

**e.max<sup>®</sup>**  
**IPS**

# **SCIENTIFIC REPORT**

Vol. 03 / 2001–2017

Deutsch



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b>		<b>3</b>
<b>Einleitung</b>		<b>4</b>
<b>Klinische Bewährung</b>		<b>7</b>
<b>Studien</b>		
<b>Lithium-Disilikat</b>	<b>IPS e.max® Press</b>	<b>11</b>
	• <i>In-vivo-Studien</i>	
	• <i>In-vitro-Studien</i>	
	<b>IPS e.max® CAD</b>	<b>26</b>
	• <i>In-vivo-Studien</i>	
	• <i>In-vitro-Studien</i>	
<b>Zirkoniumoxid</b>	<b>IPS e.max® ZirCAD</b>	<b>47</b>
	• <i>In-vivo-Studien</i>	
	• <i>In-vitro-Studien</i>	
<b>Biokompatibilität</b>		<b>68</b>
<b>Definitionen und Begriffe</b>		<b>71</b>
<b>Literatur</b>		<b>75</b>



Dr. Thomas Hirt



Dr. Arnd Peschke

IPS e.max umfasst hochästhetische Lithium-Disilikat-Glaskeramiken und hochfeste Zirkoniumoxide für die Press- und CAD/CAM-Technologie. Durch die Verknüpfung von Material- und Verarbeitungstechnologien hat das IPS e.max System den Dentalmarkt verändert und monolithischen, metallfreien Restaurationen zum Durchbruch verholfen. Die hohe Ästhetik, kombiniert mit den sehr guten mechanischen Eigenschaften sowie einer breiten Verarbeitungstoleranz, haben zu einer hohen Kundenzufriedenheit und aussergewöhnlich guten klinischen Resultaten geführt.

Damit es zu diesem Erfolg kam, bedurfte es Bestleistungen in vielen Bereichen und einer klaren Vision, wie sich der Markt mit diesem Produkt entwickeln könnte. Die diversen technischen Hürden während der Entwicklung des Produktes wurden in intensiver Entwicklungsarbeit über mehrere Jahre genommen. Die breite Patentierung sowie die technisch anspruchsvolle Produktion haben Ivoclar Vivadent eine Alleinstellung gewährleistet. Zusammen mit der für IPS e.max ausgelegten Programat-Ofenplattform und den entsprechenden Befestigungs-Composites wurde ein umfassendes, schlüssiges System entwickelt, das die notwendige Robustheit für eine breite Anwendung sicherstellt. So setzte IPS e.max neue Massstäbe für effiziente, ästhetische, substanzschonende Vollkeramik-Restaurationen.

Sukzessiv wurde das IPS e.max System kundenorientiert erweitert und zusätzliche Indikationen erschlossen. Beispiele für diese kontinuierlichen Produktverbesserungen sind die grosse Farb- und Transluzenzauswahl, die IPS e.max Press Multi-Rohlinge (der weltweit erste polychromatische Pressrohling), die IPS e.max Abutment Solutions zur Herstellung von individuellen Hybrid-Abutments sowie Hybrid-Abutmentkronen und die IPS e.max ZirCAD MT Multi-Scheibe, die einen Farb- und Transluzenzverlauf mit hoher Festigkeit vereint.

Die langjährige und dauerhafte Unterstützung von Zahntechnikern, Zahnärzten, Meinungsbildnern und Hochschulprofessoren auf der ganzen Welt war essentiell für diese Weiterentwicklungen des Produktsystems und die Penetration im Markt. An dieser Stelle möchten wir allen danken, die IPS e.max mit Begeisterung verbessert und im Markt verbreitet haben.

Das IPS e.max System hat den Dentalmarkt nachhaltig geprägt und wird noch sehr lange als Referenzmaterial in der Zahnmedizin dienen. Für kaum ein anderes Dentalmaterial ist die klinische Zuverlässigkeit so gut dokumentiert wie für IPS e.max. Dieser Scientific Report präsentiert die wichtigsten Ergebnisse dieser Studien.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Thomas Hirt  
Chief Technology Officer

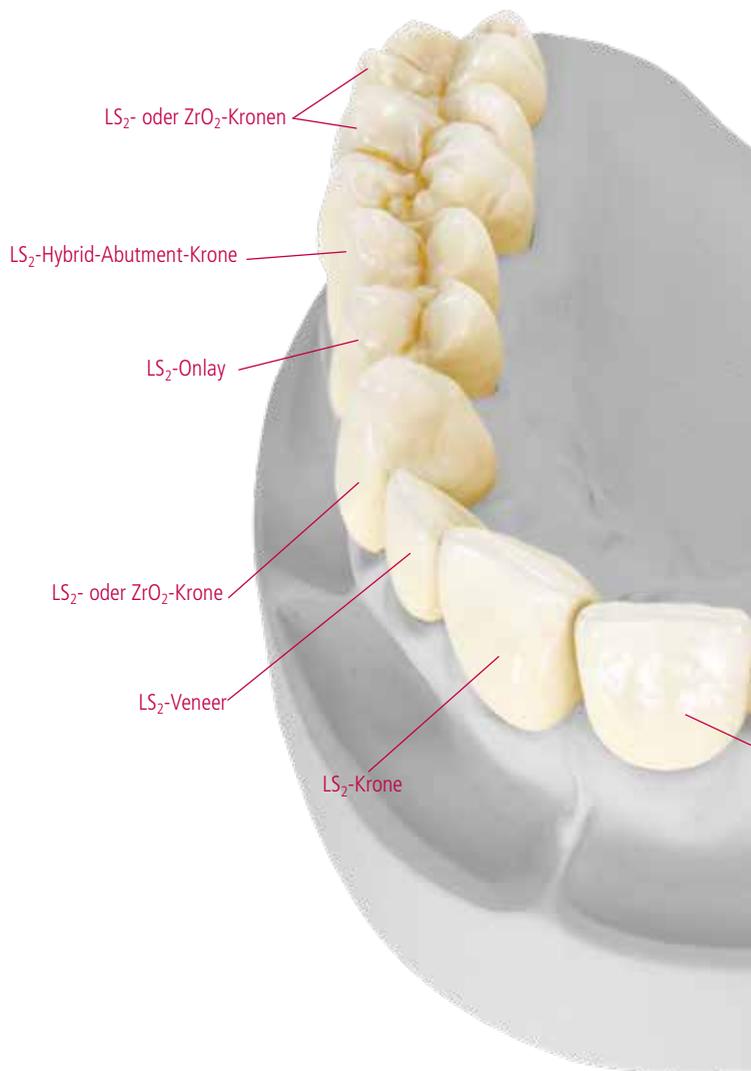
Dr. Arnd Peschke  
Director R&D Clinic

# EINLEITUNG

## IPS e.max® Lithium-Disilikat

- Klinisch bestätigte hohe Stabilität und Zuverlässigkeit
- Beeindruckende Biegefestigkeit von 500 MPa\*
- Ausdrucksstarke Ästhetik – vor allem für den Frontzahnbereich
- Umfassendes Produktangebot an Farben und Transluzenzen
- Minimalinvasive Versorgungungen wie z.B. dünne Veneers ( $\geq 0,3$  mm) oder adhäsiv befestigte Kronen ( $\geq 1$  mm)

\*Mittlere biaxiale Biegefestigkeit über 10 Jahre, F&E Ivoclar Vivadent, Schaan/Liechtenstein

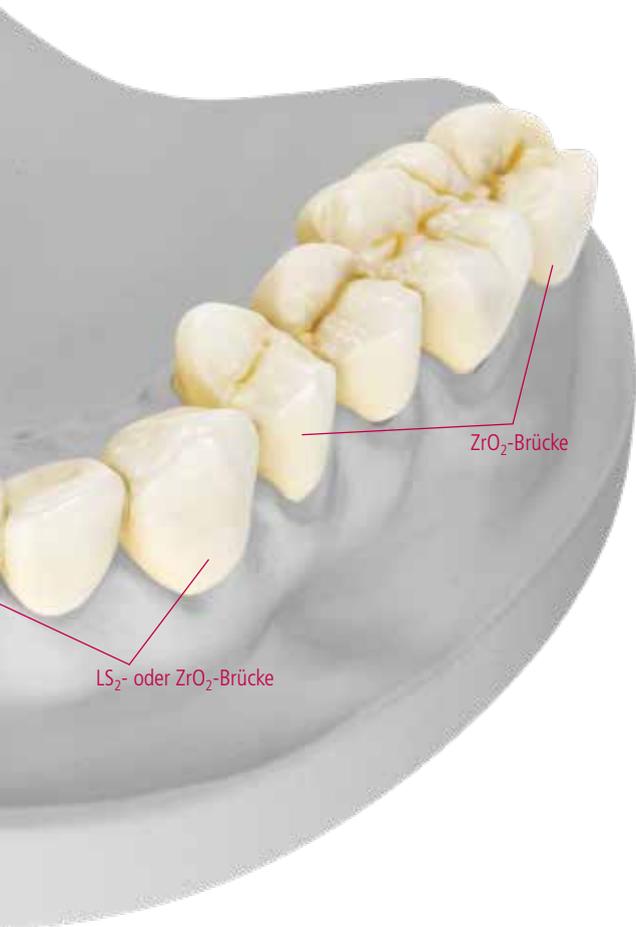


Das IPS e.max®-System ist ein innovatives Vollkeramik-System, welches alle Indikationen – von dünnen Veneers bis hin zu mehrgliedrigen Brücken abdeckt. Es umfasst Lithium-Disilikat-Glaskeramik-Materialien für die Press- und CAD/CAM- Technologie (IPS e.max Press und IPS e.max CAD), eine innovative Zirkoniumoxid-Keramik in Scheiben- oder Block-Form (IPS e.max ZirCAD), eine universell einsetzbare Verblendkeramik (IPS e.max Ceram) sowie eine Fluorapatit-Glaskeramik für die Überpresstechnik (IPS e.max ZirPress).

- **IPS e.max Press** ist eine höchästhetische, zuverlässige und vielseitige Lithium-Disilikat-Glaskeramik für die Press-Technik. Sie wird für die Herstellung von Einzelzahnrestorationen, Hybrid-Abutment-Versorgungungen und 3-gliedrige Brücken (Prämolarenbereich) verwendet.
- **IPS e.max CAD** ist eine höchästhetische, zuverlässige und vielseitige Lithium-Disilikat-Glaskeramik für die CAD/CAM-Technik. Sie wird für

die Herstellung von Einzelzahnrestorationen, Hybrid-Abutment-Versorgungungen und 3-gliedrige Brücken (Prämolarenbereich) verwendet.

- **IPS e.max ZirCAD** enthält Materialien für die universelle Herstellung von Zirkoniumoxid-Restorationen. Das abgestimmte Produkt-Portfolio für die moderne CAD/CAM-Technik sorgt für wirtschaftliche Herstellungsprozesse und reproduzierbare, ästhetische Ergebnisse
- **IPS e.max ZirPress** ist eine Fluor-Apatit-Glaskeramik für das schnelle und effiziente Überpressen von Gerüsten aus Zirkoniumoxid (IPS e.max ZirCAD).
- **IPS e.max Ceram** eine höchästhetische Fluor-Apatit-Schichtkeramik, welche für die Charakterisierung und Verblendung von Lithium-Disilikat- und Zirkoniumoxid-Gerüsten verwendet wird.



## IPS e.max® Zirkoniumoxid

- Robust und langlebig
- Festigkeit zwischen 850 und 1'200 MPa\*\*, je nach Transluzenz
- Vielgliedrige Brücken und Kronen
- Polychromatische Multi-Scheiben für beeindruckende Ästhetik
- Geringe Wandstärken für minimalinvasive Versorgungen

\*\*Typische mittlere biaxiale Biegefestigkeit, F&E Ivoclar Vivadent, Schaan/Liechtenstein



Das IPS e.max-System wird seit Beginn der Entwicklung wissenschaftlich begleitet. Viele renommierte Experten haben ihren Beitrag zu einer ständig grösser werdenden Datenbank an klinischen Studien geleistet. Dies und die immer stärker wachsende Nachfrage nach zuverlässigen, ästhetischen Materialien liegen dem Erfolg des IPS e.max-Systems zugrunde.

In der vorliegenden dritten Ausgabe des IPS e.max Scientific Report wurden die wichtigsten in-vivo- und in-vitro-Studienergebnisse aus dem Zeitraum 2001–2017 zusammengefasst.



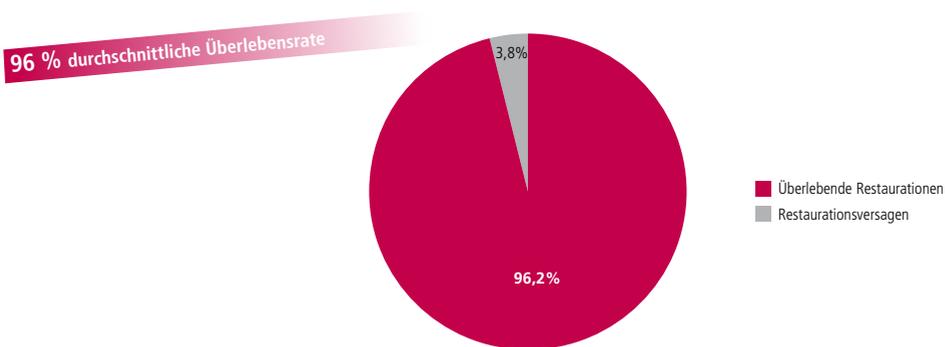


# **IPS e.max<sup>®</sup>-Materialien – Klinische Bewährung**

## Zusammenfassung Überlebensraten

### IPS e.max® Press (LS<sub>2</sub>)

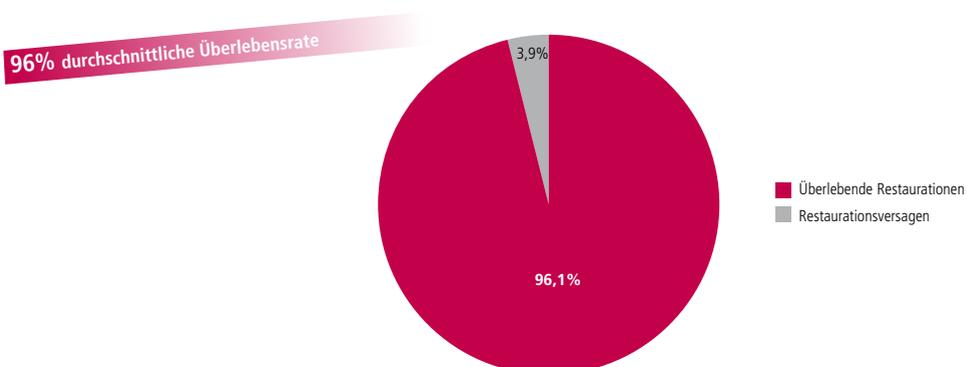
Zu IPS e.max Press liegen derzeit Daten aus klinischen Studien über einen Zeitraum von bis zu 12 Jahren vor (Schmitz et al. 2017). Diese Studie umfasst jedoch sowohl IPS Empress 2 als auch IPS e.max Press-Restaurationen. Daher ist im Folgenden die durchschnittliche Überlebensrate dargestellt, die sich aus den berichteten Überlebensraten der folgenden 6 externen klinischen Studien mit IPS e.max Press ergibt: Malament 2017, Kern et al. 2012, Gehrt et al. 2012b, Guess et al. 2014, The Dental Advisor 2010 & 2012, Böning et al. 2006.



Die Beobachtungsdauer der Studien lag zwischen 3 und 10 Jahren und sie umfassten Kronen und/oder Brücken, die je nach Studie entweder adhäsiv, selbstadhäsiv oder konventionell befestigt wurden. Detaillierte Informationen zu den Studien sind in Abschnitt „IPS e.max Press – in-vivo-Studien“ zu finden.

### IPS e.max® CAD (LS<sub>2</sub>)

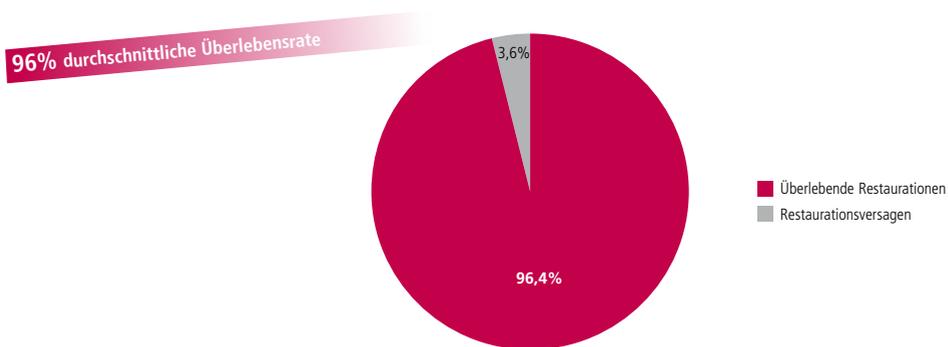
Zu IPS e.max CAD liegen derzeit Daten aus klinischen Studien über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren vor. Im Folgenden ist die durchschnittliche Überlebensrate dargestellt, die aus den berichteten Überlebensraten der folgenden 6 externen klinischen Studien errechnet wurde: Fasbinder et al. 2017a, Rauch et al. 2017, Spies et al. 2017, Beuer et al. 2011a, Reich et al. 2014, Nathanson et al. 2008.



Die Beobachtungsdauer der Studien lag zwischen 3 und 10 Jahren und sie umfassten Kronen und/oder Brücken, die je nach Studie entweder adhäsiv oder selbstadhäsiv befestigt wurden. Detaillierte Informationen zu den Studien sind in Abschnitt „IPS e.max CAD – in-vivo-Studien“ zu finden.

### IPS e.max® ZirCAD (ZrO<sub>2</sub>)

In der folgenden Grafik sind die Daten aus klinischen Studien mit IPS e.max ZirCAD über einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren zusammengefasst. Die durchschnittliche Überlebensrate wurde aus den berichteten Überlebensraten der folgenden 6 externen klinischen Studien errechnet: Beuer et al. 2011b, Gehrt et al. 2012, Stanford 2009, Sorensen et al. 2009a, Fasbinder et al. 2009, Christensen et al. 2008.



Die Beobachtungsdauer der Studien lag zwischen 2 und 5 Jahren. Je nach Studie wurden Standard-Kronen/-Brücken untersucht. Detaillierte Informationen zu den Studien sind in Abschnitt „IPS e.max ZirCAD – in-vivo-Studien“ zu finden.

### Literaturvergleich:

Metallkeramik-Restaurationen werden in der Zahnheilkunde nach wie vor als Goldstandard angesehen. Restaurationen aus IPS e.max-Vollkeramik stellen in vielen Situationen eine ausgezeichnete, hochästhetische Alternative zu Versorgungen aus Metallkeramik dar, die ähnlich gute Überlebensraten bieten. (Pjetursson et al. 2007, Schley et al. 2010, Kern et al. 2012, Sailer et al. 2015)





# IPS e.max<sup>®</sup> Lithium-Disilikat (LS<sub>2</sub>)

*In-Vivo-Studien  
In-Vitro-Studien*

## In-Vivo-Studien

### Betrachtung moderner Dentalkeramiken

**Studienort:** Privatpraxis / Tufts University School of Dental Medicine, Boston, USA

**Studiendauer:** 32 Jahre / alle Glaskeramiken: 1983–2015  
10 Jahre / IPS e.max CAD/Press: 2005–2015

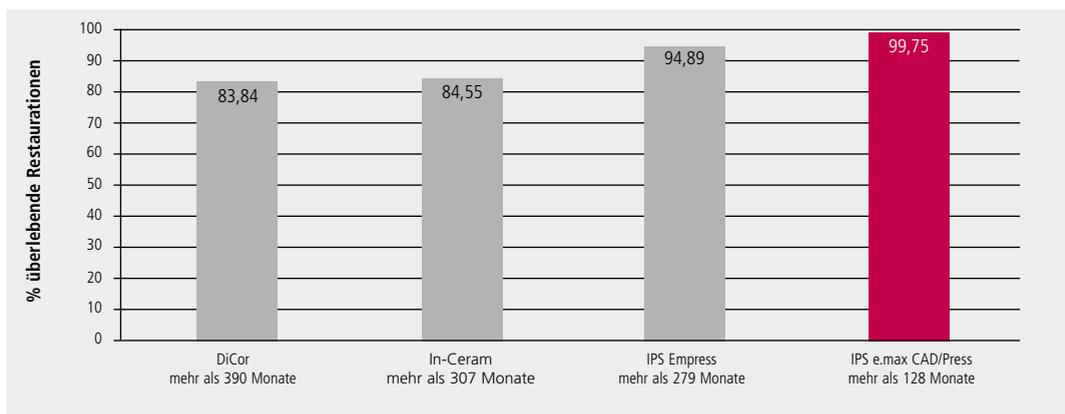
**Studienautor(en):** K. A. Malament

#### Methode:

Im Rahmen einer Betrachtung von modernen Dentalkeramiken berichtet Malament von der langen Überlebenszeit von über 6000 Vollkeramik-Restaurationen, die er in seiner Praxis in Boston seit 1983 eingesetzt hat. Vier verschiedene Keramik-Typen werden beschrieben: Dicor/Dentsply Sirona (n = 1504), In-Ceram/Vita (n = 330), IPS Empress (n = 2133) und IPS e.max Press oder CAD (n = 2364). Aufzeichnungen zu Dicor wurden von 1983 angeführt, zu In-Ceram von 1990 an, zu IPS Empress von 1992 an und zu IPS e.max von 2005 an.

#### Ergebnisse:

**99,75 % Überlebensrate: IPS e.max CAD/Press**



Überlebende Glaskeramik-Restaurationen in % pro Produkt, nach unterschiedlichen Zeiträumen

#### Zusammenfassung:

Obwohl der kürzeste Beobachtungszeitraum bei knapp über 10 Jahren lag (128 Monate), zeigten Lithium-Disilikat-Restaurationen in diesem grossangelegten Überblick die geringste Ausfallrate.

#### Schlussfolgerung:

Von allen eingesetzten Glaskeramiken war IPS e.max CAD/Press (Lithium-Disilikat) mit einer Überlebensrate von 99,75 % die vielseitigste und erfolgreichste Dentalkeramik. Gemäss dem Autor erfüllte bzw. übertraf das Material alle klinischen Anforderungen, die in der klinischen Praxis als ideal gelten.

**Referenz:** Malament (2015)

## Überlebensrate von Lithium-Disilikat-Glaskeramikrestaurationen über einen Zeitraum von 10 Jahren

**Studienort:** Privatpraxis / Tufts University School of Dental Medicine, Boston, USA

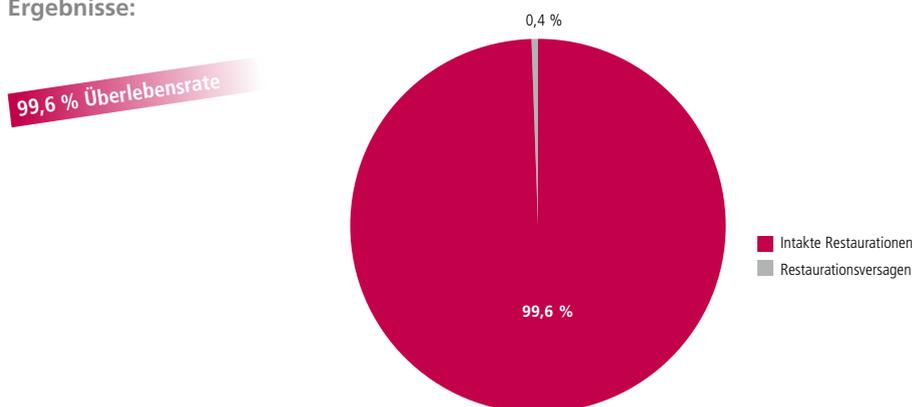
**Studiendauer:** 10 Jahre / 2005–2015

**Studienautor(en):** K. Malament

### Methode:

Seit 2005 wurden insgesamt 556 Patienten zwischen 17 und 97 Jahren für eine Studie rekrutiert, die sich die Untersuchung des langfristigen Überlebens von IPS e.max Press Lithium-Disilikat-Restaurationen zum Ziel setzte. Es handelte sich um Einzelkronen, dreigliedrige Brücken, Freindbrücken im Frontzahnbereich und Stumpfaufbauten. Alle Restaurationen wurden vom selben erfahrenen Prothetikerspezialisten eingesetzt. Die Studie umfasste sowohl monolithische als auch zweischichtige Restaurationen. Die Befestigung der Restaurationen erfolgte mit Variolink II. Jede Fraktur einer Restaurations, die deren Ersatz nötig machte, wurde als Ausfall gewertet. Abplatzungen von weniger als 1 mm, die sich rekonturieren und polieren ließen, galten nicht als Ausfälle.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von IPS e.max Press-Restaurationen über einen Zeitraum von 10 Jahren

### Zusammenfassung:

7 von insgesamt 1960 Restaurationen mussten im Laufe der 10 Jahre ausgetauscht werden. Die errechnete Überlebensrate nach 10,4 Jahren war 99,6 %. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen überlebenden Oberkiefer- und Unterkieferrestaurationen festgestellt. 1410 Restaurationen waren monolithische Restaurationen und 550 zweischichtige Restaurationen. Die 7 Ausfälle traten alle in der monolithischen Gruppe auf. Die Gesamtrisikozzeit für monolithischen Restaurationen betrug 3380 Jahre, wobei sich die jährliche Risikorate auf 0,2 % pro Jahr belief. Die zweischichtigen Restaurationen zeigten keinerlei Ausfälle bei einer Gesamtrisikozzeit von 1733 Jahren. Die jährliche Risikorate lag bei 0 %.

### Schlussfolgerung:

IPS e.max Press Lithium-Disilikat-Restaurationen zeigten während der Beobachtungsperiode von 10,4 Jahren hervorragende Überlebensraten. Die 7 Ausfälle ereigneten sich innerhalb einer kumulativen Beobachtungszeit von 5113 Jahren, wodurch sich eine geschätzte Ausfallrisikorate von 0,4 % pro Jahr ergab.

**Referenz:** Malament (2017)

## Monolithische Kronen aus Lithium-Disilikat mit Federrandpräparation\* im Seitenzahnbereich: Retrospektive Multizentren-Studie über einen Zeitraum von bis zu 12 Jahren

**Studienort:** Privatpraxen in Mailand, Riccione, Modena, Porderone / Italien

**Studiendauer:** Bis zu 12 Jahre / 2004–2015

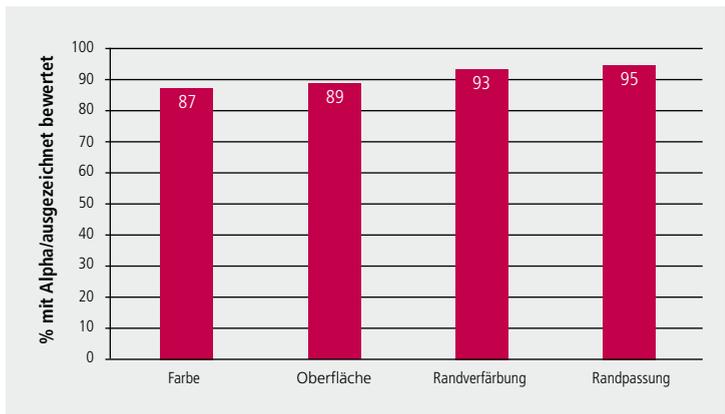
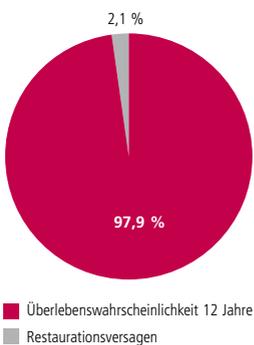
**Studienautor(en):** J. H. Schmitz, D. Cortellini, S. Granata, M. Valenti

### Methode:

Der klinische Erfolg von monolithischen Seitenzahnkronen aus Lithium-Disilikat mit Federrändern wurde in einer nicht randomisierten, retrospektiven Studie untersucht. 627 gepresste IPS Empress 2- oder IPS e.max Press-Restaurationen (110 erste Prämolaren, 151 zweite Prämolaren, 240 erste Molaren, 121 zweite Molaren, 5 dritte Molaren) wurden zwischen Januar 2004 und Juli 2015 in insgesamt 335 Patienten in 4 verschiedenen Zahnarztpraxen eingesetzt. Der Beobachtungszeitraum lag zwischen 6 Monaten und 12 Jahren, woraus sich ein Durchschnitt von 4 Jahren ergibt. Die Beurteilung der Restaurationen bei den Recalls nach 3 und 6 Monaten erfolgte nach den modifizierten Kriterien der California Dental Association. Die Überlebenszeit wurde definiert als die Zeit zwischen der Baseline und der Zeit in der irreparable Ausfälle der Krone auftraten.

### Ergebnisse:

97,9% Überlebenswahrscheinlichkeit



Überlebenswahrscheinlichkeit und Prozentsatz verbleibender Kronen (n=614) für verschiedene Kriterien als ausgezeichnet beurteilt

### Zusammenfassung:

Es kam zu 13 Restaurationsversagen (2 in vitalen Zähnen, 11 in wurzelbehandelten Zähnen). Neun dieser Kronen mussten aufgrund von Materialbruch während des Beobachtungszeitraums ersetzt werden. 4 Zähne wurden aufgrund von Zahnfraktur oder endodontischen Problemen extrahiert. Die Gesamtüberlebensrate nach Kaplan Meier im Zeitraum von bis zu 12 Jahren betrug 97,9 %. Keine anderen technischen oder biologischen Misserfolge wurde beobachtet.

### Schlussfolgerung:

In dieser retrospektiven Studie, erzielten monolithische Lithium-Disilikat-Kronen mit Federrandpräparation ähnliche klinische Ergebnisse wie Restaurationen aus anderen Materialien und mit einem anderem Randdesign. Bei Anwendung des selben klinischen Protokolls zeigten Kronen auf dem 2. Molaren schlechtere Überlebensraten als Restaurationen auf anderen Seitenzähnen.

**Referenz:** Schmitz et al. (2017), Valenti et al. (2015)

\*Eine Federrandpräparation wird in der IPS e.max Press-Gebrauchsinformation nicht empfohlen.

