



**Machen wir es uns leicht!**

## **Monobond Plus**

**Wissenschaftliche Dokumentation**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Glaskeramik, Silikat</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, Nichtedelmetalle</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Gold und Edelmetalle</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Monobond Plus</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Technische Daten</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Studien und Untersuchungen</b> .....	<b>10</b>
<b>4.1 Zughaftung auf verschiedenen Substraten</b> .....	<b>10</b>
<b>4.2 Scherhaftung im Vergleich zu Monobond-S und Metal / Zirconia Primer</b> .....	<b>11</b>
<b>4.3 Scherhaftung auf Zirkoniumoxid</b> .....	<b>12</b>
<b>4.4 Abzugsversuche mit dem Wurzelstift FRC Postec Plus</b> .....	<b>13</b>
<b>4.5 Lagerstabilität bei Raumtemperatur</b> .....	<b>13</b>
<b>5. Biokompatibilität</b> .....	<b>15</b>
<b>6. Literatur</b> .....	<b>15</b>

Monobond Plus ist ein universeller Haftvermittler für alle Arten restaurativer Materialien. Er wird dort angewendet, wo ein adhäsiver Verbund zwischen Zahnhartsubstanz und Restauration gefordert oder gewünscht ist.



## 1. Einleitung

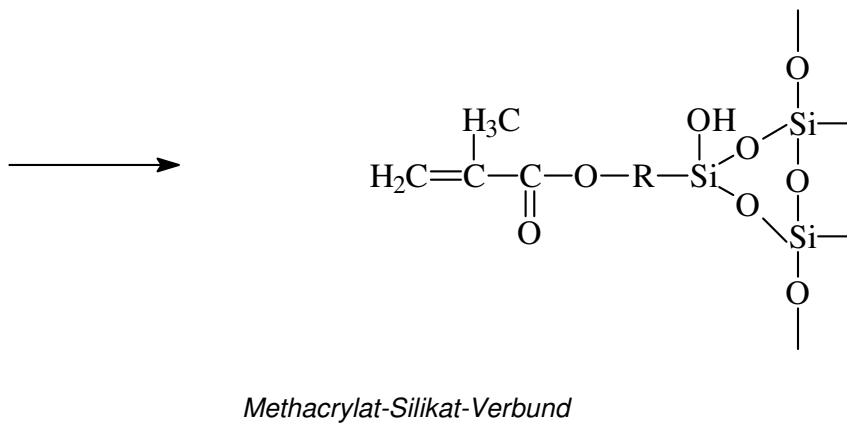
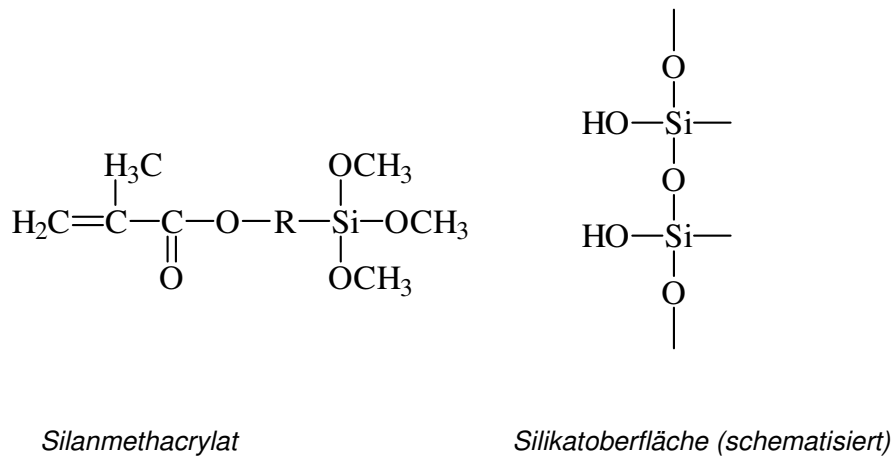
Der modernen Zahnheilkunde stehen unterschiedliche Materialien für alle Arten von Restaurationen zur Verfügung. Je nach Einsatzgebiet sind die Ansprüche an Preis, Festigkeit, Biokompatibilität und Ästhetik der Werkstoffe unterschiedlich. Genauso verhält es sich mit der Befestigung der Restaurationen. Auch hier spielen Langlebigkeit, Ästhetik und biologische Wirkung eine Rolle. Bei einer retentiven Kronenpräparation sind gewöhnliche Zemente meist ausreichend. Da sie durch Auswaschungen bioaktive Wirkstoffe freisetzen, ist trotz der reduzierten Versiegelungswirkung das Risiko von Sekundärkaries relativ gering. Bei weniger retentiven Präparationen ist eine adhäsive Befestigung notwendig. Hier werden Befestigungskomposite in Kombination mit Dentinadhäsiven verwendet. Mit Hilfe spezieller Primer wird ausserdem eine Haftung zum restaurativen Material aufgebaut.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass konventionell präparierte Kronenstümpfe zementiert und alle anderen Präparationen besser adhäsiv befestigt werden. Dazu gehören auch die meisten Inlays, Onlays, Adhäsiv (Maryland)-Brücken und Veneers. Ausserdem werden Glaskeramiken, wie IPS Empress, und indirekte Composites adhäsiv befestigt um die Lebenserwartung dieser Restaurationen zu erhöhen. Klinisch haben sich adhäsiv befestigte Restaurationen hervorragend bewährt. Wichtig sind dabei das Adhäsivsystem zur Zahnhartsubstanz und im Besonderen zum Dentin und der Haftvermittler zur Restauration. Im Vergleich zum Dentin, wo sich die Adhäsivsysteme in den letzten Jahren immer weiter entwickelten und der Haftmechanismus immer besser verstanden wird, ist die Bindung zu

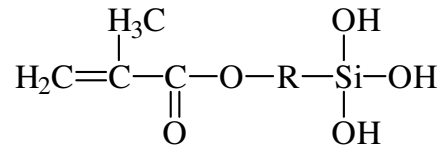
den verschiedenen Substraten der restaurativen Materialien ein recht neues Untersuchungsgebiet. Erschwert wird die Thematik durch die Anzahl verschiedener Werkstoffe, die als restauratives Material Verwendung finden können.

