

Filtek™ Silorane

Niedrigschrumpfendes
Seitenzahn-Composite

Studienbroschüre

Eine Zusammenstellung
wissenschaftlicher Ergebnisse

SCREEN-OPTIMIZED, 72 DPI

3M ESPE

1. Einleitung	6
2. Schrumpf und Spannung	15
3. Zahndeformation	31
4. Adhäsion und Randqualität	34
5. Mechanische/Physikalische Eigenschaften	41
6. Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion.....	59
7. Klinische Studien.....	67

Filtek™ Silorane

Niedrigschrumpfendes Seitenzahn-Composite

4

5

Die Anwendung von Composite-Materialien zur Restauration von Zähnen in zahnärztlichen Praxen lässt sich auf die von R. L. Bowen geleistete Pionierarbeit zurückzuführen. Anfang der 60er Jahre führte 3M die ersten Composite auf dem Dentalmarkt ein und seitdem sind bedeutende Weiterentwicklungen der Composite-Materialien zu verzeichnen. Aufgrund ihrer vielseitigen klinischen Einsetzbarkeit und ihrer hervorragenden ästhetischen Eigenschaften, die beinahe unsichtbare Restaurationen ermöglichen, bilden Composite einen unverzichtbaren Bestandteil der heutigen Zahnheilkunde. Dabei ist bemerkenswert, dass der Polymerisationsschrumpf im Laufe der Jahre nur teilweise reduziert werden konnte und weiterhin die Achillesferse der Composite-Materialien bleibt: Der bei der Aushärtung auftretende Schrumpf führt zu Spannungen, die die Integrität des Zahn-Composite-Verbundes gefährden.

Bisher bestand die Hauptstrategie zur Reduzierung des Schrumpfs darin, den Füllergehalt zu erhöhen. Erhebliche Verbesserungen in der Füllertechnologie ließen sich mithilfe der Nanotechnologie erzielen, die mit dem Füllungsmaterial Filtek™ Supreme Universal Restorative von 3M ESPE herausgebracht wurde. Doch nach wie vor bleibt der Schrumpf eine intrinsische Eigenschaft der Methacrylatharz-Matrix, die zu einer Dimensionsänderung während der Polymerisation führt.

Wir sind sehr erfreut, Ihnen unser Filtek™ Silorane vorzustellen zu können. Dank der in diesem Material verwendeten nicht-methacrylatbasierten Harzmatrix ließ sich eine grundlegende Verbesserung des Polymerisationsschrumpfs realisieren.

Das Füllungsmaterial Filtek™ Silorane basiert auf der neuen, so genannten Siloranchemie. Dabei werden ringöffnende Monomere verwendet, die die Vorteile eines geringen Polymerisationsschrumpfs bieten. Damit bietet das neue Siloransystem eine direkte Lösung für die langjährige Forderung unserer Kunden nach einem Füllungsmaterial mit geringem Schrumpf.

Parallel zur Entwicklung des Filtek™ Silorane Systems wurde diese bahnbrechende Technologie von Wissenschaftlern auf der ganzen Welt bewertet. Es wurden über 40 qualitativ hochwertige Studien durchgeführt, in denen die hervorragenden Materialeigenschaften und die klinische Leistungsfähigkeit von Filtek™ Silorane nachgewiesen wurden. Außerdem konnte seine Biokompatibilität gestützt werden. Derzeit laufen weitere klinische Studien zur Untersuchung des Langzeitverhaltens.



Dr. Alfred Viehbeck
Global Technical Director 3M ESPE

6 1. Einleitung

7

Hintergrund

Polymerisationsschrumpf sowie die dabei entstehende Schrumpfspannung führen zu Microleakage, die zu den Hauptfaktoren für das Versagen von Composite-Materialien im oralen Milieu zählen. Darüber hinaus kann Schrumpfspannung zu Zahnverformung, Schmelzrissen und spannungsinduzierter postoperativer Empfindlichkeit (Abbildung 1) führen. Materialien, die bei der Polymerisation dimensionsstabil bleiben und gleichzeitig eine verbesserte Haftung an Schmelz und Dentin bieten, erhöhen deutlich die Stabilität der Restauration unter funktioneller Belastung.

Das Filtek™ Silorane wurde mit dem Ziel entwickelt, Schrumpf und Polymerisationsspannung zu minimieren.



Abb. 1: Die mit hohem Schrumpf und Polymerisationsspannung einhergehenden klinischen Herausforderungen.

Die chemischen Eigenschaften des Composite-Systems

Der Grundstein für die Chemie der Composite-Füllungsmaterialien in der Zahnheilkunde wurde in den späten 1940er Jahren gelegt. Seitdem hat sich die klinische Leistungsfähigkeit der dentalen Composite durch zahlreiche technologische Weiterentwicklungen erheblich verbessert. Dennoch blieb die radikalische Polymerisation von Methacrylaten oder Acrylaten die gemeinsame chemische Basis aller Composite-Füllungsmaterialien. Heutzutage werden bei nahezu allen Compositen Dimethacrylate wie z. B. TEGDMA, UDMA oder Bis-GMA eingesetzt. Filtek™ Silorane basiert auf der neuen ringöffnenden Siloranchemie (Abbildung 2). Hierbei handelt es sich um eine komplett neue Materialklasse zur Anwendung in der Zahnheilkunde.

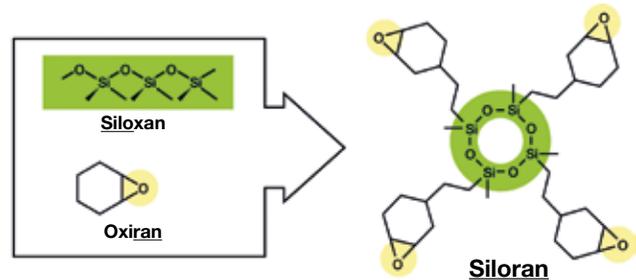


Abb. 2: Siloranchemie.

Wie von Weinmann et al. (2005) in der auf Seite 16 zitierten Studie detailliert ausgeführt, setzt sich der Name Siloran aus seinen chemischen Bausteinen den Siloxanen und Oxirane zusammen. Die ausgeprägte Hydrophobie der Siloxane ist von ihren industriellen Anwendungen bekannt. Durch die Einarbeitung von Siloxanen in den Siloran-Dentalkunststoff wurde diese günstige Eigenschaft auf das Füllungsmaterial Filtek™ Silorane übertragen. Oxirane werden seit langem in zahlreichen technischen Bereichen eingesetzt – insbesondere dort, wo starke Kräfte und eine anspruchsvolle physikalische Umgebung zu erwarten sind, wie z. B. bei der Herstellung von Sportausrüstung wie Tennisschlägern oder Skiern oder in der Automobil- und Luftfahrtindustrie. Oxiranpolymere sind bekannt für ihren geringen Schrumpf und ihre herausragende Beständigkeit gegenüber zahlreichen physikalischen und chemophysikalischen Kräften und Einflüssen.

8 Einleitung

9

Die Kombination der beiden chemischen Bausteine, der Siloxane und Oxirane, ergibt die biokompatible, hydrophobe und niedrugschrumpfende Siloranbasis für Filtek™ Silorane. Und genau diese innovative Harzmatrix macht den wesentlichen Unterschied zwischen Filtek™ Silorane und herkömmlichen Methacrylaten aus. Darüber hinaus wurden das Initiatorsystem und der Füller so angepasst, dass die neue Technologie die beste Leistung erbringen kann.

Das Filtek™ Silorane System (Bond, Primer, Füllungsmaterial) wurde sorgfältig im Hinblick auf seine Biokompatibilität geprüft. Diese Tests haben ergeben, dass die Sicherheit des Produkts bei bestimmungsgemäßem Gebrauch gewährleistet ist.

Sowohl das Fertigprodukt als auch seine Wirkstoffe wurden einer Biokompatibilitätsbewertung unter Anwendung der Industrienormen und international anerkannten Richtlinien unterzogen. Diese Bewertung bestand aus einer Reihe von Untersuchungen sowie einer Sichtung der veröffentlichten Literatur zur Toxizität der Inhaltsstoffe. Darüber hinaus wurden die Produktmaterialien und die Leistung charakterisiert. Die Biokompatibilität von Filtek™ Silorane wurde in zahlreichen externen Studien belegt. Die Zusammenfassung einiger Schlüsselstudien finden Sie in dieser Broschüre unter dem Kapitel Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion.

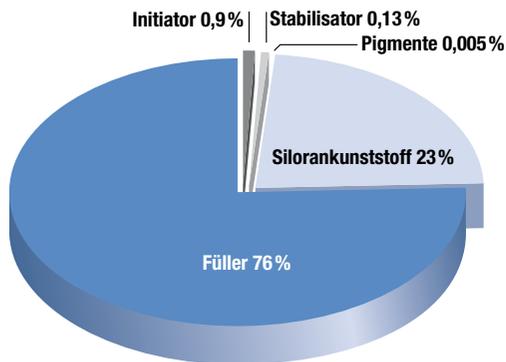
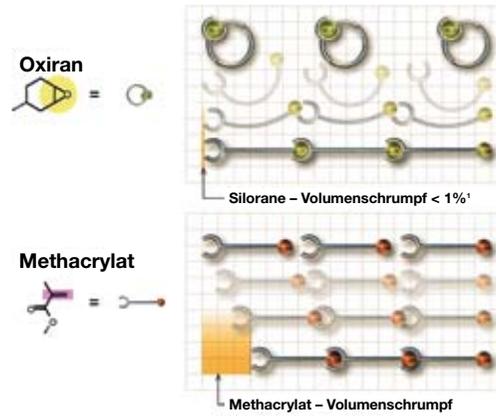


Abb. 3: Zusammensetzung von Filtek™ Silorane.

Ringöffnende Polymerisation

In Abbildung 4 werden die reaktiven Gruppen der Monomere sowohl für Methacrylate als auch für Silorane dargestellt. Bei Kunststoffen auf Methacrylatbasis findet der Polymerisationsprozess über die radikalische Additionsreaktion ihrer Doppelbindungen statt. Dies führt zu einer höheren Polymerisationskontraktion im Vergleich zur kationischen ringöffnenden Polymerisation der Silorane.

Bei der Polymerisation von Siloran vollzieht sich eine Ringöffnung des Kunststoffs. Durch diesen Schritt wird ein erheblicher Teil des während der Aushärtung auftretenden Polymerisations-schrumpfs kompensiert. Eine schematische Darstellung des reduzierten Schrumpfs zeigt Abbildung 4. Beim Polymerisationsprozess der Methacrylate müssen sich die Moleküle ihren „Nachbarn“ annähern, um chemische Bindungen einzugehen. Dieser Prozess führt zu einem Volumenverlust, mit anderen Worten zu Polymerisationsschrumpf. Im Gegensatz zur Gruppe der Methacrylate, bei denen lineare Reaktionen stattfinden, setzt die ringöffnende Silorchemie mit der Spaltung und Öffnung der Ringsysteme ein. Dieser Prozess führt zu einem Platzgewinn und wirkt dem Volumenverlust entgegen, der im darauffolgenden Schritt auftritt, wenn die chemischen Bindungen gebildet werden. Insgesamt führt der ringöffnende Polymerisationsprozess zu einem reduzierten Volumenschrumpf.



¹ < 1% Volumenschrumpf geprüft unter Anwendung der „Bonded Disc Methode“.

Abb. 4: Schematischer Reaktionsablauf der Silorane und Methacrylate und die entsprechende Schrumpfreduktion bei Polymerisation.

10 Einleitung

Der Polymerisationsstress stellt neben dem Schrumpf einen weiteren Parameter dar, der für die Leistung eines Füllungs-materials von herausragender Wichtigkeit ist. Polymerisations-stress entsteht, wenn adhäsiv befestigte Composite ausgehärtet werden und sich aufgrund des Polymerisationsschrumpfs Kräfte innerhalb der Kavitätenwände ausbilden. Zwar schafft es die feste Zahnstruktur, diesen Kräften bis zu einem gewissen Grad standzuhalten, dennoch können die Spannungen zu Randspalten führen oder aber eine Beschädigung der gesunden Zahn-struktur durch Verformung verursachen. Diese Kräfte bzw. Spannungen werden unter dem Begriff „Polymerisationsstress“ zusammengefasst.

Die Silorantechnologie wurde entwickelt, um den Schrumpf zu reduzieren und damit zu bewirken, dass lediglich eine geringe Spannung entsteht. Die Initiierungs- und Polymerisationskinetik des Filtek™ Silorane Composites wurde so optimiert, dass die entstehende Polymerisationsstress äußerst gering ist. An den zahlreichen in dieser Broschüre vorgestellten Studien über Schrumpf und Spannung lässt sich ablesen, dass umfangreiche Untersuchungen zum minimalen Schrumpf und zum geringen Polymerisationsstress durchgeführt wurden. Eine eindrucksvolle Darstellung der Einzigartigkeit von Filtek™ Silorane bietet z. B. die Studie von Prof. Watts „Korrelation zwischen Schrumpf und Schrumpfspannung“ (Seite 15). Des weiteren zeigte Prof. Bouillaguet den Einfluss der Schrumpfspannung auf den Zahn am Modell auf. Er verwendete dazu eine komplizierte Messmethode, mit der ermittelt werden kann, wie weit sich die Höcker aufeinanderzubewegen, während das Composite in der Kavität aushärtet (Seite 31).