## 10-Jahres-Ergebnisse von 3-gliedrigen Brücken aus monolithischem Lithium-Disilikat

*Studienort:* Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland

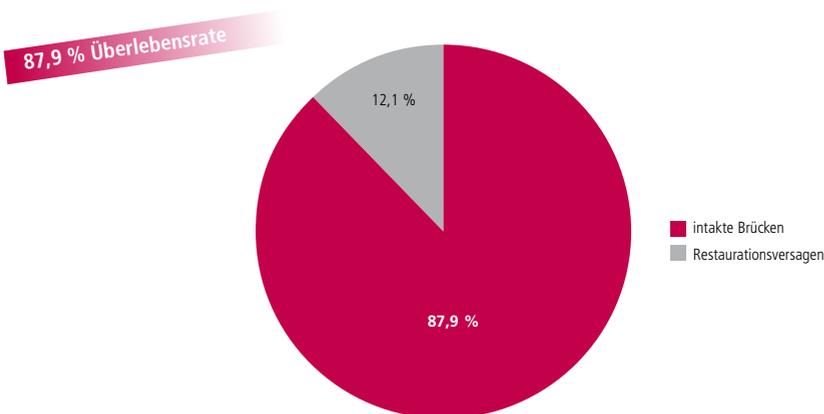
*Studiendauer:* 10 Jahre / 2001–2011

*Studienautor(en):* M. Kern, S. Wolfart

### Methode:

36 3-gliedrige Brücken aus IPS e.max Press wurde bei 28 Patienten eingegliedert. Die Befestigung erfolgte bei etwas mehr als der Hälfte der kronengetragenen Brücken konventionell. Die anderen Brücken wurden adhäsiv mit Variolink II befestigt. Ca. 90 % der Restaurationen wurden im Seitenzahnbereich eingegliedert.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung IPS e.max Press Lithium-Disilikat-Brücken nach 10 Jahren

### Zusammenfassung:

Die 4-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan Meier betrug 100 %. Nach einer mittleren Beobachtungszeit von 48 Monaten traten bei den Brücken keine Frakturen auf.

Nach 8 Jahren kam es bei 2 Brücken zu Frakturen, bei 2 weiteren (6 %) zu Abplatzungen des Verblendmaterials. Die 8-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan-Meier betrug 93 %. In Bezug auf die parodontalen Parameter wurden beim Vergleich der Taschentiefe, Blutung bei Sondierung und Zahnbeweglichkeit zwischen Test- und Vergleichszähnen keine signifikanten Unterschiede gefunden ( $P > 0,05$ , Wilcoxon-Rangnummertest).

Nach 10 Jahren (121 Monaten) traten insgesamt 3 Frakturen (im Molarenbereich) auf, eine weitere Restauration ging aufgrund einer Extraktion eines Zahnes aus biologischen Gründen verloren. Chipping trat bei 6,1 % der Restaurationen auf. Die 10-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan Meier betrug 87,9 %.

### Schlussfolgerung:

3-gliedrige Brücken aus IPS e.max Press (Lithium-Disilikat-Glaskeramik) bewährten sich klinisch sowohl mit adhäsiver als auch mit konventioneller Zementierung im Seitenzahnbereich (Prämolaren). Die Überlebensrate ist vergleichbar mit jener von Metallkeramik und besser als die von anderen Keramiksystemen.

**Referenz:** Wolfart et al. (2005), Wolfart et al. (2009), Kern et al. (2012)

## Klinische Untersuchung von verblendeten IPS e.max Press-Kronen

*Studienort:* Universitätsklinikum Aachen, Aachen, Deutschland

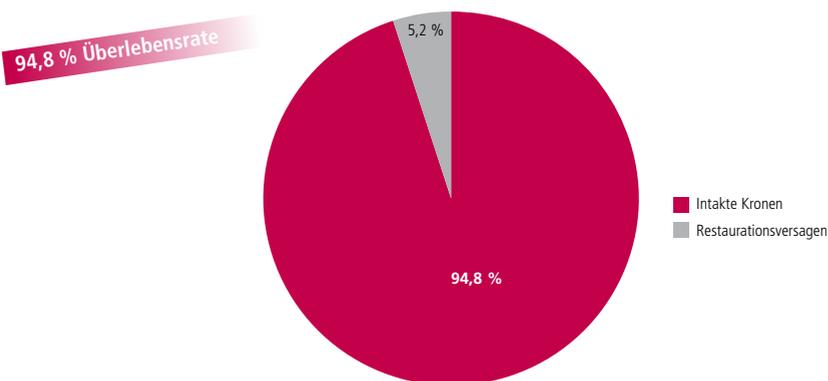
*Studiendauer:* 9 Jahre / 2002–2012

*Studienautor(en):* D. Edelhoff

### Methode:

Bei 41 Patienten wurden insgesamt 104 IPS e.max Press-Restaurationen (82 Kronen im Frontzahnbereich, 22 Kronen im Seitenzahnbereich) eingegliedert. Die Befestigung erfolgte grösstenteils (69,2 %) adhäsiv (Variolink II), in knapp einem Drittel der Fälle (30,8 %) mit Glasionomerzement (Vivaglass CEM). Alle Zähne wurden mit einer 1 mm breiten Hohlkehle oder einer abgerundeten Schulter versehen und die okklusale/inzisale Reduktion betrug 1,5–2,0 mm. Die Gerüste wurden mit dem Prototyp eines neuen Verblendmaterials beschichtet und anschliessend mit einer experimentellen Glasur überzogen. Die Nachuntersuchungen erfolgten nach 6 Monaten und dann jährlich. War der Ersatz einer Restauration nötig, so wurde dies als Ausfall bewertet.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von IPS e.max Press-Kronen nach 8 Jahre basierend auf der kumulativen Überlebensrate nach Kaplan Meier.

### Zusammenfassung:

4 Patienten mit insgesamt 10 Kronen verliessen die Studie vorzeitig. Für die restlichen 94 Kronen betrug der Beobachtungszeitraum zwischen 3 und 9 Jahren, was einen Durchschnitt von 6,6 Jahren ergibt. Nach 5 Jahren betrug die Überlebensrate nach Kaplan-Meier 97,4 %, nach 8 Jahren, 94,8%. In 4 Fällen kam es zu Komplikationen: Es kam zu 2 Frakturen, einem Ausfall durch Sekundärkaries sowie einem weiteren durch endodontische Komplikationen. Des Weiteren kam es bei 3 Kronen (3,3 %) zu reparablen Abplatzungen des Verblendmaterials und in zwei Fällen wurden endodontische Behandlungen notwendig, wobei die Kronen jedoch in situ bleiben konnten.

### Schlussfolgerung:

IPS e.max Press-Kronen (Lithium-Disilikat-Glaskeramik), die verblendet wurden, bewährten sich klinisch im Front- und Seitenzahnbereich sowohl in Kombination mit adhäsiver als auch konventioneller Befestigung.

**Referenz:** Gehrt et al. (2010), Gehrt et al. (2013)

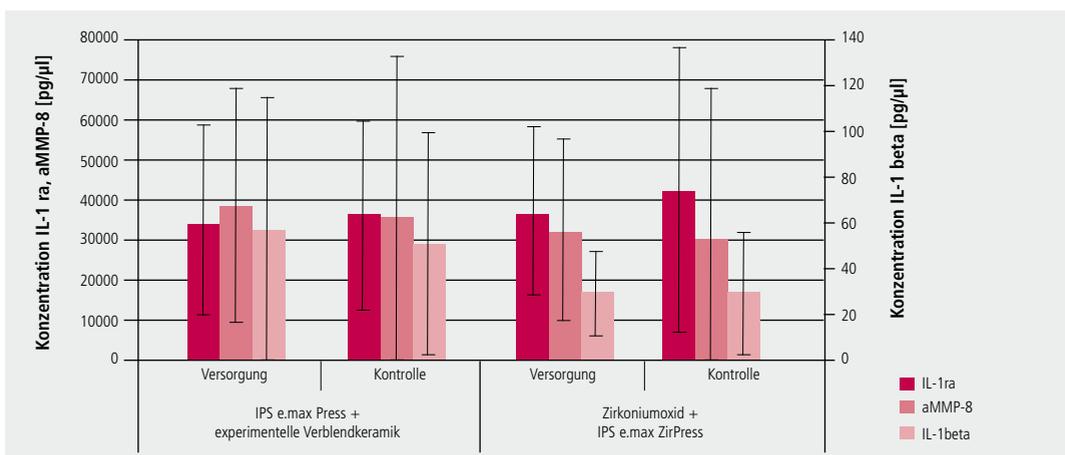
## Biokompatibilität von vollkeramischen Restaurationen auf der Basis inflammatorischer Parameter

**Studienort:** RWTH Aachen, Aachen, Deutschland  
**Studiendauer:** 8 Jahre / IPS e.max Press: 2013  
 3 Jahre / ZrO<sub>2</sub> + IPS e.max ZirPress: 2013  
**Studienautor(en):** K. Seibicke, H. Schiffer, B. Plümäkers, L. Rink, S. Wolfart

### Methode:

Es wurden 2 Patientengruppen verglichen, die entweder mindestens 1 Restauration aus Lithium-Disilikat (IPS e.max Press verblendet mit einer experimentellen Keramik; n=26, Gruppe A) oder 1 Zirkoniumoxid-Restauration mit Verblendung aus IPS e.max ZirPress (n=11, Gruppe B) umfassten. Nach einer durchschnittlichen Liegedauer von 103 Monaten (Gruppe A) bzw. 36 Monaten (Gruppe B) wurden Proben der Sulkusflüssigkeit von versorgten Zähnen und von unversorgten Kontrollzähnen genommen. Die Konzentrationen der Entzündungsparameter IL-1β, IL-1ra und aMMP-8 wurden mittels ELISA gemessen. Ausserdem wurde die Taschentiefe (PD) und der Blutungsindex (BOP) bestimmt. 7 Tage vorher wurde eine professionelle Zahnreinigung vorgenommen.

### Ergebnisse:



Konzentrationen inflammatorischer Parameter (IL-1ra, aMMP-8, IL-1beta) in der Sulkusflüssigkeit

### Zusammenfassung:

Es gab keine signifikanten Unterschiede in den Konzentrationen der Entzündungsparameter, weder zwischen der Lithium-Disilikat-Gruppe gegenüber der Zirkoniumoxid-Gruppe, noch zwischen restaurierten Zähnen und Kontrollzähnen. Auch die Taschentiefe und der Blutungsindex unterschieden sich nicht.

### Schlussfolgerung:

Vollkeramische Versorgungen induzieren keine Entzündung. Lithium-Disilikat-Keramik unterscheidet sich in der Biokompatibilität nicht von Zirkoniumoxid.

**Referenz:** Seibicke et al. (2012)

## Prospektive klinische Split-Mouth-Untersuchung von gepressten und CAD/CAM-gefertigten, vollkeramischen Teilrestaurationen: 7-Jahres-Ergebnisse

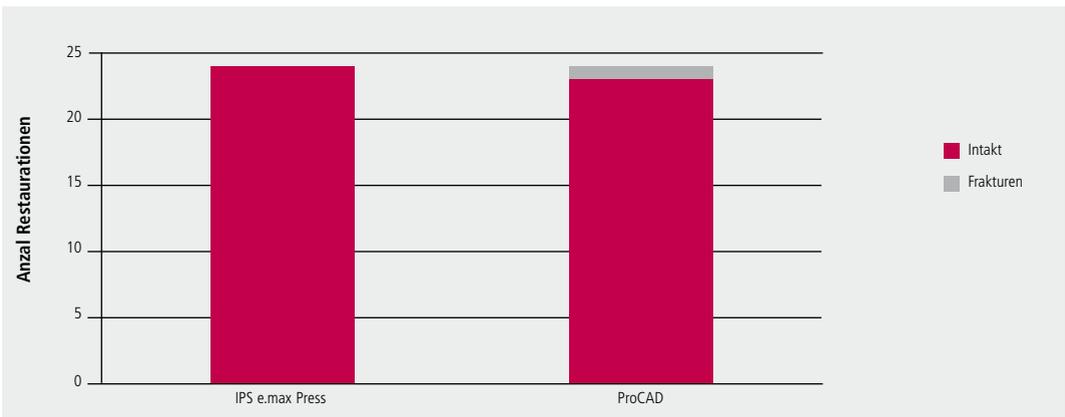
**Studienort:** Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland  
**Studiendauer:** 7 Jahre / 2005–2012  
**Studienautor(en):** P. C. Guess, C. F. Selz, Y-N. Steinhart, S. Stampf, J. R. Strub

### Methode:

Um die langfristige Bewährung von adhäsiv befestigten, gepressten und CAD/CAM-gefertigten Teilrestaurationen zu untersuchen, wurden 40 Restaurationen aus IPS e.max Press (Lithium-Disilikat) und 40 Restaurationen aus ProCAD (Leuzit-Glaskeramik) nach dem Split-Mouth-Design in 25 Patienten eingegliedert. Die Patienten benötigten zwei bis vier Teilrestaurationen entweder am ersten oder zweiten vitalen Molaren. Die Restaurationen wurden auf postoperative Sensibilitäten und Frakturen untersucht und bei Baseline sowie jährlich für 7 Jahren nach modifizierten USPHS-Kriterien beurteilt.

### Ergebnisse:

**100 % Überlebensrate von IPS e.max Press**



Klinische Bewährung von IPS e.max Press- und ProCAD-Teilkronen nach 7 Jahren

### Zusammenfassung:

11 der 25 Patienten verliessen die Studie während des Beobachtungszeitraums von 7 Jahren aus Gründen, die mit der Behandlung nichts zu tun hatten. 24 IPS e.max Press- und 24 ProCAD-Versorgungen in 14 Patienten konnten nach 7 Jahren beurteilt werden. Die 7-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan Meier betrug 100 % für IPS e.max Press- und 97 % für ProCAD-Restaurationen.

### Schlussfolgerung:

Obwohl bei beiden Materialien ein signifikanter Rückgang der Alpha-Bewertungen bei allen USPHS-Kriterien beobachtet wurde, stellten vollkeramische Teilkronen, unabhängig davon, ob sie gepresst oder CAD/CAM-gefertigt wurden, eine verlässliche Lösung für die Versorgung von grösseren Defekten im Seitenzahnbereich dar.

**Referenz:** Guess et al. (2013)

## Retrospektive Studie zu Anhänger-(Freiend-)brücken aus IPS e.max Press: Mittlere Beobachtungszeit 6 Jahre

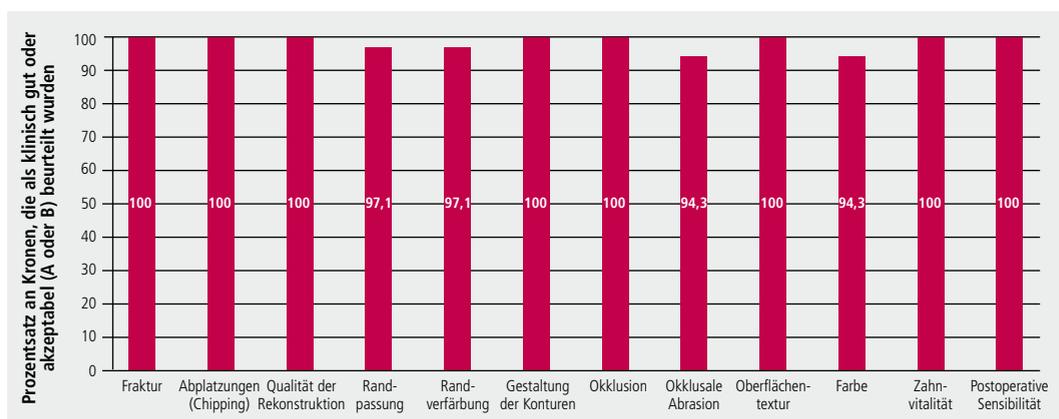
**Studienort:** Privatpraxis / Universität Zürich, Zürich, Schweiz  
**Studiendauer:** 6 Jahre (Durchschnitt) und bis 13 Jahren / 2000–2013  
**Studienautor(en):** I. Sailer, T. Bonani, U. Brodbeck, C. H. F. Hämmerle

### Methode:

Um das Überleben und die Bewährung von adhäsiv befestigtem, festsitzendem Zahnersatz mit einem frei endenden Brückenglied aus Glaskeramikmaterial zu beurteilen, wurden 49 Brücken in 40 Patienten eingegliedert und retrospektiv bewertet. 46 der Brücken (94 %) wurden aus IPS e.max Press (Lithium-Disilikat) hergestellt. Nur 3 Brücken wurden aus IPS Empress (leuzitverstärkte Glaskeramik) gefertigt. Die Restaurationen wurden nach USPHS-Richtlinien beurteilt. Sie erhielten eine „A“-Beurteilung, wenn keine Probleme auftraten und eine „B“-Beurteilung, wenn kleine, aber klinisch akzeptable Defekte gefunden wurden. Die Nachuntersuchungen erfolgten zweimal jährlich bei Patienten mit hohem Kariesrisiko, und einmal jährlich bei Patienten mit niedrigem Risiko.

### Ergebnisse:

100 % Überlebensrate



Prozentsatz an FDPs aus IPS e.max Press/IPS Empress FDPs (n=35), die nach USPHS-Kriterien für verschiedene Eigenschaften mit A oder B beurteilt wurden

### Zusammenfassung:

28 Patienten mit insgesamt 35 Brücken konnten bei der finalen Nachuntersuchung begutachtet werden. Die durchschnittliche Beobachtungszeit betrug 6 Jahre. Die Überlebensrate nach 6 Jahren betrug 100 %. Es gab keine kompletten Ausfälle und keine der Restaurationen musste aufgrund von biologischen oder technischen Komplikationen entfernt werden. Es trat kein Debonding auf. In 5,7 % der Fälle kam es zu Abplatzungen (B-Beurteilung), die aber repariert werden konnten.

### Schlussfolgerung:

Die Überlebensrate für Brücken mit einem frei endenden Brückenglied aus IPS e.max Press (94 %) und IPS Empress (6 %) nach 6 Jahren betrug 100 %.

**Referenz:** Sailer et al. (2013)

## IPS e.max Press: Klinische Bewährung nach 5 Jahren

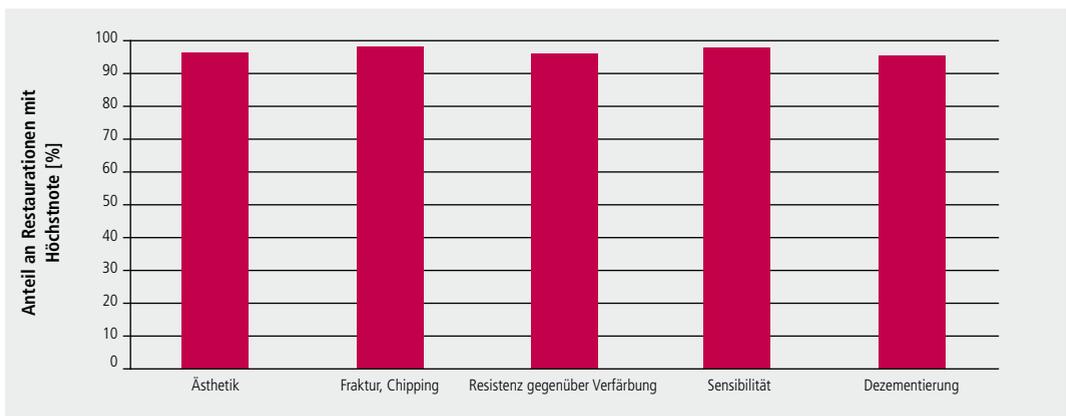
Studienort: USA  
 Studiendauer: 5 Jahre / 2006–2012  
 Studienautor(en): The Dental Advisor

### Methode:

4 Zahnärzte gliederten 671 IPS e.max Press-Restaurationen bei 282 Patienten ein. 381 Restaurationen konnten beim Recall (max. 5 Jahre Tragezeit) begutachtet werden. Davon waren 46 % Molarenkronen, 38 % Premolarenkronen, 8 % Frontzahnkronen, 5 % Inlays/Onlays und 3 % Brücken. Die Befestigung erfolgte mit einem selbstadhäsiven oder einem adhäsiven Befestigungsmaterial.

### Ergebnisse:

98,1 % Überlebensrate



Beurteilung der klinischen Parameter von Restaurationen aus IPS e.max Press nach 5 Jahren

### Zusammenfassung:

Unter den 381 Restaurationen wurde 7 aufgrund von Frakturen ausgetauscht, was einer Frakturnrate von weniger als 2 % entspricht. Abplatzungen wurde nur in 1,5 % der Restaurationen beobachtet, diese konnten jedoch durch Polieren behoben werden. Auch hinsichtlich Randverfärbungen und Ästhetik wurde IPS e.max Press als exzellent bewertet.

### Schlussfolgerung:

IPS e.max Press ist ein höchst ästhetisches Material von hoher Festigkeit mit exzellenter klinischer Bewährung über 5 Jahren.

**Referenz:** The Dental Advisor (2010) und (2012)

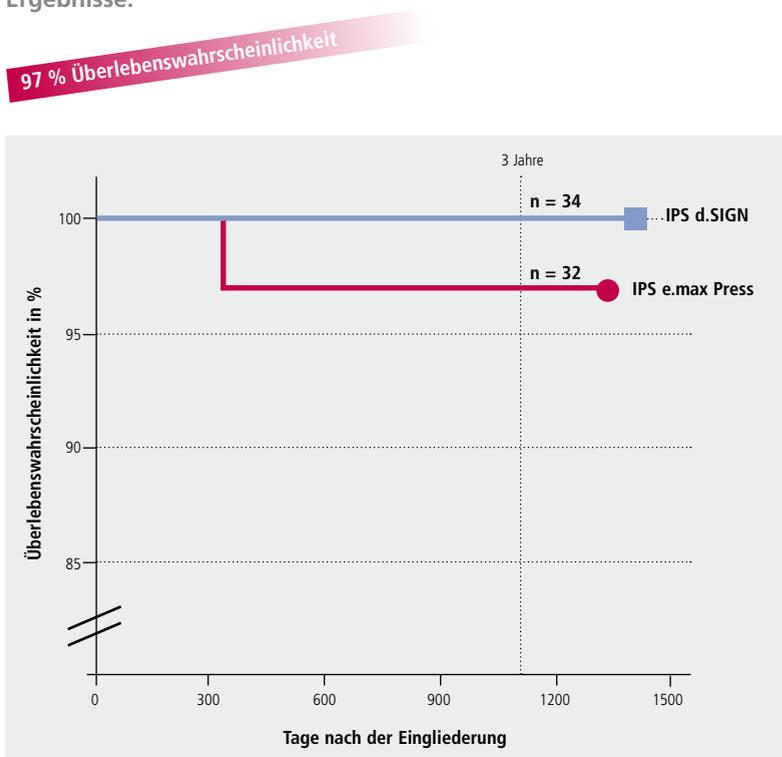
## Bewährung einer neuen Press-Glaskeramik

**Studienort:** Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland  
**Studiendauer:** 3 Jahre / 2003–2006  
**Studienautor(en):** K. Böning

### Methode:

Eingliederung von 39 IPS e.max Press-Kronen (Testgruppe) und 40 Metallkeramik-Kronen aus der hochgoldhaltigen Legierung IPS d.SIGN 96 und IPS d.SIGN Keramik (Kontrollgruppe) in insgesamt 63 Patienten. Die Befestigung erfolgte konventionell mit Glasionomerzement.

### Ergebnisse:



Überlebenswahrscheinlichkeit von Kronen aus IPS e.max Press und IPS d.SIGN nach 3 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach einer Beobachtungszeit von 3 Jahren wurde eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 97 % in der Test- und 100 % in der Kontrollgruppe ermittelt. Der Log-Rank-Test ergab keinen signifikanten Unterschied.

### Schlussfolgerung:

Vollkeramische Kronen aus IPS e.max Press bewährten sich klinisch fast genauso gut wie Kronen aus Metallkeramik.

**Referenz:** Böning et al. (2006)

## Klinischer Vergleich dreier unterschiedlicher Restaurationsmaterialien für Kronen

**Studienort:** King's College, London, Grossbritannien

**Studiendauer:** 2 Jahre / 2001–2008

**Studienautor(en):** T.F. Watson, M.K. Etman

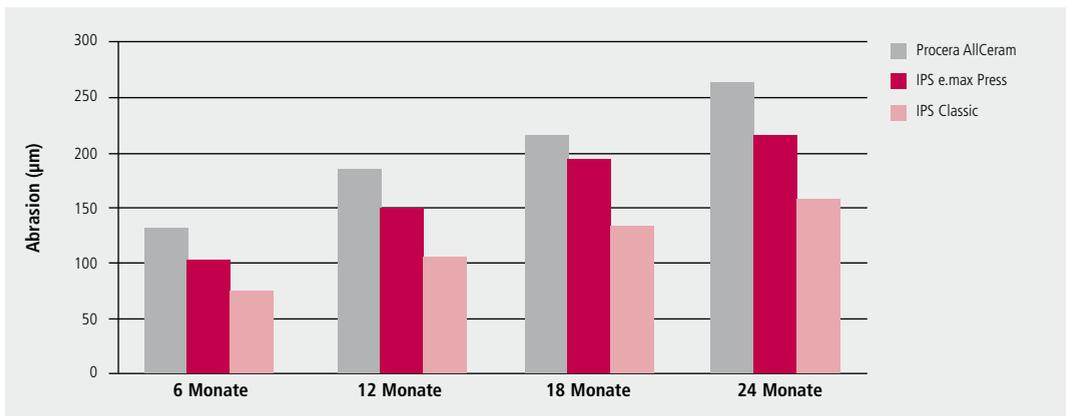
### Methode:

Untersucht wurde das klinische Verhalten von Seitenzahnkronen in Bezug auf die Abrasion. Dabei wurden 3 keramische bzw. metallkeramische Materialien verglichen:

- 30 IPS e.max Press-Kronen, vollanatomisch
- 30 Procera-AllCeram/Nobel Biocare-Kronen, geschichtet
- 30 IPS Classic Metallkeramik-Kronen

Die 90 Seitenzahnkronen wurde bei 48 Patienten eingesetzt. Während 2 Jahren wurden in regelmässigen Abständen Abdrücke genommen und der Verschleiss ermittelt.

### Ergebnisse:



Abrasion der verschiedenen Keramikkronen in Abständen von 6 Monaten

### Zusammenfassung:

Messungen nach 2 Jahren ergaben, dass IPS e.max Press-Kronen einen kleineren Verschleiss aufweisen als Procera AllCeram-Kronen. Die Abrasion des Gegenzahnes ist ebenfalls kleiner. Auch nach 7 Jahren war der Verschleiss von Schmelz gegenüber IPS e.max Press-Kronen kleiner als der von Procera-AllCeram-Kronen (nur als Abstract veröffentlicht).

### Schlussfolgerung:

Procera AllCeram und IPS e.max Press bewährten sich klinisch ähnlich gut, wobei IPS e.max Press im Hinblick auf Abrasion überlegen war. Auch wenn man den Verschleiss messtechnisch erfassen kann, fällt dieser meist weder dem Patienten noch dem Zahnarzt auf. Bei normalen Patienten (ohne Bruxismus oder erhöhtem Kaudruck) sollte das Phänomen daher nicht überbewertet werden. Bei richtiger Verarbeitung ist der Verschleiss von glaskeramischen Kronen so gering, dass die ästhetischen und biologischen Vorteile gegenüber metallischen und metallkeramischen Restaurationen überwiegen.

**Referenz:** Etman et al. (2001), Etman und Woolford (2008), Etman und Woolford (2010)

*In-Vitro-Studien*

## Überlebensrate und Bruchlast von vollkeramischen Teilkronen unterschiedlicher Präparation nach thermozyklischer Kausimulation

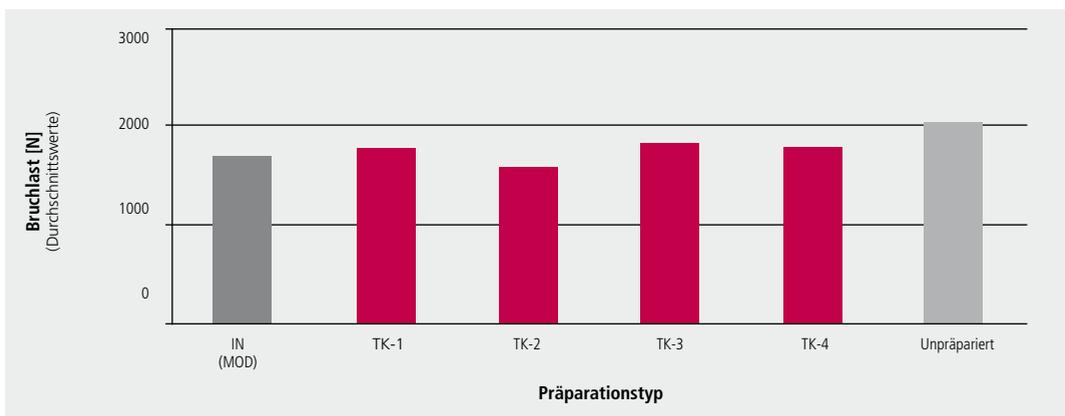
**Studienort:** Univeritätsklinikum Freiburg, Freiburg im Breisgau, Deutschland

**Studiendauer:** 2002, 2006

**Studienautor(en):** C. F. Stappert, W. Att, T. Gerds, J.R. Strub

**Methode:**

An natürlichen Molaren mit unterschiedlich präparierten vollkeramischen, monolithischen Teilkronen aus IPS e.max Press wurde die Bruchlast ermittelt. Als Kontrollgruppe dienten MOD-Inlay-präparierte und unpräparierte Zähne. Die Teilkronen-Präparationen erfolgten unter Einbezug von 1–4 okklusalen Höckern (TK-1, TK-2, TK-3, TK-4). Die Befestigung erfolgte adhäsiv (Variolink II). Alle Prüfkörper wurden einer Kausimulation mit Thermocycling unterzogen (1,2 Mio. Zyklen, 98 N, 5 °/55 °C) und anschliessend in einer Universalprüfmaschine bis zum Bruch belastet.

**Ergebnisse:**

Bruchlast von natürlichen Molaren mit unterschiedlich präparierten Teilkronen

**Zusammenfassung:**

Die In-vitro-Überlebensrate im Kausimulator betrug für alle Proben 100 %. Unabhängig von der Dimension der keramischen IPS e.max Press-Restaurationen konnten im Seitenzahnbereich Bruchlastwerte erreicht werden, die sich nicht signifikant von natürlichen, unpräparierten Zähnen unterscheiden.