### 1.1 Glaskeramik, Silikat

Alle auf Silikat-basierenden Keramiken lassen sich mit Flusssäure ätzen, wodurch ein mikroretentives Ätzmuster geschaffen wird. Auf diese Weise wird die Oberfläche deutlich vergrößert. Im Anschluss folgt ein Silanisierungsschritt. Üblicherweise werden Methacrylatmonomere verwendet, die eine Trialkoxysilan-Gruppe besitzen. Mit dieser funktionellen Gruppe findet die Anbindung an die Silikatoberfläche der Restauration statt.



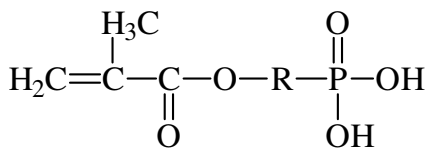
Chemisch gesehen wird das Trimethoxysilan erst hydrolysiert. Das Zwischenprodukt reagiert dann mit der Silikatoberfläche unter einer Kondensationsreaktion.



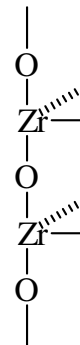
*Trihydroxysilan (reaktives Zwischenprodukt)*

### 1.2 Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, Nichtedelmetalle

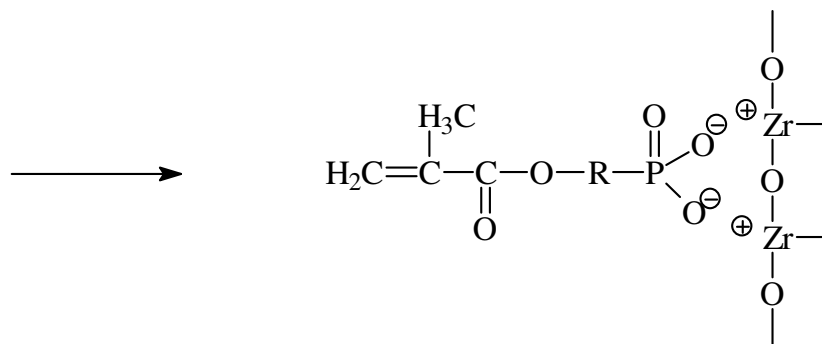
Charakteristisch für diese Klasse von Werkstoffen ist die grosse Affinität zu Phosphorsäure. Diese Metalle bilden mit Phosphorsäure schwerlösliche Phosphate. Um eine Anbindung an entsprechende Restaurationen zu erzielen, benutzt man Methacrylat-Monomere mit einer funktionellen Phosphorsäure-Gruppe. Durch Bildung der sehr stabilen Phosphat-Verknüpfung wird ein starker und hydrolysesicherer Haftverbund erhalten. Die Werkstoffe werden vor der Behandlung mit dem Haftvermittler mit Aluminiumoxid sandgestrahlt um eine zusätzliche mechanische Mikroretention zu erzielen.



*Phosphorsäure-Methacrylat*



*Zirkoniumoxid (schematisiert)*



*Methacrylat-Zirkoniumoxid-Verbund*

Die hohe Reaktivität dieser Metalle mit Phosphorsäure muss auch bei der Reinigung beachtet werden. Phosphorsäuregel bildet auf der Restaurationsoberfläche eine stabile Phosphatschicht und macht die Oberfläche somit immun gegen die Wirkung eines Haftvermittlers. Entsprechend niedrig sind die Haftwerte, die man nach der Reinigung mit Phosphorsäure erzielt.

Demnach darf eine zum Beispiel mit Speichel verunreinigte Restauration aus Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid oder Nichteledmetallen niemals mit Phosphorsäure gereinigt werden. Stattdessen sollen Äthanol oder andere empfohlene Materialien verwendet werden.