Gleichzeitig bietet Filtek™ Silorane die mechanischen Eigenschaften, die man von modernen Compositen erwartet. Dies betrifft z. B. seine Biegefestigkeit oder das E-Modul. Aufgrund der Tatsache, dass das Siloran-Netzwerk wesentlich hydrophober ist als das der Methacrylate, zeichnet sich Filtek™ Silorane darüber hinaus durch eine sehr geringe Wasseraufnahme aus und erweist sich als äußerst stabil gegenüber ernährungsbedingten chemischen Angriffen. Im Kapitel „Mechanische Eigenschaften“ dieser Studienbroschüre wurden zahlreiche Studien zusammengestellt, die diese günstigen Eigenschaften belegen.

11

Initiatorsystem

Eine der Komponenten des Initiatorsystems ist das bewährte Kampferchinon, das dem Lichtspektrum von Halogen- und dentalen LED-Polymerisationslichtquellen entspricht. Bei den Komponenten Iodoniumsalz und Elektronendonator handelt es sich dagegen um Bestandteile, die ausschließlich im Initiatorsystem von Filtek™ Silorane verwendet werden. Diese erzeugen die reaktiven kationischen Spezies, die den ringöffnenden Polymerisationsprozess initiieren.

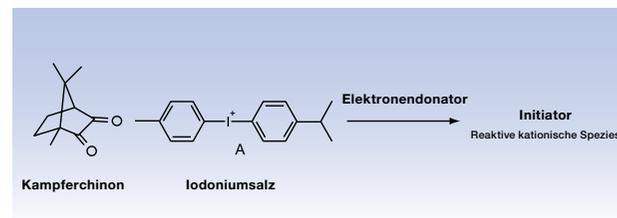


Abb. 5: Initiierungsvorgang bei Siloranen.

Das Initiatorsystem von Filtek™ Silorane wurde auf die Kundenanforderungen zugeschnitten, indem die Polymerisationskinetik so ausgelegt ist, dass sie zu einem reduzierten Polymerisationsstress führt. Gleichzeitig bietet Filtek™ Silorane einen weiteren entscheidenden Vorteil: Dem Zahnarzt bleibt mehr Zeit, unter voller OP-Beleuchtung zu arbeiten, als bei herkömmlichen Compositen auf Methacrylatbasis. Dies konnte in der auf Seite 58 vorgestellten Studie eindrucksvoll belegt werden.

Füllertechnologie

Filtek™ Silorane enthält als Füller eine Mischung aus feinen Quarzpartikeln und radiopakem Yttriumfluorid. Auf Füller-Seite lässt sich Filtek™ Silorane den Mikrohybrid-Compositen zuordnen. Die Quarzoberfläche wird mit einer speziell auf die Silorantechnologie abgestimmten Silanschicht modifiziert. So kann ein guter Verbund zwischen Füller und Composite hergestellt werden. Das Ergebnis sind dauerhaft exzellente mechanische Eigenschaften.

12 Einleitung

13

Silorane System-Adhäsiv – das einzige Adhäsivsystem zur Anwendung mit Filtek™ Silorane

Das Silorane System Adhäsiv wurde speziell für Filtek™ Silorane entwickelt. Es bietet eine starke und dauerhafte Haftung des Composites an Schmelz und Dentin und bildet somit die Basis für eine hervorragende Randintegrität der Restaurationen.

Filtek™ Silorane hat deutlich ausgeprägtere hydrophobe Eigenschaften als herkömmliche Methacrylatharze. Dies bedeutet, dass das Silorane System Adhäsiv eine größere Lücke zwischen dem hydrophilen Trägermaterial Zahn und dem hydrophoben Siloranmaterial zu überbrücken hat. Aus diesem Grunde wurde das Silorane System Adhäsiv als Zwei-Schritt Adhäsiv entwickelt:

- Der selbstätzende Primer basiert auf Methacrylat und ist eher hydrophil, um eine gute Benetzung des Zahns zu gewährleisten. Er bildet die Grundlage für eine starke und dauerhafte Anhaftung am Zahn.
- Der Haftvermittler Silorane System Adhesive Bond basiert ebenfalls auf Methacrylat und wurde für die Benetzung und Anhaftung am hydrophoben Filtek™ Silorane optimiert

Der chemische Verbund zwischen Silorane selbstätzendem Adhäsiv und Filtek™ Silorane wird durch Hybridmoleküle gewährleistet, die sowohl mit den im Adhäsiv enthaltenen Methacrylaten als auch mit den Siloranen im Füllungsmaterial reagieren können. Diese Hybridmoleküle sind entscheidend für einen starken Verbund mit dem Silorane Composite.

Aufgrund seiner einzigartigen chemischen Eigenschaften darf Filtek™ Silorane ausschließlich zusammen mit dem speziell entwickelten Silorane System Adhäsiv verwendet werden.

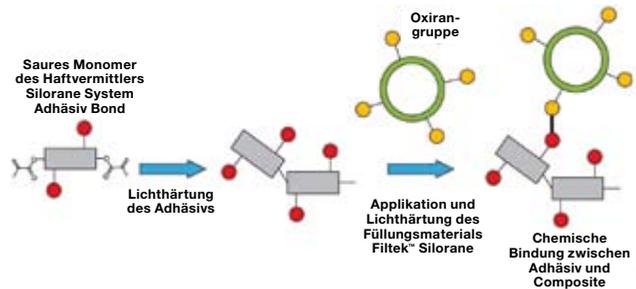
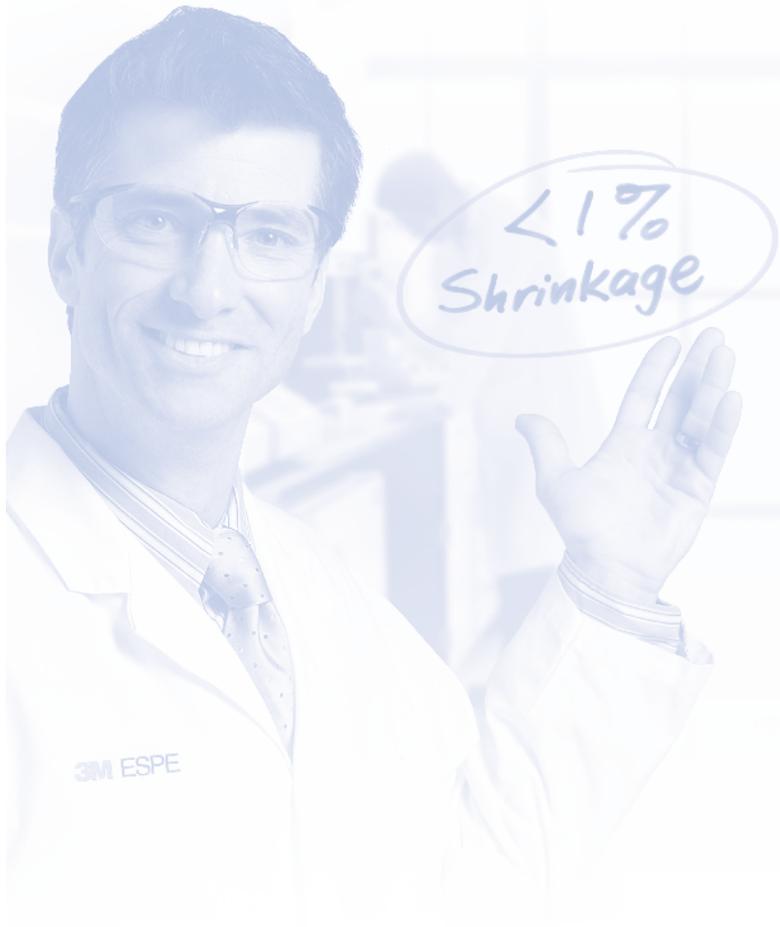


Abb. 6: Mechanismus der chemischen Bindung zwischen dem Haftvermittler Silorane System Adhesive Bond und Filtek Silorane.



2. Schrumpfung und Spannung

Volumenschrumpfung und Polymerisationsspannung

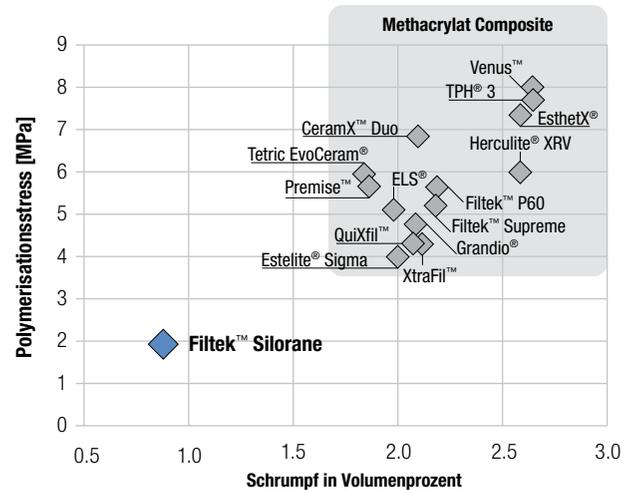
Titel: Correlation of Volumetric Shrinkage and Shrinkage Stress for Dental Composites / *Korrelation zwischen Volumenschrumpfung und Schrumpfungsspannung bei Dental-Compositen*

Durchgeführt von: D. C. Watts, Universität Manchester, England
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Die während der Polymerisation von Dental-Compositen entstehende Schrumpfungsspannung kann zu Randspalten, Zahnverformung, Schmelzrissen und sogar Zahnüberempfindlichkeit führen. Ziel dieser Studie war es, den Volumenschrumpfung und den Schrumpfungstress bei Filtek™ Silorane im Vergleich zu Compositen auf Methacrylatbasis zu charakterisieren.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane wies signifikant niedrigere Werte für Volumenschrumpfung und Polymerisationsschrumpfungsspannung auf als die untersuchten Composite auf Methacrylatbasis.

Schrumpfungsspannung (Biomax-Methode) und Polymerisationsschrumpfung (Bonded Disc Methode)



16 **Schrumpfung und Spannung**

17

Polymerisationsschrumpfung

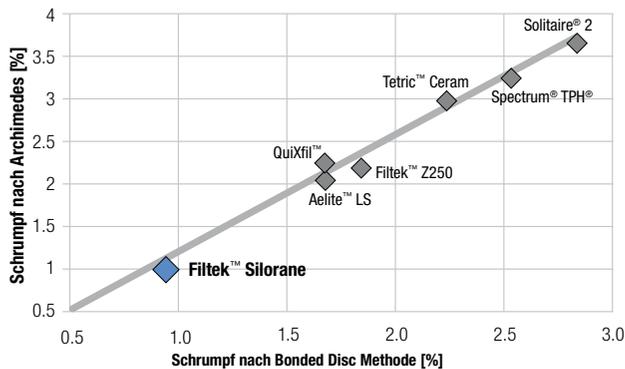
Titel: Siloranes in dental composites /
Silorane in Dental-Compositen

Veröffentlicht von: W. Weinmann, C. Thalacker und R. Guggenberger;
3M ESPE, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: Dental Materials (2005) 21, 68-74

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, das Produktprofil eines Composites auf Siloranbasis, das unter kationischer Ringöffnung polymerisiert, im Vergleich mit den Produktprofilen verschiedener Füllungsmaterialien auf Methacrylatbasis zu untersuchen.

Ergebnisse: Von allen untersuchten Compositen ergab sich für das Siloran-Composite mit 0,94 Vol.-% (Bonded Disc Methode) und 0,99 Vol.-% (Archimedes-Methode) der geringste Polymerisationsschrumpfung, wobei die Reaktivität mit derjenigen von Tetric™ Ceram vergleichbar war. Jedoch war die Beständigkeit gegenüber dem Umgebungslicht bei Silorane mit > 10 Minuten höher als bei den getesteten Methacrylaten (55–90 Sekunden). Dank der ringöffnenden Siloranchemie sind zum ersten Mal Schrumpfwerte von weniger als 1 Vol.-% möglich. Gleichzeitig sind die mechanischen Parameter wie E-Modul und Biegefestigkeit mit denen der klinisch anerkannten Composite auf Methacrylatbasis vergleichbar.

**Korrelation von Polymerisationsschrumpfung
(Bonded Disc Methode und Archimedes-Methode)**



Hinweis: Die auf Seite 58 zusammengefasste Studie zeigt, dass bei der Anwendung von Filtek™ Silorane bis zu 9 Minuten Arbeitszeit unter OP-Beleuchtung (ISO 4049) zur Verfügung stehen.