**Schlussfolgerung:**

Die In-vitro-Überlebensrate im Kausimulator betrug für alle Proben 100 %.

**Referenz:** Stappert et al. (2002), Stappert et al. (2006)

## Vollkeramische Teilkronen auf Prämolaren. Präparationsdesign, Zuverlässigkeit und Bruchlast bei Ermüdung

**Studienort:** Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg im Breisgau, Deutschland

**Studiendauer:** 2005

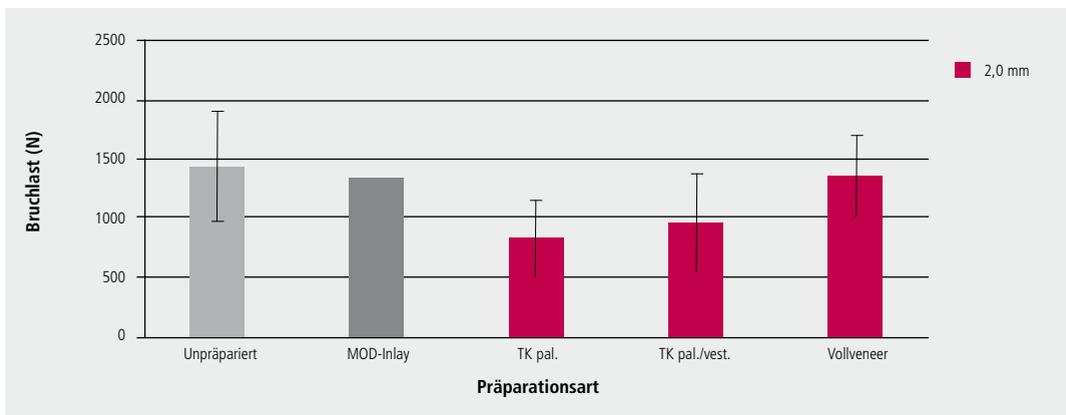
**Studienautor(en):** C. Stappert, P.C. Guss, T.A. Gerds, J.R. Strub

### Methode:

An natürlichen Oberkiefer-Prämolaren wurde der Einfluss unterschiedlicher Präparationsformen und Schichtstärken auf das Ermüdungsverhalten und die Bruchlast vollkeramischer Teilkronen und Veneers aus IPS e.max Press ermittelt. Als Kontrollgruppen dienten MOD-Inlay-präparierte und unpräparierte Zähne. Die Befestigung der Teilkronen erfolgte adhäsiv (Variolink II). Alle Prüfkörper wurden einer Kausimulation mit Thermocycling unterzogen (1,2 Mio. Zyklen, 49 N, 5 °/55 °C) und danach in einer Universalprüfmaschine bis zum Bruch belastet.

- Unpräparierte Zähne
- MOD-Inlays
- Teilkronen mit reduziertem palatinalen Höcker um 2,0 mm
- Teilkronen mit Reduktion von palatinalen und vestibulärem Höcker um 2,0 mm
- Vollveneers: Reduktion der gesamten Kaufläche und Veneerpräparation des facialen Segments (Schichtstärke okklusal 2,0 mm / faciales Segment 0,8 mm)

### Ergebnisse:



Mittlere Bruchlasten von unterschiedlich präparierten Teilkronen und Vollveneers an Oberkiefer-Prämolaren nach Kausimulation

### Zusammenfassung:

Die Überlebensrate über 1,2 Mio. Zyklen im Kausimulator beträgt für alle gepöferten Prämolaren-Teilkronen 100 %. Die Bruchlasten der palatinalen Teilkronen (TK pal.) unterscheiden sich nicht signifikant von den Teilkronen, bei denen die gesamte Kaufläche miteinbezogen wurde (TK pal./vest.). MOD-Inlay-Präparationen sowie Vollveneers mit 2,0 mm okklusaler Schichtstärke und 0,8 mm facialem Segment unterscheiden sich in der Bruchlast nicht signifikant von natürlichen, unpräparierten Prämolaren.

### Schlussfolgerung:

Alle Prüfkörper erzielten eine in-vitro-Überlebensrate von 100% bei der Kausimulation.

**Referenz:** Stappert et al. (2005)

## Zuverlässigkeit und Versagensarten eines neuen keramischen Abutment-Prototyps

Studienort: New York University, New York, USA

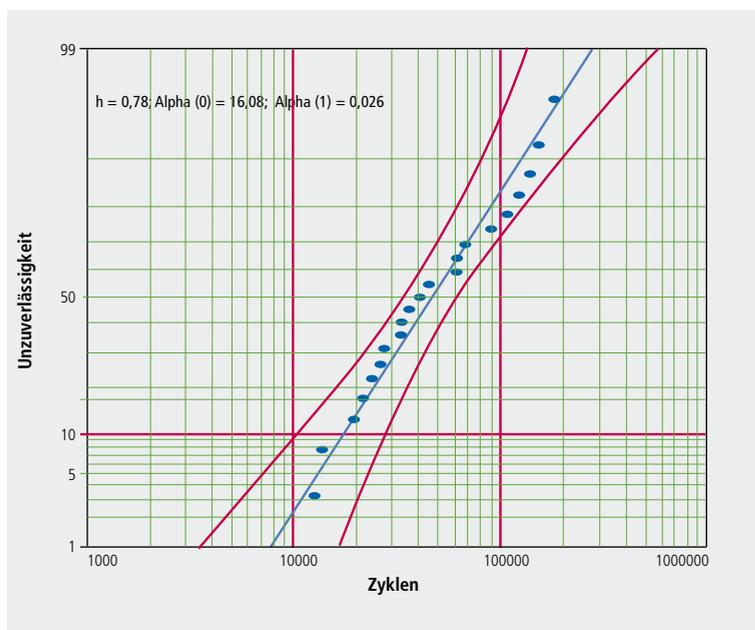
Studiendauer: 2012

Studienautor(en): V.P. Thompson, P. Coelho, N.R.F.A. Silva

### Methode:

Implantate (Implant Direct 4,3 mm, Nobel Biocare) wurden in einer zylindrischen Polycarbonatform im 30° Winkel in PMMA einpolymerisiert. 24 Hybrid-Abutments aus IPS e.max Press, mit Multilink Hybrid Abutment verklebt auf einer Titanhülse (n=24), wurden mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels von Hand aufgeschraubt. Auf dem Abutment wurden IPS e.max Press-Kronen mit Multilink Automix befestigt. Die Prüfkörper wurden mindestens 7 Tage bei 37 °C in Wasser gelagert. Es wurde mit 3 Prüfkörpern ein Test mit Belastung bis zum Bruch in einer Universalprüfmaschine durchgeführt. Die Last wurde bei konstanter Belastung von 0,5 mm/min mit einem Wolframcarbid-Stempel (6,25 mm) 2 mm zervikal zur lingualen Schneidekante aufgebracht und eine mesial-distale Gleitbewegung von 0,7–1,0 mm durchgeführt. Ausserdem wurde mit den restlichen 21 Prüfkörpern die Zuverlässigkeit mit einem dreistufigen Stresstest geprüft. Mittels Stereomikroskopie wurden die Prüfkörper nach den Tests auf Schäden untersucht.

### Ergebnisse:



Weibull-Wahrscheinlichkeitskurve für Implantate mit Abutments aus IPS e.max Press bei einer Last von 200 N

### Zusammenfassung:

Alle Hybrid-Abutments und Hybrid-Abutment-Kronen aus IPS e.max Press hielten einer Belastung von 280 N zu 100 % stand. Die Schwachstelle des Systems war immer die Implantatschraube. Diese brach, bevor sich Schäden an der Krone oder am Abutment zeigten.

### Schlussfolgerung:

Hybrid-Abutment-Versorgungen aus IPS e.max Press halten grösseren Kräften stand als die in diesem Test verwendeten Implantatschrauben.

Referenz: Thompson et al. (2012)

## In-Vivo-Studien

### Klinische Bewertung chairside-gefertigten CAD/CAM-Glaskeramik-Kronen

**Studienort:** School of Dentistry, University of Michigan, Ann Arbor, USA

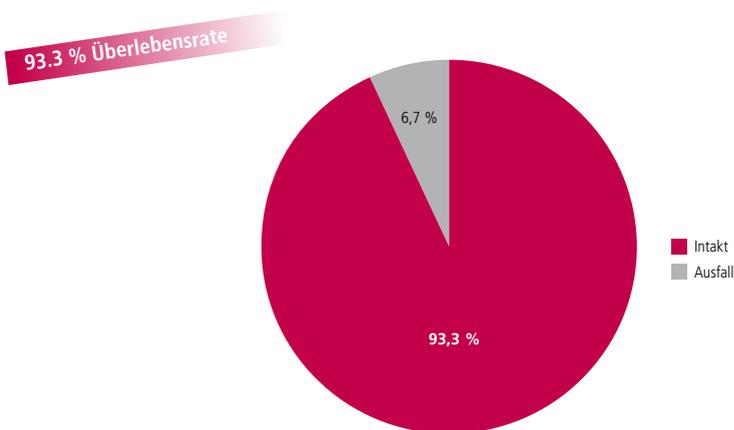
**Studiendauer:** 10 und 7 Jahre / 2006 – 2017

**Studienautor(en):** D. Fasbinder, G. Neiva, D. Heys, R. Heys

#### Methode:

In einer klinischen Longitudinalstudie wurde die Bewährung von chairside-gefertigten, monolithischen Lithium-Disilikat-CAD/CAM-Kronen untersucht. 100 Prämolaren-Kronen aus IPS e.max CAD wurden in 55 Patienten in einer Sitzung eingegliedert: 62 Einzelkronen aus IPS e.max CAD wurden zwischen 2006 und 2007 in 43 Patienten eingesetzt und konnten über einen Zeitraum von 10 Jahren nachuntersucht werden. 2009 wurde die Studie um weitere 38 Kronen ergänzt, die inzwischen über einen Zeitraum von 7 Jahren nachuntersucht werden konnten. 12 neue Patienten kamen hinzu, und einige der ursprünglichen Probanden erhielten eine zweite Krone. Die ersten 62 Kronen wurden mit dem selbstätzenden Befestigungsmaterial Multilink Automix (n=23) oder einem experimentellen selbst-adhäsiven Zement (n=39) eingegliedert. Die zusätzlichen 38 Kronen wurden alle mit SpeedCEM befestigt. Zwei unabhängige Bewerter beurteilten die Kronen bei der Eingliederung anhand der modifizierten USPHS-Kriterien.

#### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von chairside-gefertigten IPS e.max CAD-Kronen nach bis zu 10 Jahren

#### Zusammenfassung:

Die Recall-Rate nach 10 Jahren betrug für die erste Gruppe 84 % (52/62), für die zweite Gruppe 100 % (38/38). Insgesamt konnten 90 von 100 Kronen nachuntersucht werden. In 15 % der Fälle wurde eine leichte Sensibilität in Woche 1 beobachtet, die jedoch nach 4 Wochen abgeklungen war, ohne dass eine Behandlung nötig war. Zwei Kronen mussten aufgrund einer Fraktur ersetzt werden. Es traten keinerlei Abplatzungen auf, jedoch kam es bei einer Krone zu einer linearen Rissbildung, die aber keinen Ersatz der Restauration notwendig machte. Bei 4 Kronen kam es nach 3 Jahren zu einer Dezementierung – 3 davon waren mit dem experimentellen Zement eingesetzt worden, eine mit Multilink Automix. Alle Restaurationen konnten mit Multilink Automix rezementiert werden und sind nach wie vor funktionsfähig. Ein weiterer Fall von Dezementierung trat nach 9 Jahren auf. Da die Krone verloren ging, musste sie ersetzt werden. Die Grafik zeigt die überlebenden Restaurationen (n=84) und Ausfälle (n=6) auf Basis der gepoolten 10- und 7-Jahresdaten. Als Ausfälle werden Kronen bezeichnet, die aufgrund von Fraktur (n=2), Wurzelbehandlung (n=1), Stumpf/Stift-Fraktur (n=1), Sekundärkaries (n=1) bzw. Dezementierung (n=1) ersetzt werden mussten.

#### Schlussfolgerung:

Nur 2 Kronen mussten aufgrund einer Fraktur ersetzt werden. Die IPS e.max CAD-Kronen bewährten sich im klinischen Einsatz ausserordentlich gut über einen Zeitraum von 10 Jahren.

**Referenz:** Fasbinder et al. (2010), Fasbinder et al. (2017a)

## Klinische Langzeit-Bewährung von chairside-gefertigten IPS e.max CAD LT-Kronen: 10-Jahres-Ergebnisse

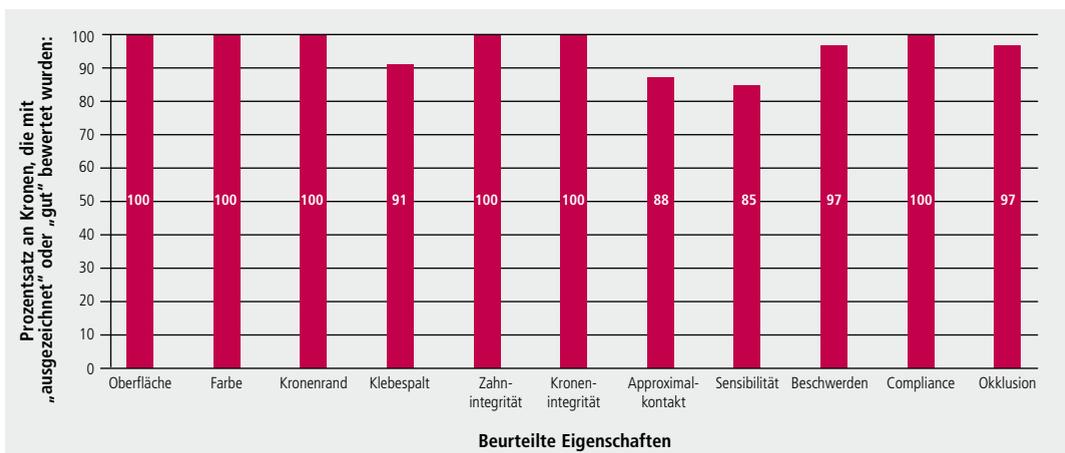
Studienort: Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland  
 Studiendauer: 10 Jahre / 2006/2007–2017  
 Studienautor(en): A. Rauch, S. Reich, L. Dalchau, O. Schierz

### Methode:

Zwischen Juni 2006 und Februar 2007 wurden 41 vollanatomische Seitenzahnkronen (31 Molaren und 10 Prämolaren) mittels CAD/CAM-Verfahren chairside aus Lithium-Disilikat (IPS e.max CAD LT) gefertigt und in 34 Patienten eingesetzt. 13 der Patienten waren männlich, 21 weiblich; der Altersdurchschnitt lag bei 46,5 Jahren. 20 der Zähne wurden endodontisch behandelt, bevor die Restaurationen eingesetzt wurden. Die Kronen wurden mit Multilink Sprint/Ivoclar Vivadent befestigt und anhand der modifizierten USPHS-Kriterien bei Baseline und nach 6, 12, 24, 36, 48, 60, 72 und 120 Monaten beurteilt. Die klinischen Eigenschaften wurden mit A1=1, A2=2, B=3, C=4, D=5 beurteilt, was ausgezeichnet, gut, zufriedenstellend, nicht zufriedenstellend bzw. schlecht entsprach.

### Ergebnisse:

86,6% Überlebensrate in situ



Prozentsatz an Kronen in situ, die mit „ausgezeichnet“ oder „gut“ bewertet wurden

### Zusammenfassung:

Nach 10 Jahren konnten 33 Kronen (80 % der ursprünglichen 41 Kronen) in 26 Patienten begutachtet werden. Die Überlebensrate in situ betrug 86,6 %. Fünf Ausfälle wurden im Verlauf der Studie berichtet, einer aufgrund einer Fraktur nach 2 Jahren, zwei weitere nach 6 Jahren durch apikale Infektion bzw. Karies unter einen Stumpfaufbau, einer aufgrund einer vertikalen Wurzelfraktur nach 7 Jahren und eine neue Krone nach 10 Jahren aufgrund von Kariesbefall. Wurden Komplikationen wie Dezementierung miteinberechnet, reduzierte sich die Überlebensrate nach 10 Jahren auf 76,3 %. Die Grafik zeigt, dass die Kriterien Oberflächentextur, Farbe, Kronenrand, Zahnintegrität, Kronenintegrität und Compliance (wie positiv der Patient die Behandlung insgesamt beurteilte) alle mit „ausgezeichnet“ oder „gut“ beurteilt wurden.

### Schlussfolgerung:

Chairside-gefertigte IPS e.max CAD LT-Kronen bewährten sich über einen Zeitraum von 10 Jahren und können weiterempfohlen werden. Die Überlebensrate (86,6 %) war mit jener von anderen Keramikmaterialien nach 10 Jahren vergleichbar.

Referenz: Rauch et al. (2017)

## Klinisches Verhalten von adhäsiv befestigten Einzelzahnrestaurationen über 8 Jahre

*Studienort:* Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein

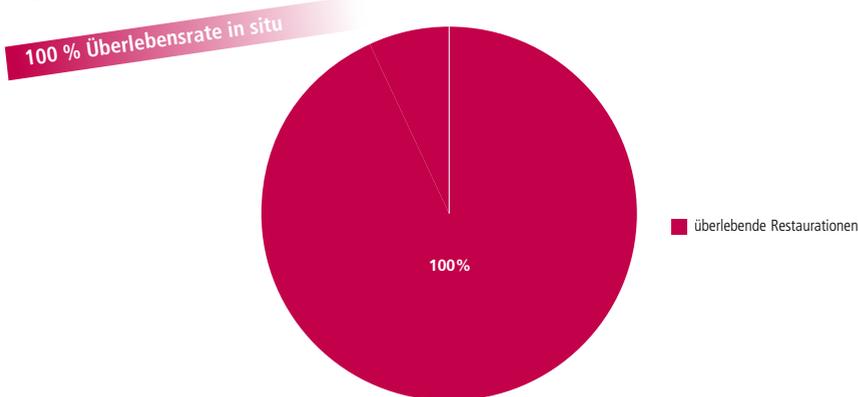
*Studiendauer:* 8 Jahre / 2007–2016

*Studienautor(en):* L. Enggist, A. Peschke, S. Huth, R. Watzke

### Methode:

55 Einzelzahnrestaurationen aus Lithium-Disilikat (IPS e.max CAD / Press) wurden mit Multilink Automix adhäsiv befestigt. 33 Kronen, 13 Teilkronen und 9 Inlays wurden von zwei Behandlern eingesetzt. Nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 7,9 Jahren im klinischen Umfeld konnten 49 Restaurationen anhand von FDI-Kriterien beurteilt werden.

### Ergebnisse:



Überleben von Einzelzahnrestaurationen aus IPS e.max CAD oder Press nach 8 Jahren

### Zusammenfassung:

Insgesamt kam es zu 6 Ausfällen: 3 Patienten konnten nicht mehr erreicht werden, 1 Krone frakturierte, da die vorgeschriebene okklusale Mindestschichtstärke nicht eingehalten wurde und 2 Zähne mussten aufgrund einer vertikalen Wurzelfraktur oder post-endodontischen Versagens extrahiert werden. Die längste Liegedauer der 49 beurteilten Restaurationen waren 9 Jahre und 1 Monat, die kürzeste Liegedauer war 7 Jahre und 2 Monate.

Nach 7,9 Jahren waren noch alle Restaurationen in situ, und die meisten wurden mit „ausgezeichnet“ oder „gut“ bewertet. 17 % des gesamten Restaurationsrandes zeigte eine leichte Verfärbung (FDI-Grad 2), und 16 % des Randes wies kleinere Unregelmässigkeiten auf.

### Schlussfolgerung:

Nach fast 8 Jahren Tragezeit war die klinische Performance der meisten IPS e.max CAD / Press-Restaurationen ausgezeichnet.

**Referenz:** Peschke et al. (2013), Enggist et al. (2016)

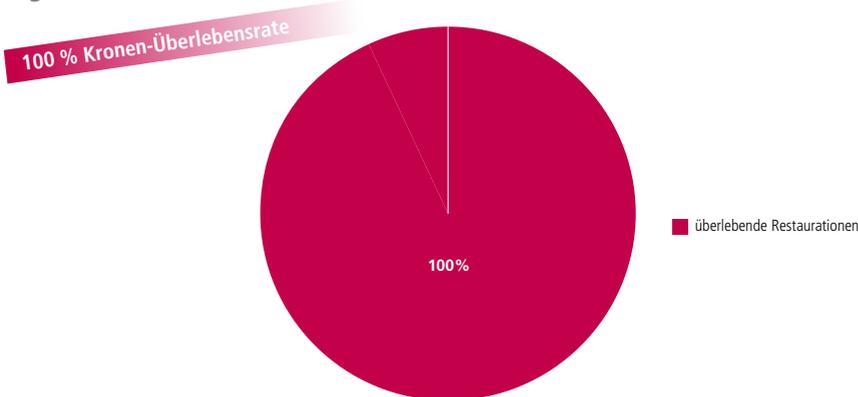
## CAD/CAM-gefertigte, keramikimplantat-gestützte Einzelzahn-Kronen aus Lithium-Disilikat: Finale Ergebnisse einer prospektiven 5-Jahres-Kohortenstudie

**Studienort:** Abteilung für Prothetische Zahnheilkunde, Universität Freiburg, Deutschland  
**Studiendauer:** 5 Jahre / 2017  
**Studienautor(en):** B. C. Spies, S. Pieralli, K. Vath, R-J. Kohal

### Methode:

24 Patienten nahmen an einer Studie teil, die zum Ziel hatte, die klinische Bewährung von monolithischen IPS e.max CAD (LT)-Kronen sowie deren Beurteilung durch die Patienten zu bewerten. Allen Probanden wurde ein einteiliges Keramikimplantat im Frontzahn- (n=4) bzw. Seitenzahnbereich (n=20) eingesetzt. Dann wurden Lithium-Disilikat-Kronen adhäsiv auf den Implantaten befestigt. Dabei kam der Befestigungscomposite Multilink Automix zum Einsatz. Über einen Zeitraum von 5 Jahren wurde jährlich eine Nachuntersuchung zur Beurteilung der Restaurationen durchgeführt. Beurteilt wurde das Überleben der Kronen sowie ihre klinische Performance anhand modifizierter USPHS-Kriterien. Klinisch relevante Defekte, die repariert werden konnten, wurden als „überlebend“ klassifiziert. Restaurationen, die ein Alpha- oder Bravo-Rating erhielten, wurden als Erfolg gewertet.

### Ergebnisse:



Klinische Performance von IPS e.max CAD-Kronen auf Zirkonium-Implantaten nach 5 Jahren

### Zusammenfassung:

22 implantat-gestützte Kronen konnten nach 55,2 +/- 4,2 Monaten beurteilt werden. Zwei Probanden verliessen aufgrund von Tod/Umzug die Studie vorzeitig. Es wurden keine Ausfälle berichtet. Die Überlebensrate lag bei 100 %. 2 Kronen mussten aufgrund von Rauigkeit jedoch nochmals poliert werden (bewertet mit Charlie). Die errechnete Erfolgsrate nach Kaplan Meier betrug 92 %. Alle Kronen wurden im Hinblick auf Frakturanfälligkeit, Randdichtigkeit, Kontur, Ästhetik und Randverfärbung mit Alpha oder Beta beurteilt (es kam nur zu einer kleineren Abplatzung = Beta).

### Schlussfolgerung:

Nach 5 Jahren musste keine der implantat-gestützten IPS e.max CAD-Restaurationen ersetzt werden. Die Überlebensrate lag daher bei 100 %. Die errechnete Erfolgsrate nach Kaplan Meier betrug 92 %.

**Referenz:** Spies et al. (2017)

## IPS e.max CAD – Klinische Bewährung nach 5 Jahren

**Studienort:** The Dental Advisor, Biomaterials Research Center, Ann Arbor, Michigan, USA

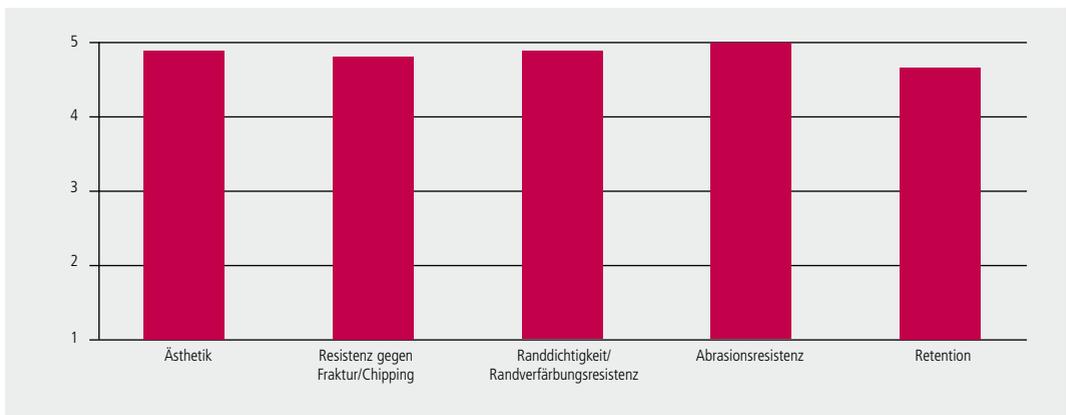
**Studiendauer:** 5 Jahre / 2006–2015

**Studienautor(en):** The Dental Advisor

### Methode:

Um die klinische Langzeit-Performance von IPS e.max CAD zu beurteilen, wurden zwischen Juni 2006 und August 2015, 1079 IPS e.max CAD-Restaurationen eingegliedert. 758 Restaurationen, davon 734 Kronen, 15 Inlays und 9 Onlays, konnten begutachtet werden. Die Tragezeit der Restaurationen lag bei bis zu 3 Jahren (48 %), zwischen 3 und 5 Jahren (30 %) und bei 5 und mehr Jahren (22 %).

### Ergebnisse:



Ergebnisse der beurteilten IPS e.max CAD-Restaurationen nach 5 Jahren (oder mehr)

### Zusammenfassung:

Nach 5 Jahren wurden verschiedene klinische Eigenschaften wie oben angeführt auf einer Skala von 1-5 (1= schlecht, 2=mässig, 3=gut, 4=sehr gut, 5=ausgezeichnet) beurteilt. Ästhetik: Die Ästhetik wurde bei 96 % der Restaurationen mit „ausgezeichnet“ bewertet. Fraktur/Chipping: 95 % erhielten die Beurteilung „ausgezeichnet“ Bei 2 % der Restaurationen kam es zu Abplatzungen, jedoch mussten sie nicht ersetzt werden. 4 Kronen frakturierten und mussten ersetzt werden, eine davon aufgrund von Bruxismus. Randverfärbung: 96 % der Restaurationen zeigten keine sichtbaren Randverfärbungen und wurden mit „ausgezeichnet“ beurteilt. Abrasionsresistenz: Kein Ersatz war notwendig. Retention: Bei 11 Restaurationen kam es zu einer Dezentementierung. Sie wurden rezementiert. Dies wurde aber keinem bestimmten Befestigungsmaterial zugeschrieben.

### Schlussfolgerung:

IPS e.max CAD besitzt eine aussergewöhnlich Ästhetik und Abrasionsresistenz. Das Material erhielt hohe Bewertungen in den Kriterien „Resistenz gegen Fraktur/Chipping“, Randdichtigkeit/Randverfärbungsresistenz. Die „Retention“ wurde mit „ausgezeichnet“ beurteilt, für keine der Restaurationen wurde was zu „Abrasion“ berichtet. Die klinische Performance von IPS e.max CAD nach 5 Jahre wurde mit 98 % bewertet.

**Referenz:** The Dental Advisor (2016)

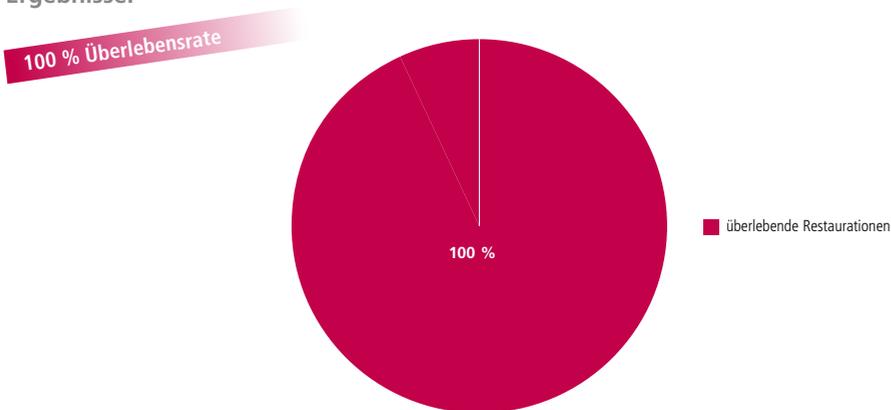
## Klinische Bewährung von CAD/CAM-gefertigten Lithium-Disilikat-Restaurationen: 4-Jahres-Bericht

*Studienort:* Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), München, Deutschland  
*Studiendauer:* 4 Jahre / 2007–2011  
*Studienautor(en):* F. Beuer

### Methode:

Es wurden 38 vollanatomische bzw. teilreduzierte IPS e.max CAD-Restaurationen mittels KaVo Everest (36 Kronen, 2 Frontzahnbrücken) hergestellt und mit IPS e.max Ceram verblendet. Die Befestigung erfolgte selbstadhäsiv mit Multilink Sprint oder adhäsiv mit Multilink Automix.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von Kronen und Brücken aus IPS e.max CAD nach 4 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach einer mittleren Beobachtungszeit von 4 Jahren wurden keine Ausfälle beobachtet.

### Schlussfolgerung:

Kronen und Frontzahnbrücken aus IPS e.max CAD bewährten sich klinisch über einen Zeitraum von 4 Jahren.