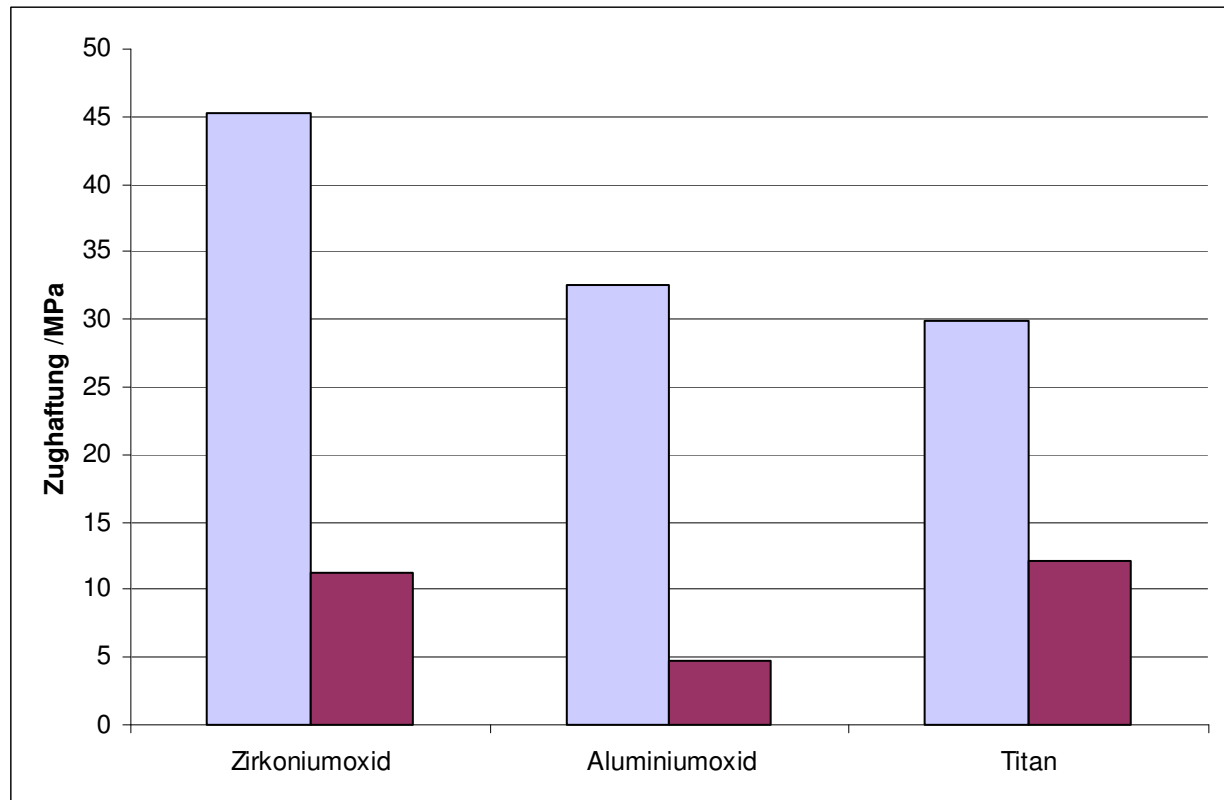


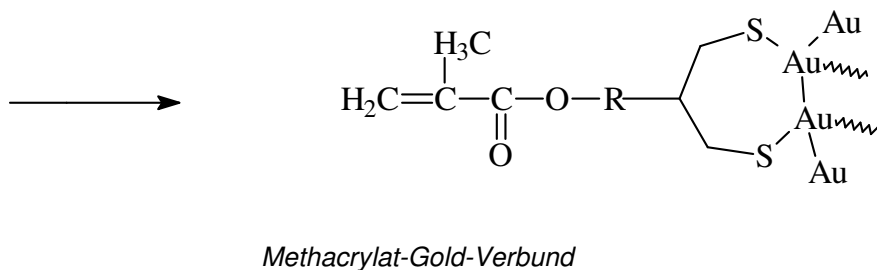
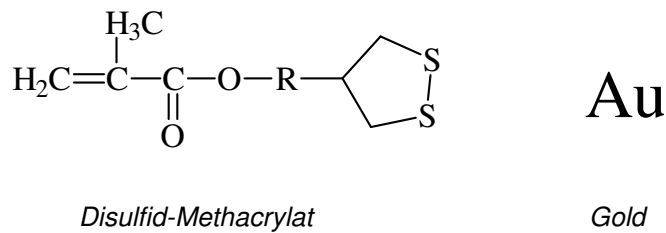
Abb. 1: Zughaftung mit Monobond Plus und Multilink Automix ohne (hell) und mit (dunkel) Vorbehandlung mit Phosphorsäure (Ivoclar Vivadent, R&D 2008)

Bei dieser Untersuchung wurden die Prüfkörper sandgestrahlt und anschliessend im Ultraschallbad gereinigt. Eine Hälfte hatte einen einminütigen Kontakt mit Phosphorsäuregel (Total Etch) bevor sie mit Wasser abgestrahlt und getrocknet wurden. Nach Vorbehandlung mit Monobond Plus wurde ein Kompositblock mit Multilink Automix befestigt. Die Zugfestigkeit wurde ermittelt nachdem die Probekörper 5000 Zyklen einer Thermowechselast von 5°C und 55°C durchlitten hatten.

### 1.3 Gold und Edelmetalle

Bei diesen Werkstoffen macht man sich die leichte Bildung einer Sulfidschicht zu eigen. Diese Reaktion kennt der Laie beim Anlaufen von Silber. Idealerweise reagiert eine Thiol- bzw. Mercaptangruppe mit der Edelmetalloberfläche unter Bildung einer Sulfidverbindung. Leider sind diese Mercaptangruppen mit Methacrylatgruppen nicht kompatibel, so dass auf chemische Alternativen ausgewichen werden muss.

Im Monobond Plus befindet sich ein Methacrylat-Monomer, das eine cyclische Disulfid-Gruppe enthält. Bei der Reaktion an der Metalloberfläche öffnet sich diese Ringstruktur und das Monomer bindet über ein Schwefelatom an das Metall. Auch hier wird vorher durch Sandstrahlen eine mikromechanische Retention erzeugt.



## 2. Monobond Plus



Das einzigartige an Monobond Plus ist, dass es die verschiedenen Haftvermittler in einer einzigen Flasche enthält. Die Applikation ist auf jedem Werkstoff gleich. Monobond Plus darf 60 s einwirken. In dieser Zeit bildet sich eine Schicht mit dem jeweilig aktiven Monomer. Das überschüssige Monomer wird anschliessend mit dem Lösungsmittel verblasen. Durch die Schichtbildung wird die vorher hydrophile Oberfläche hydrophob. Somit kann das Befestigungskomposit das restaurative Material optimal benetzen. Durch die chemische Einbindung der freien Methacrylatgruppen beim Aushärten der Kompositmatrix wird eine sehr gute Haftwirkung erreicht.



### 3. Technische Daten

<u>Standard-Zusammensetzung</u>	(in Gew.-%)
Haftmonomere	4
Ethanol	96

#### Physikalische Eigenschaften

Brechungsindex $n_D^{20}$	1.3646
Dichte (22.1 °C)	0.7938 g/ml

## 4. Studien und Untersuchungen

### 4.1 Zughaftung auf verschiedenen Substraten

An der Universität Kiel wurde die Zughaftung von Variolink II bzw. Multilink Automix an verschiedenen Substraten nach 3 bzw. 160 Tagen Wasserlagerung getestet. Die Proben der Langzeitmessung wurden ausserdem noch 75'000 Thermocyclen ausgesetzt.

