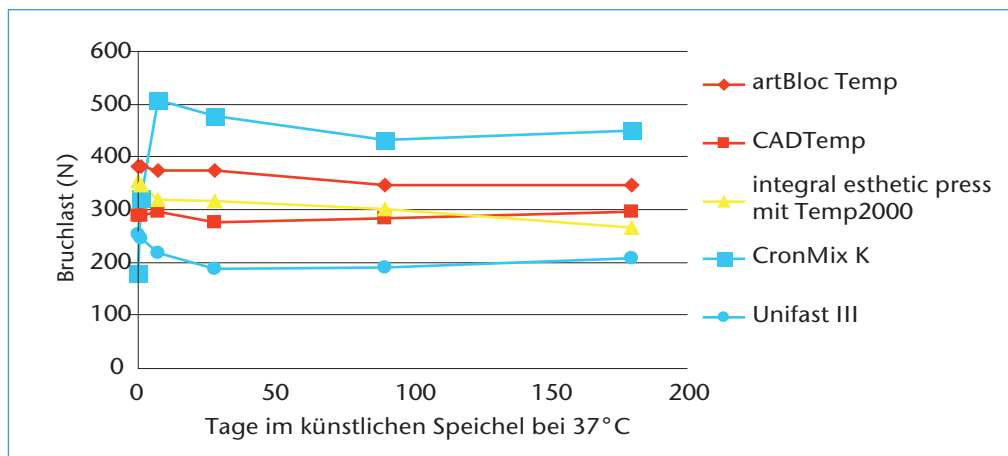


Abb. 12 Der Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast von provisorischen Brücken.

Bruchlastwert nach 7 Tagen Alterung bereits auf  $319,2 \pm 46,7$  N und nach 180 Tagen auf  $268,4 \pm 35,1$  N fiel. Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,001$ ) ist ebenfalls zwischen der 1 Tag- und 180 Tage-Alterung Serie zu erkennen.

CADTemp zeigte während des Beobachtungszeitraums keinen Abfall. Es ist weder ein signifikanter Unterschied noch eine Tendenz zu erkennen. Der Nullwert beträgt  $288,9 \pm 30,2$  N und der Wert nach 180 Tagen  $297,8 \pm 17,9$  N.

Bei Unifast III als PMMA-Direktprovisorium blieben die Bruchlastwerte bis zu 24 h Alterung stabil ( $p = 0,990$ , Nullwert:  $255,6 \pm 23,0$  N, nach 24 h:  $245,9 \pm 34,8$  N). Ab dem siebten Alterungstag ( $220,0 \pm 29,6$  N) ist eine leicht fallende aber nicht signifikante Tendenz der Bruchlastwerte zu erkennen. Nach 28 Tagen Lagerung im künstlichen Speichel fällt die Bruchlast auf  $189,73 \pm 31,0$  N. Dieser Wert ist signifikant tiefer als der Nullwert ( $p = 0,001$ ) und der Bruchlastwert nach 24 h Alterung ( $p = 0,005$ ). Ab dort blieben die Bruchlastwerte stabil.

Das Direktprovisorium CronMix K erzielte in der sofort nach der Herstellung gemessenen Serie die tiefsten Bruchlastwerte von  $180,4 \pm 33,7$  N. Bei der zweiten Serie, die bereits 24 h einer künstlichen Alterung ausgesetzt war, fand eine signifikante Steigerung ( $p = 0,000$ ) der Bruchlast auf  $322,8 \pm 58,5$  N statt. Nach 7 Tagen künstlicher Alterung stieg die Bruchlast signifikant ( $p = 0,000$ ) auf  $509,0 \pm 41,2$  N und erreichte den in der vorliegenden





Untersuchung höchst gemessenen Bruchlastwert aller Serien. Ab dem Zeitpunkt fand wieder eine leichte Abnahme der Bruchlast statt. Nach 180 Tagen Alterung befand sich die Bruchlast dann bei  $451,6 \pm 42,4$  N.

**Diskussion** Die Kaukräfte im Molarenbereich werden mit durchschnittlich 400 N angegeben.<sup>4</sup> Die hier gemessenen maximalen Kräfte lagen alle bis auf das Direktprovisorium aus CronMix K nach 24 h Alterung unterhalb der durchschnittlichen Kaukräfte. Die aus artBloc Temp Rohlingen geschliffenen Provisorien sowie das Eierschalenprovisorium erreichten mit einzelnen Werten die 400 N Grenze.

Die im Dentallabor hergestellten Eierschalenprovisorien zeigen eine tendenzielle Abnahme der Bruchlast in Anhängigkeit von der Alterungszeit. Die Werte des Direktprovisoriums Unifast III und des CAD/CAM-Provisoriums CADTemp lagen deutlich unter der 400 N Grenze. Da die Provisorien nur eine begrenzte Zeit funktionell belastet werden, kann diese Tatsache als weniger kritisch angesehen werden.

Die Bruchlast des Direktprovisoriums aus CronMix K liegt unmittelbar nach der Herstellung gemessen sehr tief. Durch die Nachpolymerisation steigt allerdings die Bruchlast bereits nach 24 h. Die Nachpolymerisation der Kunststoffe wirkt dem Festigkeitsabfall durch Wassereinlagerung entgegen.<sup>1,5</sup> Für die Praxis bedeutet dies, dass temporärer Zahnersatz initial vom Patienten nicht belastet werden sollte, da dieser noch nachhärtet.<sup>3</sup>

Der CAD/CAM-Werkstoff CADTemp erreichte in dieser Untersuchung bei der künstlichen Alterung sehr stabile Werte. Der künstliche Speichel und die erhöhte Temperatur von 37 °C (simulierte Körpertemperatur) hatten keinen Einfluss auf die Bruchlastwerte. Langzeitprovisorien müssen die Funktionen einer definitiven Versorgung übernehmen. Die Bruchlast der geprüften Brücken bei dieser Geometrie lag deutlich unter den durchschnittlichen Kaukräften.