**Referenz:** Richter et al. (2009), Beuer (2011a)

## 3-gliedrige Lithium-Disilikat-Brücken, hergestellt mittels CAD/CAM-Verfahren, nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 46 Monaten

**Studienort:** Multizentren-Studie in Berlin, Buchholz i. d. Nordheide, Zwickau und Aachen unter Leitung der RWTH Aachen, Deutschland

**Studiendauer:** 4 Jahre / 2008 – 2012

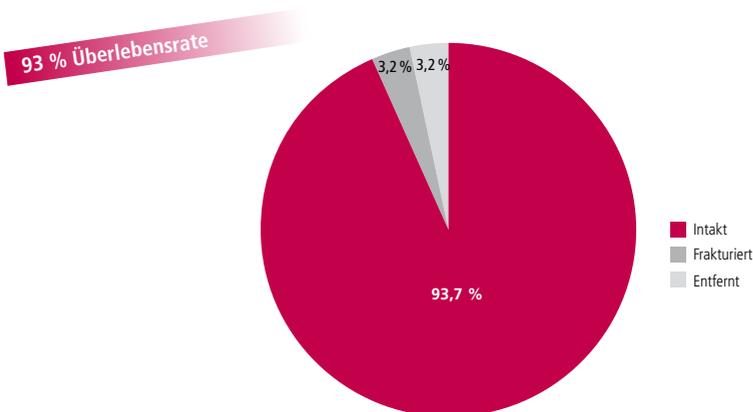
**Studienautor(en):** S. Reich, L. Endres, C. Weber, K. Wiedhahn, P. Neumann, O. Schneider, N. Rafai, S. Wolfart

### Methode:

33 Patienten wurden mit 38 3-gliedrigen Brücken zur Eingliederung bis maximal zum zweiten Prämolaren als letzten Pfeilerzahn aus IPS e.max CAD LT versorgt. 15 Brücken wurden nach dem Cut-Back mit IPS e.max Ceram verblendet. 12 Brücken wurden in der Zahnarztpraxis gefertigt. Die Befestigung erfolgte mit Multilink Automix.

### Ergebnisse:

In Patienten, die mehr als eine Brücke bekommen hatten, wurde per Zufallsprinzip nur eine Brücke eingeschlossen. Eine Patientin erschien wegen Wegzugs nicht mehr zu Nachuntersuchung. Daher konnten nach 48 Monaten 32 Brücken in 32 Patienten beurteilt werden. 2 Brücken wurden als Versagen gewertet. Eine davon brach im Verbinderbereich, eine musste aufgrund ungeklärter, anhaltender Schmerzen entfernt werden. Es wurden 2 kleinere, reparable Chippings nach 3 Jahren beobachtet. Ausserdem kam es zu 3 endodontischen Komplikationen bei 2 Brücken nach 1,3 und 1,6 Jahren (eine dieser Brücken wurde wie oben beschrieben nach 3 Jahren wegen Schmerzen entfernt). Die Überlebensrate nach Kaplan Meier betrug 93 %.



Klinische Bewährung von Brücken aus IPS e.max CAD nach einer mittleren Beobachtungszeit von 46 Monaten.

### Zusammenfassung:

Nach einer mittleren Beobachtungszeit von 46 Monaten wurde nur eine Fraktur beschrieben. Diese ereignete sich innerhalb eines Jahres nach Eingliederung und war durch das Unterschreiten des empfohlenen Verbinderquerschnitts verursacht.

### Schlussfolgerung:

Brücken aus IPS e.max CAD bis hin zum 2. Prämolaren bewährten sich klinisch über einen Zeitraum von 4 Jahren.

**Referenz:** Reich et al. (2014)

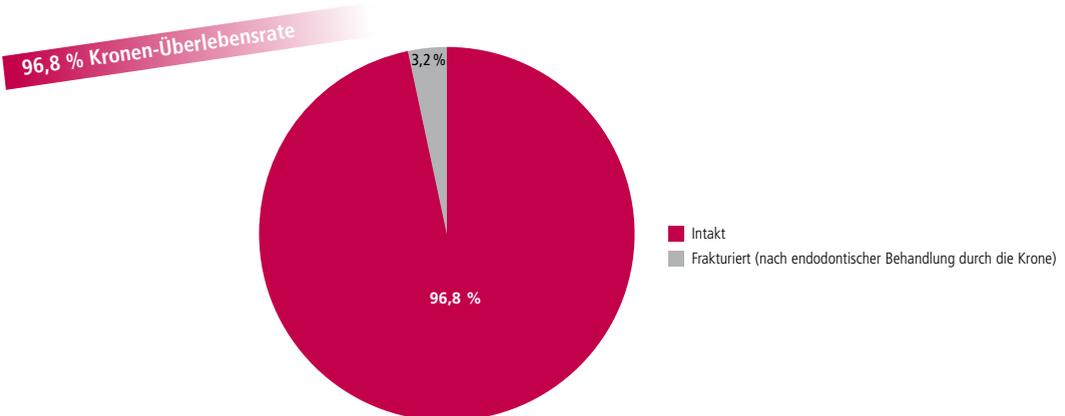
## Klinische Bewährung und Passung von geschliffenen Keramikronen

Studienort: Boston University, Boston, USA  
 Studiendauer: 3 Jahre / 2005–2008  
 Studienautor(en): D. Nathanson

### Methode:

Bei 14 Patienten wurden 31 IPS e.max CAD-Kronen (23 Frontzahnkronen, 8 Seitenzahnkronen) von zwei Behandlern eingesetzt. Die Restaurationen wurden mit IPS e.max Ceram verblendet und mit Multilink- oder Multilink Automix-Befestigungsmaterial eingesetzt. Die Randadaptation und klinische Bewährung wurde zum Zeitpunkt des Einsetzens, nach 6 Monaten und dann jährlich beurteilt.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von IPS e.max CAD-Kronen nach 3 Jahren

### Zusammenfassung:

Bei allen Restaurationen wurde die klinische Passung mit Alpha beurteilt. 3 Frontzahnkronen mussten aufgrund mangelhafter Farbgebung neu hergestellt werden. 17 Restaurationen (55 % der gesamten Restaurationen) wurde nach 2–3 Jahren begutachtet. Eine (Seitenzahn-)Restauration frakturierte, nachdem nach 12 Monaten eine Wurzelbehandlung durch die Krone durchgeführt wurde.

### Schlussfolgerung:

Nach einer Beobachtungszeit von bis zu 3 Jahren trat nur bei einer Krone nach einer Wurzelbehandlung eine Fraktur auf. Während des gesamten Recall-Zeitraums ergaben sich keine weiteren negativen Befunde. Kronen aus IPS e.max CAD bewährten sich über einen Zeitraum von 3 Jahren.

Referenz: Nathanson (2008)

## Überlebensrate und klinische Qualität von CAD/CAM-gefertigten Seitenzahnkronen aus Lithium-Disilikat-Keramik. Eine prospektive klinische Studie.

Studienort: Universität Zürich, Schweiz

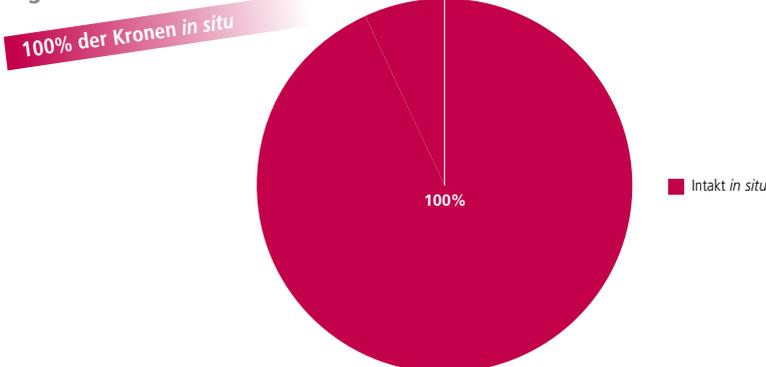
Studiendauer: 3 Jahre / 2007–2011

Studienautor(en): A. Bintl

### Methode:

Um die Überlebensrate und klinische Qualität von selbstadhäsiv befestigten, CAD/CAM-gefertigten Lithium-Disilikat-Kronen zu beurteilen, wurden 42 monolithische IPS e.max CAD-Kronen in 37 Patienten eingegliedert. Nach 1, 2 und 3 Jahren wurden Nachuntersuchungen durchgeführt. Nach 3 Jahren konnten 37 Kronen in 31 Patienten begutachtet werden. Die Kronen wurden nach USPHS-Richtlinien bewertet.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von Kronen aus IPS e.max CAD nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 46 Monaten

### Zusammenfassung:

Bei der Nachuntersuchung nach 2 Jahren konnten 37 Kronen bewertet werden. Es traten keinerlei Frakturen oder Abplatzungen auf. Es kam lediglich bei einer Krone zu einer Dezementierung. Die Krone war intakt und wurde mit Multilink Automix rezementiert. Die Krone scheint unter den 37 beurteilten Kronen im Rahmen der 3-Jahres-Nachuntersuchung auf. Das erklärt die Überlebensrate von 100 % nach 3 Jahren. Nach 3 Jahren wurden alle Kronen in den Kriterien Kronenintegrität, Randadaptation, anatomische Form, Okklusalkontakt, Sensibilitätsauffälligkeit, Sekundärkaries und Oberflächeneigenschaften mit Alpha oder Bravo beurteilt. Die Farbe einer Krone, die zu hell war, und der mangelhafte Approximalkontakt einer weiteren Krone aufgrund der Migration eines Nachbarzahnes wurden mit Charlie bewertet.

### Schlussfolgerung:

Seitenzahnkronen aus IPS e.max CAD bewährten sich über einen Zeitraum von 3 Jahren.

Referenz: Bintl (2011), Bintl (2012)

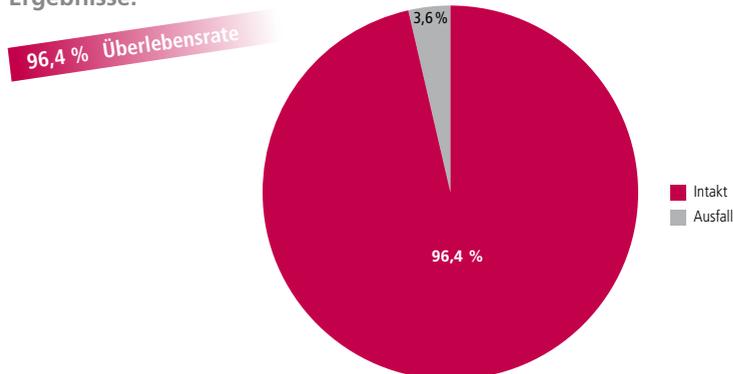
## Klinische Bewertung von chairside-gefertigten 3-gliedrige Brücken aus Lithium-Disilikat – 2-Jahres-Bericht

**Studienort:** Universität Michigan, Michigan, USA  
**Studiendauer:** 2 Jahre / 2017  
**Studienautor(en):** D. J. Fasbinder, G. Neiva, D. Heys, R. Heys

### Methode:

Eine klinische Longitudinalstudie wurde durchgeführt mit dem Ziel, die Bewährung von chairside-gefertigten Brücken aus IPS e.max CAD zu beurteilen. Allen Patienten fehlte ein Prämolare oder Frontzahn, der sich für eine Versorgung mit einer Brücke eignete. Jeder Patient erhielt eine 3-gliedrige Brücke mit nur einem Brückenglied. Nur Patienten, deren distalster fehlender Zahn der 2. Prämolare war, wurden in die Studie aufgenommen. Die Abutment-Zähne mussten zu Beginn der Behandlung parodontal gesund und asymptomatisch sein. Einer der Stützpfeiler durfte ein wurzelbehandelter Zahn sein. Zwei Behandler versorgten 30 Patienten mit 30 IPS e.max CAD-Brücken. Am Stuhl wurden digitale Scans durchgeführt. Die digitale Abformungen wurden in die CEREC 4.3-Software/Dentsply Sirona übertragen und die Brücken anschliessend vollanatomisch designt. Anschliessend wurden die Brücken in einer MCX-Fräsmaschine/Dentsply Sirona gefräst und im Programat CS2 kristallisiert. Dann wurden die Restaurationen mit Multilink Automix befestigt. Die klinische Beurteilung erfolgte anhand von modifizierten USPHS-Kriterien bei Baseline, nach 6 Monaten sowie nach einem Jahr und zwei Monaten.

### Ergebnisse:



Anteil intakter Brücken (n=27) und Ausfälle (n=1) nach 2 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach 2 Jahren konnten 2 Patienten nicht mehr erreicht werden. Ein Ausfall ergab sich nach 2 Jahren durch Sekundärkaries aufgrund von Gesundheitsproblemen mit entsprechender Medikation, die eine Xerostomie hervorgerufen hatte. Die Gesamtüberlebensrate betrug daher 96,4 % (27/28). 6 Patienten berichteten von leichter Sensibilität nach einer Woche, die aber nach 4 Wochen wieder verschwunden war. Alle Brücken erhielten überwiegend Alpha-Bewertungen für alle USPHS-Kriterien.

### Schlussfolgerung:

Nach 2 Jahren lag die Überlebensrate von chairside-gefertigten IPS e.max CAD-Brücken bei 96,4 %. Keine strukturellen, materialbezogenen Komplikationen wurden beobachtet.

**Referenz:** Fasbinder et al. (2017b)

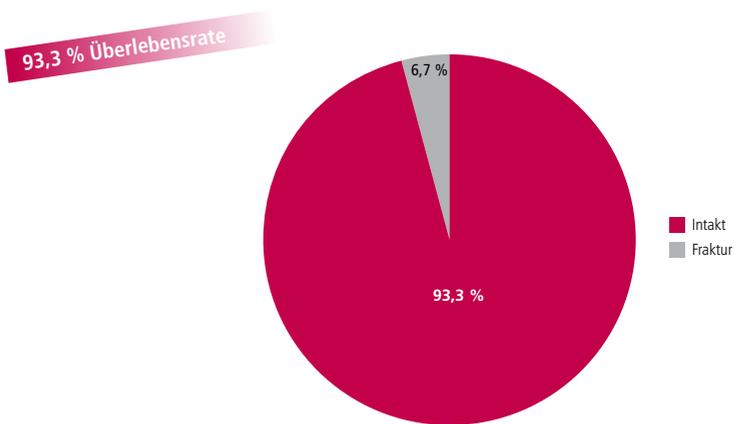
## Klinische Studie zu IPS e.max CAD-Seitenzahnkronen

*Studienort:* Pacific Dental Institute, Portland, USA  
*Studiendauer:* 2 Jahre / 2006–2009  
*Studienautor(en):* J.A. Sorensen, R. Trotman, K. Yokoyama

### Methode:

30 IPS e.max CAD-Seitenzahnkronen wurden mit IPS e.max Ceram verblendet und in 27 Patienten mit Multilink adhäsiv eingegliedert.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von Kronen aus IPS e.max CAD nach 2 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach einer Beobachtungszeit von 2 Jahren brachen zwei Kronen.

### Schlussfolgerung:

Lithium-Disilikat-Kronen aus IPS e.max CAD bewährten sich über einen Zeitraum von 2 Jahren.

**Referenz:** Sorensen et al. (2009b)

## Prospektive, randomisiert kontrollierte Studie von monolithischen, chairside-gefertigten, implantatgestützten Kronen aus Lithium Disilikat: Baseline-Bericht

**Studienort:** Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinik Aachen, Deutschland

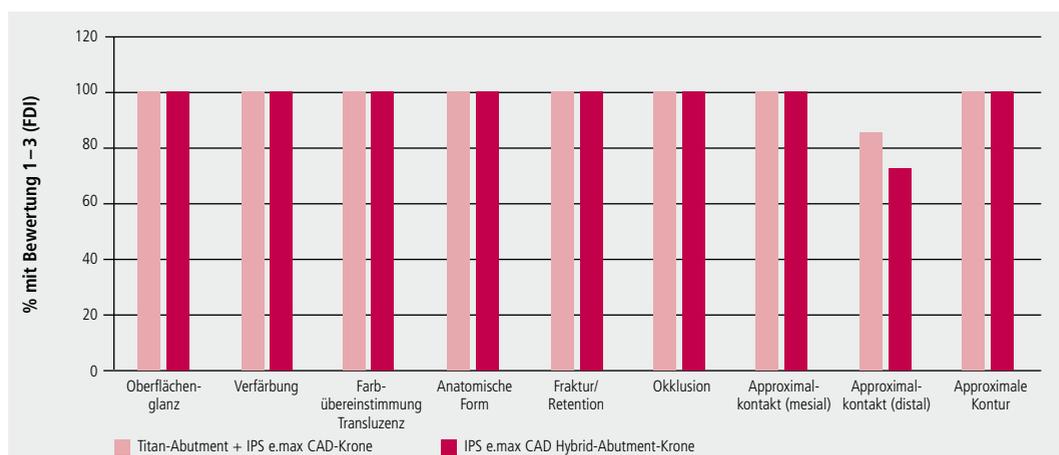
**Studiendauer:** Baseline / 2017

**Studienautor(en):** S. Reich, S. Wolfart

### Method:

Um die langfristige Bewährung von einteiligen Hybrid-Abutment-Kronen für Implantate zu untersuchen, wurden in 41 Patienten 57 Implantate/Restaurationen eingesetzt, die entweder mit monolithischen Hybrid-Abutment-Kronen aus IPS e.max CAD (Gruppe E/n= 29) oder individualisierten Titan-Abutments mit einer befestigten IPS e.max CAD-Krone (Gruppe E/n= 28) versorgt wurden. Die zweite Gruppe diente als Kontrollgruppe. 27 Patienten erhielten 1 Implantat (A oder E), 12 Patienten erhielten 2 Implantate (A + E) und 2 Patienten erhielten 3 Implantate (A + E + E). Es erfolgte eine randomisierte Auswahl des Implantattyps in jeder Gruppe. Die klinische Bewertung erfolgte nach FDI-Kriterien, wobei die Bewertungen 1-3 als klinisch zufriedenstellend oder besser betrachtet wurden.

### Ergebnisse:



Anteil an Restaurationen (Titan-Abutment + IPS e.max CAD Krone bzw. IPS e.max CAD Hybrid-Abutment-Krone) mit Bewertungen zwischen 1 und 3 (klinisch zufriedenstellend) nach FDI-Kriterien für verschiedenen Eigenschaften

### Zusammenfassung:

Patientenzufriedenheit, der Zustand des periimplantären Gewebes sowie die klinische Bewährung der Implantat-Suprakonstruktion wurden beurteilt. Bei Baseline zeigte sich kein Unterschied in der Patientenzufriedenheit zwischen der IPS e.max CAD Hybrid-Abutment-Kronen-Gruppe und der Titan-Abutment + IPS e.max CAD-Kronen-Gruppe, was die Belastung durch die Behandlung, die Erwartungen, die Ästhetik des Ergebnisses, Farbe und Form der Restauration und das Sprechen betraf. Im Hinblick auf den Zustand des periimplantären Gewebes wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Die klinische Baseline-Evaluierung nach FDI-Kriterien, die in der Grafik oben dargestellt ist, zeigte eine klinisch zufriedenstellende Situation in beiden Gruppen und allen Kriterien, abgesehen von den distalen approximalen Kontakten (in den Gruppen A und E), die in einigen Fällen etwas zu weit waren.

### Schlussfolgerung:

Bei Baseline zeigten monolithische, chairside-gefertigten Hybrid-Abutment-Kronen aus IPS e.max CAD ähnliche Eigenschaften wie individualisierte Titan-Abutments mit befestigten IPS e.max CAD-Kronen.

**Referenz:** Reich et al. (2017)

*In-vitro*-Studien

## Bruchzähigkeit von 5 verschiedenen CAD/CAM-Glaskeramikmaterialien

Studienort: Ivoclar Vivadent, Amherst NY, USA.

Studiendauer: 2016

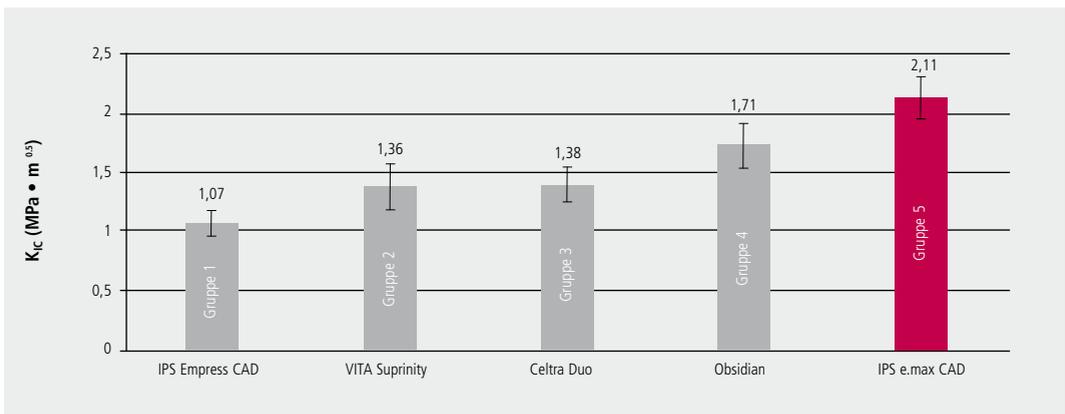
Studienautor(en): T. Hill, G. Tysowsky

**Methode:**

Die Bruchzähigkeit ( $K_{IC}$ ) von 5 handelsüblichen CAD/CAM-Glaskeramiken wurde mittels Kerbschlagtest („V-notched beam test“) untersucht. Folgende Glaskeramikmaterialien (n=8) waren Teil der Studie: Gruppe 1 IPS Empress CAD/ Ivoclar Vivadent (Leuzit), Gruppe 2: VITA Suprinity/Vita (Lithium-Silikat), Gruppe 3: Celtra Duo/Dentsply Sirona (Lithium-Silikat/Lithium-Disilikat), Gruppe 4: Obsidian/Glidewell Dental (Lithium-Silikat) und Gruppe 5: IPS e.max CAD/ Ivoclar Vivadent (Lithium-Disilikat). Jedes Material wurde mit einer IsoMet-Säge in Stäbchen geschnitten (3 mm x 4 mm x 17 mm). Gruppe 1 wurde einem Glasurbrand unterzogen, während die Gruppen 2–5 gemäss Herstelleranleitung gebrannt wurden. Eine 0,5 bis 0,7 mm tiefe V-Kerbe wurde mit einer Amann Diamantsäge bei geringer Geschwindigkeit unter Wasserkühlung in die Stäbchen geschnitten. Die V-Kerbe wurde mit einer Rasierklinge und diamantierter Paste mit einer Korngrösse von 6, 3 und 1  $\mu\text{m}$  und auf eine Tiefe von 0,9 bis 1,1 mm finiert. Nach 10-minütiger Reinigung in einem Ethanolbad wurden die Proben in einem Instron-Prüfsystem bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 0,5 mm/min einem Dreipunkt-Belastungstest (Spanne 15 mm) unterzogen. Die Kerbtiefe wurde an 3 gleichmässig verteilten Stellen mit einem Mikroskop bei 50facher Vergrößerung gemessen. Die durchschnittlichen und relativen Kerbtiefen wurden berechnet und es wurde sichergestellt, dass die maximalen und minimalen Werte nicht mehr als 0,1 mm abweichen. Die Kerbschlagmethode wurde angewendet, um die Bruchzähigkeit ( $K_{IC}$ ) zu ermitteln.  $P_f$  ist die Versagenslast,  $s$  die Spanne,  $t$  die Dicke,  $w$  die Breite und  $a$  die durchschnittliche V-Kerbtiefe:

$$K_{IC} = g * [(P_f * S * 10^{-6}) / (t * w^{3/2})] * [(3(a/w)^{1/2}) / (2(1-a/w)^{3/2})]$$

$g$  ist  $\{1.99 - [(a/w)(1-a/w)] * [2.15 - 3.93(a/w) + 2.7 * (a/w)^2]\} / [1 + 2(a/w)]$

**Ergebnisse:**

Bruchzähigkeit ( $K_{IC}$ ) von 5 verschiedenen Glaskeramiken

**Zusammenfassung:**

Die Bruchzähigkeit ist eine materialinhärente Eigenschaft, mit deren Hilfe Aussagen über andere Materialeigenschaften wie z.B. die Festigkeit getroffen werden können. Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass die Bruchzähigkeit der Lithium-basierte Keramiken umso höher war, je höher ihr kristalliner Anteil war. Der Unterschied zwischen allen Gruppen, ausser bei den Gruppen 2 und 3, war statistisch relevant.

**Schlussfolgerung:**

IPS e.max CAD zeigte die höchsten Bruchzähigkeitswerte.

**Referenz:** Hill et al. (2016)

## Beurteilung der biaxiale Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit einer Zirkoniumoxid-verstärkten Dentalkeramik

**Studienort:** College of Dental Medicine, Columbia University, New York, USA/Ivoclar Vivadent, Amherst, New York, USA

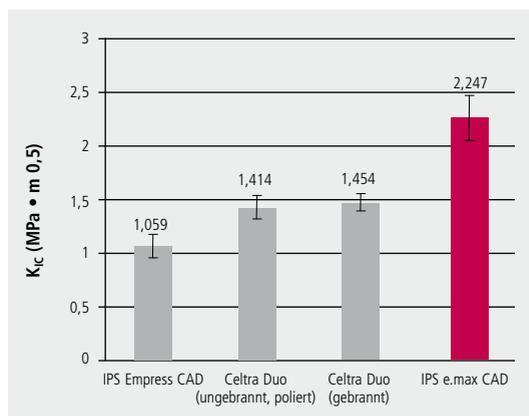
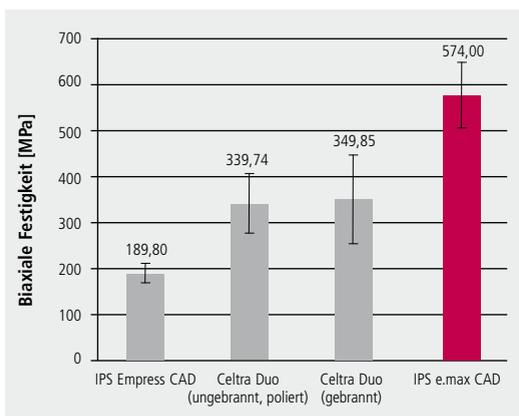
**Studiendauer:** 2017

**Studienautor(en):** W. Randi, A. Randi, T. Hill

### Methode:

Die Studie verglich die biaxiale Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit des Lithium-Disilikats IPS e.max CAD mit jener der leuzitverstärkten Glaskeramik IPS Empress CAD und des „zirkonverstärkten“ Lithium-Silikats Celtra Duo (gebrannt und ungebrannt/poliert)/Dentsply Sirona. Aus jedem Material wurden für den biaxialen Biegefestigkeitstest 14 runde Probekörper und für die Bruchzähigkeitsprüfung 15 Probekörper hergestellt. Die Herstellung der Probekörper für die biaxialen Tests erfolgte gemäss ISO 6872:2015(E) mit einem Radius von 12–16 mm, einer Dicke von 1,2 mm (+/- 0,2 mm) und anschliessender Politur (Korngrösse 30 µm). Die Proben wurden auf drei konzentrisch angeordneten Kugeln platziert und mittig bis zum Versagen belastet. Für die Bruchzähigkeitsmessung kam die einseitige Kerbschlagmethode nach ISO 6872:2015(E) zur Anwendung. Stäbchen (3 mm x 4 mm x 17 mm) wurden hergestellt, in die mit einer Rasierklinge und diamantierter Paste V-Kerben mit einer Tiefe von 0,8 bis 1,2 mm präpariert wurden. Nach Belastung bis zum Versagen wurde die Kerbtiefe mittels Stereomikroskopie gemessen. Für die Ermittlung der Bruchzähigkeit kam dieselbe Methode zur Anwendung, wie sie in der Studie von Hill et al. oben beschrieben ist. (2016).

### Ergebnisse:



Biaxiale Festigkeit und Bruchzähigkeit verschiedener Dentalkeramiken

### Zusammenfassung:

Lithium-Disilikat (IPS e.max CAD) erzielte in dieser Studie einen Bruchzähigkeitswert von 2,247 und übertraf damit die im ISO-Standard definierte Mindestanforderung von 2,0 für Einzelkronen. IPS e.max CAD erzielte sowohl bei der biaxialen Festigkeit als auch bei der Bruchzähigkeit die höchsten Werte.

### Schlussfolgerung:

Sowohl die biaxialen Festigkeitswerte als auch die Bruchzähigkeitswerte von IPS e.max CAD waren signifikant höher als jene der anderen Materialien. Der Unterschied zwischen gebranntem und ungebranntem, aber poliertem Celtra Duo war gering. Zirkoniumoxid-verstärktes Lithium-Silikat bot gegenüber Lithium-Disilikat keine klinischen Vorteile.

**Referenz:** Randi et al. (2017)

## Biaxiale Festigkeit und Bruchzähigkeit der Glaskeramiken IPS e.max CAD und Celtra Duo

Studienort: New York College of Dentistry, New York, USA.

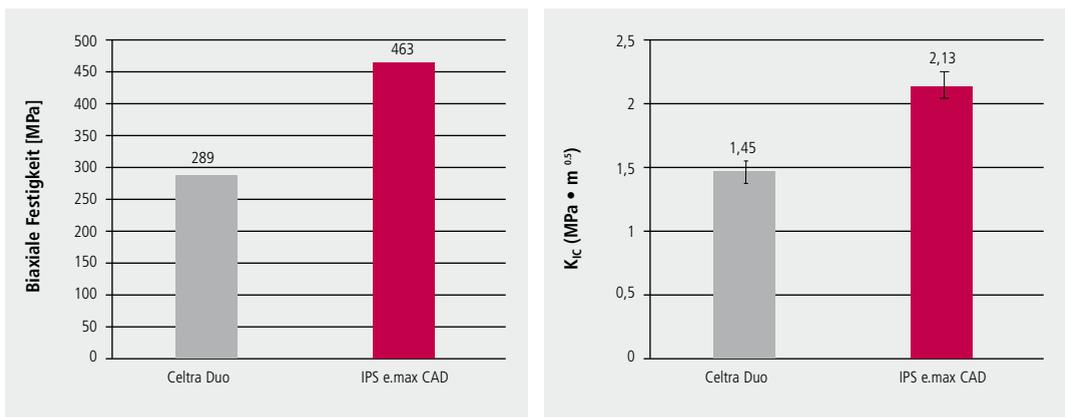
Studiendauer: 2017

Studienautor(en): Y. Zhang

### Methode:

Es wurden jeweils 5 Proben aus IPS e.max CAD/Ivoclar Vivadent (Lithium-Disilikat) und Celtra Duo/Dentsply Sirona (Lithium-Silikat) getestet. Die biaxiale Biegefestigkeitsprüfung erfolgte mit einem Stempel auf einer 3-Punkt-Prüfvorrichtung. Zur Untersuchung der Bruchzähigkeit ( $K_{IC}$ ) kam die einseitige Kerbschlagmethode (SEVNB) zur Anwendung. Dazu wurde jedes Material mit einer IsoMet-Säge in Stäbchen (3 mm x 4 mm x 17 mm) geschnitten. Die Proben wurden poliert und eine initiale V-Kerbe in die Stäbchen geschnitten. Die Proben wurden dann in einer 3-Punkt-Prüfvorrichtung bis zum Versagen belastet. Die Bestimmung der Kerblänge/Pre-Crack-Länge erfolgte mit Hilfe von optischen und Rasterelektronenmikroskopen.