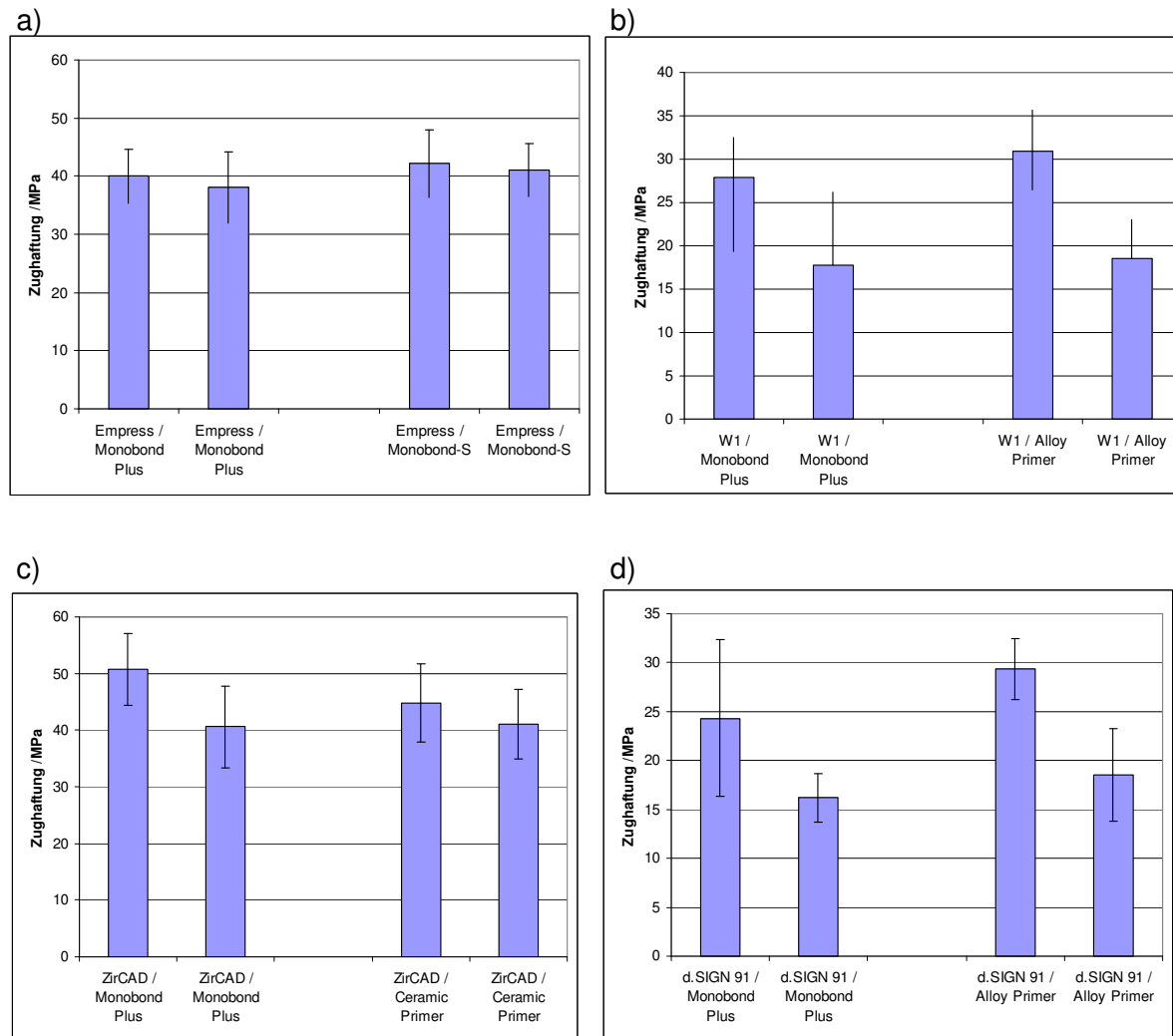


Abb. 2: Zughaftung von Monobond Plus an verschiedenen Substraten im Vergleich zu Monobond-S, Ceramic Primer und Alloy Primer nach 3 bzw. 160 Tagen Wasserlagerung: a) Leuzit-Glaskeramik IPS Empress b) Pd-basierende Legierung W1 c) Y-TZP IPS e.max ZirCAD d) Goldlegierung d.SIGN 91 (Prof. Kern, Universität Kiel, 2008)

An der Glaskeramik Empress erwies sich der Universal Primer dem Monobond-S ebenbürtig. Hier wurde das dualhärtende Variolink II als Befestigungskomposit verwendet. Auf Zirkoniumoxid zeigte das Monobond Plus, dass es sich mit Multilink Automix verhält wie der Ceramic Primer von Kuraray, der einen vergleichbaren Wirkmechanismus verwendet. Auf den Legierungen W1 und d.SIGN 91 nimmt die Haftung nach Langzeitlagerung geringfügig ab. Das ist aber vergleichbar dem Alloy Primer von Kuraray.

#### 4.2 Scherhaftung im Vergleich zu Monobond-S und Metal / Zirconia Primer

Bei Dental Advisor wurde die Scherhaftung nach der Ultradent-Methode untersucht. Auch hier wurde verglichen, wie sich das Monobond Plus im Vergleich zu Monobond-S (Empress) und Metall/Zirconia Primer verhält.