Polymerisationsschrumpfung

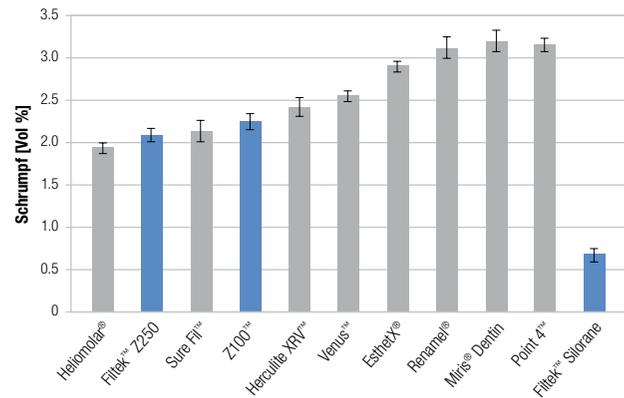
Titel: Determination of Volumetric Shrinkage by means of a Video Imaging Method (AccuVol) / *Bestimmung des Volumenschrumpfs mittels einer Videoaufnahmetechnik (AccuVol)*

Durchgeführt von: J. Burgess, USA
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: In dieser Studie wurde mittels einer Videoaufnahmetechnik (AccuVol) der Volumenschrumpfung von Filtek™ Silorane mit dem von Compositen auf Methacrylatbasis verglichen.

Ergebnisse: Für Filtek™ Silorane ergaben sich signifikant niedrigere Polymerisationsschrumpfwerte als für Composite auf Methacrylatbasis.

Polymerisationsschrumpfung (AccuVol-Methode)



18 **Schrumpfung und Spannung**

19

Polymerisationsschrumpfung

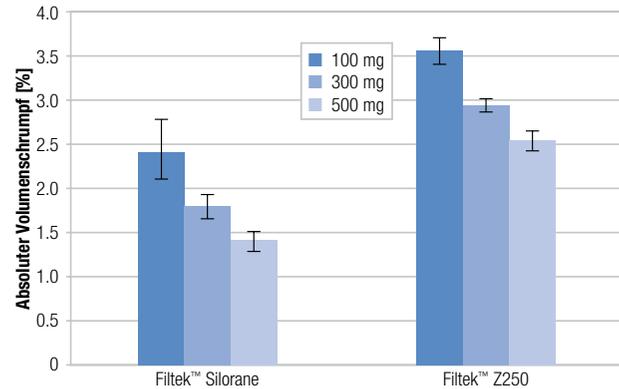
Titel: Parameters Influencing the Shrinkage Determination by Mercury Dilatometry / *Parameter, die die Schrumpfmessung mit einem Quecksilberdilatometer beeinflussen*

Veröffentlicht von: G. Rackelmann, W. Weinmann, J. Hansen und A. Anderski;
3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2006, Brisbane, Australien, Abstract-Nr. 2461

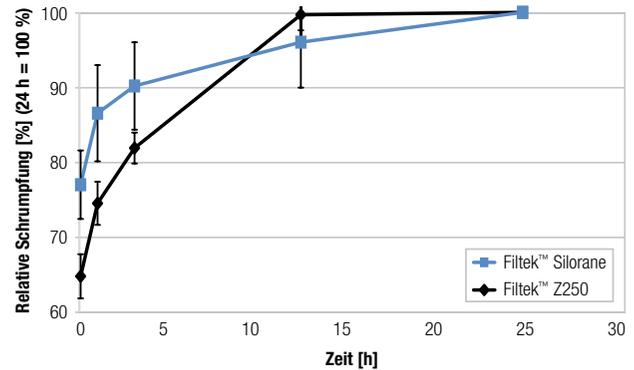
Ziel der Studie: Der Polymerisationsschrumpfung lässt sich mit einem Quecksilberdilatometer messen. In dieser Studie wird der Einfluss des Probengewichts und der Aufzeichnungsdauer auf die mit einem Quecksilberdilatometer gemessenen Schrumpfwerte untersucht.

Ergebnisse: Die mit einem Quecksilberdilatometer durchgeführte Schrumpfmessung ist extrem abhängig von Probengewicht und Aufzeichnungsdauer. Kleinere Stichprobengrößen führen zu höheren Schrumpfwerten. Selbst die 500mg-Proben sind höchstwahrscheinlich so klein, dass es zu unrealistisch hohen Schrumpfwerten kommt. Die Aufzeichnungsdauer sollte mindestens 12 h betragen. Mit Filtek™ Silorane wurden bei allen Probengewichten die niedrigsten Schrumpfwerte erzielt. Sowohl QuiXfil™ als auch Filtek™ Z250 zeigen höhere Schrumpfwerte. Das niedrigschrumpfende Filtek™ Silorane Füllungsmaterial erreicht den Schrumpfungsendpunkt früher als Filtek™ Z250.

Probengewicht und Schrumpfung (Quecksilberdilatometer)



Aufzeichnungsdauer und relativer Schrumpfung (Quecksilberdilatometer)



20 **Schrumpfung und Spannung**

21

Polymerisationsschrumpfung

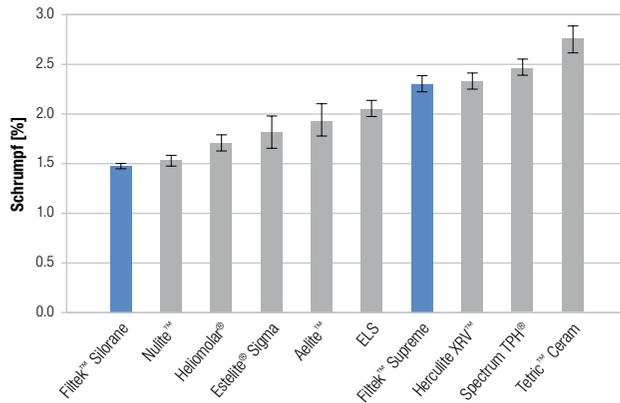
Titel: Volumetric Shrinkage of "Low Shrinkage" Composite Resins / *Volumenschrumpfung bei „niedrigschrumpfenden“ Compositen*

Veröffentlicht von: T.M. Palmer, T.F. Gessel, C.C. Christensen, S.J. Melonakos und B.J. Ploeger, Clinical Research Associates; Provo, UT, USA
Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, USA, Abstract-Nr. 0296

Ziel der Studie: Vergleich des Volumenschrumpfs bei herkömmlichen Compositen gegenüber einem experimentellen Silorankunststoff unter Verwendung eines Quecksilberdilatometers.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane wies von allen getesteten Materialien den geringsten Schrumpfung auf.

Volumenschrumpfung (Quecksilberdilatometer)



Polymerisationsschrumpfung

Titel: Historical Evolution of Volumetric Polymerization Shrinkage of Restorative Composites / *Die historische Entwicklung des volumetrischen Polymerisationsschrumpfs bei Composite-Füllungsmaterialien*

Veröffentlicht von R. Guggenberger, W. Weinmann, O. Kappler, J. Fundingsland und C. Thalacker; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Abstract-Nr. 0403

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, den Polymerisationsschrumpfung bei Füllungsmaterialien zu messen und die Bedeutung dieses Schrumpfs für die Zahnheilkunde zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde der Volumenschrumpfung bei Compositen, die seit 1993 auf dem Markt erhältlich sind, bestimmt (Archimedes-Methode).

Ergebnisse: Die Entwicklung innerhalb der letzten zehn Jahre zeigt, dass die Hersteller gezielt an den niedrigschrumpfenden Compositen arbeiten. Trotzdem wurde bisher nur eine geringe Reduzierung des Schrumpfs erzielt, (im Durchschnitt 0,05% pro Jahr). Der Grund dafür war, dass bei allen verfügbaren Compositen nach wie vor Methacrylat als chemische Basis eingesetzt wird. Im Gegensatz dazu ermöglicht das Filtek™ Silorane mit seinem ringöffnenden Polymerisationsmonomer eine signifikante Reduktion des Schrumpfs.

22 Schrumpfung und Spannung

23

Polymerisationsstress

Material	Hersteller	Schrumpfung [%] (Abweichung)*	Jahr der Markteinführung
Herculite™ XRV	Kerr	2,78(0,10)ef	1993
Tetric Ceram	Ivoclar-Vivadent	2,98(0,08)fg	1996
Spectrum® TPH	Dentsply	3,49(0,47)h	1996
Solitaire®	Heraeus-Kulzer	3,71(0,09)h	1997
SureFil™	Dentsply	2,36(0,05)bcde	1998
Definite®	Degussa/Dentsply	2,45(0,19)cde	1998
Alert	Jeneric Pentron	2,48(0,16)cde	1998
Prodigy® Condensable®	Kerr	2,54(0,15)de	1998
Filtek™ P60	3M ESPE	2,13(0,13)abcd	1999
Filtek™ Z250	3M ESPE	2,14(0,04)abcd	1999
In-TenS®	Ivoclar-Vivadent	2,14(0,02)abcd	2001
Aelite™ LS	Bisco	2,29(0,23)bcd	2002
Filtek™ Supreme	3M ESPE	2,32(0,03)bcd	2002
Venus™	Heraeus-Kulzer	3,05(0,06)fg	2002
EsthetX®	Dentsply	3,37(0,26)gh	2002
Grandio®	VOCO	2,10(0,23)abc	2003
QuiXfil™	Dentsply	2,12(0,13)abcd	2003
ELS (Extra Low Shrink)	Saremco	2,39(0,32)bcde	2003
Solitaire 2	Heraeus-Kulzer	3,64(0,05)h	2003
Premise™	Kerr	1,80(0,22)a	2004
TPH3®	Kerr	3,48(0,32)h	2004
Tetric™ EvoCeram®	Ivoclar-Vivadent	2,03(0,02)ab	2005
Filtek™ Silorane	3M ESPE	0,99(0,07)	2007

*Volumenschrumpfmessung mittels Archimedes-Methode. Identische hochgestellte Buchstaben weisen darauf, dass kein statistischer Unterschied nachgewiesen wurde.

Polymerisationsstress

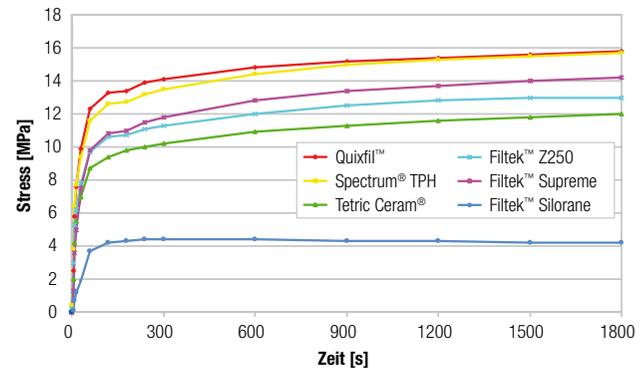
Titel: Polymerization Contraction Stress of Filtek™ Silorane and Methacrylate-based Composites / Kontraktionsspannung bei der Polymerisation von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis

Durchgeführt von: T. DeGee und A. Feilzer; Universität Amsterdam (ACTA), Niederlande Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Die während der Polymerisation von Dental-Compositen entstehende Kontraktionsspannung kann zu Randspalten, Zahnverformung, Schmelzriszen und sogar Überempfindlichkeit führen. In dieser Studie wurde der Polymerisationsstress von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis mit Hilfe eines Tensilometers gemessen. Bei diesem Gerät werden die Composite-Proben zwischen eine Glas- und eine Metallplatte geklebt. Eine an die Metallplatte angeschlossenen Lastzelle zeichnet die im Verlauf der Polymerisation auftretende Schrumpfungsspannung auf.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane zeigte einen signifikant niedrigeren Polymerisationsstress als die getesteten Methacrylat-Composite.

Polymerisationsstress (Tensilometer-Methode)



24 **Schrumpfung und Spannung**

25

Polymerisationsstress

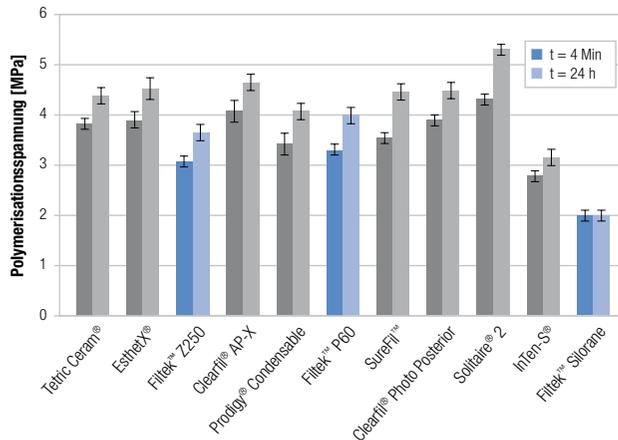
Titel: Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation / *Messung des Polymerisationsstress unter Anwendung einer photoelastischen Untersuchungsmethode*

Veröffentlicht von: C.P. Ernst, G. R. Meyer, K. Klockner und B. Willershausen; Universität Mainz, Deutschland.
Veröffentlicht in: Dent Mat 2004; 20(4):313-21

Ziel der Studie: In dieser Studie wurde die Polymerisationsspannung bei verschiedenen bewährten und experimentellen Compositen untersucht, die laut Angaben weniger Polymerisationsschrumpfung aufweisen sollten. Angewendet wurde eine photoelastische Untersuchungsmethode.