### Ergebnisse:



Biaxiale Biegefestigkeit (links) und Bruchzähigkeit (rechts) zweier Glaskeramiken

### Zusammenfassung:

Die biaxiale Festigkeit von IPS e.max CAD war mit 463 MPa höher als die von Celtra Duo mit 289 MPa, und das Material zeigte ebenfalls eine signifikant höhere Bruchzähigkeit.

### Schlussfolgerung:

IPS e.max CAD zeigte sowohl eine höhere biaxiale Festigkeit als auch eine höhere Bruchzähigkeit als Celtra Duo – dies hauptsächlich aufgrund des höheren kristallinen Anteils von IPS e.max CAD im Vergleich zu Celtra Duo.

Referenz: Zhang (2017/2018), Zhang (2017)

## Mechanische Eigenschaften eines Zirkoniumoxid-verstärkten CAD/CAM-Lithium-Silikat-Restaurationsmaterials

*Studienort:* Department of Prosthodontics, Louisiana State University, New Orleans, USA

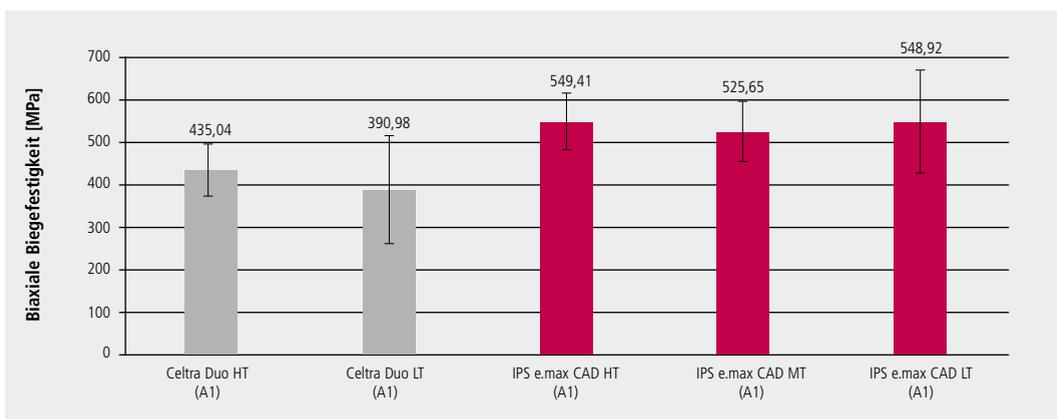
*Studiendauer:* 2017

*Studienautor(en):* K. Vu

### Methode:

Die Probenkörper wurde mit einer Säge aus IPS e.max CAD- und Celtra Duo (Dentsply Sirona)-CAD/CAM-Blöcken geschnitten. Anschliessend wurden sie gemäss Herstellerinformation gebrannt und auf einem Metallzylinder fixiert. Die zu testende Oberfläche wurde geglättet und poliert. Die Biegefestigkeit und das Biegemodul wurde mit einem Stempel in einer 3-Punkt-Prüfvorrichtung gemäss ISO-Norm 6870 ermittelt. Für die Probenkörper aus Cetra Duo wurde die Farbe A1 in hoher und niedriger Transluzenz (HT, LT) gewählt, die IPS e.max CAD-Probenkörper wurden in Farbe A1 in den Transluzenzen hoch, mittel und niedrig (HT, MT, LT) hergestellt. Somit ergaben sich 5 Testgruppen (n=10).

### Ergebnisse:



Biaxiale Biegefestigkeit von Celtra Duo und IPS e.max CAD in Farbe A1 in unterschiedlichen Transluzenzen

### Zusammenfassung:

Die Biegefestigkeit von IPS e.max CAD überstieg 500 MPa bei allen Transluzenzen und war signifikant höher als jene von Celtra Duo. Die zwei Transluzenzen von Celtra Duo zeigten eine grössere Varianzbreite bei der Biegefestigkeit als die drei Transluzenzen von IPS e.max CAD.

### Schlussfolgerung:

Die Biegefestigkeit von IPS e.max CAD übertraf jene von Celtra Duo in allen Transluzenzstufen.

**Referenz:** Vu (2017)

## Monolithische und verblendete CAD/CAM Lithium-Disilikat-Brücken vs. Metallkeramik: Vergleich der Bruchlasten und Versagensarten nach Ermüdung

**Studienort:** Univeritätsklinikum Freiburg, Freiburg im Breisgau, Deutschland

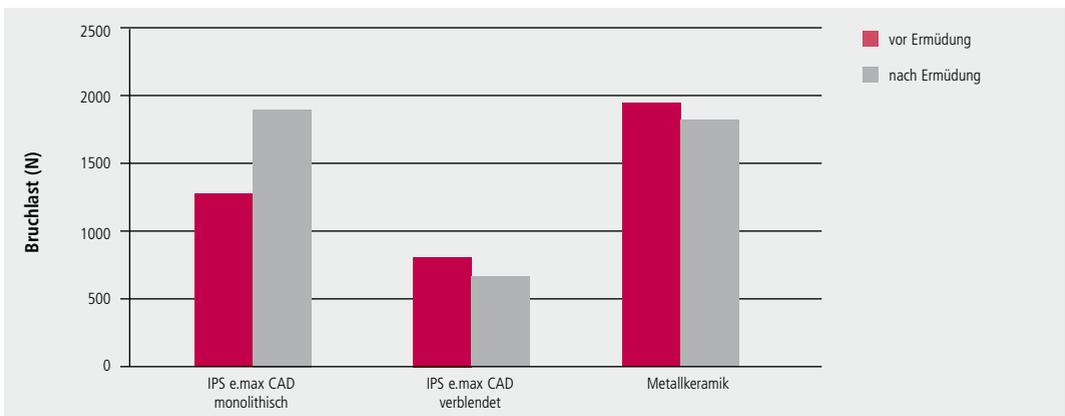
**Studiendauer:** 2012

**Studienautor(en):** S. Schultheis, J.R. Strub, T.A. Gerds, P.C. Guess

### Methode:

96 menschliche extrahierte Molaren wurden in 3 Gruppen aufgeteilt. Vollanatomische Brücken wurden mit CEREC/Dentsply Sirona aus IPS e.max CAD geschliffen und entweder monolithisch oder verblendet eingesetzt. Metallkeramische Brücken dienten als Kontrolle. Vor und nach Ermüdungstests wurde die Bruchlast bestimmt.

### Ergebnisse:



Mittlere Bruchlast von Brücken aus IPS e.max CAD (monolithisch oder verblendet) sowie Metallkeramik nach Kausimulation

### Zusammenfassung:

Alle Brücken überlebten den Ermüdungstest. Verblendete Brücken aus IPS e.max CAD brachen bei kleineren Kräften als monolithische Brücken aus IPS e.max CAD, die eine vergleichbare Bruchlast erzielten wie Metallkeramik. Brücken aus IPS e.max CAD brachen im Verbinderbereich. Abplatzungen wurden bei den Lithium-Disilikat-Brücken nicht beobachtet, während bei den Metallkeramik-Brücken dies die einzige Versagensart darstellte.

### Schlussfolgerung:

Monolithische Brücken aus IPS e.max CAD tolerieren vergleichbare Belastungen wie Brücken aus dem Goldstandard Metallkeramik.

**Referenz:** Schultheis et al. (2013)

## Monolithisches CAD/CAM Lithium-Disilikat im Vergleich mit verblendeten Y-TZP-Kronen: Vergleich der Versagensarten und Zuverlässigkeit nach Ermüdung

Studienort: Universität New York, New York, USA

Studiendauer: 2010

Studienautor(en): P.C. Guess, R.A. Zavanelli, N.R.F.A. Silva, E.A. Bonfante, P.G. Coelho, V.P. Thompson

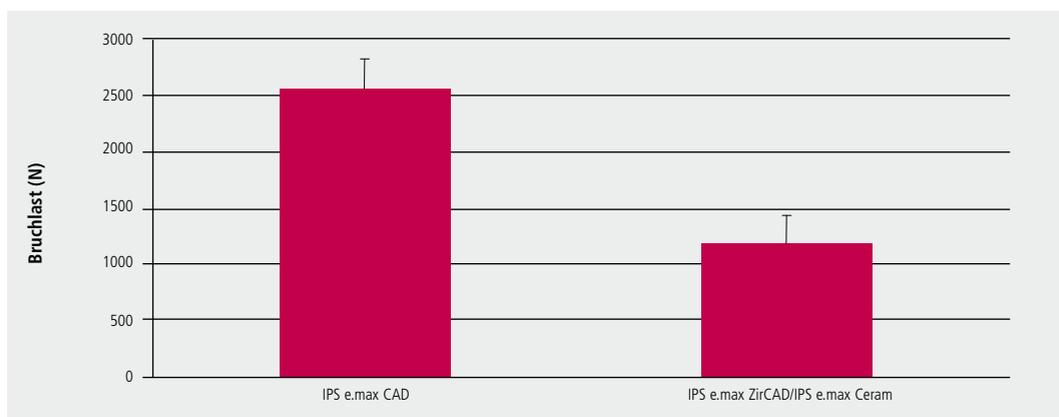
### Methode:

Das Ermüdungsverhalten („fatigue behavior“) und die Zuverlässigkeit („reliability“) monolithischer CAD/CAM-gefertigter Kronen aus IPS e.max CAD wurden untersucht.

Methode I: 19 vollanatomische Kronen wurden konstruiert und mit einem CAD/CAM-System geschliffen. Die Kronen wurden mit 5%-iger Flusssäure 20 Sekunden geätzt, mit Monobond Plus silanisiert und mit Multilink Automix auf einen gealterten, dentin-ähnlichen Composite-Stumpf adhäsiv zementiert. Die Prüfkörper wurden vor den Belastungstests mindestens 7 Tage in Wasser gelagert. Während der Belastungstests wurden die Kronen einem Stempel aus Wolframcarbid ausgesetzt, der sich vom disto-bukkalen Höcker 0,7 mm in linguale Richtung bewegte, um Okklusionsbewegungen zu simulieren. Drei verschiedenen Stressebenen wurden angewendet, wobei die höchste Last 1000 N betrug. Mittels Stereomikroskopie mit polarisiertem Licht wurden die Kronen nach den Tests auf Schäden untersucht.

Methode II: Im zweiten Teil der Untersuchung wurden die Kronen einem weiteren Belastungstest („staircase r ratio fatigue“) mit 1 Million Zyklen ausgesetzt. Die Belastung variierte dabei von 90 bis 900 N, 95 bis 950 N, 100 bis 1000 N und 110 bis 1100 N.

### Ergebnisse:



Bruchlast von IPS e.max CAD im Vergleich zu IPS e.max ZirCAD verblendet mit IPS e.max Ceram

### Zusammenfassung:

Erst bei recht hohen Kräften wiesen IPS e.max CAD-Kronen Frakturen mit Rissen bis zum Composite-Stumpf (2576 ± 206 N) auf. Dagegen kam es bei IPS e.max ZirCAD ausschliesslich zu Frakturen in der Verblendkeramik IPS e.max Ceram (1195 ± 221 N).

### Schlussfolgerung:

Vollanatomische IPS e.max CAD-Kronen zeigten sich resistent gegen Ermüdung in zyklischen Belastungstests. Im Vergleich dazu versagen Kronen aus Zirkoniumoxid durch Frakturen im Verblendmaterial bei deutlich niedrigeren Kräften.

Referenz: Guess et al. (2010a)

## Zuverlässigkeit von IPS e.max CAD-Kronen mit dünner Schichtstärke und dünn verblendeten IPS e.max CAD-Kronen

### Zuverlässigkeit: Kronen mit reduzierter Schichtstärke und dünn verblendetes Lithium-Disilikat im Vergleich mit VMK- und Y-TZP-Kronen

Studienort: New York University, New York, USA

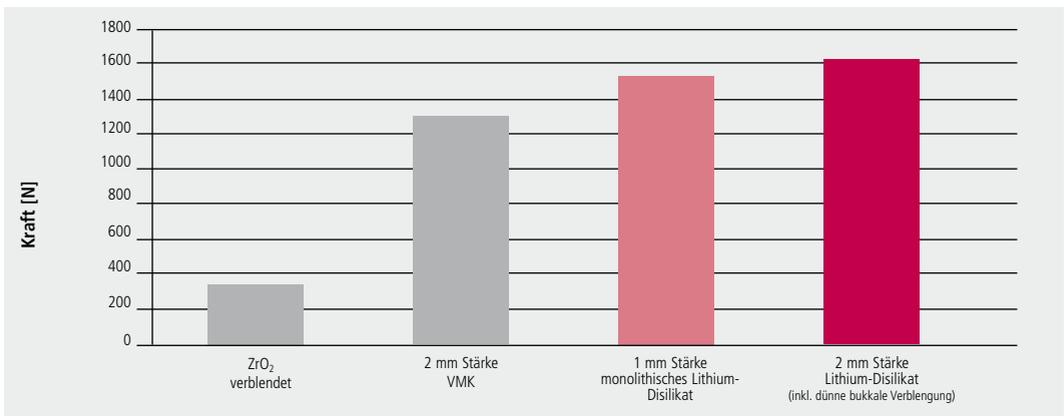
Studiendauer: 2010

Studienautor(en): N.R.F.A. Silva, V.P. Thompson

#### Methode:

Das Ermüdungsverhalten („fatigue behavior“) und die Zuverlässigkeit („reliability“) monolithischer CAD/CAM-gefertigter Kronen aus IPS e.max CAD gegenüber verblendeten Kronen aus Zirkoniumoxid (Y-TZP) und konventioneller Metallkeramik (VMK) wurde untersucht. Zum einen handelte es sich um Kronen mit einer okklusalen Stärke von 1 mm, zum anderen um Kronen mit 2 mm Stärke mit 1,5 mm Gerüst und 0,5 mm dünner bukkaler Verblendung. Pro Gruppe wurden 21 Kronen konstruiert, mit einem CAD/CAM-System geschliffen und anschliessend glasiert. Die Kronen wurden mit Multilink Automix auf einen gealterten dentin-ähnlichen Composite-Stumpf adhäsiv zementiert. Die Prüfkörper wurden vor den Belastungstests mindestens 7 Tage in Wasser gelagert. Während der Belastungstests wurden die Kronen einem Stempel auf Wolframcarbid ausgesetzt, der sich vom distobukkalen Höcker 0,7 mm in linguale Richtung bewegte, um Okklusionsgewegungen zu simulieren. Drei verschiedene Belastungsstufen wurden angewendet. Mittels Stereomikroskopie mit polarisiertem Licht wurden die Kronen nach den Tests auf Schäden untersucht.

#### Ergebnisse:



Kraft anhand des Versagens nach Belastung während der Ermüdungsprüfung

#### Zusammenfassung:

Die Bruchlast von monolithischen 1-mm-Lithium-Disilikat-Restaurationen (IPS e.max CAD) betrug 1535 N und jene für IPS e.max CAD 2 mm mit dünnem Veneer 1610 N. Diese Werte sind vergleichbar mit Metallkeramik (1304 N) und höher als für überschichtetes Zirkoniumoxid (371 N) (siehe Abbildung). Die beobachteten Frakturen waren vollständige Frakturen für IPS e.max CAD und Chipping bei den beiden anderen Materialien. Das IPS e.max CAD-Material zeigte die höchste Zuverlässigkeit.

#### Schlussfolgerung:

IPS e.max CAD-Kronen zeigten in dieser Untersuchung vergleichbar gute Werte wie der Goldstandard Metallkeramik.

Referenz: Martins et al. (2011)

## Druck-, Ermüdungs- und Bruchlast von implantatgetragenen Keramikkrone

**Studienort:** Ain Sham Universität, Kairo, Ägypten/University of Toronto, Toronto, Kanada

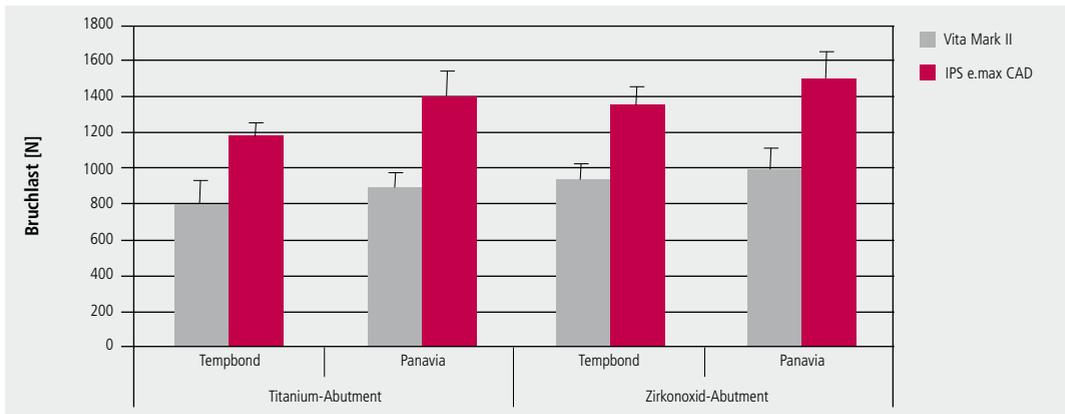
**Studiendauer:** 2010

**Studienautor(en):** A. El-Dimeery, T. Salah, A. Hamdy, O. El-Mowafy, A. Fenton

### Methode:

Insgesamt 64 Implantatreplika wurden in 8 Gruppen aufgeteilt. Verglichen wurden unterschiedliche Keramiken (VITA Mark II/Vita, IPS e.max CAD), sowie unterschiedliche Befestigungsmaterialien ((Temp-Bond/Kerr Dental, Panavia/Kuraray Noritake). Die Molarenkronen wurden auf den Implantatreplika befestigt und für 24 Stunden bei 37 °C in Wasser gelagert, bevor ein Belastungstest mit 55-550 N für 500.000 Zyklen unter Wasser durchgeführt wurde. Die überlebenden Prüfobjekte wurden einem Bruchtest unterzogen.

### Ergebnisse:



Bruchlast von implantatgetragenen Kronen aus IPS e.max CAD oder Vita Mark II auf Titan- oder Zirkoniumoxid-Abutments.

### Zusammenfassung:

Während des Belastungstests brachen 2 Vita Mark II-Kronen (1x mit Zirkoniumoxid-Abutment, beide Male mit Tempbond befestigt). Alle anderen Prüfkörper überlebten. IPS e.max CAD zeigte höhere Bruchlastwerte als Vita Mark II in allen Gruppen.

### Schlussfolgerung:

Die Gruppen mit IPS e.max CAD-Kronen erzielten statistisch signifikant höhere Bruchlastwerte als die Gruppen mit Vita Mark II-Kronen.

**Referenz:** El-Dimeery et al. (2011)





# IPS e.max<sup>®</sup> Zirkoniumoxid (ZrO<sub>2</sub>)

*In-Vivo-Studien  
In-Vitro-Studien*

## In-Vivo-Studien

### Klinische Studie zu vollkeramischen Restaurationen aus Zirkoniumoxid-Keramik verblendet mit einer neuen Verblendkeramik

**Studienort:** Ludwig Maximilians-Universität (LMU), München, Deutschland

**Studiendauer:** 5 Jahre / 2005–2009

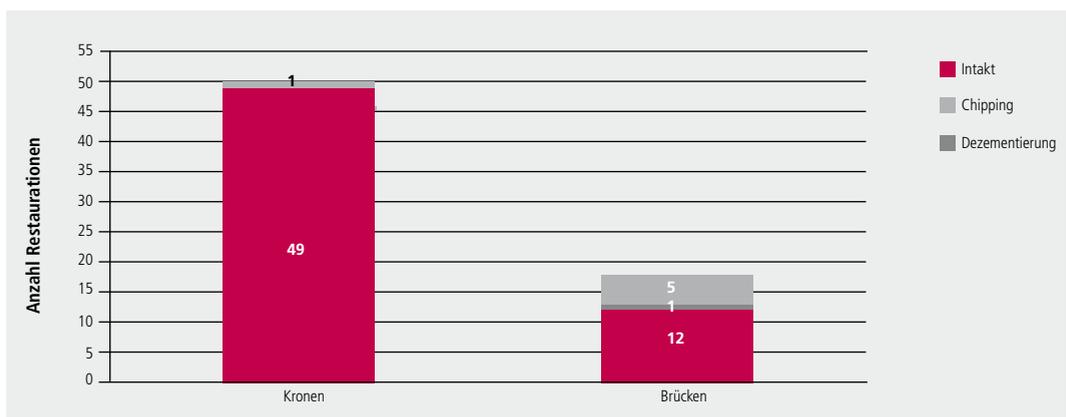
**Studienautor(en):** F. Beuer, W. Gernet

#### Methode:

Um die klinische Bewährung von mit IPS e.max Ceram verblendeten Zirkoniumoxid-Restaurationen (IPS e.max ZirCAD) zu beurteilen, wurden in 38 Patienten insgesamt 68 Restaurationen eingesetzt: Eingliederung von 50 Kronen und 18 Brücken (3- bis 4-gliedrig). Alle Restaurationen wurden mit Glasionomerzement befestigt. Die Baseline-Untersuchung erfolgte nach 2 Wochen, Recall-Untersuchungen wurden nach 1, 2 und 3 Jahren durch kalibrierte Investigatoren durchgeführt.

#### Ergebnisse:

98,5% Überlebensrate in situ



Klinische Bewährung von Kronen und Brücken aus IPS e.max ZirCAD, verblendet mit IPS e.max Ceram nach 5 Jahren

#### Zusammenfassung:

Nach einer Beobachtungszeit von bis zu 5 Jahren wurden bei den Kronen keine Ausfälle beobachtet, lediglich eine Ablatzung der Verblendkeramik trat auf. Bei den Brücken wurden 5 Fälle von Chipping beobachtet. Ausserdem kam es in einem Fall zu wiederholter Dezementierung, die dazu führte, dass die Brücke neu angefertigt werden musste und daher als Versagen bewertet wurde. 98,5 % der Restaurationen waren nach 5 Jahren, noch im klinischen Einsatz.

#### Schlussfolgerung:

Kronen und Brücken aus IPS e.max ZirCAD zeigten eine sehr gute klinische Leistung, keine der Restaurationen brach im Studienzeitraum von 5 Jahren.

**Referenz:** Beuer et al. (2010), Beuer (2011b)

## Klinische Bewährung von einflügeligen CAD/CAM-gefertigten Zirkoniumoxidkeramik-Adhäsivbrücken nach fünf Jahren

**Studienort:** Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Deutschland

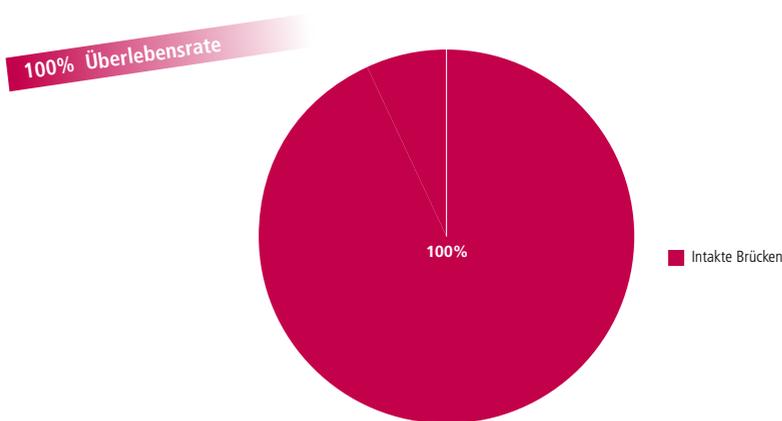
**Studiendauer:** 5 Jahre / 2006–2013

**Studienautor(en):** M. Sasse, M. Kern

### Methode:

30 einflügelige Frontzahnadhäsivbrücken mit einem Gerüst aus Zirkoniumoxid-Keramik (IPS e.max ZirCAD mit IPS e.max Ceram verblendet) wurden in 25 Patienten eingegliedert. Fünf Patienten bekamen 2 Restaurationen. 16 Restaurationen wurden mit einem phosphatmonomerhaltigen Composite-Kleber (Panavia 21 TC/Kuraray Noritake) befestigt und 14 mit Multilink Automix.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von einflügeligen, adhäsive befestigten IPS e.max ZirCAD-Brücken nach 5 Jahren

### Zusammenfassung:

Innerhalb einer mittleren Beobachtungszeit von 64,2 Monaten, löste sich in beiden Gruppen je eine Adhäsivbrücke. Beide Dezentierungen waren nicht materialbezogen, sondern wurden durch traumatische Belastung bzw. unphysiologische Krafteinwirkung (z.B. Stoss auf das Kinn) verursacht. Beide IPS e.max ZirCAD-Restaurationen konnten erfolgreich wieder befestigt werden, woraus sich eine Fünf-Jahres-Überlebensrate von 100% ergibt.

### Schlussfolgerung:

Unabhängig vom verwendeten Verbundsystem zeigten einflügelige IPS e.max ZirCAD-Brücken vielversprechende Ergebnisse über fünf Jahre.

**Referenz:** Sasse et al. (2013)

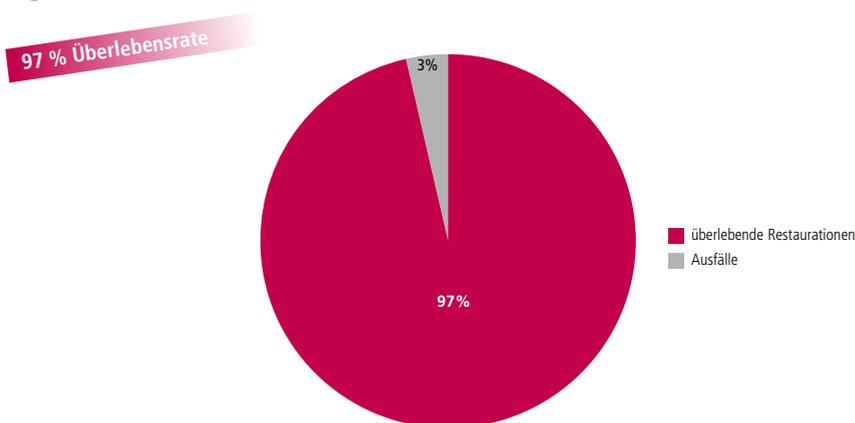
## Überpresste Zirkoniumoxid-Kronen: 4 Jahre klinische Bewährung

*Studienort:* RWTH Aachen, Aachen, Deutschland  
*Studiendauer:* 4 Jahre / 2005 - 2012  
*Studienautor(en):* M. Gehrt, J. Tinschert, J. Schley, S. Wolfart

### Methode:

106 Seitenzahnkronen (33 Prämolaren, 73 Molaren) aus IPS e.max ZirCAD (n=37), Lava Systems/3M Espe (n=35) oder DC Zirkon/Dental Concept Systems (n=34) wurden mit IPS e.max ZirPress überpresst und in 46 Patienten eingegliedert.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung (Kaplan-Meier-Überlebensrate) von mit IPS e.max ZirPress überpressten Zirkoniumoxid-Kronen nach 5 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 50,8 Monaten konnten 92 Kronen nachuntersucht werden. Es traten 2 biologische Komplikationen auf (1 endodontische Infektion, 1 Wurzelfraktur), die die Extraktion des Abutmentzahnes nötig machten. Technische Komplikationen wurden in 5 Fällen berichtet (1 Dezementierung und 4 Abplatzungen). Sie machten jedoch keinen Ersatz der Kronen nötig. Die Kaplan-Meier-Überlebensrate nach 5 Jahren betrug 97 %.

### Schlussfolgerung:

Zirkoniumoxid-Restaurationen, die mit IPS e.max ZirPress überpresst wurden, bewährten sich klinisch, unabhängig vom verwendeten Gerüstmaterial.

**Referenz:** Gehrt et al. (2012)

## Klinische Bewährung von CAD-on-Restaurationen (Lithium-Disilikat, gefügt auf ein Zirkoniumoxid-Gerüst) nach 4 Jahren

**Studienort:** F&E Klinik, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

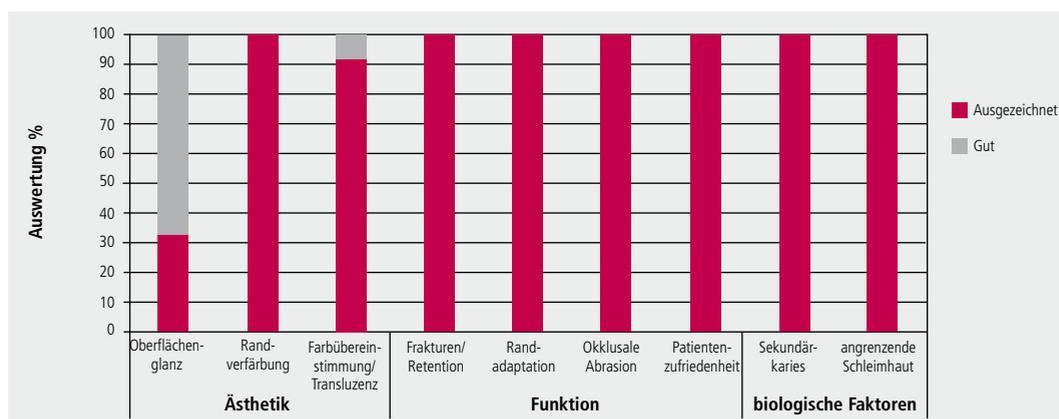
**Studiendauer:** 4 Jahre / 2009–2013

**Studienautor(en):** R. Watzke, S. Huth, A. Peschke

### Methode:

Um die klinische Bewährung von auf Zirkoniumoxid-Gerüste gefügtes Lithium-Disilikat zu untersuchen, wurden 25 CAD-on-Restaurationen (IPS e.max CAD HT, gefügt auf IPS e.max ZirCAD) mittels CAD/CAM-Technik in Kombination mit einem innovativen Keramik-Fügeprozess (Ivomix und IPS e.max CAD Crystall./Connect) hergestellt. Es handelte sich sowohl um zahn- als auch implantatgetragene Kronen (n=20) sowie 3-gliedrige Brücken (n=5). Alle CAD-on-Restaurationen wurden konventionell befestigt und nach einer klinischen Beobachtungszeit von 4 Jahren anhand der FDI-Kriterien für die Beurteilung von indirekten Restaurationen (Hickel 2010) bewertet. Die Bewertung erfolgte anhand von ästhetischen (A), funktionalen (B) und biologischen (C) Gesichtspunkten.