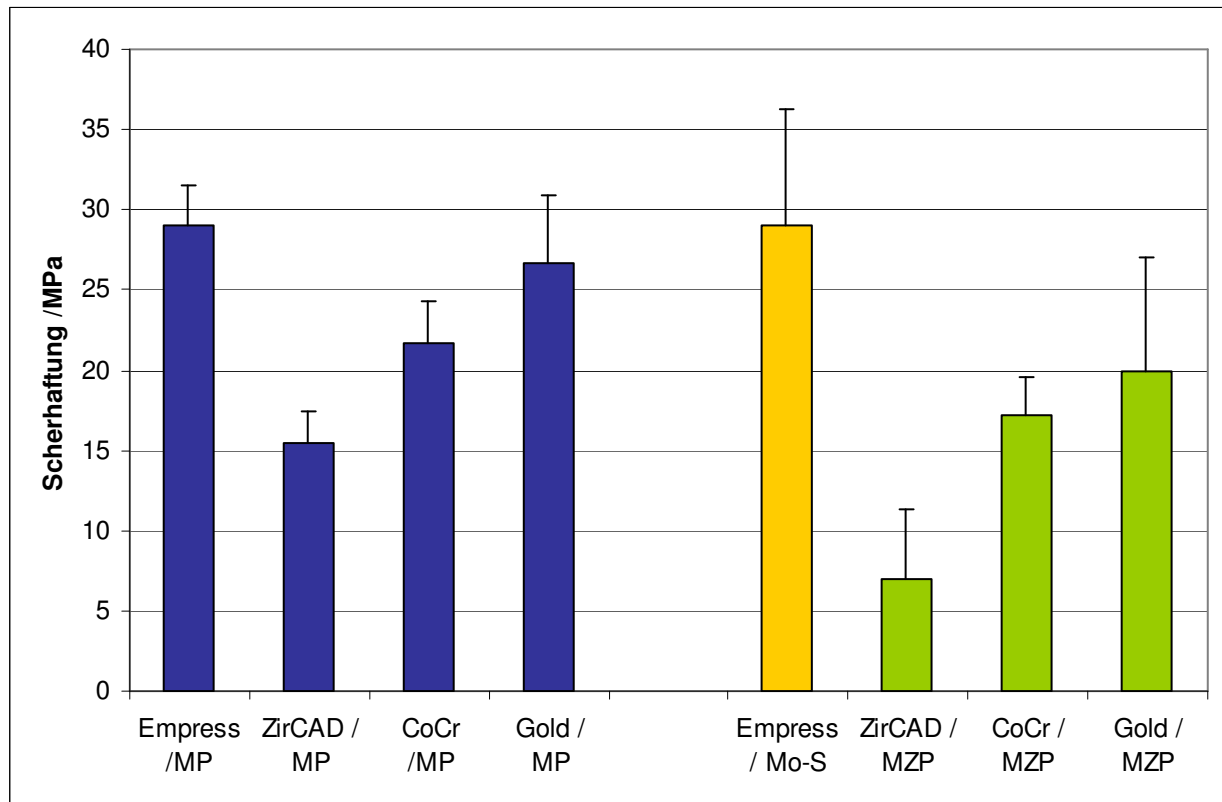


Abb. 3: Scherhaftung mit Monobond Plus gegenüber Monobond-S bzw. Metal / Zirconia Primer auf IPS Empress, IPS e.max ZrCAD, Cobalt/Chrom-Legierung und einer Hochgold-Legierung (Prof. Powers, Dental Advisor, 2008)

Monobond Plus erzielt mit Multilink Automix die gleichen Haftwerte wie Monobond-S an Empress und verbesserte Haftung gegenüber dem Metal/Zirconia Primer.

### 4.3 Scherhaftung auf Zirkoniumoxid

Prof. Irie aus Tokio befestigte einen Kompositkörper aus Filtek Z250 an Lava (Zirkoniumoxid) und scherte ihn nach Befestigung mit unterschiedlichen Systemen ab.