Ergebnisse: Sowohl nach 4 Min als auch nach 24 h wies Filtek™ Silorane eine signifikant niedrigere Polymerisationsspannung auf als die anderen getesteten Materialien. Mit Ausnahme von Filtek™ Silorane zeigten alle Materialien eine statistisch signifikante Erhöhung der Polymerisationskraft nach 24 h im Vergleich zu den nach 4 Min erzielten Ergebnissen.

Polymerisationsstress (photoelastische Methode)



Polymerisationsstress

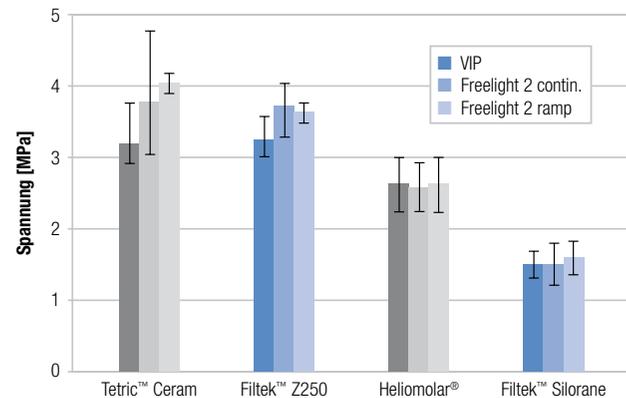
Titel: Light-Source, Material and Measuring-Device Effects on Contraction Stress in Composites / *Die Auswirkung von Lichtquelle, Material und Messgerät auf die Kontraktionsspannung in Compositen*

Veröffentlicht von: L. Musanje, R.L. Sakaguchi, J.L. Ferracane und C.F. Murchison; Universität für Gesundheit und Wissenschaft, Oregon, Portland, USA
Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, USA, Abstract-Nr. 0294

Ziel der Studie: Ziel dieser Studie war es, bei drei Methacrylat-Compositen und Filtek™ Silorane die Kontraktionsspannungswerte in Abhängigkeit von Lichtquelle und Prüfgerät zu bewerten (servohydraulisches Prüfsystem mit geschlossenem Regelkreis Bioman, Niedrig-Compliance-Gerät).

Ergebnisse: Unabhängig von der im Niedrig-Compliance-Prüfgerät eingesetzten Lichtquelle wies Filtek™ Silorane signifikant niedrigere Kontraktionsspannungswerte auf als die Composite auf Methacrylatbasis.

Mit verschiedenen Lichtpolymerisationsgeräten gemessener Polymerisationsstress (Niedrig-Compliance-Gerät)



26 Schrumpfung und Spannung

27

Polymerisationsstress und mechanische Eigenschaften

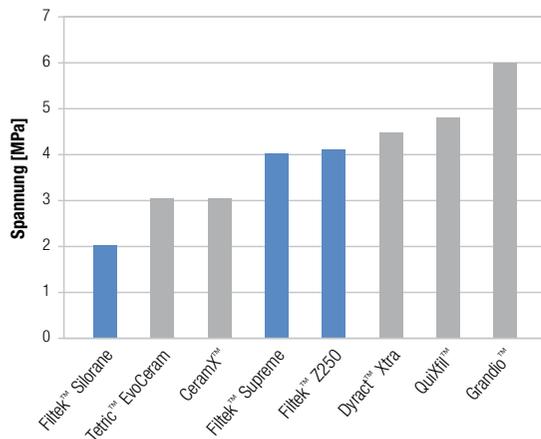
Titel: Polymerization contraction stress in light-cured composite restorative materials / *Polymerisationskontraktionsspannung in lichtgehärteten Composite-Füllungsmaterialien*

Durchgeführt von: K. Gonczowski¹, A. Visvanathan², N. Ilie², und K.H. Kunzelmann²;
¹Jagiellonian Universität, Krakau, Polen; ²Universität München, Deutschland
Veröffentlicht in: CED 2005, Amsterdam, Niederlande, Abstract-Nr. 0346

Ziel der Studie: Eine hohe Kontraktionsspannung sowie ein früh einsetzender Spannungsaufbau und eine schnelle Kontraktionskraftentwicklung in den Composite-Materialien können die Ursachen für das Versagen der Haftung an der Zahnstruktur sein. Ziel der vorliegenden Studie war es, den Polymerisationsstress und die mechanischen Eigenschaften verschiedener Arten von Compositen zu bewerten.

Ergebnisse: Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass das Siloran-Composite den anderen Composite-Materialien in Bezug auf Polymerisationsstress und mechanische Eigenschaften allgemein in der Fähigkeit überlegen ist, das Gleichgewicht zwischen mechanischer Festigkeit und gutem kinetischen Verhalten aufrechtzuerhalten.

Polymerisationsstress (Spannungs-Dehnungs-Analysegerät)



Polymerisationsstress und Lichtpolymerisationsgeräte

Titel: Low shrinkage composite for dental application / *Niedrugschrumpfende Composite zur dentalen Anwendung*

Veröffentlicht von: N. Ilie, E. Jelen und R. Hickel; Universität München, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Abstract-Nr. 0398

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, das Schrumpfungsverhalten von Silorane, einem innovativen, auf einem neuen chemischen Momomer basierenden Composite-Material zur dentalen Anwendung, zu untersuchen. Dabei wurde der Schwerpunkt auf den Einfluss der Lichthärtungsmethode gelegt.

Ergebnisse: Für Filtek™ Silorane ergaben sich niedrige Polymerisationsstresswerte im Vergleich zu normalen Methacrylat-Compositen. Dennoch ist die durch thermische Kontraktion ausgelöste Spannung nach Ende der Lichtaushärtung nicht zu vernachlässigen und kann zusätzlich durch Anwendung der angemessenen Aushärtungsmethode reduziert werden.

Polymerisationsstress bezogen auf verschiedene Aushärtungsmethoden

Lichthärtegerät	Methode	Zeit [s]	Energiedichte [J/cm²]	Polymerisationsstress [MPa]	Gradient m
Mini L.E.D (Satelec) Serien-Nr.: 114-6064	Schnell-aushärtung	10	8,26	1,9 ^{abc} (0,4)	1,0 ^b (0,1)
		20	16,53	2,2 ^{bc} (0,5)	
		40	33,06	2,4 ^c (0,2)	
	Puls	12	8,26	1,4 ^a (0,2)	0,7 ^a (0,2)
		24	16,53	1,8 ^{abc} (0,2)	
		48	33,06	2,3 ^b (0,2)	
	Schrittweise Aushärtung	20	12,40	1,6 ^{abc} (0,3)	0,7 ^a (0,2)
Bluephase (Ivoclar Vivadent) Serien-Nr.: 1547581	HIP (High Power)	10	17,97	2,3 ^b (0,5)	2,1 ^c (0,3)*
		20	35,95	3,5 ^c (0,4)	
		40	71,89	4,4 ^c (0,6)	

*Identische hochgestellte Buchstaben weisen auf einen fehlenden statistischen Unterschied hin, ANOVA ($\alpha = 0,05$) und Tukey's post-hoc-Test.

28 **Schrumpfung und Spannung**

29

Polymerisationsstress

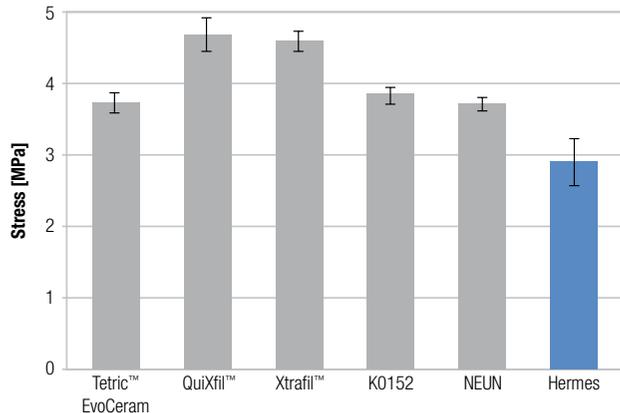
Titel: Shrinkage stress of new experimental low shrinkage resin composites / *Schrumpfschpannung bei neuen experimentellen niedrugschrumpfenden Harzcompositen*

Veröffentlicht von: A. Schattenberg, G. R. Meyer, B. Willershausen und C. P. Ernst, Universität Mainz, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Abstract-Nr. 0412

Ziel der Studie: Den Forschungsschwerpunkt bei Composite-Füllungsmaterialien für den Seitenzahnbereich bilden die niedrugschrumpfenden Harzcomposite. Ziel dieser Studie war es, den Polymerisationsstress bei experimentellen niedrugschrumpfenden Compositen (K0152/Dentsply, NEUN/Heraeus, Hermes/3M ESPE) im Vergleich mit neuen und etablierten niedrugschrumpfenden Compositen (Tetric EvoCeram/Ivoclar Vivadent, QuiXfil/Dentsply, Xtrafil/VOCO), zu untersuchen.

Ergebnisse: Die Formulierungen der neuen niedrugschrumpfenden Harzcomposite weisen gegenüber den meisten der untersuchten herkömmlichen Harzcomposite eine signifikant reduzierte Schrumpfschpannung auf. Das experimentelle Siloran-Füllungsmaterial Hermes zeigte den geringsten Polymerisationsstress nach 24 Stunden.

Polymerisationsstress (photoelastische Untersuchungsmethode) bei niedrugschrumpfenden Compositen



Polymerisationsstress

Titel: Shrinkage-Stress Kinetics of Silorane versus Dimethacrylate Resin-Composites / *Die Kinetik der Schrumpfschpannung bei Silorane gegenüber Compositen auf Dimethacrylatbasis*

Veröffentlicht von: D.C. Watts und M.A. Wahbi; Universität Manchester, England
Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, USA, Abstract-Nr.2680

Ziel der Studie: Als Alternativen zu Monomeren auf Dimethacrylatbasis wurden Monomere auf Siloranbasis entwickelt. Ziel war es, die Kinetik des Polymerisationsstress für ein Silorane Composite System zu beschreiben.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane zeigte signifikant niedrigere maximale Spannungswerte (2,08 +/- 0,03) als Methacrylate, die sich im Bereich von 4,7 bis 7,0 MPa bewegten. Die maximalen Schrumpfschpannungsraten für Dimethacrylate lagen zwischen 0,51 und 1,28 MPa s⁻¹. Für Siloran lagen Sie hingegen bei lediglich 0,07 MPa s⁻¹.

Im Vergleich zu den bewährten Dimethacrylat-Materialien war beim Silorane Composite eine signifikante Reduktion sowohl im Ausmaß der Schrumpfschpannung als auch in den Spitzen-spannungsraten nachweisbar. Um eine optimale Spannungsübertragung durch die Matrix zu erzielen, wäre bei dieser Materialklasse eine Lichthärtung von mindestens 500 mWcm⁻² angemessen.

30 **Schrumpfung und Spannung**

Polymerisationsstress

Titel: Simulation of Spatial Distribution of Polymerization Stress / *Simulation der räumlichen Verteilung des Polymerisationsstress*

Durchgeführt von: A. Versluis; Universität Minnesota, USA
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, die räumliche Verteilung des Polymerisationsstress bei QuiXfil gegenüber Filtek™ Silorane mithilfe der Finite-Elemente-Analyse zu vergleichen.

Ergebnisse: Die Simulation ergab das Fehlen von Bereichen mit hoher Spannung (grau), die zu Schmelzrissen und Leakage an den Rändern führen können.