### Ergebnisse:



Klinisch Bewährung von Kronen und Brücken aus IPS e.max CAD-on nach 4 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach 4 Jahren wurden die IPS e.max CAD-on-Restaurationen für die ästhetischen, funktionalen und biologischen Parameter mit ausgezeichnet bis gut bewertet. Eine Krone konnte nicht untersucht werden, da sich der Stumpfauflauf eines endodontisch behandelten Zahnes gelöst hatte, d.h. es gab einen Ausfall. Weder Abplatzungen noch Frakturen wurden berichtet. Nach okklusalen Anpassungen im Zuge der Befestigung und 4-jähriger Kaubelastung zeigten 67 % der Restaurationen kleinere seidenmatte Stellen (mit gut bewertet). Die Stellen waren nur bei genauer Prüfung erkennbar.

### Schlussfolgerung:

Nach 4 Jahren zeigten IPS e.max CAD-on-Restaurationen eine hohe Stabilität und ein natürliches, ästhetisches Erscheinungsbild. Sie scheinen daher sehr gut für die Indikationen zahn- und implantatgetragene Kronen sowie drei-gliedrige Brücken geeignet zu sein.

**Referenz:** Watzke et al. (2014)

## Klinische Bewährung von IPS e.max Ceram auf IPS e.max ZirCAD

*Studienort:* Pacific Dental Institute, Portland, USA

*Studiendauer:* 4 years / 2004–2009

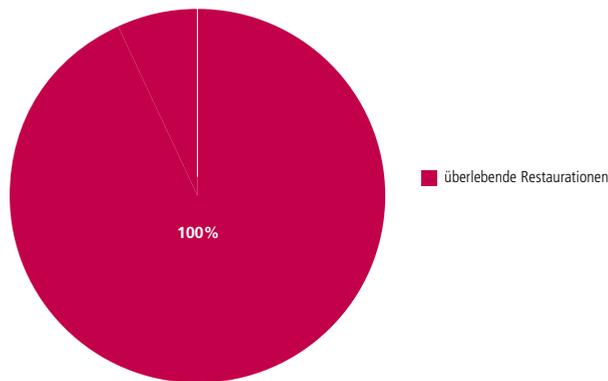
*Studienautor(en):* J.A. Sorensen

### Methode:

Eingliederung von 20 Brücken aus IPS e.max ZirCAD, die mit IPS e.max Ceram verblendet wurden.

### Ergebnisse:

100 % Überlebensrate



Klinische Bewährung von Brücken aus IPS e.max ZirCAD, mit IPS e.max Ceram verblendet

### Zusammenfassung:

In einem Beobachtungszeitraum von  $46,7 \pm 5$  Monaten traten keine absoluten Misserfolge auf. Die Überlebensrate beträgt 100 %. Es wurden 2 kleine (kohäsive) Abplatzungen der Verblendkeramik beobachtet.

### Schlussfolgerung:

Die klinische Leistungsfähigkeit von mit IPS e.max Ceram verblendeten IPS e.max ZirCAD-Brücken war mit einer Überlebensrate von 100 % sehr gut.

**Referenz:** Sorensen et al. (2009a)

## Klinische Bewährung von IPS e.max Ceram auf IPS e.max ZirCAD

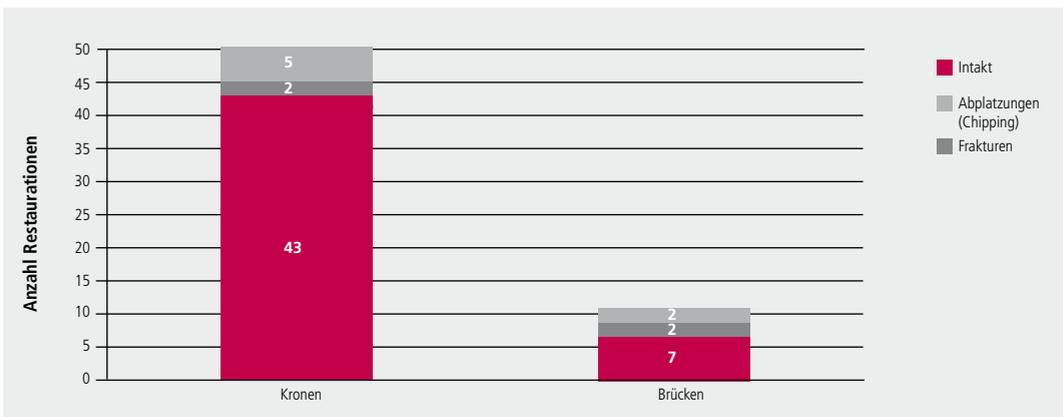
Studienort: Dental Clinical Research Center, University of Iowa, Iowa City, USA  
 Studiendauer: 3 Jahre / 2005–2009  
 Studienautor(en): C. Stanford

### Methode:

Eingliederung von 50 Kronen aus IPS e.max ZirCAD, verblendet mit IPS e.max Ceram.

### Ergebnisse:

92 % Überlebensrate



Klinische Bewährung von IPS e.max ZirCAD/Ceram-verblendeten Restaurationen nach 36 Monaten

### Zusammenfassung:

In einem Beobachtungszeitraum von 36 Monaten traten bei den Kronen 2 Frakturen und 5 Abplatzungen im Verblendmaterial (Chipping) auf, die jedoch alle durch Polieren repariert werden konnten. Bei den Brücken wurden 2 Frakturen (davon eine Dezementierung mit Neuanfertigung) und 2 Fälle von Chipping berichtet. Auch hier waren die Abplatzungen durch Polieren in situ reparierbar.

### Schlussfolgerung:

Restaurationen aus IPS e.max ZirCAD, die mit IPS e.max Ceram verblendet wurden, bewährten sich klinisch.

Referenz: Stanford (2009)

## Klinische Beurteilung von CAD/CAM-gefertigten Zirkoniumoxid-Keramikkronen und -brücken

Studienort: University of Michigan, Ann Arbor, USA

Studiendauer: 3 Jahre / 2005–2009

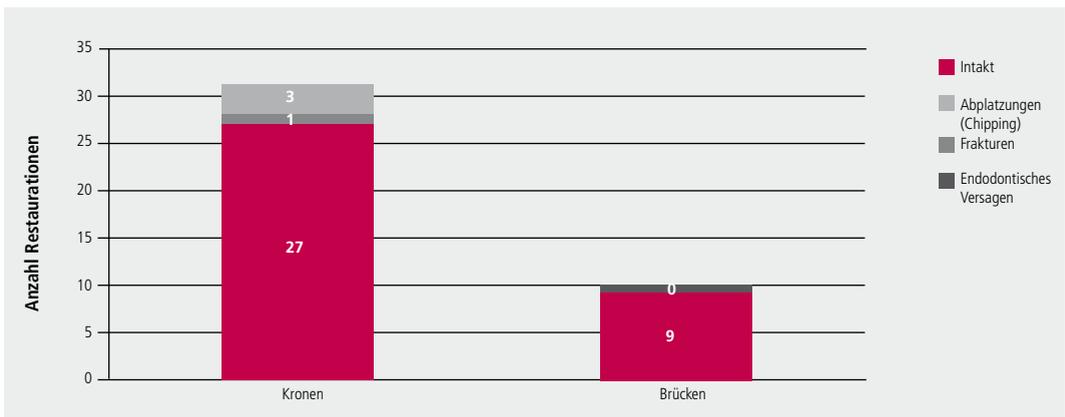
Studienautor(en): D.J. Fasbinder

### Methode:

Eingliederung von 31 Kronen und 10 Brücken aus IPS e.max ZirCAD, überpresst mit IPS e.max ZirPress.

### Ergebnisse:

94,4 % Überlebensrate



Klinische Bewährung von Kronen und Brücken aus IPS e.max ZirCAD, mit IPS e.max ZirPress überpresst, nach 3 Jahren

### Zusammenfassung:

Nach einer Beobachtungszeit von bis zu 3 Jahren wurde eine Fraktur/ein Versagen des Gerüsts einer Krone berichtet und machte einen Ersatz nötig. Ebenfalls wurden 3 Abplatzungen des Verblendmaterials von Kronen beobachtet. Bei den Brücken gab es nur ein Versagen auf Grund einer endodontischen Behandlung. Insgesamt kam es zu 2 Misserfolgen, die einen Ersatz nötig machten.

### Schlussfolgerung:

Restaurationen aus IPS e.max ZirCAD, überpresst mit ZirPress, zeigten ein sehr gutes klinisches Verhalten.

Referenz: Fasbinder et al. (2009)

## Randomisierte, kontrollierte klinische Untersuchung von mit Schichtkeramik verblendeten oder überpressten 3-gliedrigen Zirkoniumoxid-Brücken – 3-Jahres-Ergebnisse

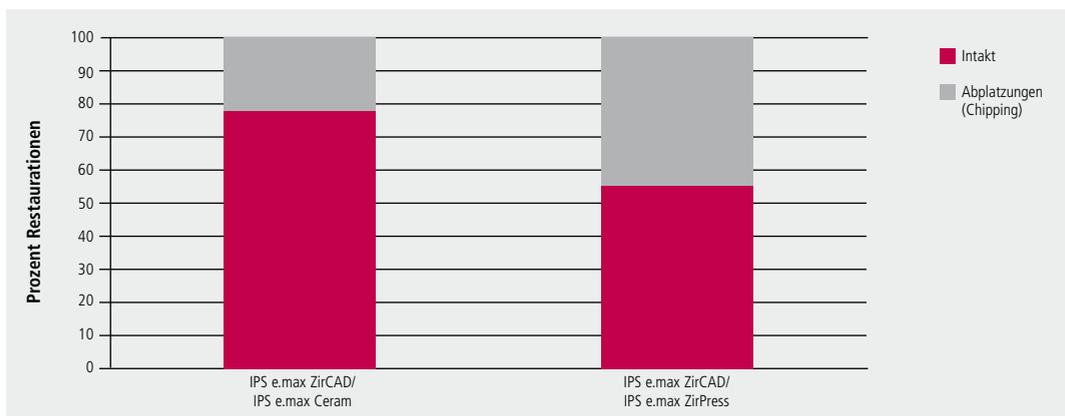
**Studienort:** Universität Zürich, Schweiz  
**Studiendauer:** 3 Jahre / 2005–2012  
**Studienautor(en):** N. Naenni, A. Bindl, C. Sax, C. Hämmerle, A. Mehl, I. Sailer

### Methode:

Für 40 Patienten, die eine 3-gliedrige Brücke benötigten, wurde ein Gerüst aus IPS e.max ZirCAD angefertigt. Zwanzig Brücken wurden mit IPS e.max Ceram verblendet und zwanzig mit IPS e.max ZirPress überpresst. Alle Brücken wurden adhäsiv befestigt und bei Baseline sowie nach 6 Monaten, 1 und 3 Jahren in situ beurteilt. Das Ergebnis wurde nach modifizierten USPHS-Kriterien bewertet. Biologische Parameter wurden anhand der Pfeilerzähne und analogen nicht-restaurierten Zähne untersucht. Sie umfassten die Taschentiefe, Plaquekontroll-Daten, Blutung bei Sondieren und Zahnvitalität. Die Überlebensrate wurde nach Kaplan Meier berechnet.

### Ergebnisse:

**100 % Überlebensrate**



Klinische Bewährung von IPS e.max-Brücken verblendet mit IPS e.max Ceram bzw. überpresst mit IPS e.max ZirPress

### Zusammenfassung:

36 Patienten mit 18 Test-Brücken (gespresst) und 18 Kontroll-Brücken (verblendet) konnten nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 3 Jahren nachuntersucht werden. Da keines der Gerüste brach, betrug die Überlebensrate bei beiden Gruppen 100 %. Abplatzungen der Verblendkeramik wurde in der Testgruppe häufiger beobachtet als in der Kontrollgruppe, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Alle Abplatzungen konnten repariert werden und ein Ersatz der Restaurationen war nicht nötig. Die technischen oder biologischen Ergebnisse der Test- und Kontroll-Brücken unterschieden sich auch in anderen Bereich nicht.

### Schlussfolgerung:

Brücken aus IPS e.max ZirCAD bewährten sich klinisch über einen Zeitraum von 3 Jahren, unabhängig davon, ob die Schicht- oder Überpresstechnik angewendet wurde.

**Referenz:** Naenni et al. (2015)

## Klinische Effizienz von 3-gliedrigen VMK-, Zirkoniumoxid- und Aluminiumoxid-Seitenzahnbrücken

*Studienort:* CR Foundation, Provo, USA

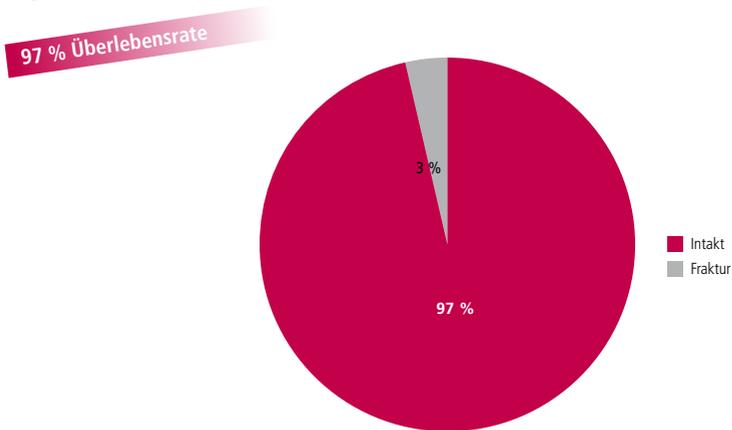
*Studiendauer:* 2 Jahre / 2006–2008

*Studienautor(en):* R.P. Christensen

### Methode:

293 3-gliedrige Brücken aus Metall- bzw. Keramikgerüsten wurden u.a. mit IPS e.max ZirPress (n=33) überpresst und von 116 Zahnärzten eingesetzt. Bei regelmässigen Recalls wurden die Restaurationen auf ästhetische und funktionelle Parameter überprüft.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von Restaurationen aus IPS e.max ZirCAD, überpresst mit IPS e.max ZirPress nach 2 Jahren

### Zusammenfassung:

Von den 33 Brücken aus IPS e.max ZirCAD, überpresst mit IPS e.max ZirPress, wurde nach einer Beobachtungszeit von 2 Jahren 1 Brücke wegen Fraktur der Verblendung ersetzt. Es traten eine Zahl von kleineren Abplatzungen auf, die aber problemlos in situ repariert werden konnten und keinen Austausch der Restauration erforderlich machten. (Anmerkung: Auch bei Zirkoniumoxid-Restaurationen anderer Hersteller traten in dieser Studie zahlreiche Chippings auf).

### Schlussfolgerung:

Die Überlebensrate von IPS e.max ZirCAD, überpresst mit IPS e.max ZirPress, betrug nach 2 Jahren 97 %.

**Referenz:** Christensen et al. (2008)

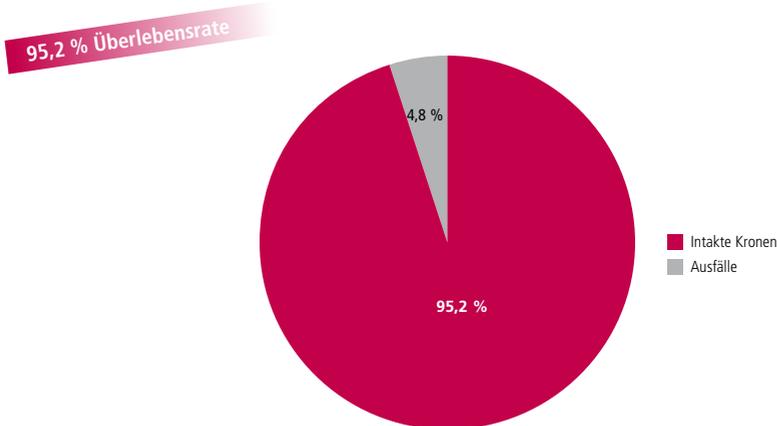
## Klinische Beurteilung eines selbstadhäsiven Befestigungscomposites in Kombination mit Vollkeramik-Kronen

*Studienort:* The State University of New York, Buffalo, USA  
*Studiendauer:* 2 Jahre / 2006–2009  
*Studienautor(en):* C. A. Muñoz

### Methode:

42 Kronen aus IPS e.max ZirCAD, verblendet mit IPS e.max Ceram oder IPS e.max ZirPress, wurden mit dem selbstadhäsiven Befestigungscomposite Multilink Sprint befestigt.

### Ergebnisse:



Klinische Bewährung von Kronen aus IPS e.max ZirCAD

### Zusammenfassung:

Nach 2 Jahren mussten lediglich 2 Kronen aufgrund von Verblendfrakturen ersetzt werden.

### Schlussfolgerung:

Die Studie bestätigt die klinische Eignung von verblendetem IPS e.max ZirCAD für den Einsatz als Kronenmaterial.

**Referenz:** Muñoz (2009)

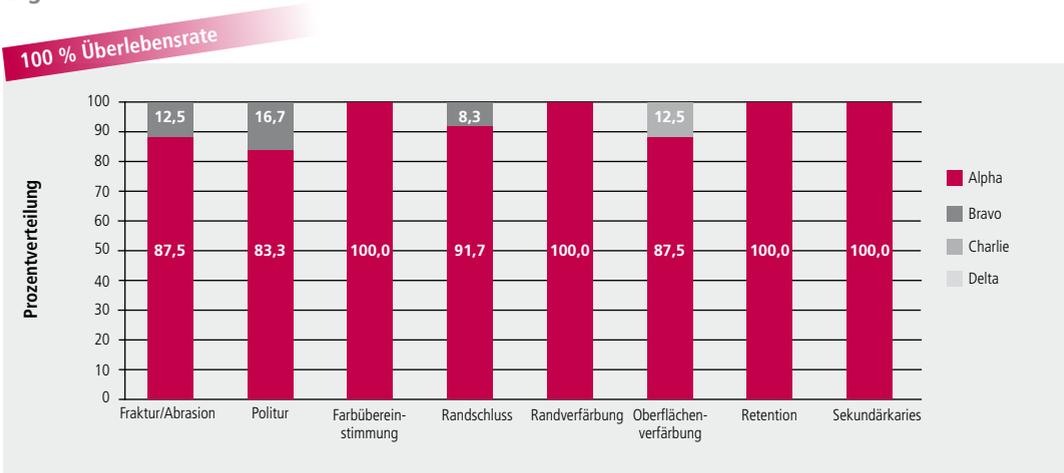
## Prospektive klinische Studie mit vollkeramischen CAD-on-Seitenzahnbrücken – 2-Jahres-Bericht

**Studienort:** School of Dental Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA  
**Studiendauer:** 2 Jahre / 2010–2014  
**Studienautor(en):** M. Blatz, N. Saleh, F. Mante, K. Hariton-Gross, F. Ozer, A. Atlas, M. Bergler

### Methode:

Zur Beurteilung der klinischen Effizienz von 3-gliedrigen Seitenzahnbrücken aus IPS e.max ZirCAD (IPS e.max CAD-on-Technik) wurden 25 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 55,6 Jahren rekrutiert. Alle Patienten erhielten mindestens je eine 3-gliedrige Seitenzahnbrücke, die entweder den 2. Prämolaren oder 1. Molaren ersetzte. Alle Brücken wurden mit einem modifizierten Glasionomerzement befestigt. Die Restaurationen wurden basierend auf den modifizierten klinischen Ryge-Kriterien bei Baseline und nach 6, 12 und 24 Monaten beurteilt.

### Ergebnisse:



Bewertung von IPS e.max CAD-on-Restaurationen gem. Ryge-Kriterien nach 3 Jahren in situ

### Zusammenfassung:

Von den 25 Patienten konnten 24 nach 24 Monaten nachuntersucht werden. Ein Patient schied nach der Nachuntersuchung nach 6 Monaten aus unbekanntem Grund aus der Studie aus. Alle Brücken verblieben 24 Monaten in situ, ohne dass sich Probleme ereigneten. Dies lässt auf eine Überlebensrate von 100 % schließen. Alle Brücken wurden für die Kriterien Farbübereinstimmung, Randverfärbung, Retention und Sekundärkaries mit sehr gut, d.h. Alpha, bewertet. Bei 3 der 24 Brücken (12,5 %) zeigte sich eine leichte Oberflächenabrasion (Beurteilung Bravo). Die Kriterien Politur und Randschluss erhielten ebenfalls Bravo-Bewertungen. Aufgrund von Oberflächenverfärbung wurden 3 Brücken (12,5%) mit Charlie bewertet.

### Schlussfolgerung:

Seitenzahnbrücken aus IPS e.max CAD-on bewährten sich klinisch über 24 Monate. Die Überlebensrate war 100 %.

**Referenz:** Blatz et al. (2014)

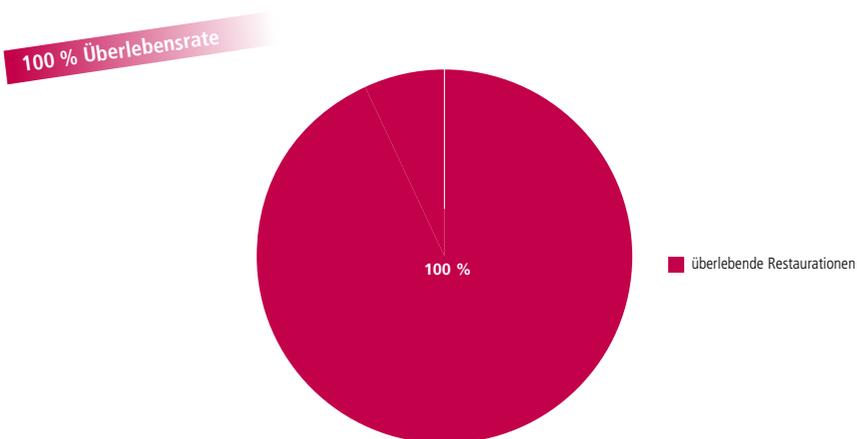
## 3-gliedrige Seitenzahnbrücken aus Zirkoniumoxid, verblendet mit Schichtkeramik bzw. gefräster Keramik (CAD-on-Technik): Follow-up einer randomisierten, kontrollierten klinischen Studie nach einem Jahr

**Studienort:** Universität Zürich, Schweiz  
**Studiendauer:** 1 Jahr / 2015  
**Studienautor(en):** P. Grohmann, A. Bindl, C. Hämmerle, A. Mehl, I. Sailer

### Methode:

Um festsitzenden Zahnersatz aus Zirkoniumoxid, entweder verblendet mit einer CAD/CAM-Lithium-Disilikat-Keramik (CAD-on-Technik) oder manuell mit Schichtkeramik, im Hinblick auf das Überleben sowie technische und biologische Kriterien zu vergleichen, wurden 60 Patienten für die Studie rekrutiert, die eine 3-gliedrige Seitenzahnbrücke benötigen. 30 Brücken aus IPS e.max ZirCAD wurden mit CAD/CAM-Lithium-Disilikat-Schichtkeramik (IPS e.max CAD HT) unter Anwendung der CAD-on-Technik verblendet (Testgruppe). Die anderen 30 Brücken wurden mit Verblendkeramik beschichtet (IPS e.max Ceram) (Kontrollgruppe). Die klinische Evaluation bei Baseline sowie nach 6 und 12 Monaten erfolgte nach USPHS-Kriterien. Die biologische Beurteilung erfolgte anhand der Plaquekontrolldaten (PCR), Blutung bei Sondierung (BOP) und Taschentiefe (PPD).

### Ergebnisse:



Überlebensrate nach 1 Jahr in der Test- und Kontrollgruppe

### Zusammenfassung:

56 Patienten wurden nach einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 13,9 Monaten nachuntersucht. Nach einer Beurteilungsperiode von 1 Jahr war die Überlebensrate sowohl in der Test- als auch in der Kontrollgruppe 100 %. Bei den technischen Kriterien wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Grössere Abplatzungen wurden in der Kontrollgruppe (n=3) beobachtet, während es in der Testgruppe hauptsächlich zu kleineren Abplatzungen kam (kleiner n=2, grösser n=1). Es traten keine biologischen Probleme oder Unterschiede auf.

### Schlussfolgerung:

Beide Arten von Zirkoniumoxid-Brücken zeigten sehr gute klinische Ergebnisse, es wurden keinerlei Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet. Bei beiden Arten von Brücken kam es zu Abplatzungen, deren Grössenordnung jedoch unterschiedlich war.

**Referenz:** Grohmann et al. (2015)

## In-Vitro-Studien

### Auswirkung der Verblendkeramik auf die Ermüdungszuverlässigkeit von Vollkeramik-Brücken aus Zirkoniumoxid

Studienort: Universität New York, USA

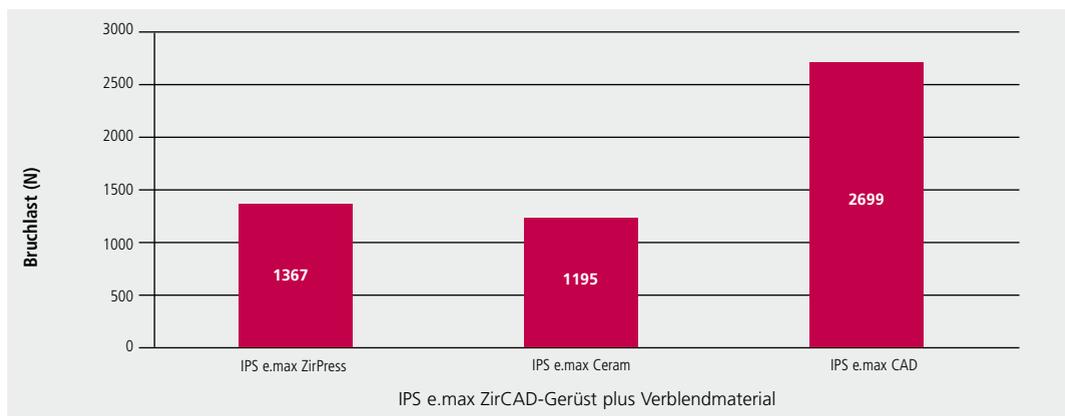
Studiendauer: 2010

Studienautor(en): P. Guess, V. Thompson

#### Methode:

Um die Unterschiede in der Zuverlässigkeit und den Versagensarten von unterschiedlich verblendeten Kronen aus Zirkoniumoxid zu beurteilen, wurden 63 mehrschichtige Kronen mit einem IPS e.max ZirCAD-Kern unter Anwendung von 3 Techniken hergestellt: Überpresstechnik – IPS e.max ZirPress, Schichttechnik – IPS e.max Ceram, CAD-on-Technik – IPS e.max CAD. Jede Gruppe umfasste 21 Prüfkörper. 3 Kronen aus jeder Gruppe wurden bis zum Versagen belastet. 18 Kronen wurden in einer Prüfvorrichtung mit einem Hartmetalleindringkörper einem Kausimulations-Stufen-Belastungstest unterzogen. Als Versagen wurden Abplatzungen der Verblendkeramik und/oder Konusfrakturen bis zum Verblendkeramik-/Gerüst-Interface gewertet.

#### Ergebnisse:



Ergebnisse Belastung bis zum Versagen von IPS e.max ZirCAD-Gerüsten mit unterschiedlichen Keramikverblendungen (Überpresstechnik, Schichttechnik und CAD-on-Technik)

#### Zusammenfassung:

Belastung bis zum Versagen: Sowohl überpresste als auch beschichtete Kronen zeigten Frakturen, die auf die Verblendkeramik beschränkt waren, während die mit IPS e.max CAD verblendeten Kronen signifikant höheren Belastungen standhielten (2699 ± 243 N).

Kausimulations-Stufen-Belastungstest: 49 % der geschichteten Kronen zeigten vor dem völligen Versagen Rissbildung in Form von Abplatzung der Verblendkeramik. In der Überpress-Gruppe wurden keine grösseren Risse vor dem Versagen beobachtet.

#### Schlussfolgerung:

In keiner Gruppe kam es zu Rissen in den IPS e.max ZirCAD-Gerüsten. IPS e.max CAD-on-Kronen zeigten keine Frakturen. Mit der IPS e.max CAD-on-Technik hergestellte Kronen zeigten die höchste Zuverlässigkeit und daher praktisch kein Chipping-Risiko.

Referenz: Guess et al. (2010b)

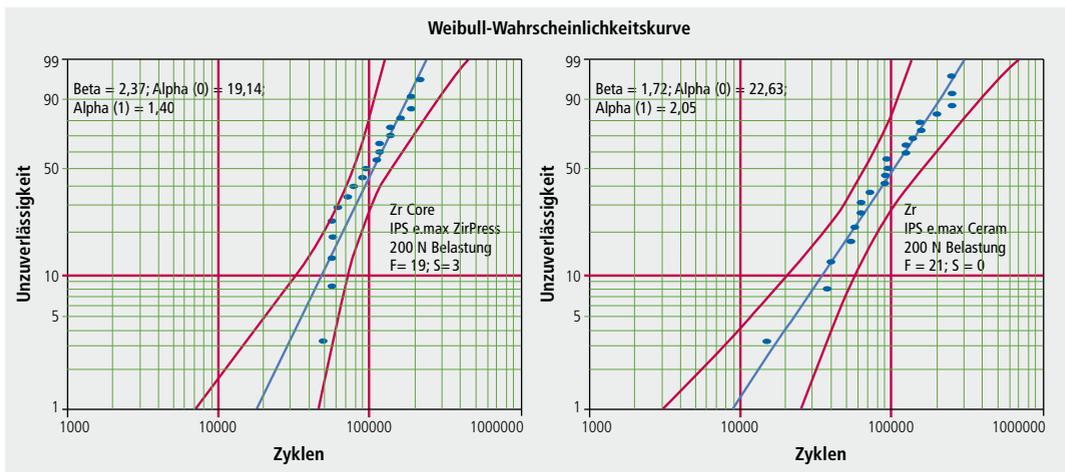
## Einfluss von Verblindtechniken auf das Versagensverhalten und die Dauerbelastbarkeit von Y-TZP-Dreischichtsystemen

Studienort: Universität New York, USA  
 Studiendauer: 2009  
 Studienautor(en): P.C. Guess, Y. Zhang, V.P. Thompson

### Methode:

IPS e.max ZirCAD-Prüfkörper (12 x 12 x 0.7 mm) wurden mit einer Wachsauerschmelz-Pressetechnik (IPS e.max ZirPress; Testgruppe, n=24) bzw. einer Schichttechnik (IPS e.max Ceram, Kontrollgruppe, n=24) verblindet. Nach der adhäsiven Befestigung auf Composite-Blöcken (12 x 12 x 4 mm, Z-100) wurden die Prüfkörper vor den Ermüdungstests 7 Tage in Wasser gelagert. Die 3-schichtigen Prüfkörper wurden in einem Kausimulation-Stufen-Belastungstest mit einem kugelförmigen Wolframcarbid-Belastungskörper (R=3.18) belastet und 3 unterschiedlichen Profilen (EL-3300 Bose/Enduratec) unterzogen, bis die Risse die Verbundzone zwischen Verblind- und Gerüstkeramik erreichten. Alle Prüfkörper wurden im Winkel von 30° in Relation zur Belastungsachse angeordnet, um die Höckerneigung im Seitenzahnbereich zu simulieren. Die stufenförmigen Belastungsprofile wurden anhand der initialen Bruchfestigkeit ermittelt.