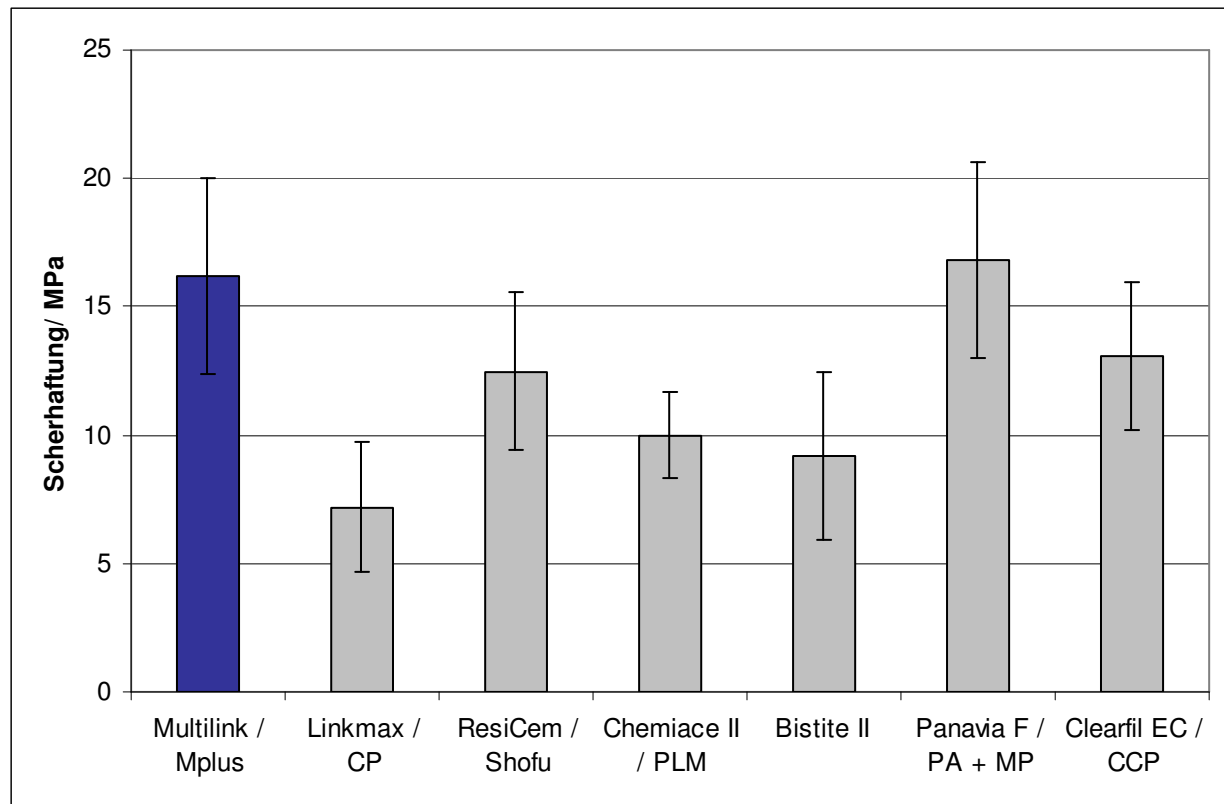


Abb. 4: Scherhaftung von Multilink Automix in Gegenwart von Monobond Plus auf dem Zirkoniumoxid Lava. Untersuchte Systeme: Multilink Automix/Monobond Plus (Ivoclar Vivadent), Linkmax/Ceramic Primer (GC), ResiCem/Al-Zr Primer (Shofu), Chemicace II/Porcelain Liner M (Sun Medical), Bistite II (Tokuyama Dental), Panavia F 2.0/Porcelain Activator/Mega Primer (Kuraray Medical) und Clearfil Esthetic Cement/Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Medical) (Prof. Irie, Tokio, 2008).

Das System Multilink Automix / Monobond Plus zeigte nach 24 h Wasserlagerung ähnliche Scherhaftwerte wie Panavia F 2.0 / Porcelain Activator / Mega Primer von Kuraray Medical. Alle anderen Systeme waren deutlich unterlegen.

#### 4.4 Abzugsversuche mit dem Wurzelstift FRC Postec Plus

Glasfaserverstärkte Komposit-Stifte, wie FRC Postec Plus, werden adhäsiv im Wurzelkanal befestigt. Als Haftvermittler dient ein Silan.

In einer *in vitro* – Untersuchung auf der Basis eines Pull-out-Tests soll gezeigt werden, dass sich das Monobond Plus als Haftvermittler ebenso verhält wie klinisch bewährte Systeme.

Die Wurzelstifte wurden 60 s mit Total Etch gereinigt, mit destilliertem Wasser abgespült und trockengeblasen. Die Stifte wurden dann mit dem Primer (Monobond-S bzw. Monobond Plus) konditioniert und mit Multilink Automix oder MultiCore Flow eingesetzt.

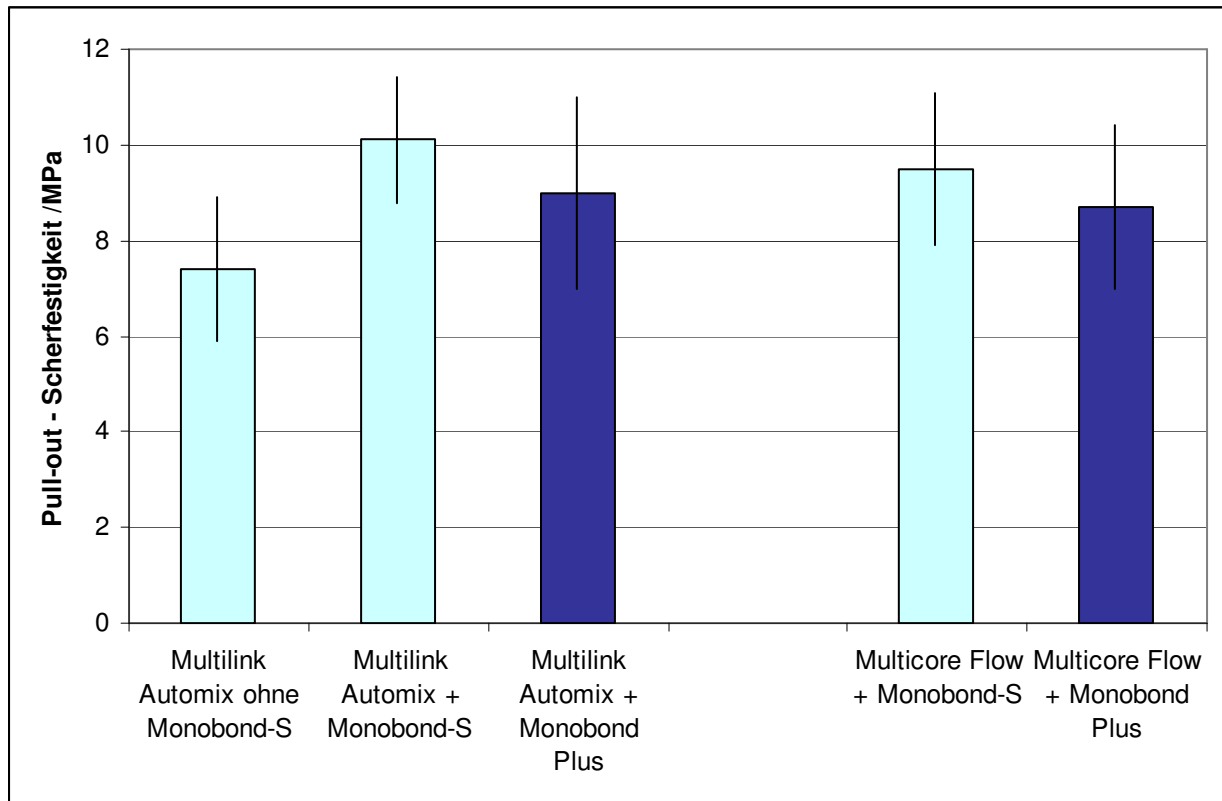


Abb. 5: Pull-out Versuche mit FRC Postec Plus nach adhäsiver Befestigung in Gegenwart von Monobond-S bzw. Monobond Plus (Ivoclar Vivadent, R&D 2008)

Die Auszugfestigkeit nach Behandlung des FRC-Stifts mit Monobond Plus ist im selben Bereich wie nach der Behandlung mit dem bewährten Monobond-S. Die Wurzelstifte wurden vorher mit Phosphorsäuregel gereinigt.