Finite-Elemente-Analyse von Filtek™ Silorane und QuiXfil™-Restorationen



31 **3. Zahndeformation**

Höckerverformung während der Polymerisation

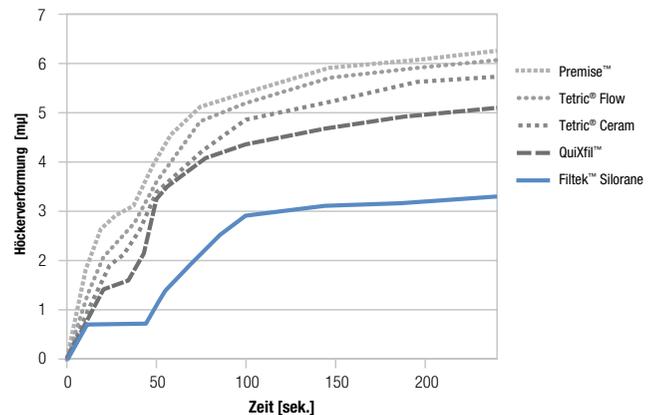
Titel: ESPI Analysis of Tooth Deformation during Polymerization of Siloranes / *Analyse der Zahnverformung während der Polymerisation von Siloranen unter Anwendung der Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI)*

Veröffentlicht von: S. Bouillaguet¹, J. Gamba², J. Forchelet², I. Krejci¹ und J. C. Watanabe³; ¹Universität Genf, Schweiz; ²Fakultät für Ingenieurwesen, Yverdon, Schweiz; ³Medizinische Hochschule Georgia, USA
Veröffentlicht in: Dental Materials (2006) 22: 896-902

Ziel der Studie: In der vorliegenden Studie wurde mittels Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI) bei fünf Compositen mit unterschiedlichem Polymerisationsschrumpf die Zahnverformung infolge der Polymerisation gemessen. Dabei lag die Hypothese zugrunde, dass Composite mit höherem Polymerisationsschrumpf eine höhere Höckerverformung verursachen würden.

Ergebnisse: Der Grad des Polymerisationsschrumpfs schien indirekt einen Einfluss auf die Höckerbelastung zu haben. Filtek™ Silorane zeigte den geringsten Schrumpfwert und verursachte die geringste Höckerverformung.

Höckerverformung (ESPI)



32 Zahndeformation

Höckerbewegung

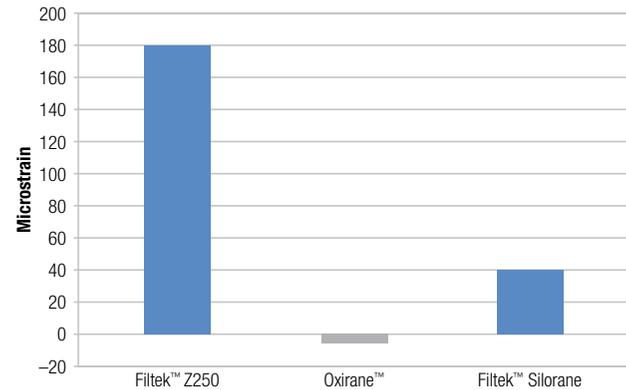
Titel: Cusp Movement During Polymerization Using Experimental Low-Shrinkage Composites / *Höckerbewegung während der Polymerisation bei der Anwendung von experimentellen niedrigschrumpfenden Compositen*

Veröffentlicht von: G. A. Laughlin und R. Sakaguchi; Universität für Gesundheit und Wissenschaft, Oregon, Portland, USA
Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, USA, Abstract-Nr. 0622

Ziel der Studie: Zu den signifikantesten unerwünschten Eigenschaften der aktuellen Composite-Füllungsmaterialien zählt der Polymerisationsschrumpf. Als Alternativen wurden aus neuartigen Monomersystemen zusammengesetzte Materialien vorgeschlagen. Diese zeigten tatsächlich in zahlreichen In-vitro-Experimenten signifikant niedrigere Schrumpf- und Spannungswerte. Ziel dieser Studie war es zu ermitteln, ob die bei diesen Versuchen beobachtete Tendenz auch in klinisch relevanteren Anwendungen erkennbar ist.

Ergebnisse: Die Resultate stimmten mit den früheren Ergebnissen überein, die für diese Composite in Bezug auf Schrumpf und Spannung erzielt wurden. Das relativ stark schrumpfende Bis-GMA-Composite verursachte eine stärkere schrumpfbedingte Höckerverformung als die experimentellen niedrigschrumpfenden Composite. Diese Studie weist darauf hin, dass die Reduktion des Polymerisationsschrumpfs in neuartigen Composite-Systemen zu deutlichen Unterschieden in deren klinischem Verhalten führen könnte.

33

Höckerbewegung in Microstrain zehn Minuten nach der Polymerisation

Hinweis: Das experimentelle Material Oxiran ist nicht auf dem Markt erhältlich.

34 4. Adhäsion und Randqualität

Zughaftung

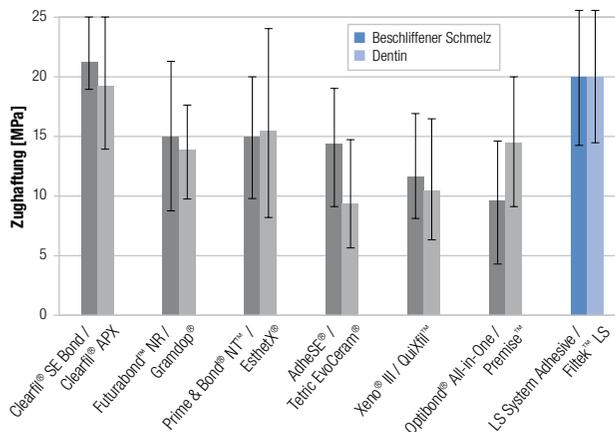
Titel: Bond Strength of Filtek™ LS System to Tooth Structure / *Haftfestigkeit des Filtek™ LS Systems an der Zahnstruktur*

Veröffentlicht von: R. Yapp und J. M. Powers; Dentalberater, Inc., USA
Veröffentlicht in: The Dental Advisor 12, August 2007

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es die in-vitro-Haftfestigkeit von Filtek™ LS in Kombination mit dem dazugehörigen Adhäsiv an der menschlichen Zahnstruktur im Vergleich mit anderen handelsüblichen Compositen mit Total-Etch- und selbstätzenden Haftvermittlern zu bewerten.

Ergebnisse: Das Filtek LS System (Filtek LS-Füllungsmaterial/LS System Adhäsiv) haftete in vitro ebenso gut an menschlichem beschliffenem Schmelz und Dentin wie handelsübliche Composite. Überdies zeigte es Zughaftungswerte, die denen einiger handelsüblicher Total-Etch- oder selbstätzender Systeme vergleichbar bzw. überlegen waren.

Adhäsionskraft



Hinweis: Das Filtek™ LS System (Filtek LS-Füllungsmaterial/LS System-Adhäsiv) entspricht dem Filtek™ Silorane System (Filtek Silorane-Füllungsmaterial/Silorane System Adhäsiv).

Zughaftung

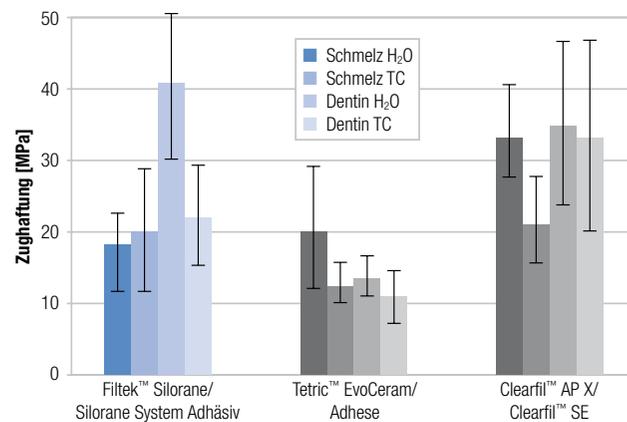
Titel: Adhesion of Silorane System Adhesive to Enamel and Dentin / *Adhäsion des Silorane System Adhäsivs an Schmelz und Dentin*

Durchgeführt von: J. Fischer, B. Stawarczyk; Universität Zürich, Schweiz
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, die Adhäsion des Silorane System Adhäsivs in Kombination mit Filtek™ Silorane im Vergleich zu Systemen auf Methacrylatbasis nach Lagerung unter Wasser (H₂O, 24 h) und Thermozyklierung (TZ, 1500 Zyklen, 5 °C/55 °C) zu bewerten.

Ergebnisse: Die Adhäsion des Filtek™ Silorane Systems an Schmelz und Dentin nach Lagerung unter Wasser und Thermozyklierung lag im Bereich klinisch bewährter Füllungssysteme.

Zuverlässigkeit der Adhäsion (Zughaftung nach Lagerung unter Wasser [H₂O] und Thermozyklierung [TZ])



36 Adhäsion und Randqualität

37

Schichtstärke

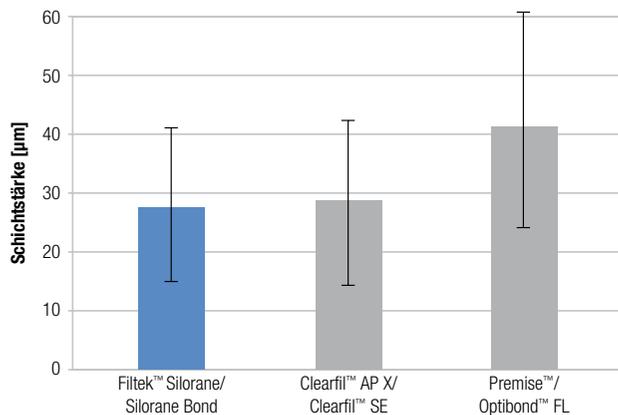
Titel: Film Thickness of Adhesives for Silorane and Methacrylate Restorative Composites / *Schichtstärke der mit Silorane und Composite-Füllungsmaterialien auf Methacrylatbasis verwendeten Adhäsive*

Veröffentlicht von: C. Thalacker, K. Dede, W. Weinmann, R. Guggenberger, T. Luchterhandt und O. Kappler; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, Nr. 2003

Ziel der Studie: Ziel dieser Vergleichsstudie war es, die Schichtstärke von zwei unterschiedlichen Adhäsiven zu ermitteln. Untersucht wurden gefüllte Adhäsive, die für herkömmliche Methacrylat-Composite vorgesehen sind, und das gefüllte selbststützende Zwei-Schritt-Adhäsiv, das für ein Füllungsmaterial auf Siloranbasis mit kationischer Polymerisation und einem Polymerisations-schrumpf von < 1 % (Bonded Disc Methode) vorgesehen ist.

Ergebnisse: Silorane Bond zeigte eine mit Clearfil™ SE Bond vergleichbare Schichtstärke und eine signifikant niedrigere Schichtstärke als Optibond™ FL. Die in dieser Studie untersuchten gefüllten Adhäsive ergaben relativ homogene Schichten.

Schichtstärke des Silorane System Adhäsivs und anderer auf dem Markt erhältlichen Materialien



Bewertung der Ränder durch REM

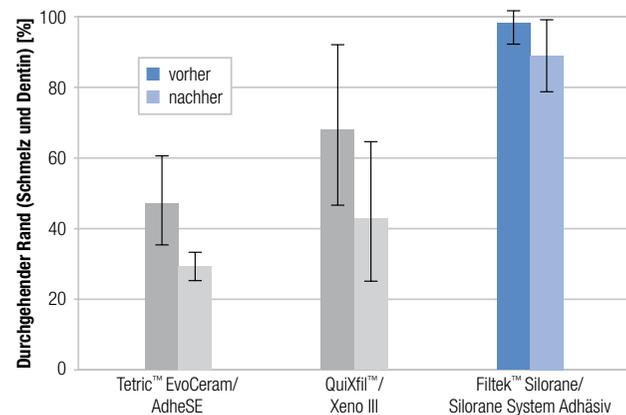
Titel: Chewing Simulation of Silorane and Methacrylate Restorations / *Kausimulation bei Siloran- und Methacrylat-Restaurationen*

Veröffentlicht von: O. Kappler, H. Loll, W. Weinmann und C. Thalacker; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: CED 2007, Thessaloniki, Nr. 0537

Ziel der Studie: Ziel dieser Vergleichsstudie war es, die Randintegrität bei zwei unterschiedlichen Composite-Adhäsiv-Systemen zu ermitteln. Untersucht wurden herkömmliche Methacrylat-Systeme sowie ein Siloran-Composite mit kationischer Polymerisation und einem Polymerisationsschrumpf von < 1 % (Bonded Disc Methode) in Kombination mit dem dazugehörigen selbststützenden Systemadhäsiv, jeweils vor und nach der Kausimulation.

Ergebnisse: Die Kombination aus Filtek™ Silorane und Silorane System Adhäsiv führte zu einem signifikant höheren Prozentsatz an durchgehenden Rändern als bei den getesteten Methacrylat-Systemen – sowohl vor als auch nach der Kausimulation.