Die Resultate spiegeln die Weiterentwicklung der provisorischen Kunststoffe durch die Dentalindustrie wieder. Die Ergebnisse hinsichtlich der Bruchlast der untersuchten Materialien zeigen die Überlegenheit der moderneren industriell polymerisierten und somit standardisierten Materialien gegenüber den selbstpolymerisierten Direktprovisorien. CronMixK als Selbstpolymerisat für Direktprovisorien erreicht als Ausnahme nach dem 28. Tag die höchsten Bruchlastwerte. Die Bruchlast des Eierschalenprovisoriums liegt im Bereich der Bruchlast der industriell hergestellten Rohlinge aus artBloc Temp, aus denen innerhalb von wenigen Minuten ein Provisorium formgeschliffen werden kann.

Damit erweisen sich die CAD/CAM-gefertigten Provisorien aus PMMA-Heißpolymerisat als eine Alternative zu den Eierschalenprovisorien und den direkt hergestellten Provisorien.

**Schlussfolgerungen** Die für die CAD/CAM-Technologie indizierten Werkstoffe artBloc Temp und CADTemp zeigen während der künstlichen Alterung die stabilsten Werte. ArtBloc Temp kommt an die durchschnittlichen Kaukräfte von 400 N heran.

Das Eierschalenprovisorium liegt mit seiner Bruchlast in der Anfangszeit im gleichen Wertebereich. Nun nimmt die Bruchlast mit der Alterungszeit kontinuierlich ab. Der CAD/CAM-Komposit CADTemp erreicht anfangs mit ca. 100 N niedrigere Bruchlastwerte als der PMMA Kunststoff artBloc Temp. Bei diesem Kunststoff hat die Alterung keinen Einfluss auf die Bruchlastwerte. Unifast III als Direktprovisorium liegt mit seiner Bruchlast



im gleichen Wertebereich wie der Kunststoff CADTemp. Allerdings sinkt hier die Bruchlast mit der Alterungszeit. Das Direktprovisorium CronMix K erreicht anfangs die niedrigsten Bruchlastwerte und polymerisiert mit der Zeit nach, sodass bereits nach sieben Tagen bei diesem Direktprovisorium die höchsten Bruchlastkräfte gemessen wurden.

Die Autoren danken der Firma Merz Dental, Lütjeburg, und GC Europe, Leuven, Belgien, für die Bereitstellung der Materialien.

[Danksagung](#)

1. Borchers L, Jung T. Werkstoffkundliche Untersuchungen an Materialien für Kronen und Brücken. Dtsch Zahnärztl Z 1984;39:757-760.
2. Filser F, Kocher P, Weibel F, Lüthy H, Schärer P, Gauckler LJ. Zuverlässigkeit und Festigkeit vollkeramischen Zahnersatzes hergestellt im DCM-Verfahren. Int J Computer Dent 2001;4:89-106.
3. Gausmann M, Keller P, Wöstmann B, Ferger P. Bruchfestigkeit und Reparaturfähigkeit chemisch unterschiedlicher temporärer Kronen und Brückenmaterialien. Zahnärztl Welt 1999;108:720-724.
4. Helkimo E, Carlson GE, Helkimo M. Bite force and state dentition. Acta Odont Scand 1976;35:297-303.
5. Rzanny A, Welker D, Göbel R. Werkstoffkundlicher Vergleich temporärer K&B-Kunststoffe. Phillip J 1996;13:Sonderdruck, Heft 11-12.
6. Stawarczyk B, Schmutz F, Fischer J, Hämmerle CHF. Abrasionsbeständigkeit provisorischer Kunststoffe. Sind CAD/CAM-Kunststoffe abrasionsbeständiger? Quintessenz Zahntech 2009;in Vorbereitung.
7. Stawarczyk B, Trottman A, Fischer J. Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien. Quintessenz Zahntech 2008;34:412-421.
8. Stawarczyk B, Trottman A, Fischer J. Vergleichende Bruchlastuntersuchung von dreigliedrigen Provisorien. Digital\_dental.news 2008;2:34-41.
9. Vahidi F. The provisional restoration. Dent Clin North Am 1987;31:363-381.
10. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien Teil 1: Anforderungen. Quintessenz 1992;43:1297-1305.
11. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 1: Materialübersicht und Untersuchungsmethoden. Quintessenz 1995;46:83-91.
12. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 2: Resultate und Diskussion. Quintessenz 1992;46:245-255.

[Literatur](#)

MSc Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Schweiz, E-Mail: Bogna.Stawarczyk@zzmk.uzh.ch

[Adressen der Verfasser](#)

Dr. med. dent. Andreas Ender, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Schweiz

ZT Albert Trottman, Prof. Dr. med. dent. Christoph Hans Franz Hämmerle, PD Dr. med. dent. Dr. rer. nat. Jens Fischer, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Schweiz

### Summary

The CAD/CAM technology offers the possibility to produce dental restorations by means of numeric controlled machining. This technology is successfully established for ceramic materials. Today further materials (resins, composites) are introduced into the market, which can be processed with lower expenditure of time and costs. In an in vitro study the influence of simulated aging of fracture loads of resin temporaries produced by CAD/CAM (artBloc Temp and CADTemp) were compared to the fracture load of traditionally produced "eggshell" (integral press esthetic) and direct temporaries (CronMix K and Unifast III).