#### 4.5 Lagerstabilität bei Raumtemperatur

Monobond Plus ist eine stark verdünnte alkoholische Lösung von drei aktiven Reagenzien: einem Silan, einem Phosphorsäurereagenz und einem Disulfid (siehe Kapitel 1. bis 1.3). In dieser Kombination sind die drei aktiven Reagenzien untereinander stabil. Dieses Verhalten wurde in *real time* – Stabilitätstests bestätigt (siehe Abb.6).

In diesen Testreihen wurden Composite-Prüfkörper mit Multilink Automix und Monobond Plus auf geätzte Lithiumdisilikat-Glaskeramik (IPS e.max CAD) und Korund-gestrahlt Zirkoniumoxid (IPS e.max ZirCAD) aufgeklebt. Die Probenentnahme von Monobond Plus erfolgte direkt nach Öffnung des Fläschchens (0 Monaten), nach vier, acht, zwölf und 16 Monaten.

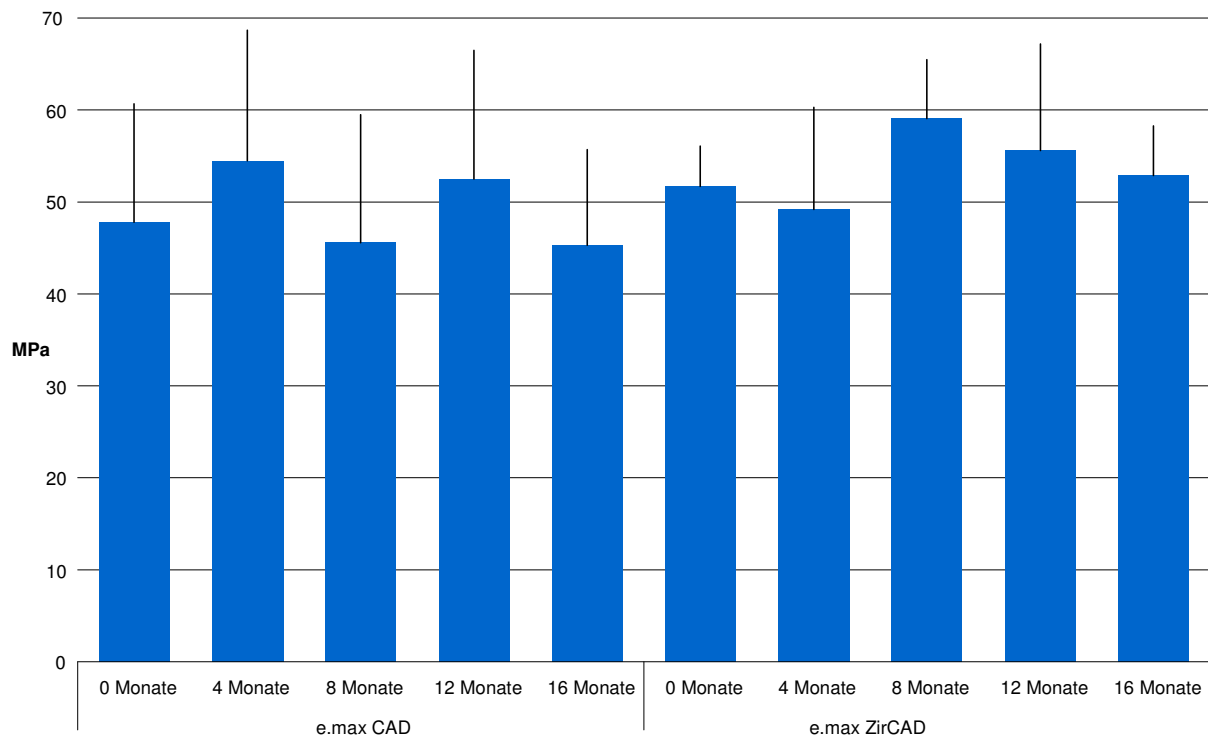
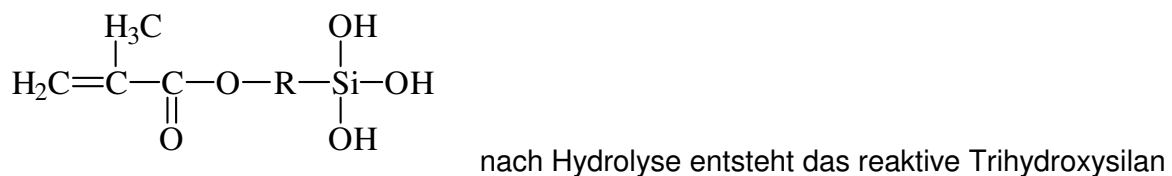
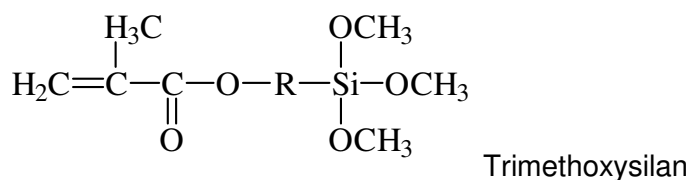


Abb. 6: Zugfestigkeiten auf IPS e.max CAD und IPS e.max ZirCAD nach Befestigung mit Multilink Automix und Monobond Plus nach Lagerung bei Raumtemperatur (Ivoclar Vivadent R&D, 2010)

Weder bei der Glaskeramik, noch beim Zirkoniumoxid ist ein Abfall der Zughaftung zu erkennen. Somit ist der Beweis erbracht, dass bei 16 Monaten Lagerung bei Raumtemperatur sich die beiden aktiven Komponenten Silan (für Glaskeramik) und Phosphorsäurederivat (für Oxidkeramik) nicht signifikant veränderten.

Mitbewerber vertreiben solche Primer in mehreren Flaschen mit der Behauptung, dass Silane in Gegenwart von Säuren prinzipiell nicht stabil sein können. Dabei wird mit einem niedrigen pH-Wert und der Hydrolysereaktion der Silane argumentiert.