Randintegrität vor und nach der Kausimulation (Thermozyklierung mit zyklischer Belastung)



38 Adhäsion und Randqualität

39

Bewertung der Ränder durch REM (Rasterelektronenmikroskopie)

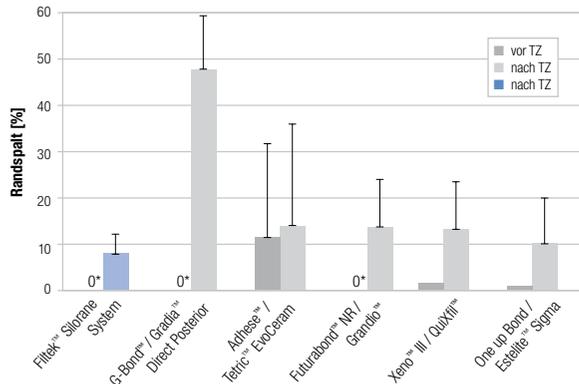
Titel: Marginal Integrity of the Filtek™ Silorane System and self-etch adhesives in class I cavities / *Randintegrität des Filtek™ Silorane Systems und selbstätzender Adhäsive bei Klasse-I-Kavitäten*

Durchgeführt von: U. Blunck; Charité, Berlin, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Adhäsivsysteme werden eingesetzt, um die Randversiegelung der Composite-Restaurationen an der Schnittstelle zu Schmelz und Dentin zu verbessern. In der vorliegenden Studie wurde mittels REM-Analysen von Repliken die Randversiegelung des Schmelzes in Klasse-I-Kavitäten untersucht. Das Filtek™ Silorane System – bestehend aus dem selbstätzenden Silorane System Adhäsiv und dem Füllungsmaterial Filtek™ Silorane – wurde mit einigen herkömmlichen, in Kombination mit Compositen auf Methacrylatbasis angewandten selbstätzenden Adhäsiven verglichen.

Ergebnisse: Gegenüber den Referenzmaterialien wurde beim Filtek™ Silorane System nur eine geringe Randspaltbildung vor und nach der Thermozyklierung nachgewiesen. Daraus lässt sich schließen, dass das untersuchte selbstätzende Silorane System Adhäsiv in Kombination mit Filtek™ Silorane wirksam zur Randintegrität des Schmelzes bei Klasse-I-Restaurationen beiträgt.

Randintegrität vor und nach Thermozyklierung (TZ)



* Ein Wert von „0“ gibt an, dass keine Spalten nachgewiesen wurden.

Microleakage

Titel: Microleakage Evaluation of a New Low-shrinkage Composite Restorative Material / *Bewertung von Microleakage bei einem neuen niedrigschrumpfenden Composite-Füllungsmaterial*

Durchgeführt von: P.C.V. Yamazaki, A.K.B. Bedran-Russo, P.N.R. Pereira, E.J. Swift Jr.
Veröffentlicht in: Operative Dentistry, (2006), 31-6; 670-676

Ziel der Studie: In dieser Studie wurden mithilfe eines Farbstoffpenetrationstests Microleakage in Klasse-I-Kavitäten bei Einsatz der folgenden Materialien miteinander verglichen: ein experimentelles niedrigschrumpfendes Composite (Hermes™), ein Composite-Material mit Nanofüllern (Filtek™ Supreme) und ein Hybrid-Composite (Tetric™ Ceram).

Ergebnisse: Nach wie vor wird bei direkten Compositen vorzugsweise die Restaurationstechnik der schichtweisen Applikation angewendet. Das niedrigschrumpfende Hermes-System könnte der klinischen Praxis eine gute Alternative bieten, um die Auswirkungen des Polymerisations Schrumpfs auf die Randqualität zu reduzieren.

Hinweis: Das Material Hermes entspricht dem Füllungsmaterial Filtek™ Silorane und wurde mit einem experimentellen Adhäsiv appliziert.



Konversionsgrad

Titel: Silorane-based Dental Composite: Behavior and Abilities / *Dental-Composite auf Silorانبasis: Verhalten und Fähigkeiten*

Durchgeführt von N. Ilie und R. Hickel; Universität München, Deutschland
Veröffentlicht in: Dental Material Journal (2006) 25: 445-454

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, die Eigenschaften eines innovativen Composite-Materials für Zahnrestorationen auf Silorانبasis zu untersuchen. Der Konversionsgrad wurde bei Tiefen von 2 mm und 6 mm in Abhängigkeit von verschiedenen Aushärtungsmethoden bestimmt.

Ergebnisse: Silorane weisen gute mechanischen Eigenschaften auf, die mit denen der klinisch erfolgreichen Composite-Materialien auf Methacrylatbasis vergleichbar sind. Für die Tiefen 2 mm und 6 mm ergaben sich bei den getesteten Lichthärtegeräten keine Unterschiede im Aushärtungsgrad.

Konversionsgrad von Filtek Silorane, gemessen nach verschiedenen Aushärtungsmethoden

Art	Polymerisationsgerät	Methode	Zeit [s]	KG [2 mm]	KG [6 mm] (aufgetragen in 3 Schichten)
LED	Mini L.E.D. (Satelec) Serien-Nr.: 114-6064	Schnellaushärtung	10	60,2 ^{abc} (2,7)	57,3 ^{abc} (4,4)
			20	61,3 ^{abc} (2,1)	62,5 ^{abc} (2,2)
			40	66,8 ^{abc} (3,0)	64,6 ^{abc} (1,1)
		Puls	12	56,8 ^a (4,5)	55,3 ^a (5,5)
			24	64,3 ^{abc} (2,7)	61,6 ^{abc} (2,5)
			48	66,4 ^{abc} (2,7)	64,0 ^{abc} (1,0)
	Schrittweise Aushärtung	20	64,4 ^{abc} (6,2)	57,0 ^{ab} (1,5)	
	Bluephase (Ivoclar Vivadent) Serien-Nr.: 1547581	HIP	10	60,6 ^d (3,1)	57,6 ^{abcd} (1,9)
			20	61,9 ^{abc} (2,7)	58,2 ^{abc} (3,2)
40			64,9 ^{abc} (4,9)	60,5 ^d (3,2)	
Freelight 2 (3M ESPE) Serien-Nr.: 939820013826	Standard	10	62,4 ^{abc} (1,4)	57,5 ^{abcd} (2,8)	
		20	65,6 ^{abc} (1,9)	63,7 ^{abc} (1,9)	
		40	66,5 ^{abc} (2,8)	64,7 ^{abc} (2,9)	
Halogen	Astralis 10 (Ivoclar Vivadent) Serien-Nr.: 013336	HIP	10	60,5 ^d (4,5)	55,8 ^{ab} (3,4)
			20	63,0 ^{abc} (2,3)	58,2 ^{abc} (1,1)
			40	64,9 ^{abc} (4,2)	60,3 ^{cd} (1,1)

Hochgestellte Buchstaben verweisen auf statistisch homogene Untergruppen
"Tukey's HSD-Test" 0,05.
KG = Konversionsgrad.

42 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

43

Konversionsgrad und Schrumpfspannung

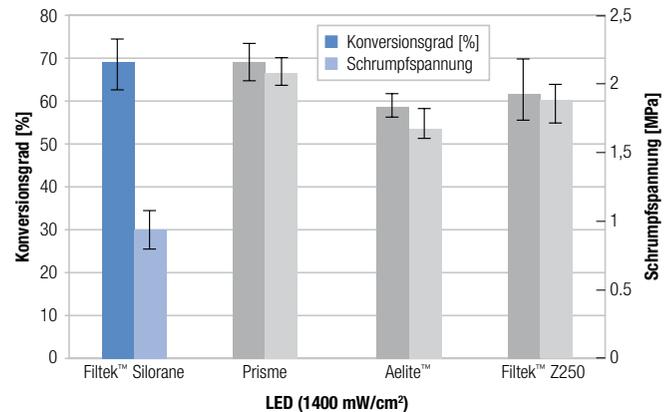
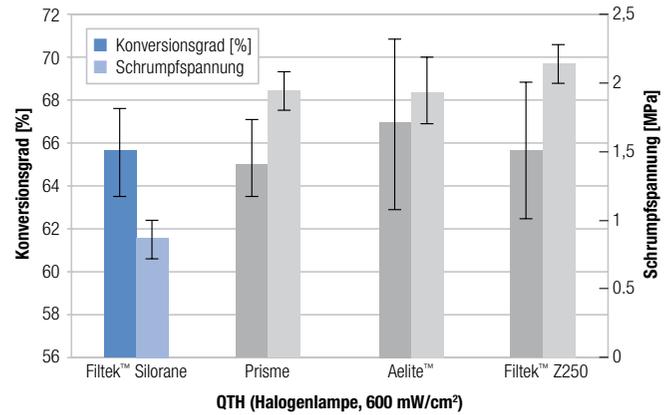
Titel: Degree of Conversion and Shrinkage Stress of Silorane Composite / *Konversionsgrad und Schrumpfspannung bei Silorane Composite*

Veröffentlicht von: H. M. EL-Damanhoury¹, B. K. Moore¹, A. N. Habib², M. A. AL-Hassan² und N. M. Aboul-Enein³; ¹Indiana Universität, Indianapolis, USA; ²Universität Kairo, Ägypten; ³Suez-Canal Universität, Ismalia, Ägypten
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, Abstract-Nr. 2682

Ziel der Studie: Composite auf Siloranbasis wurden als Füllungs-material mit einem geringeren Polymerisationsstress eingeführt. Ziel der Studie war es, die Wirkung von zwei verschiedenen Lichtquellen auf Konversionsgrad (KG) und Polymerisationsstress des Siloran-Composites Filtek™ Silorane zu bewerten und diese mit Compositen auf Methacrylatbasis zu vergleichen.

Ergebnisse: Composite auf Siloranbasis wiesen signifikant niedrigere Schrumpfspannungen auf als alle anderen getesteten Materialien, während keine signifikanten Unterschiede im Konversionsgrad zu verzeichnen waren.

Konversionsgrad und Schrumpfspannung nach Polymerisation mit zwei verschiedenen Lichtquellen



44 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

Biegefestigkeit

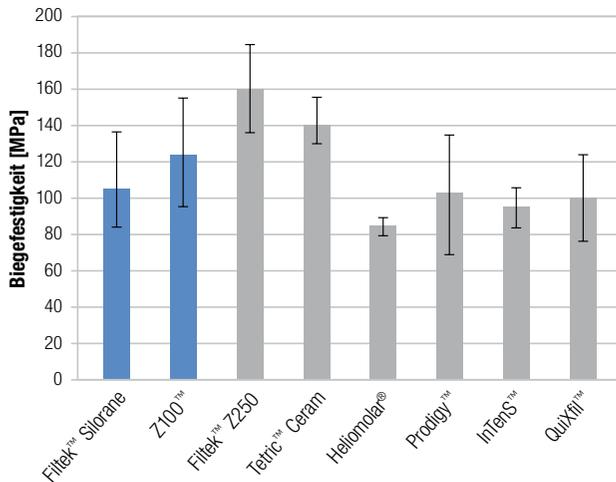
Titel: Determination of the Flexural Strength of Filtek™ Silorane and Methacrylate-Based Composites / *Bestimmung der Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis*

Durchgeführt von: N. Ilie und K.H. Kunzelmann; Universität München, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, die Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis zu bestimmen. Die Materialien wurden an zwei Stellen befestigt und ein dritter Punkt wurde so lange belastet, bis es zum Bruch kam. Während dieses Experiments entstanden Druckkräfte an der oberen und Zugkräfte an der unteren Seite.

Ergebnisse: Die Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane bewegt sich im Bereich der klinisch bewährten Composite und liegt wesentlich über dem ISO 4049-Grenzwert von 80 MPa.

Biegefestigkeit (ISO 4049)



Elastizitätsmodul und Härte

Titel: Silorane-based Dental Composite: Behavior and Abilities / *Dental-Composite auf Siloranbasis: Verhalten und Fähigkeiten*

Durchgeführt von: N. Ilie und R. HICKEL
Veröffentlicht in: Dental Material Journal (2006) 25: 445-454

Ziel der Studie: Ziel der Studie war es, die Eigenschaften eines innovativen Composite-Materials für Zahnrestaurationen auf Siloranbasis – ein Monomer mit einer neuen chemischen Zusammensetzung – zu untersuchen und dabei die untersuchten Eigenschaften mit denen von bewährten Compositen auf Methacrylatbasis zu vergleichen.

Ergebnisse: Silorane weisen gute mechanischen Eigenschaften auf, die mit denen der klinisch erfolgreichen Composite-Materialien auf Methacrylatbasis vergleichbar sind. Bei den Tiefen 2 mm und 6 mm ergaben sich für die Größen Härte und Elastizitätsmodul keine signifikanten Unterschiede.