### Ergebnisse:



Weibull-Wahrscheinlichkeitskurve für IPS e.max ZirCAD, verblindet mit IPS e.max ZirPress (links) bzw. IPS e.max Ceram (rechts).

Blaue Punkte = Datenpunkte Rote Linie = beidseitige Konfidenzintervalle bei 90 %

19 IPS e.max ZirPress- bzw. 21. IPS e.max Ceram-Prüfkörper versagten (F).

### Zusammenfassung:

Die Dauerbelastbarkeit von verblindetem Zirkoniumoxid war bei stufenförmiger Materialermüdung für gepresste und geschichtete Verblindungen vergleichbar. Frakturen wurden nur oberflächlich in der Verblindung beobachtet. Gerüstfrakturen traten nicht auf.

### Schlussfolgerung:

Die Dauerbelastbarkeit von IPS e.max ZirCAD ist unabhängig von der Art der Verblindung (überpresst oder geschichtet).

Referenz: Guess (2009)

## Bruchlast von Vollkeramik-Kronen

*Studienort:* Christian Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland

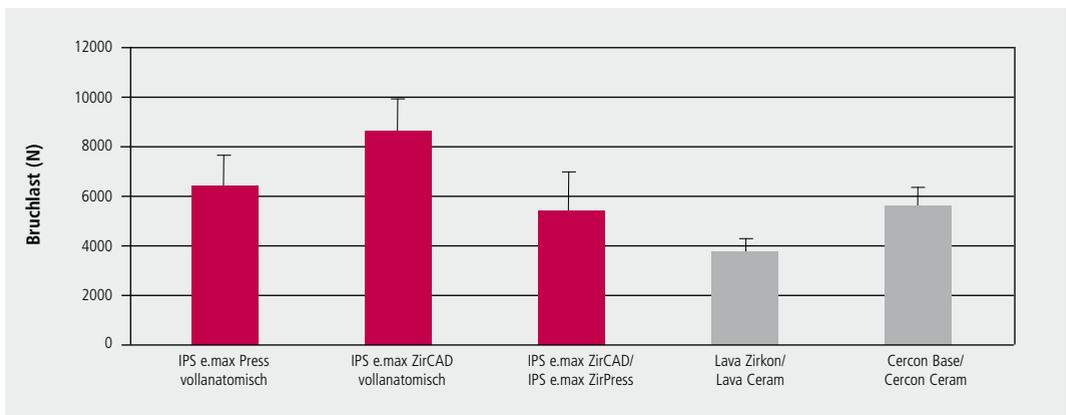
*Studiendauer:* 2011

*Studienautor(en):* M. Steiner, M. Sasse, M. Kern

### Methode:

Es wurde ein Modellstumpf hergestellt, auf dem eine Modellkrone aufgewachst und eingescannt wurde. Die Krone besaß eine standardisierte anatomische Kaufläche und eine okklusale Schichtstärke von 2,0 mm (Höcker) bzw. 1,5 mm (Fissuren). Aus Acryl-Kunststoff wurden mehrere identische Kronenmodelle gefräst und zur Herstellung der Lithium-Disilikat-Presskronen (IPS e.max Press) verwendet. Die Herstellung der CAD-gefertigten Zirkoniumoxid-Kronen (IPS e.max ZirCAD, Lava Zirconia/3M Espe, Cercon Base/Dentsply Sirona) erfolgte analog durch Einscannen und Fräsen aus den jeweiligen Materialien. Bei der Herstellung verblendeter Kronen betrug die okklusale Stärke des Verblendmaterials 1,0 bzw. 0,8 mm; die Verblendung mit LavaCeram/3M Espe bzw. Cercon Ceram/Dentsply Sirona bzw. das Überpressen mit IPS e.max ZirPress erfolgte nach Herstellerangaben. Die Kronen wurden mit Multilink Automix adhäsiv auf Metallstümpfen befestigt. Vor den Belastungstests wurden die Prüfkörper für 3 Tage bei 37 °C in Wasser gelagert. Pro Materialgruppe wurden dann 8 Prüfkörper in einen Willytec-Kausimulator eingesetzt und einer zyklischen Auflast ausgesetzt. Die Gewichtsbelastung steigerte sich alle 100.000 Zyklen (3, 5, 9, 11 kg); insgesamt betrug die Zahl der Zyklen 400.000. Alle unversehrten Prüfkörper wurden dann in einer Universalprüfmaschine bis zum vollständigen Versagen belastet.

### Ergebnisse:



Bruchlast von Vollkeramik-Kronen aus verschiedenen Materialien

### Zusammenfassung:

Während der dynamischen Belastung traten keinerlei Abplatzungen auf. Die Bruchlast von vollanatomischem IPS e.max Press liegt im selben Bereich wie die Werte von verblendetem Zirkoniumoxid.

### Schlussfolgerung:

Die IPS e.max-Materialien halten nicht nur den physiologischen Kräften im Seitenzahnbereich, die im Bereich von 300 bis 1000 N liegen, stand, sondern verfügen zusätzlich über eine ausreichende Sicherheitsreserve, um auch ungewollte Überlastungen zu tolerieren.

**Referenz:** Steiner et al. (2011)

## Bruchlast und Chipping von implantatgetragenen Vollkeramik-Restaurationen

*Studienort:* Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

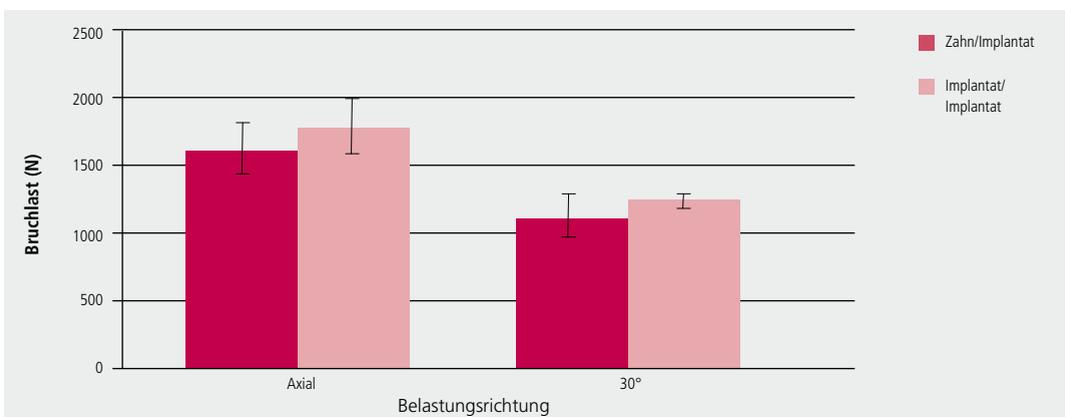
*Studiendauer:* 2012

*Studienautor(en):* A. Alkharrat, M. Schmitter, S. Rues, P. Rammelsberg

### Methode:

Ein standardisiertes Modell von 3-gliedrigen Brücken zum Ersatz des ersten Molaren wurde angefertigt. 32 IPS e.max ZirCAD-Gerüste wurden hergestellt und in zwei Gruppen aufgeteilt, 16 für implantat-/implantatgetragene Brücken und 16 für zahn-/implantat-getragene Brücken. Die Verblendung der Gerüste erfolgte mit IPS e.max CAD unter Anwendung der CAD-on-Technik. In jeder Gruppe wurde die Hälfte der Restaurationen axial belastet, die andere Hälfte unter einem Winkel von 30°. Thermocycling mit 10.000 Zyklen von 6,5 °C/60 °C und 1,2 Millionen Kauzyklen mit einer Kraft von 100 N wurde durchgeführt. Anschliessend wurden alle überlebenden Brücken in einer Universalprüfmaschine bis zum Bruch belastet.

### Ergebnisse:



Mittlere Bruchfestigkeiten von unterschiedlich unterstützten (Zahn/Implantat oder Implantat/Implantat) CAD-on-Molarenbrücken nach Kausimulation

### Zusammenfassung:

Die Art der Unterstützung (Implantat/Implantat oder Zahn/Implantat) hatte keinen Einfluss auf die Bruchfestigkeit der CAD-on-Brücken. Eine Belastung unter einem Winkel von 30° führte jedoch zu einer Abnahme der Bruchlast.

### Schlussfolgerung:

Die von den CAD-on-Brücken tolerierten Kräfte von > 1500 N halten den üblichen Kräften im Seitenzahnbereich ausreichend Stand.

**Referenz:** Alkharrat et al. (2013)

## Hochfestes, CAD/CAM-gefertigtes Verblendmaterial gesintert auf Zirkoniumoxid-Gerüsten: Eine neue Herstellmethode für Vollkeramik-Restaurationen

**Studienort:** Ludwid-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

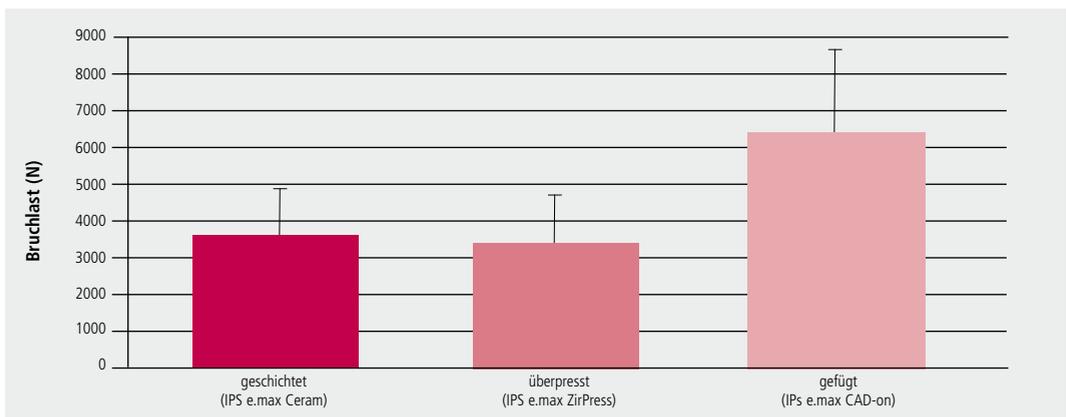
**Studiendauer:** 2009

**Studienautor(en):** F. Beuer, J. Schweiger, M. Eichberger, H.F. Kappert, W. Gernet, D. Edelhoff

### Methode:

Auf einem zweiten OK-Molaren wurde eine 360°-Hohlkehl-Präparation mit einer Stufe von 1,2 mm angefertigt und 15-mal mit einer Kobalt-Chrom-Legierung dubliert. 45 Zirkoniumoxid-Käppchen wurden aus IPS e.max ZirCAD hergestellt und in 3 Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe wurde konventionell mit IPS e.max Ceram verblendet, die zweite wurde mit IPS e.max ZirPress überpresst, für die dritte wurde eine hochfeste, anatomisch geformte Verblendkappe mittels CAD/CAM aus IPS e.max CAD hergestellt und auf das IPS e.max ZirCAD gefügt (IPS e.max CAD-on-Restauration). Alle Kronen wurden konventionell zementiert und in einer Universalprüfmaschine bis zum klinischen Versagen belastet.

### Ergebnisse:



Bruchlast von Kronen aus IPS e.max ZirCAD, verblendet mit verschiedenen Materialien

### Zusammenfassung:

Die Bruchlasten der geschichteten und der überpressten Kronen waren ähnlich, die Werte der IPS e.max CAD-on-Kronen lagen deutlich höher.

### Schlussfolgerung:

Die IPS e.max CAD-on-Kronen waren der Schicht- sowie der Überpresstechnik in Bezug auf Bruchlast überlegen.

**Referenz:** Beuer et al. (2009)







**Biokompatibilität**  
**Definitionen und Begriffe**  
**Literatur**

# BIOKOMPATIBILITÄT

Biokompatibilität wird als die Fähigkeit eines Stoffes oder Materials definiert, mit lebenden Systemen in Kontakt zu kommen, ohne negative Auswirkungen zu bewirken. Die Prüfungen geben die Reaktivität oder Toleranz einzelner Zellen auf lösliche Verbindungen eines Materials an. Biokompatibilitätsprüfungen können *In-vitro*-Untersuchungen (durchgeführt in einem künstlichen Umfeld, wie beispielsweise Petrischalen/Zellkulturschalen) wie Zytotoxizitäts-, Mutagenitäts-, Irritations- und Sensibilisierungstests beinhalten. Diese Tests sind sinnvoll, haben jedoch nur beschränkte Aussagekraft. Nur *In-vivo*-Untersuchungen (durchgeführt im lebenden Organismus), d.h. klinische Erfahrungen, können eine abschliessende Bewertung der Biokompatibilität liefern.

Bei der Entwicklung neuer Produkte strebt Ivoclar Vivadent danach, bekannte Rohmaterialien zu verwenden, die sich *in-vivo* bereits als sicher erwiesen haben, um Biokompatibilitätsrisiken gleich von vornherein zu minimieren.

Die Biokompatibilität von Lithium-Disilikat-Glaskeramiken und Zirkoniumoxid wurde auf der Grundlage von Toxizitätsdaten verschiedener Institute und von Literaturdaten bewertet. In diesen Untersuchungen zeigte weder Lithium-Disilikat noch Zirkoniumoxid übermässige Wasserlöslichkeit, Zytotoxizität, Genotoxizität oder eine signifikante Radioaktivität.

## Chemische Beständigkeit/Löslichkeit

Keramikwerkstoffe sind äusserst beständig gegen Angriffe von Säuren und Korrosion und werden deshalb als ausserordentlich biokompatibel betrachtet. Die in der Mundhöhle herrschenden Bedingungen (pH- und Temperaturänderungen) sind nicht schwerwiegend genug, Bestandteile von Dentalkeramiken herauszulösen. Die Norm ISO 6872 schreibt die Richtlinien zur Prüfung der chemischen Löslichkeit vor.

### Lithium-Disilikat

Die chemische Löslichkeit von IPS e.max Lithium-Disilikat (IPS e.max Press und IPS e.max CAD) wurde gemäss ISO 6872 bewertet. Die gefundenen Werte lagen klar unterhalb des Schwellenwertes von 100 µg/cm<sup>2</sup>. Die Analyse von (in künstlichem Speichel und Essigsäure gelösten) Ionen von IPS e.max Press- und IPS e.max CAD-Prüfkörpern ergab einen niedrigen Ionengehalt. Die Konzentrationen lagen im selben Bereich wie bei anderen Dentalkeramiken.

### Zirkoniumoxid

Die IPS ZirCAD-Blöcke, -Scheiben und Färbeflüssigkeiten wurden ähnlichen Prüfungen zur chemischen Löslichkeit gemäss ISO 6872 unterzogen. Alle Werte lagen ebenfalls klar unterhalb des Schwellenwertes von 100 µg/cm<sup>2</sup>.

## Zytotoxizität

Zytotoxizität bezieht sich auf die Fähigkeit einer Substanz Zellen zu schädigen. Der XTT-Assay dient dazu, zu bestimmen, ob die untersuchte Substanz die Zellvermehrung hemmt oder sogar zum Zelltod führt. Der resultierende XTT<sub>50</sub>-Wert bezieht sich auf die Konzentration einer Substanz, die ausreicht, um die Viabilität (Aktivität) von Zellen auf die Hälfte zu reduzieren. Je niedriger die XTT<sub>50</sub>-Konzentration, desto höher die Zytotoxizität. Sowohl Lithium-Disilikat also auch Zirkoniumoxid wurden zahlreichen Untersuchungen unterzogen und zeigten keinerlei zytotoxisches Potenzial.

### Lithium-Disilikat

- RCC Report In vitro cytotoxicity test evaluation of materials for medical devices (direct cell contact assay) CCR Project 571100 (28. Oktober 1996)\*
- RCC Report In vitro cytotoxicity test evaluation of materials for medical devices (direct cell contact assay) CCR Project 590001 (24. Juni 1997)\*
- RCC Report In vitro cytotoxicity test evaluation of materials for medical devices (direct cell contact assay) CCR Project 590002 (24. Juni 1997)\*
- RCC Report Cytotoxicity Assay in vitro: Evaluation of materials for Medical Devices) RCC-devices with e.max Press (XTT Test) RCC-CCR study number 1165602 (März 2008)\*
- NIOM; Test Rep.; #012/04 (4. März 2004)\*
- NIOM; Test Rep.; #004/04 (Mittwoch, 4. Februar 2004)\*
- Grall, F. Toxicon Final GLP Report: 10-1251-G1. Agar Diffusion Test – ISO. April 2010.\*

### Zirkoniumoxid

In einem Schlimmstfall-Testzenario wurde die *In-vitro*-Zytotoxizität der MTO (Bleach)-Scheiben (eingetaucht in verschiedene Färbeflüssigkeiten) untersucht. Keiner der Prüfkörper zeigte zytotoxisches Potenzial:

- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1716001. 2015.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1716007. 2015.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1716005. 2015.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1716003. 2015.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1734305. 2016.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1734303. 2016.\*
- Roth M. Cytotoxicity assay *in vitro* (XTT-Test). Envigo Report No. 1734301. 2016.\*

*In-vitro*-Zytotoxizität der vorgefärbten Scheiben: IPS e.max ZirCAD MO4 und IPS e.max ZirCAD MO2 wurden auch einem XTT-Test unterzogen. Es konnte kein zytotoxisches Potential nachgewiesen werden.

- Meurer K. Cytotoxicity assay *in vitro*: Evaluation of materials for medical devices (XTT-test). RCC-CCR Report No. 1015500. 2006.\*
- Heppenheimer A. Cytotoxicity assay *in vitro*: Evaluation of materials for medical devices (XTT-Test). RCC-CCR Report No. 1120101. 2007.\*

## Genotoxizität

Genotoxizität bezieht sich auf die Fähigkeit einer Substanz oder externer Einwirkung, das genetische Material von Zellen zu schädigen oder zu verändern. Ames-Tests wurden mit Lithium-Disilikat- und (stark eingefärbten) Zirkoniumoxid-Testkörpern durchgeführt. Keines der Materialien zeigte Mutagenität.

### Lithium-Disilikat

- RCC Report Salmonella Typhimurium and Escherichia Coli Reverse Mutation Assay with e.max Press (Ames Test) RCC – CCR study number 1165601 (Mai 2008)
- Devaki S, Toxikon Final GLP Report: 10-1251-G3: Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay – ISO. April 2010.

### Zirkoniumoxid

- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1716009. 2015.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1716015. 2015.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1716013. 2015.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1716011. 2015.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1734313. 2016.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1734315. 2016.\*
- Sokolowski A. Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. Envigo Report No. 1734317. 2016.\*

## Radioaktivität

Die Normen EN ISO 6872, EN ISO 9693 und ISO 13356 verbieten die Verwendung von radioaktiven Zusätzen und legen die Grenzwerte für die maximal erlaubte Radioaktivität von Keramikmaterialien fest. Es werden Untersuchungen hinsichtlich winzigster Mengen Thorium oder Uran durchgeführt, welche in Rohmaterialien oder Pigmenten vorhanden sein könnten. Die Radioaktivitätswerte in Lithium-Disilikat und Zirkoniumoxid waren alle weit unterhalb des zulässigen Grenzwerts von 1Bq/g (ISO 6872).

### Lithium-Disilikat

- Laugs O. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with Pulver e.max Press Multi A3.5. Forschungszentrum Jülich. 2014.\*
- Küppers G. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with IPS e.max CAD MO4. Forschungszentrum Jülich. 2013.\*
- Küppers G. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with IPS e.max CAD HT C4. Forschungszentrum Jülich. 2013.\*
- Küppers G. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with IPS e.max CAD LT D4. Forschungszentrum Jülich. 2013.\*

**Zirkoniumoxid**

- Küppers G. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with EAM591. Forschungszentrum Jülich. 2006.\*
- Laugs O. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with Probe 1298-1 PU ZirCAD LT. Forschungszentrum Jülich Report No. 17-10064. 2017.\*
- Laugs O. Activity measurement of the nuclides 232Th and 238U in dental ceramic with Probe 1298-2 PU ZirCAD Schneide. Forschungszentrum Jülich Report No. 17-10065. 2017.\*

**Schlussfolgerung**

Die IPS e.max-Lithium-Disilikat- und Zirkoniumoxid-Keramiken wurden im Hinblick auf die Verwendung als Medizinprodukte auf ihr toxikologisches Potenzial hin untersucht. Dentalkeramiken zeigen bekannter- und anerkannterweise eine äusserst hohe Biokompatibilität, was in zahlreichen, durchgeführten Studien bestätigt wurde. Ausserdem belegen die wissenschaftliche Literatur und klinische Erfahrungen während über eines Jahrzehnts die Sicherheit dieser Materialien.

Daraus kann geschlossen werden, dass die IPS e.max-Keramiken bei sachgerechter Anwendung kein Gesundheitsrisiko darstellen und dass der Nutzen ihrer Anwendung ein mögliches vorhandenes Risiko überwiegt.

\* Berichte durch Ivoclar Vivadent AG in Auftrag gegebener Untersuchungen sind nicht zur Veröffentlichung oder zum Vertrieb freigegeben.

## Studien

Studien werden durchgeführt, um das Verhalten von Materialien bei bestimmungsgemäßer Anwendung vorauszusagen oder untersuchen zu können. Die am häufigsten untersuchten Aspekte sind oft die Funktionalität, die Sicherheit, die Verträglichkeit oder die Anwenderfreundlichkeit.

- **In-vitro-Studien:**

*In vitro* bedeutet "in Glas". Diese Untersuchungen werden im einem Labor ausserhalb eines normalen biologischen Kontexts durchgeführt. Viele werkstoffkundliche oder toxikologische Tests werden *in vitro* durchgeführt, da sie aus praktischen oder ethischen Gründen nicht im Menschen durchgeführt werden können. Zudem haben *In-vitro*-Studien den Vorteil, dass hier mit standardisierten Bedingungen gearbeitet werden kann, was oft schneller und kostengünstiger ist als *In-vivo*-Studien.

- **In-vivo-Studien**

*In vivo* bedeuten "am lebenden Objekt". Solche Studien werden innerhalb des biologischen Kontexts, d.h. an Menschen, durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass die Ergebnisse aussagekräftiger sind, da die Untersuchungen unter realen Bedingungen durchgeführt werden. Sie sind jedoch auf Grund der vielen möglichen Einflussfaktoren üblicherweise sehr komplex und benötigen eine exakte Planung, eines systematischen Vorgehens und einer statistisch korrekten Auswertung. Randomisierte, kontrollierte Studien werden als Gold-Standard betrachtet.

- **Prospektive Studie**

Eine Studie, die geplant und in der Zukunft durchgeführt wird, um eine bestimmte Hypothese zu testen (z.B. Material A ist genau so gut wie Material B). Nach Erstellung des Prüfplans werden die Patienten rekrutiert und das Material eingesetzt. Die Versuchspersonen werden über einen gewissen festgelegten Zeitraum beobachtet, die Ergebnisse hinterher ausgewertet.

- **Retrospektive Studie**

Analyse von Datenmaterial, das in der Vergangenheit erhoben wurde. Zum Beispiel: Man sieht sich alle Fälle von Brückenfrakturen an, die in einer Praxis aufgetreten sind, und untersucht, ob die Frakturen bei einem bestimmten Material häufiger vorkommen als bei einem anderen.

## Klinische Bewertungstechniken für Restaurationen

### Cvar und Ryge/USPHS-Kriterien

(Cvar & Ryge 1971 und 2005)

Cvar und Ryge entwickelten ihre oft benutzte Messskala vor über 40 Jahren. Diese Bewertungsmethode wird abwechselnd als Cvar & Ryge-Kriterien oder USPHS-Kriterien bezeichnet. Die Kriterien wurden für die Bewertung von direkten Versorgungen auf Amalgam- oder Kunststoffbasis entwickelt. Verschiedene Autoren haben die Kriterien im Lauf der Zeit modifiziert, um den immer langlebiger werdenden Füllungsmaterialien gerecht zu werden. Diese werden dann als modifizierte Ryge- oder modifizierte USPHS-Kriterien bezeichnet. Für die Kriterien wird die Alpha-, Bravo-, Charlie-, Delta-Bewertungsskala verwendet. Diese Bewertungen haben in Abhängigkeit der bewerteten Kriterien unterschiedliche Bedeutungen, aber grundsätzlich sind sie wie folgt: Alpha = sehr gut/optimal, Bravo = akzeptabel, Charlie = inakzeptabel/ungenügend und Delta = muss ersetzt werden.

### Hickel/FDI Kriterien

(Hickel et al., 2007 und 2010)

Hickel et al. als Teil des FDI World Dental Federation Science Committee veröffentlichten 2007 ein Papier, welches einen Vorschlag für eine modernere klinische Bewertung von Composite-Restaurationen beinhaltete. Die gegenwärtigen Bewertungskriterien lehnten sich an die ursprünglichen Ryge-Kriterien an. Die Bewertungen sind wie folgt: Punktzahl 1 = ausgezeichnet, Punktzahl 2 = sehr gut, aber nicht ideal, Punktzahl 3 = genügend mit geringen Mängeln, Punktzahl 4 = inakzeptabel aber reparierbar, Punktzahl 5 = inakzeptabel und muss ersetzt werden. Hickel et al. vergleichen ihr Bewertungssystem mit Cvar und Ryge wie folgt:

Cvar & Ryge	Hickel/FDI
Alpha	Punktzahlen 1 & 2
Bravo	Punktzahl 3
Charlie	Punktzahl 4
Delta	Punktzahl 5

Im Jahr 2010 wurden an den Richtlinien von 2007 eine Reihe von Änderungen und Verbesserungen vorgenommen.

## Mechanische Eigenschaften und In-vitro-Untersuchungen

In der Werkstoffkunde werden zahlreiche Testmethoden angewendet, um die mechanischen Eigenschaften von Materialien zu bestimmen. Mechanische Untersuchungen von Dentalmaterialien haben das Ziel, die klinische Wirksamkeit eines Materials abzuschätzen. Die Standard-Testmethoden prüfen jedoch meistens einzelne Stresszustände. Dabei sind die Einflüsse auf ein Material in der klinische Realität doch sehr viel komplexer. Trotzdem erlauben werkstoffkundliche Untersuchungen im Labor den Vergleich von verschiedenen Materialien, wenn sie unter gleichen Testbedingungen geprüft werden.

### Bruchlast

Die Bruchlast gibt den Wert an, der bei einem Bauteil zum Bruch führt. Die Werte werden meist in N (Newton) angegeben.

### Biegefestigkeit

Die Biegefestigkeit gibt den Wert der Biegespannung an, bei dessen Überschreiten ein Prüfkörper bricht. Es existieren mehrere verschiedene Methoden zur Bestimmung der Biegefestigkeit. Beispiele häufig angewandter Verfahren sind die Biaxialfestigkeit (scheibenförmiger Prüfkörper), die 3-Punkt-Biegefestigkeit und die 4-Punkt-Biegefestigkeit (jeweils Balkenproben). Die Biegefestigkeit ist stark abhängig von der verwendeten Messmethode und Oberflächenbeschaffenheit (poliert, geschliffen). Daten können nur verglichen werden, wenn die verwendete Methode übereinstimmt. Die Festigkeit wird in MPa (Mega-Pascal) angegeben.

### Bruchzähigkeit

Die Bruchzähigkeit ( $K_{IC}$ ) ist ein Mass für den Widerstand, den ein Werkstoff einem sich ausbreitenden Riss entgegensetzt.  $K_{IC}$ , auch kritischer Spannungsintensitätsfaktor oder Risszähigkeit genannt, ist der Grenzwert, bei dem das Bauteil katastrophal versagt und die gespeicherte Energie in Form von neuen Oberflächen, Wärme und kinetischer Energie frei wird. Zur Ermittlung der Bruchzähigkeit existieren verschiedene Methoden. Materialvergleiche können, wie auch bei den Biegefestigkeiten, nur gemacht werden, wenn dieselbe Methode zur Bestimmung des  $K_{IC}$  verwendet wurde. Die typischen Methoden werden unten kurz beschrieben.

#### IF (Indentation fracture)

Nach erfolgter Probenpräparation werden mit unterschiedlichen Lasten Vickers-Härteeindrücke gemacht. Die Risse, die sich an den Ecken des Eindruckes bilden, werden mit Hilfe eines Lichtmikroskopes ausgemessen. Aus der Länge dieser Risse, der aufgebrachten Last und bestimmten Materialkennwerten (E-Modul, Härte) kann die Bruchzähigkeit berechnet werden. Je nach Grösse, Form und Orientierung der Kristalle ist das Material mikroskopisch anisotrop.

#### IS (Indentation strength)

Nach erfolgter Probenpräparation werden mit unterschiedlichen Lasten Vickers-Härteeindrücke gemacht. Die Proben werden danach einem Festigkeitstest unterzogen (3-Punkt-, 4-Punkt- oder Biaxialfestigkeit). Aus dem ermittelten Festigkeitswert, der aufgebrachten Last und Materialkennwerten (E-Modul, Härte), kann die Bruchzähigkeit berechnet werden.