In saueren Systemen mit einem niedrigen pH-Wert hydrolysieren die Trialkoxysilane zu den reaktiven Kieselsäure-Derivaten, die durch Kondensationsreaktionen mit sich selbst weiterreagieren.



Dazu ist es notwendig, dass die Phosphorsäure dissoziiert, das heißt sich in Wasser in Phosphat und Wasserstoffionen ( $H^+$ -Ionen) auflösen kann. Die Säurestärke, gemessen im pH-Wert ist die (negativ logarithmische) Konzentration der Wasserstoffionen in Wasser!!

Im Monobond Plus liegt kein wässriges System mit einem niedrigen pH-Wert vor. Unter den empfohlenen Lagerbedingungen wird Monobond Plus auch kein Wasser in kritischen Mengen aufnehmen.

**Fakt ist**, dass das Silan unter den Bedingungen im Monobond Plus stabil ist. Sowohl das Silan wie auch das Phosphorsäure-Derivat verändern sich bei Raumtemperatur über den gemessenen Zeitraum nicht erkennbar.

## 5. Biokompatibilität

Monobond Plus ist eine verdünnte ethanolische Lösung dreier Haftmonomere. Untersuchungen zur Biokompatibilität im Besonderen zu Zytotoxizität und Mutagenität der Monomere liegen vor. Vom Monobond Plus wurden XTT (Zytotoxizität)- und Ames (Mutagenität)-Tests durchgeführt. Hierbei wurden weder mutagene noch zytotoxische Risiken erkannt. Monobond Plus wird im Wesentlichen ausserhalb des Patientenmundes verarbeitet. Nicht reagierte Überschüsse werden verblasen oder polymerisieren mit dem Befestigungskomposit. Das Risiko für den Anwender liegt am ehesten bei der Sensibilisierung durch die Methacrylatkomponenten. Das ist aber auf Grund der geringen Verwendungsmenge und der minimalen Konzentration in der Lösung nicht als kritisch anzusehen.

Referenzen:

A. Heppenheimer; *Cytotoxicity assay in vitro: Evaluation of test items in the XTT-test with Universal Primer*. RCC-CCR Rep. #1182901, 04. 06.2008

A. Sokolowski; *Salmonellatyphimurium and Escherichia coli reverse mutation assay with Universal Primer*. RCC-CCR Rep. #1182902, 07. 08. 2009

## 6. Literatur

M. Toman, S. Toksavul, A. Akin; *Bond strength of all-ceramics to tooth structure: using new luting systems*. J. Adhes. Dent. 10, 373-378 (2008)

M. B. Blatz, A. Sadan, M. Kern; *Resin-ceramic bonding: a review of the literature*. J. Prosthet. Dent. 89, 268-274 (2003)

T. Yoshida, K. Yamaguchi, K. Tsubota, T. Takamizawa, H. Kurokawa, A. Rikuta, S. Ando, M. Miyazaki; *Effect of metal conditioners on polymerization behavior of bonding agents*. J. Oral Sci. 47, 171-175 (2005)

A. Abreu, M. A. Loza, A. Elias, S. Mukhopadhyay, S. Looney, F. A. Rueggeberg; *Tensile bond strength of an adhesive resin cement to different alloys having various surface treatments*. J. Prosthet. Dent. 101, 107-118 (2009)

A. Sarafianou, I. Seimenis, T. Papadopoulos; *Effectiveness of different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy*. J. Prosthet. Dent. 99, 377-387 (2008)

T. Yoshida, K. Yamaguchi, K. Tsubota, T. Takamizawa, H. Kurokawa, A. Rikuta, S. Ando, M. Miyazaki; *Effect of metal conditioners on polymerization behavior of bonding agents*. J. Oral Sci. 47, 171-175 (2005)

Y. Taira, H. Yanagida, H. Matsumura, M. Atsuda; *Effects of a metal etchant and two primers on resin bonding durability to titanium*. Eur. J. Oral Sci. 112, 95-100 (2004)

- H. Ohno, K. Endo, M. Hashimoto; *New mechanical retention method for resin and gold alloy bonding*. Dent. Mater. 20, 330-337 (2004)
- M. Peumans, K. Hikita, J. De Munck, K. Van Landuyt, A. Poitevin, P. Lambrechts, B. Van Meerbeek; *Effects of ceramic surface treatments on the bond strength of an adhesive luting agent to CAD-CAM ceramic*. J. Dent. 35, 282-288 (2007)
- K. Bitter, J. Noetzel, K. Neumann, A. M. Kielbassa; *Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements*. Quintessence Int. 38, 121-128 (2007)
- M. Vano, C. Goracci, F. Monticelli, F. Tognini, M. Gabriele, F. R. Tay, M. Ferrari; *The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts*. Int. Endod. J. 39, 31-39 (2006)
- J. Perdigao, G. Gomes, I. K. Lee; *The effect of silane on the bond strengths of fibre posts*. Dent. Mater. 22, 31-39 (2006)
- J. P. Matinlinna, L. V. Lassila, M. Özcan, A. Yli-Urpo, P. K. Vallittu; *An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry*. Int. J. Prosthodont. 17, 155-164 (2004)

---

Diese Dokumentation enthält einen Überblick über interne und externe wissenschaftliche Daten ("Informationen"). Die Dokumentation und die Informationen sind allein für den internen Gebrauch von Ivoclar Vivadent und externen Ivoclar Vivadent-Partnern bestimmt. Sie sind für keinen anderen Verwendungszweck vorgesehen. Obwohl wir annehmen, dass die Informationen auf dem neuesten Stand sind, haben wir sie nicht alle überprüft und können und werden nicht für ihre Genauigkeit, ihren Wahrheitsgehalt oder ihre Zuverlässigkeit garantieren. 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 pönale 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 AG  
Forschung und Entwicklung  
Wissenschaftlicher Dienst  
Bendererstrasse 2  
FL - 9494 Schaan  
Liechtenstein

Inhalt: Dr. Thomas Völkel  
Ausgabe: März 2011  
Ersetzt Version: März 2009

---