Härte nach Vickers und Elastizitätsmodul von Filtek Silorane

Lichtpolymerisationsgerät	Methode	Zeit [s]	HV – 2 mm [N/mm ²]	HV – 6 mm [N/mm ²]	E – 2 mm [GPa]	E – 6 mm [GPa]
Mini L.E.D.	Schnell-aushärtung	10	75,9 (4,1)	71,9 (4,6)	12,7 (0,1)	12,0 (0,4)
		20	73,7 (1,0)	72,6 (6,6)	12,4 (0,2)	11,8 (0,8)
		40	79,8 (4,6)	73,7 (6,2)	12,7 (0,6)	12,4 (0,6)
	Puls	12	73,4 (2,2)	70,1 (8,2)	12,8 (0,2)	11,9 (0,4)
		24	75,2 (0,1)	71,4 (5,1)	12,6 (0,2)	12,5 (0,2)
		48	82,2 (5,2)	74,4 (6,3)	13,4 (0,3)	12,4 (0,4)
Schrittweise Aushärtung	20	76,0 (1,0)	74,2 (6,6)	12,5 (0,5)	12,8 (0,4)	
Bluephase	HIP	10	76,8 (4,0)	68,6 (5,5)	12,7 (0,6)	11,2 (0,8)
		20	78,8 (2,1)	72,1 (4,4)	12,5 (0,9)	11,9 (0,9)
		40	78,5 (4,4)	75,7 (6,1)	12,8 (0,4)	12,3 (0,3)
Freelight 2	Standard	10	79,9 (3,4)	69,4 (6,7)	12,4 (0,7)	12,2 (0,9)
		20	82,5 (9,2)	76,6 (10)	12,8 (1,1)	12,7 (1,0)
		40	81,7 (5,7)	76,6 (10)	13,5 (0,1)	13,0 (1,2)
Astralis 10	HIP	10	80,8 (7,7)	68,2 (5,7)	12,6 (0,6)	11,6 (1,5)
		20	81,5 (2,9)	72,3 (8,0)	12,4 (0,5)	11,7 (2,1)
		40	80,8 (5,0)	73,9 (4,0)	12,5 (0,4)	12,5 (0,3)

HV = Vickers Härte, E = Elastizitätsmodul

46 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

Druck- und Biegefestigkeit

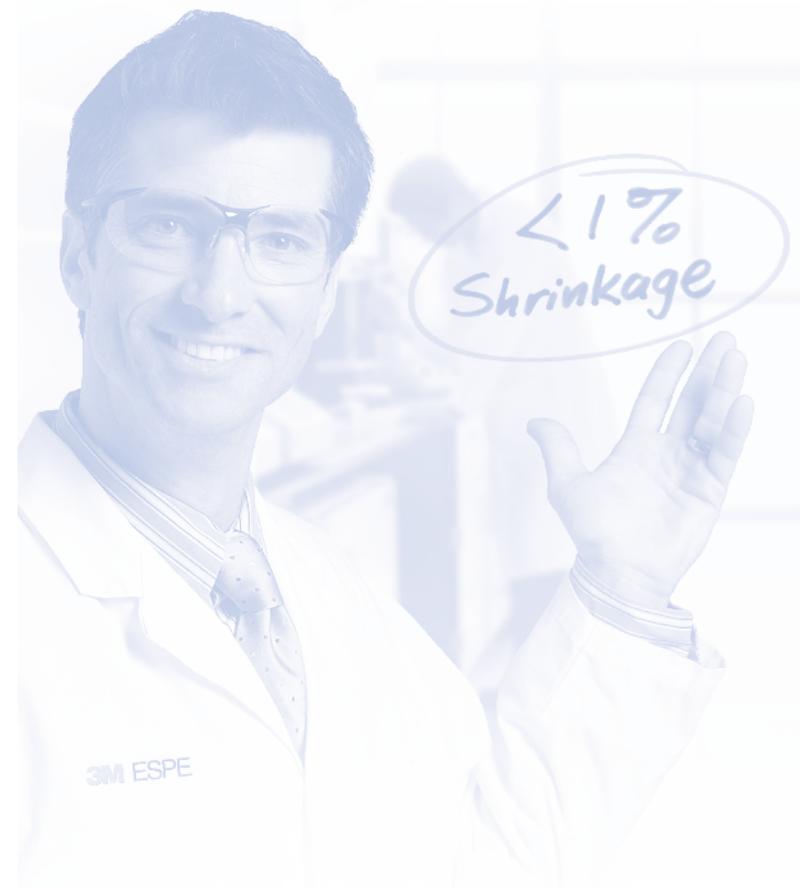
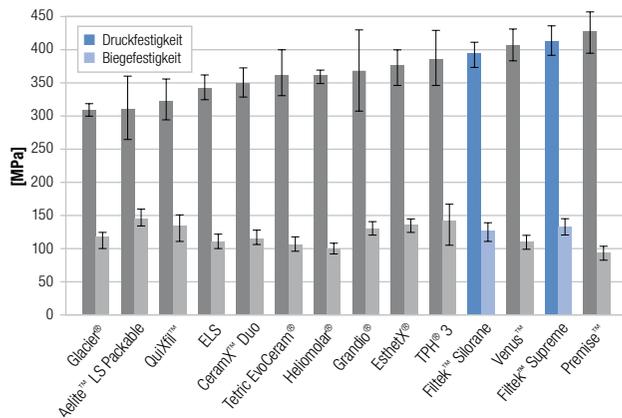
Titel: Compressive Strength and Flexural Strength of Filtek™ Silorane and Methacrylate-Based Composites / *Druck- und Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis*

Durchgeführt von: W. Weinmann, A. Stippschild; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Ziel dieser Studie war es, die Druck- und Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane im Vergleich mit Compositen auf Methacrylatbasis zu bewerten.

Ergebnisse: Sowohl Druck- als auch Biegefestigkeit von Filtek™ Silorane bewegen sich im Bereich der klinisch bewährten Composite und liegen wesentlich über dem ISO 4049-Grenzwert von 80 MPa (Biegefestigkeit).

Druck- und Biegefestigkeit (ISO 4049)



48 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

Grenzwert für Biegedauerfestigkeit

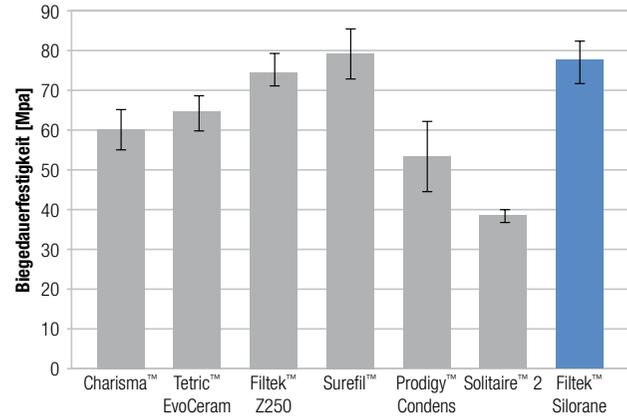
Titel: Determination of the Flexural Fatigue Limit of Resin Based Composites and Filtek™ Silorane / *Bestimmung des Grenzwertes der Biegedauerfestigkeit für harzbasierte Composite und Filtek™ Silorane*

Durchgeführt von: M. Braem; Universität Antwerpen, Belgien
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Einer der Hauptgründe für das Versagen direkter Restaurationen ist der Bruch aufgrund von Materialermüdung. Um einen Einblick in das Ermüdungsverhalten von Filtek™ Silorane zu gewinnen, wurde dessen Grenzwert für Biegedauerfestigkeit bestimmt und mit dem herkömmlicher Methacrylat-Composite verglichen. Bei diesem Experiment wurden 10.000 Zyklen einer Dreipunktbiegebelastung bei einer Frequenz von 2 Hz – dem oberen Grenzwert der Kaufrequenz – unter feuchten Bedingungen und bei einer konstanten Temperatur von 35 °C appliziert. Jedes Material wurde mehreren Tests unterzogen, wobei die Spannung gegenüber dem vorangegangenen Test erhöht wurde, wenn es nicht zum Materialbruch kam, und verringert wurde, wenn das Material unter der Belastung gebrochen war. Dieser Ansatz wird als Stufenverfahren bezeichnet.

Ergebnisse: Der Grenzwert der Biegedauerfestigkeit von Filtek™ Silorane erreichte unter feuchten Bedingungen den obersten Bereich. Dies deutet darauf hin, dass Filtek™ Silorane unter klinischen Bedingungen den Kaukräften höchstwahrscheinlich selbst nach vielen Jahren noch standhalten wird.

Biegedauerfestigkeit



50 **Mechanische / Physikalische Eigenschaften**

51

Bruchzähigkeit (K_{Ic})

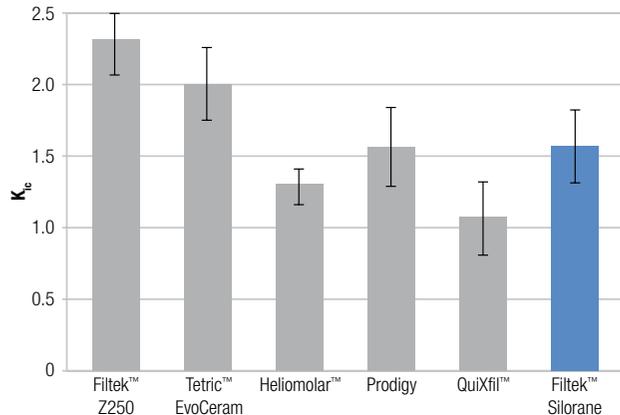
Titel: Fracture Toughness of Filtek™ Silorane and Methacrylate-Based Composites / *Bruchzähigkeit von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis*

Durchgeführt von: K. H. Kunzelmann; Universität München
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Bruchzähigkeit ist ein Maß für die Beständigkeit eines Material gegenüber Risswachstum. In klinischer Hinsicht bedeutet hohe Bruchzähigkeit, dass bei einem kleinen Riss eine hohe mechanische Einwirkung erforderlich ist, um einen Bruch der Restauration zu verursachen.

Ergebnisse: Die Bruchzähigkeit von Filtek™ Silorane liegt im Bereich der klinisch bewährten Methacrylat-Composite.

Bruchzähigkeit, Beständigkeit gegenüber Risswachstum



Viskoelastische Beständigkeit

Titel: Creep of solvent-aged silorane, Ormocer and dimethacrylate matrix composites / *Kriechverhalten bei in Lösungsmittel gealterten Compositen mit Siloran-, Ormocer- und Dimethacrylat-Matrix*

Veröffentlicht von: D. C. Watts und H. Y. Marghalani; Universität Manchester, England
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Abstract-Nr. 0235

Ziel der Studie: Das Ziel war es, die zeitabhängige viskoelastische Verformung (Kriechen und Relaxation) bei neuen Composite-Formulierungen mit verschiedenen Matrixstrukturen zu untersuchen. Die Messungen erfolgten unter Drucklast sowie nach einer Alterung in Nahrungsmittel simulierenden Lösungsmitteln mit verschiedenen Löslichkeitsparametern.

Die zu prüfenden Hypothesen lauteten:

1. Die Viskoelastizität wird in Relation zum Löslichkeitsparameter variieren.
2. Materialien mit einer neuartigen Matrixchemie werden eine bessere Dimensionsstabilität unter Belastung aufweisen.

Ergebnisse: Alle Materialien zeigten die klassischen Kriech- und Relaxationskurven. Zwei der Composite mit neuartiger Matrix – Siloran und Ormocer – zeigten viskoelastische Stabilität in Nahrungsmittel simulierenden Lösungsmitteln. Doch auch ein hochgefülltes Dimethacrylat-Material wies ein sehr ähnliches Verhalten auf.

52 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

53

Hydrolytische Beständigkeit

Titel: Hydrolytical Stability of a Silorane and Three Methacrylate Composites / *Hydrolytische Beständigkeit von einem Siloran- und drei Methacrylat-Compositen*

Veröffentlicht von: R. Guggenberger, C. Thalacker, A. Syrek, A. Stippschild und W. Weinmann; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, Maryland, USA, Abstract-Nr. 3093

Ziel der Studie: Ziel dieser Studie war es, die hydrolytische Stabilität eines experimentellen Füllungsmaterials auf Siloranbasis im Vergleich zu herkömmlichen Systemen auf Methacrylatbasis zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde deren Wasseraufnahme mit der Biegefestigkeit (BF) nach Lagerung unter Wasser und Durchführung eines Hitze-Belastungstests korreliert.

Ergebnisse: Statistisch weist das Siloranmaterial die geringste Wasseraufnahme auf. Bei der Entwicklung der Biegefestigkeit nach 7 Tagen bei 36 °C wiesen die Materialien keinen statistischen Unterschied auf. In dem 10h-Belastungstest erwiesen sich Silorane und Prodigy Condensable als die Materialien mit der höchsten hydrolytischen Stabilität.

Wasseraufnahme und BF gemäß ISO 4049. Standardabweichungen sind in Klammern angegeben. Mit identischen Buchstaben gekennzeichnete Mittelwerte sind statistisch gleich.