#### SEVNB (Single Edge V-Notched Beam) Methode

Nach erfolgter Probenpräparation wird eine definierte Kerbe mittels Diamantsäge, Rasierklinge und Polierpaste eingebracht. Die Proben werden dann einem Festigkeitstest unterzogen. Die Berechnung des  $K_{IC}$ -Werts erfolgt gemäss ISO 6872:2008.

## Härte

Die Härte ist ein Mass dafür, welchen Widerstand ein Körper dem Eindringen eines anderen Körpers entgegensetzt. Es gibt verschiedene Verfahren, wie z.B. Vickers, Knoop, Brinnell und Rockwell. Zur Prüfung der Härte wird beispielsweise beim Vickersverfahren die Oberfläche eines Materials mit einer feinen Spitze in Form einer Pyramide belastet. Je tiefer die Spitze eindringt, desto weniger hart ist das Material. Bei der Angabe Härte muss immer das Verfahren und idealerweise auch die Last und die Dauer der Lastaufbringung angegeben werden. Es sind nur Vergleiche von Werten zulässig, wenn die gleiche Methode angewandt wurde.

## E-Modul

Der Elastizitätsmodul gibt die Steifigkeit eines Materials an, also den Widerstand gegenüber (temporärer) elastischer Verformung bei Belastung. Je steifer ein Material, desto höher das Elastizitätsmodul.

## Temperaturwechselbelastung / Kausimulation / Ermüdung

Bei der Entwicklung neuer Materialien ist es wichtig zu bestimmen, wie fraktur anfällig diese unter den zu erwartenden Belastungen im Mund sind. In-vitro-Kausimulationen / Ermüdungsuntersuchungen werden oft durchgeführt, da die Ergebnisse schnell verfügbar sind und die Materialien unter standardisierten Bedingungen untersucht und verglichen werden können. Die Prüfkörper werden dabei adhäsiv auf standardisierten PMMA-Stümpfen befestigt und danach im Wasserbad einer zyklischen exzentrischen Belastung mit einem spitzen Stahl-Antagonisten und steigender Last unterzogen, z.Bsp. 100'000 Zyklen mit ca. 80 N, 100'000 Zyklen mit ca. 150 N, 100'000 Zyklen mit ca. 220 N (0,8 Hz). Gleichzeitig werden die Prüfkörper einer Temperaturwechselbelastung von je 105 Sek. Bei 5°C und 105 Sek. Bei 55°C ausgesetzt. Gemessen wird die Anzahl Zyklen bis zum Auftreten von Frakturen oder Abplatzungen.

### Dynamischer Belastungstest

Bei der dynamischen Ermüdungsprüfung werden Prüfkörper in einer kraft- bzw. weggeregelten Prüfmaschine auf Ermüdung geprüft. Bei der Prüfung von Implantaten und Implantataufbauten nach ISO 14801 werden die Prüfkörper typischerweise 2 Millionen Zyklen belastet (2 Hz, Wasser 37°C).

### Kohäsive / adhäsive Abplatzung

Eine Abplatzung (z. B. Chipping) wird kohäsiv bezeichnet wenn die Frakturfläche innerhalb eines Materials liegt, z.B. innerhalb der Verblendung. Im Gegensatz dazu wird ein Bruch adhäsiv bezeichnet, wenn er zwischen zwei Materialien liegt, z.B. an der Grenzfläche von Gerüstmaterial und Verblendung.

## Weibulltheorie/ Weibullstatistik

Keramiken zeigen im Vergleich zu anderen Werkstoffen ein besonderes Festigkeitsverhalten. Keramik frakturiert ausgehend von Fehlstellen im Bauteil. Daher hat die Fehlstellenpopulation auf die Festigkeitswerte einen grossen Einfluss, was eine relativ grosse Streuung der gemessenen Daten bewirkt. Zudem sind die Werte noch abhängig von der Bauteilgrösse, d.h. je kleiner das Bauteil, umso weniger Fehlstellen sind vorhanden und desto höher ist die Festigkeit. Diesen Umständen trägt die Weibullstatistik Rechnung.

Der sog. Weibullmodul „m“ macht eine Aussage über die Zuverlässigkeit eines Materials, je höher m, umso verlässlicher sind die gemessenen Festigkeitswerte (kleinere Streuung).

### Weibullfestigkeit $\sigma_{63,21\%}$

Bei der Ermittlung von Festigkeitswerten ergibt sich bei Keramik eine relativ grosse Streuung der Werte. Daher wird bei Keramik oft die sogenannte Weibullfestigkeit  $\sigma_{63,21\%}$  angegeben. Das heisst, das bei dieser Belastung 63,21% aller Proben der jeweiligen Messreihe versagen. Es werden auch die Begriffe "Charakteristische Festigkeit" und "Mittlere Festigkeit" verwendet.

## Überlebensraten

### Kaplan-Meier Überlebensrate

Die Kaplan-Meier Überlebensraten dienen in Studien zur Darstellung und zum Berechnen der Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Versuchsobjekt ein gewisses (meist unerwünschtes) Ereignis nicht eintritt. In Studien mit Dentalkeramiken ist der häufigste Vorfall das Versagen der Restauration. Die Besonderheit dieser Überlebenskurven ist, dass sie Drop-Outs (Ausscheider/Aussteiger) berücksichtigen, was je nach Studie Patienten und/oder Restaurationen bedeuten kann. Diese Aussteiger (Drop-Outs) werden in der Kaplan-Meier-Kurve als plötzlicher Abfall dargestellt.

## Zementierung / Befestigung

Dentalzemente oder Befestigungsmaterialien werden für die Befestigung von indirekten Restaurationen an der restlichen Zahnhartsubstanz oder dem Dentinkern verwendet. Es sind sowohl adhäsive, als auch konventionelle, nicht-adhäsive Materialien erhältlich.

### Konventionelle Befestigung

Zinkphosphat-, Carboxylat- und Glasionomer-Zemente sind alles konventionelle Materialien. Die meisten bestehen aus einer Pulver- und einer Flüssigkeitskomponente, welche manuell gemischt werden. Einige sind in Mischkapseln erhältlich. Der chemische Aushärtungsprozess beginnt unmittelbar nach dem Mischen, ohne zusätzliche Initiierung. Der präparierte Zahn muss bei diesen Materialien nicht weiter vorbehandelt werden. Die Versorgungen werden üblicherweise so eingesetzt, wie sie vom Dentallabor geliefert werden. Eine komplette Trockenlegung des präparierten Zahns ist nicht erforderlich. Allerdings ist auf eine retentive Präparation des Zahns zu achten, was oft mit einem erheblichen Verlust gesunder Zahnhartsubstanz verbunden ist. Die konventionellen Zemente sind meistens grau-opak und sind bei einer sichtbaren Zementfuge klar erkennbar. Eine Weiterentwicklung der Glasionomerzemente sind die sogenannten Hybridzemente. Zusätzlich zu den Glasionomerkomponenten enthalten Hybridzemente auch Monomere, so dass sowohl eine Aushärtungsreaktion, als auch eine Polymerisation stattfindet, um eine komplette Aushärtung zu gewährleisten. Diese Befestigungsmaterialien zeigen bessere mechanische Eigenschaften, aber sie generieren geringen Haftverbund mit der Zahnstruktur.

### Adhäsive Befestigungscomposites

Adhäsive Befestigungscomposites sind Kunststoff-Materialien, basierend auf Monomeren und anorganischen Füllern. In Verbindung mit Adhäsiven und geeigneten Primern können sie einen starken chemischen Verbund mit Zahnhartsubstanz und dem Restaurationsmaterial eingehen. Dies ermöglicht minimalinvasive Restaurationen. Man unterscheidet selbsthärtende, lichthärtende oder dualhärtende Materialien. Durch sorgfältige Auswahl der Pigmente und Farbstoffe sind zahnfarbene Befestigungscomposites nicht sichtbar, selbst bei freiliegender Zementfuge. Schmelz und Dentin werden gemäss dem Protokoll für adhäsive Befestigung vorbehandelt. Das zu befestigende Glaskeramikmaterial wird üblicherweise mit Flusssäure geätzt und mit einem Silanhaftvermittler behandelt. Der klinische Erfolg von Glaskeramik wäre ohne Composite-Befestigungsmaterialien undenkbar gewesen.

### Selbstadhäsive Composite-Zemente

Diese Materialien vereinen die Vorteile von konventionellen und adhäsiven Befestigungsmaterialien. Obwohl adhäsive Befestigungscomposites viele Vorteile aufweisen, ist ihre Anwendung arbeitsintensiv (Trockenlegung, Notwendigkeit zusätzlicher Arbeitsschritte und Produkte, wie Dentinadhäsive und Primer), während konventionelle Zemente einfacher anzuwenden sind. Selbstadhäsive Befestigungscomposites haften an der Zahnhartsubstanz und dem Restaurationsmaterial, was die Anzahl Anwendungsschritte und damit potenzielle Fehlerquellen verringert.

- Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert H F, Gernet W, Edelhoff D. (2009). High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings – a new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater* 25: 121-128
- Beuer F, Stimmelmayer M, Gernet W, Edelhoff D, Guh J F, Naumann M. (2010). Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessence Int* 41: 631-637
- Beuer F. (2011a). Bericht zur klinischen Eignung von Kronen und Brücken aus Lithium-Disilikat-Ergebnisse nach 4 Jahren. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Beuer F. (2011b). Bericht zur klinischen Eignung von IPS e.max Ceram-Verblendkeramik auf Zirkoniumoxid-Gerüstrestorationen – Ergebnisse nach 5 Jahren. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Beuer F. (2012). Bericht zur klinischen Eignung von CAD/CAM-gefertigten Verblendungen aus Lithium-Disilikat auf Zirkoniumoxid-Einzelkronengerüsten. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Bindl A. (2011). Überlebensrate und klinische Qualität von CAD/CAM-gefertigten Seitenzahnkronen aus Lithium-Disilikat-Keramik. Eine prospektive klinische Studie (2-Jahresbericht). Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Bindl A. (2012). Überlebensrate und klinische Qualität von CAD/CAM-gefertigten Seitenzahnkronen aus Lithium-Disilikat-Keramik. Eine prospektive klinische Studie (3-Jahresbericht). Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Blatz M, Saleh N, Mante F, Hariton-Gross K, Ozer F, Atlas A, Bergler M. (2014). Prospective clinical evaluation of CAD-on posterior all-ceramic fixed partial dentures. 24 months recall report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Böning K, Ullmann U, Wolf A, Lazarek K, Walter M. (2006). Dreijährige klinische Bewährung konventionell zementierter Einzelkronen aus Lithium-Disilikat-Keramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 61: 604-611
- Christensen R P, Eriksson K A, Ploeger B J. (2008). Clinical performance of PFM, zirconia and alumina three-unit posterior prostheses. *IADR Abstract #1566*, Toronto
- Cvar J, Ryge G. (1971/2005). Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. US DHEW Document, US Public Health Service 790244, Printing Office San Francisco 1971:1-42 and reprinted as Cvar J, Ryge G. Reprint of Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. *Clin Oral Invest* 2005; 9: 215-252
- El-Dimeery A, Salah T, Hamdy A, El-Mowafy O, Fenton A. (2011). Compressive fatigue-resistance and fracture strength of implant-supported ceramic crowns. *IADR Abstract #142172*, San Diego
- Eggst L, Peschke A, Huth S, Watzke R. (2016). 8-Year Clinical behavior of adhesively luted all-ceramic single-unit restorations. *IADR abstract #0113*, Jerusalem
- Etman M K, Watson T F, Woolford M. (2001). Early clinical wear of Procera-Allceram restorations and an experimental ceramic. *J Dent Res* 80: 642
- Etman M K, Woolford M J (2008). Seven-year clinical evaluation of all-ceramic crowns: wear and crack analysis. *IADR Abstract #308*, Toronto
- Etman M K, Woolford M J. (2010). Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: a preliminary study. *J Prosthet Dent* 103: 80-90
- Fasbinder D J, Dennison J B. (2009). Clinical Evaluation of CAD/CAM zirconium ceramic crowns and fixed partial dentures. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Fasbinder D J, Dennison J B, Heys D, Neiva G. (2010). A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J Am Dent Assoc* 141 Suppl 2:10S-14S
- Fasbinder D J, Neiva G, Heys D, Heys R. (2017a). Clinical evaluation of glass ceramic material for chairside CAD/CAM crowns: 10-year report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Fasbinder D J, Neiva G, Heys D, Heys R. (2017b). Clinical evaluation of chairside CAD/CAM lithium disilicate fixed partial dentures: 2-year report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Gehrt M A, Rafai N, Reich S, Wolfart S, Edelhoff D. (2010). Outcome of Lithium-disilicate crowns after 8 years. *IADR Abstract #656*, Barcelona
- Gehrt M, Tinschert J, Schley J, Wolfart S. (2012). Heat-pressed veneered zirconia crowns: 4 years of clinical performance. *IADR Abstract #150*, Helsinki
- Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. (2013). Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Invest*. 17: 275 – 284
- Grohmann P, Bindl A, Hämmerle C, Mehl A, Sailer I. Three-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDPs) veneered with layered and milled (CAD-on) veneering ceramics: 1 year follow-up of a randomized controlled clinical trial. *Quintessence Int* 2015:816-870
- Guess P C. (2009). Einfluss von Verblendtechniken auf das Versagensverhalten und die Dauerbelastbarkeit von Y-TZP-Dreischichtsystemen. *The European Journal of Esthetic Dentistry* 4: 284-299
- Guess P C, Zavanelli R A, Silva N R F A, Bonfante E A, Coelho P G, Thompson V P. (2010a). Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: Comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*, 2010; 23 (5) 434-42
- Guess P C, Silva N R, Bonfante E A, Coelho P G, Zavanelli R, Thompson V P. (2010b). Veneering technique effect on fatigue reliability of zirconia-based all-ceramic crowns. *J Dent Res (Spec Iss B)* 2010; 89
- Guess P C, Selz C F, Steinhart Y-N, Stampf S, Strub J R. (2013). Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial coverage restorations: 7-year results. *Int J Prosthodont*. Jan-Feb; 26 (1): 21-5
- Heintze S D, Rousson V. (2010a). Fracture rates of IPS Empress all-ceramic crowns – a systematic review. *Int J Prosthodont* 23: 129-133
- Heintze S D, Rousson V. (2010b). Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. *Int J Prosthodont* 23: 493-502
- Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjor IA, Peters M, et al. (2007) Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98--FDI World Dental Federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restorations including onlays and partial crowns. *J Adhes Dent* 2007; 9 Suppl. 1: 121-147

## Literatur

- Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjor I, Bayne S, Peters M, et al. (2010). FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *J Adhes Dent* 2010; 12:259-272
- Hill T, Tysowsky G. (2016). Fracture toughness of five CAD/CAM glass ceramics. Ivoclar Vivadent Inc., Amherst NY, USA. AADR Abstract #1672 Los Angeles
- Kern M, Sasse M, Wolfart S. (2012). Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic. *J Am Dent Assoc.* 143(3): 234-40
- Malament K A. (2015). Reflections on modern dental ceramics. *Dentistry Today, Viewpoint*, November 2015 34 (11): 10-12
- Malament K A. (2017). Survival of lithium disilicate glass ceramic dental restorations over ten years. Study Report. Publication pending. Daten liegen vor
- Martins L D M, Coelho P G, Valverde G B, Bonfante E A, Bonfante G, Rekow E D, Thompson V P, Silva N R F A. (2011). Reliability: reduced-thickness and thinly-veneered lithium disilicate vs. MCR and Y-TZP crowns. IADR Abstract #149736, San Diego
- Muñoz C A. (2009). Clinical evaluation of a self-adhesive resin cement on all-ceramic crowns - 2 year report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Naenni N, Bindl A, Sax C, Hämmerle C, Sailer I. (2015). A randomized controlled clinical trial of 3-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDP) with layered or pressed veneering ceramics: 3-year results. *J Dent Nov* 43 (11) 1365-70
- Nathanson D. (2008). Clinical performance and fit of a milled ceramic crown system. IADR Abstract #303, Toronto
- Peschke A, Enggist L, Watzke R. (2013). 2-Year Clinical behavior of adhesively cemented all-ceramic single-unit restorations. IADR abstract #181, Seattle
- Pjetursson B E, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle C H F. (2007). A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. *Clin Oral Implants Res.* 18 Suppl 3: 73-85.
- Rauch A, Schierz O. (2017). Klinische Studie zur Bewertung einer maschinenbearbeitbaren Keramik (IPS e.max CAD LT) zur chair-side Herstellung von Einzelzahnrestorationen. 120-Monats-Bericht. Leipzig University. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Randi W, Randi A, Hill T. (2017). Evaluation of biaxial flexural strength and fracture toughness of a zirconia-reinforced dental ceramic. 47<sup>th</sup> Annual Session of the American College of Prosthodontists. Digital poster session #102, San Francisco
- Reich S, Endres L, Weber C, Wiedhahn K, Neumann P, Schneider O, Rafai N, Wolfart S. (2014). Three-unit CAD/CAM generated lithium-disilicate FDPs after a mean observation time of 46 months. *Clin Oral Investig.* Dec;18 (9):2171-8. doi: 10.1007/s00784-014-1191-8. Epub
- Reich S, Wolfart S. (2017). Prospektive randomisierte kontrollierte Interventionsstudie von chair-side gefertigten monolithischen Einzelzahnimplantatsuprakonstruktion aus einer CAD/CAM Lithium-Disilikat-Keramik: Baselinebericht. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Richter J, Schweiger J, Gernet W, Beuer F. (2009). Clinical Performance of CAD/CAM-fabricated lithium disilicate restorations. IADR Abstract #82, Munich
- Sailer I, Grohmann P, Hämmerle C H F, Mehl A, Bindl A. (2012). A randomized clinical trial of 3-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDPs) veneered with layered and milled (CAD-on) veneering ceramics. Baseline report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Sailer I, Bonani T, Brodbeck U, Hämmerle C H F. (2013) Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *Int J Prosthodont.* Sep-Oct; 26 (5): 443-50.
- Sailer I, Makarov N A, Thoma D S, Zwahlen M, Pjetursson B E. (2015) All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater;* 31: 603–623
- Sasse M, Kern M. (2013). Klinische Bewährung von einflügeligen CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidkeramik-Adhäsivbrücken nach fünf Jahren. *Int J of Comp Dent.* 16: 109-118
- Schley J S, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S. (2010). Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 yr: a systematic review of the literature. *Eur J Oral Sci* 118: 443-450
- Schmitz J, Cortellini D, Granata S, Valenti M. (2017). Monolithic lithium disilicate complete single crowns with feather-edge preparation design in the posterior region: A multicentric retrospective study up to 12 years. *Quintessence Int.* 2017 Jul 20:601-608. doi: 10.3290/j.qi.a38678. Epub ahead of print
- Schultheis S, Strub J R, Gerds T A, Guess P C (2013). Monolithic and bi-layer CAD/CAM lithium-disilicate versus metal-ceramic fixed dental prostheses: comparison of fracture loads and failure modes after fatigue. *Clin Oral Investig.* Jun; 17 (5): 1407-13. doi: 10.1007/s00784-012-0830-1. Epub 2012 Sep 22
- Seibicke K, Schiffer H, Plümäkers B, Rink L, Wolfart S. (2012). Biocompatibility of All-Ceramic-Restorations on the basis of inflammatory parameters. IADR Abstract #1676, Seattle
- Sorensen J A, Trotman R, Yokojama K. (2009a). Clinical Longevity of e.max ZirCAD posterior fixed partial dentures. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Sorensen J A, Trotman R, Yokoyama K. (2009b). IPS e.max CAD Posterior Crown Clinical Study. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Spies B C, Pieralli S, Vach K, Kohal R-J. (2017). CAD/CAM-fabricated ceramic implant-supported single crowns made from lithium disilicate: Final results of a 5-year prospective cohort study. *Clin Implant Dent Relat Res.* Sep 21. doi: 10.1111/clr.13072. Epub ahead of print
- Stanford C. (2009). Outcome evaluation of all ceramic crowns and fixed partial dentures bonded with two different dental cements. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Stappert C F, Att W, Strub J R. (2002). Überlebensrate und Bruchfestigkeit von vollkeramischen Teilkronen unterschiedlicher Präparation nach thermozyklischer Kausimulation. Eine in-vitro-Studie. Abstracts. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor
- Stappert C F, Guess P C, Gerds T, Strub J R. (2005). All-ceramic partial coverage premolar restorations. Cavity preparation design, reliability and fracture resistance after fatigue. *Am J Dent* 18: 275-280

Stappert C F, Att W, Gerdts T, Strub J R. (2006). Fracture resistance of different partial-coverage ceramic molar restorations: An in vitro investigation. *J Am Dent Assoc* 137: 514-522

Steiner M, Sasse M, Kern M. (2011). Fracture resistance of all-ceramic crown systems. IADR Abstract #2999, San Diego

The Dental Advisor (2010). IPS e.max 4-year Clinical Performance Report. 2010 Vol. 27, No. 05

The Dental Advisor (2012). IPS e.max 5-year Clinical Performance Report. 2012 Vol. 29, No. 06

The Dental Advisor (2016). IPS e.max CAD 5-year Clinical Performance Report. 2016 Vol. 33, No. 10

Thompson V P, Coelho P, Silva N R F A. (2012). Reliability and failure modes of a new ceramic abutment prototype. Research report. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor

Tinschert J. (2008). Klinisch prospektive Studie zur Haltbarkeit von überpressten Seitenzahnkronen aus Zirkoniumoxid. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor

Valenti M, Valenti A. (2015). Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation. *The International Journal of Esthetic Dentistry Summer*: 10 (2): 246-57

Vu K. (2017). Mechanical and optical characteristics of zirconia-reinforced lithium silicate CAD/CAM restorative material. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor

Watzke R, Huth S, Enggist L, Peschke A. (2014). 4 years clinical behavior of CAD-on restorations. *J Dent Res (Spec Iss B)*: 93

Wendler M, Belli R, Petschelt A, Mevec D, Harrer W, Lube T, Danzer R, Lohbauer U. (2016). Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dental Materials* 33: 99-109

Wolfart S, Bohlsen F, Wegner S M, Kern M. (2005). A preliminary prospective evaluation of all-ceramic crown-retained and inlay-retained fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 18: 497-505

Wolfart S, Eschbach S, Scherrer S, Kern M. (2009). Clinical outcome of three-unit lithium-disilicate glass-ceramic fixed dental prostheses: up to 8 years results. *Dent Mater* 25: 63-71

Zhang Y. (2017). Short beam toughness and biaxial flexural strength of IPS e.max CAD and Celtra Duo glass ceramics. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor

Zhang Y. (2017/2018). Pre-submission report for AADR 2018. Studienbericht für Ivoclar Vivadent. Daten liegen vor

Wir stehen nicht für die Genauigkeit, den Wahrheitsgehalt oder die Zuverlässigkeit der von Dritten stammenden Informationen ein. Für den Gebrauch der Informationen wird keine Haftung übernommen, auch wenn wir gegenteilige Informationen erhalten. Der Gebrauch der Informationen geschieht auf eigenes Risiko. Sie werden Ihnen „wie erhalten“ zur Verfügung gestellt, ohne explizite oder implizite Garantie betreffend Brauchbarkeit oder Eignung (ohne Einschränkung) für einen bestimmten Zweck.

Die Informationen werden kostenlos zur Verfügung gestellt und weder wir, noch eine mit uns verbundene Partei, können für etwaige direkte, indirekte, mittelbare oder spezifische Schäden (inklusive aber nicht ausschließlich Schäden auf Grund von abhanden gekommener Information, Nutzungsausfall oder Kosten, welche aus dem Beschaffen von vergleichbare Informationen entstehen) noch für poenale Schadenersätze haftbar gemacht werden, welche auf Grund des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Informationen entstehen, selbst wenn wir oder unsere Vertreter über die Möglichkeit solcher Schäden informiert sind.

# Ivoclar Vivadent – worldwide

**Ivoclar Vivadent AG**  
Bendererstrasse 2  
9494 Schaan  
Liechtenstein  
Tel. +423 235 35 35  
Fax +423 235 33 60  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent Pty. Ltd.**  
1 – 5 Overseas Drive  
P.O. Box 367  
Noble Park, Vic. 3174  
Australia  
Tel. +61 3 9795 9599  
Fax +61 3 9795 9645  
www.ivoclarvivadent.com.au

**Ivoclar Vivadent GmbH**  
Tech Gate Vienna  
Donau-City-Strasse 1  
1220 Wien  
Austria  
Tel. +43 1 263 191 10  
Fax: +43 1 263 191 111  
www.ivoclarvivadent.at

**Ivoclar Vivadent Ltda.**  
Alameda Caiapós, 723  
Centro Empresarial Tamboaré  
CEP 06460-110 Barueri – SP  
Brazil  
Tel. +55 11 2424 7400  
www.ivoclarvivadent.com.br

**Ivoclar Vivadent Inc.**  
1-6600 Dixie Road  
Mississauga, Ontario  
L5T 2Y2  
Canada  
Tel. +1 905 670 8499  
Fax +1 905 670 3102  
www.ivoclarvivadent.us

**Ivoclar Vivadent Shanghai Trading Co., Ltd.**  
2/F Building 1, 881 Wuding Road,  
Jing An District  
200040 Shanghai  
China  
Tel. +86 21 6032 1657  
Fax +86 21 6176 0968  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.**  
Calle 134 No. 7-B-83, Of. 520  
Bogotá  
Colombia  
Tel. +57 1 627 3399  
Fax +57 1 633 1663  
www.ivoclarvivadent.co

**Ivoclar Vivadent SAS**  
B.P. 118  
74410 Saint-Jorioz  
France  
Tel. +33 4 50 88 64 00  
Fax +33 4 50 68 91 52  
www.ivoclarvivadent.fr

**Ivoclar Vivadent GmbH**  
Dr. Adolf-Schneider-Str. 2  
73479 Ellwangen, Jagst  
Germany  
Tel. +49 7961 889 0  
Fax +49 7961 6326  
www.ivoclarvivadent.de

**Ivoclar Vivadent Marketing (India) Pvt. Ltd.**  
503/504 Raheja Plaza  
15 B Shah Industrial Estate  
Veera Desai Road, Andheri (West)  
Mumbai, 400 053  
India  
Tel. +91 22 2673 0302  
Fax +91 22 2673 0301  
www.ivoclarvivadent.in

**Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.**  
The Icon  
Horizon Broadway BSD  
Block M5 No. 1  
Kecamatan Cisauk Kelurahan  
Sampora  
15345 Tangerang Selatan –  
Banten  
Indonesia  
Tel. +62 21 3003 2932  
Fax +62 21 3003 2934  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent s.r.l.**  
Via del Lavoro, 47  
40033 Casalecchio di Reno (BO)  
Italy  
Tel. +39 051 6113555  
Fax +39 051 6113565  
www.ivoclarvivadent.it

**Ivoclar Vivadent K.K.**  
1-28-24-4F Hongo  
Bunkyo-ku  
Tokyo 113-0033  
Japan  
Tel. +81 3 6903 3535  
Fax +81 3 5844 3657  
www.ivoclarvivadent.jp

**Ivoclar Vivadent Ltd.**  
4F TAMIYA Bldg.  
215 Baumoe-ro  
Seocho-gu  
Seoul, 06740  
Republic of Korea  
Tel. +82 2 536 0714  
Fax +82 2 6499 0744  
www.ivoclarvivadent.co.kr

**Ivoclar Vivadent S.A. de C.V.**  
Calzada de Tlalpan 564,  
Col Moderna, Del Benito Juárez  
03810 México, D.F.  
México  
Tel. +52 (55) 50 62 10 00  
Fax +52 (55) 50 62 10 29  
www.ivoclarvivadent.com.mx

**Ivoclar Vivadent BV**  
De Fruittuinen 32  
2132 NZ Hoofddorp  
Netherlands  
Tel. +31 23 529 3791  
Fax +31 23 555 4504  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent Ltd.**  
12 Omega St, Rosedale  
PO Box 303011 North Harbour  
Auckland 0751  
New Zealand  
Tel. +64 9 914 9999  
Fax +64 9 914 9990  
www.ivoclarvivadent.co.nz

**Ivoclar Vivadent Polska Sp. z o.o.**  
Al. Jana Pawła II 78  
00-175 Warszawa  
Poland  
Tel. +48 22 635 5496  
Fax +48 22 635 5469  
www.ivoclarvivadent.pl

**Ivoclar Vivadent LLC**  
Prospekt Andropova 18 korp. 6/  
office 10-06  
115432 Moscow  
Russia  
Tel. +7 499 418 0300  
Fax +7 499 418 0310  
www.ivoclarvivadent.ru

**Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.**  
Qlaya Main St.  
Siricon Building No.14, 2<sup>nd</sup> Floor  
Office No. 204  
P.O. Box 300146  
Riyadh 11372  
Saudi Arabia  
Tel. +966 11 293 8345  
Fax +966 11 293 8344  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent S.L.U.**  
Carretera de Fuencarral n°24  
Portal 1 – Planta Baja  
28108-Alcobendas (Madrid)  
Spain  
Tel. +34 91 375 78 20  
Fax +34 91 375 78 38  
www.ivoclarvivadent.es

**Ivoclar Vivadent AB**  
Dalvägen 14  
169 56 Solna  
Sweden  
Tel. +46 8 514 939 30  
Fax +46 8 514 939 40  
www.ivoclarvivadent.se

**Ivoclar Vivadent Liaison Office**  
: Tesvikiye Mahallesi  
Sakayik Sokak  
Nisantas' Plaza No:38/2  
Kat:5 Daire:24  
34021 Sisli – Istanbul  
Turkey  
Tel. +90 212 343 0802  
Fax +90 212 343 0842  
www.ivoclarvivadent.com

**Ivoclar Vivadent Limited**  
Compass Building  
Feldspar Close  
Warrens Business Park  
Enderby  
Leicester LE19 4SD  
United Kingdom  
Tel. +44 116 284 7880  
Fax +44 116 284 7881  
www.ivoclarvivadent.co.uk

**Ivoclar Vivadent, Inc.**  
175 Pineview Drive  
Amherst, N.Y. 14228  
USA  
Tel. +1 800 533 6825  
Fax +1 716 691 2285  
www.ivoclarvivadent.us



Dies ist ein Produkt aus unserer Kategorie Festsitzende Prothetik. Produkte aus dieser Kategorie sind jeweils optimal aufeinander abgestimmt.