Material	Hersteller	Wasseraufnahme µg/mm ²	BF ISO [MPa]	Quotient BF 7d 36 °C / ISO [%]	Quotient BF 10h 100 °C / ISO [%]
Silorane	3M ESPE	9,2 (0,6)a	124 (9)e	105 (9)f	89 (8)g
Tetric Ceram	Ivoclar Vivadent	19,6 (0,7)c	127 (14)e	99 (7)f	77 (5)i
Quixfil	Dentsply	11,7 (0,9)c	130 (29)e	104 (2)f	80 (7)hi
Prodigy Condensable	Kerr	15,2 (0,9)d	140 (24)e	101 (4)f	86 (5)gh

Hydrolytische Beständigkeit

Titel: The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites / *Einfluss von kürzeren und mittleren Wasser-Eintauchzeiten auf die hydrolytische Stabilität neuartiger niedrigschrumpfender Composite*

Durchgeführt von: W.M. Palin¹, G.J.P. Fleming¹, F.J.T. Burke¹, P.M. Marquis¹, R.C. Randall²; ¹Universität Birmingham, England; ²3M ESPE, St. Paul, USA
Veröffentlicht in: Dental Materials (2005) 21; 852-863

Ziel der Studie: Die Wirkung von Wasseraufnahme und Wasserlöslichkeit auf die mechanischen Eigenschaften verschiedener Composite sollte untersucht werden. Verglichen wurden Composite auf Siloran (SIL)-Basis (CSB), zwei Methacrylate (Z100 und Filtek™ Z250) sowie ein experimentelles Oxiran (OXI) nach Wasserlagerung von kurzer und mittlerer Dauer.

Ergebnisse: Das Siloran zeigte durchgehend die signifikant niedrigsten Werte für Wasseraufnahme, Löslichkeit und den entsprechenden Diffusionskoeffizienten. Dies kann zu einer Verbesserung der hydrolytischen Stabilität von Composite-Restaurationen beitragen.

Wasseraufnahme und -löslichkeit nach Wasserlagerung (37 °C)

Eintauchphasen [Wochen]	Material	Wasseraufnahme [µg mm ⁻²]	Wasserlöslichkeit [µg mm ⁻²]
1	Z100	13,04 (0,5) ^b	0,92 (0,09) ^b
	Z250	11,31 (0,3) ^c	0,36 (0,09) ^c
	OXI	19,11 (1,0) ^a	2,28 (0,11) ^a
	SIL	6,63 (0,5) ^d	0,26 (0,07) ^c
4	Z100	16,31 (0,5) ^b	0,92 (0,12) ^b
	Z250	13,62 (0,5) ^c	0,49 (0,10) ^c
	OXI	22,92 (1,0) ^a	2,94 (0,16) ^a
	SIL	8,04 (0,6) ^d	0,28 (0,07) ^d
12	Z100	17,32 (0,9) ^b	0,89 (0,08) ^b
	Z250	13,93 (0,6) ^c	0,49 (0,07) ^c
	OXI	25,30 (0,7) ^a	2,90 (0,19) ^a
	SIL	8,74 (1,1) ^d	0,29 (0,07) ^d
26	Z100	18,84 (1,4) ^b	0,95 (0,16) ^b
	Z250	15,41 (0,8) ^c	0,54 (0,11) ^c
	OXI	28,14 (1,2) ^a	2,95 (0,17) ^a
	SIL	9,40 (0,8) ^d	0,26 (0,07) ^d

Standardabweichungen sind in Klammern angegeben. Identische hochgestellte Buchstaben innerhalb einer Eintauchphase bedeuten, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den Materialien nachgewiesen wurde (P < 0,05).

54 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

55

Sauerstoffinhibitionsschicht

Titel: Reducing the depth of oxygen inhibition in resin-based composites / *Reduzierung der Tiefe der Sauerstoffinhibition bei Compositen auf Siloranbasis*

Veröffentlicht von: S. Mohammed, W.M. Palin und A.C. Shortall;
Universität Birmingham, England
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Nr. 2673

Ziel der Studie: Untersuchung der Wirkung von Monomerchemie und Füllergehalt auf die Sauerstoffdiffusion und den Grad der Aushärtung nahe der gehärteten Oberfläche von Compositen auf Harzmonomerbasis.

Ergebnisse: Die Chemie der Siloran-Composite könnte die Sauerstoffinhibition nahe der gehärteten Oberfläche aufheben. Der Füllergehalt, der als Diffusionsbarriere fungieren oder Sauerstoff auf die Fülleroberfläche adsorbieren kann, wirkt sich verkomplizierend auf die Inhibitionstiefe aus.

Dreimedienabrasion

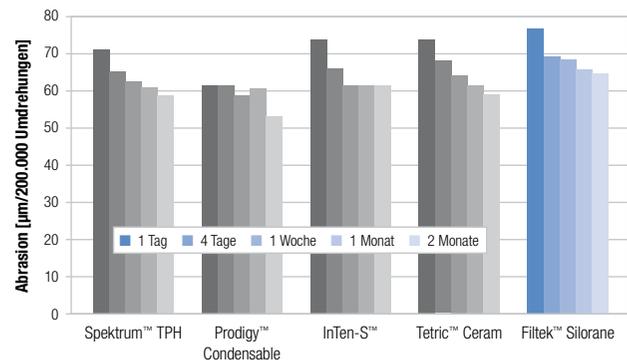
Titel: 3-Body Wear of Filtek™ Silorane and Methacrylate based Composites Determined by Means of the ACTA Machine / *Dreimedienabrasion bei Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis, gemessen mit Hilfe der ACTA-Maschine*

Durchgeführt von: T. DeGee; Universität Amsterdam (ACTA), Niederlande
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Besonders für die Lebensdauer von Seitenzahnrestaurationen stellt die Abrasionsfestigkeit einen kritischen Faktor dar. In dieser Studie wurde die Abrasionsfestigkeit von Filtek™ Silorane im Vergleich zu Compositen auf Methacrylatbasis mithilfe eines ACTA-Kausimulators bestimmt. Bei dieser Maschine gleitet ein strukturiertes Stahlrad in einem Gefäß mit Hirsesamensuspension an einem mit der Composite-Probe bestückten Rad entlang und hinterlässt dabei eine Spur in der Probe. Je tiefer die Spur, desto geringer ist die Abrasionsfestigkeit des Composites. Die Abrasion wurde nach 200.000 Umdrehungen und unterschiedlichen Aufbewahrungszeiten bestimmt. Messkriterium war die Tiefe der vom Stahlrad in den Composite-Proben verursachten Abrasionsspur.

Ergebnisse: Die Abrasionsfestigkeit von Filtek™ Silorane war gleichwertig mit Abrasionsfestigkeit von klinisch bewährten Compositen.

Abrasion (ACTA, Dreimedienabrasion)



56 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

57

Dreimedienabrasion

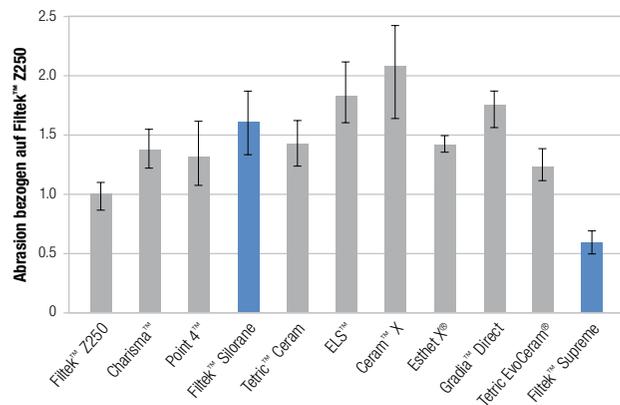
Titel: Wear of Filtek™ Silorane and methacrylate-based composites / *Abrasion bei Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylat-Basis*

Durchgeführt von A. Stippschild und Wolfgang Weinmann;
3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Die Abrasionsfestigkeit stellt besonders für die Lebensdauer von Seitenzahnrestorationen einen kritischen Faktor dar. In dieser Studie wurde die Abrasionsfestigkeit von Filtek™ Silorane im Vergleich mit Compositen auf Methacrylat-basis mithilfe eines ACTA-Kausimulators bestimmt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf das Füllungsmaterial Filtek™ Z250 Universal Restorative.

Ergebnisse: Die Abrasionsfestigkeit von Filtek™ Silorane entsprach der von klinisch bewährten Compositen.

Abrasion (ACTA, Dreimedienabrasion)



Umgebungslichtbeständigkeit und Elastizitätsmodul

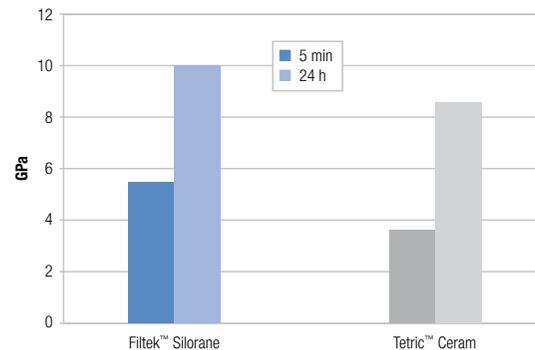
Titel: Comparative Testing of Ambient Light Stability and Reactivity of Silorane and Methacrylate Filling Materials / *Vergleichsprüfung zwischen Siloran- und Methacrylat-Füllungsmaterialien in Bezug auf Umgebungslichtbeständigkeit und Reaktivität*

Veröffentlicht von: W. Weinmann, C. Thalacker, R. Guggenberger, A. Stippschild, K. Dede und A. Anderski; 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2003, Göteborg, Schweden, Nr. 0733

Ziel der Studie: Bei lichthärtenden Dental-Compositen setzt die Polymerisation unmittelbar mit der Exposition gegenüber Tageslicht oder der OP-Beleuchtung ein. Diese Empfindlichkeit gegenüber Umgebungslicht verringert die Bearbeitungszeit, die dem Zahnarzt zur Verfügung steht, um die Composite-Restoration ordnungsgemäß zu modellieren. Besonders bei Seitenzahn-anwendungen ist eine lange Bearbeitungszeit wünschenswert. In dieser Studie wurde die Beständigkeit gegenüber dem Umgebungslicht und die damit einhergehende Reaktivität von Filtek™ Silorane mit einem Methacrylat-Composite (Tetric™ Ceram) verglichen.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane zeigte eine signifikant höhere Beständigkeit gegenüber dem Umgebungslicht als das Composite Tetric™ Ceram. Die durch Messung des E-Moduls zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmte Nachhärtung (Reaktivität) ergab keine signifikanten Unterschiede. Für Filtek™ Silorane wurde jedoch ein signifikant höheres E-Modul nach 5 min und 24 h gemessen als für Tetric™ Ceram.

E-Modul in GPa



58 Mechanische / Physikalische Eigenschaften

Umgebungslichtbeständigkeit

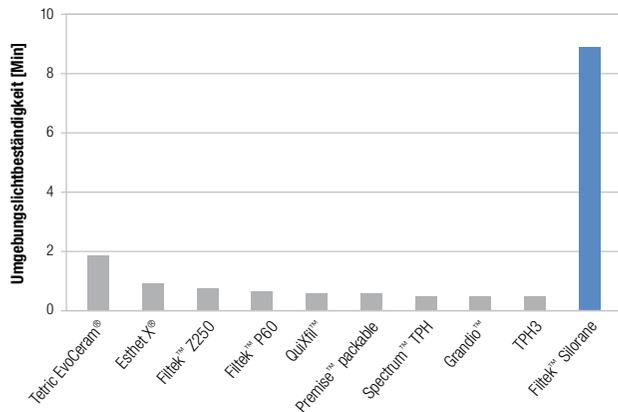
Titel: Operatory Light Stability of Filtek™ Silorane and methacrylate-based composites / *Beständigkeit gegenüber OP-Beleuchtung von Filtek™ Silorane und Compositen auf Methacrylatbasis*

Durchgeführt von: W. Weinmann, A. Stippschild, 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Da Composite auf Methacrylatbasis empfindlich auf die OP-Beleuchtung reagieren, sind Zahnärzte beim Herstellen größerer Restaurationen häufig gezwungen, ohne direkte Beleuchtung zu arbeiten. In dieser Studie wurde die Beständigkeit gegenüber der OP-Beleuchtung von Filtek™ Silorane mit der anderer Composite gemäß ISO 4049 verglichen.

Ergebnisse: Filtek™ Silorane bietet dem Zahnarzt bis zu 9 Minuten Zeit, um die Restauration unter OP-Licht einzusetzen und zu modellieren.

Umgebungslichtbeständigkeit (ISO 4049)



6. Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion 59

Beständigkeit gegenüber biologischen Flüssigkeiten

Titel: Stability of silorane dental monomers in aqueous systems / *Beständigkeit von dentalen Siloran-Monomeren in wässrigen Systemen*

Durchgeführt von: J.D. Eick¹, R.E. Smith¹, Charles S. Pinzino² und E.L. Kostoryz¹,
¹Universität Missouri Kansas City, USA; ²Midwest Research Institute, USA
Veröffentlicht in: J Dent (2006) 34: 405-410

Ziel der Studie: Untersuchung der Beständigkeit von Siloranen gegenüber biologischen Flüssigkeiten durch Messung der Veränderungen im chemischen Aufbau der Oxirangruppe. Aufgrund der extremen Hydrophobie der Silorane sind die Oxirangruppen möglicherweise für einen Angriff durch Wasser oder wasserlösliche Spezies unerreichbar. Somit lässt sich die chemische Stabilität der Silorankomponente durch Messung der Veränderungen im chemischen Aufbau der Oxirangruppe bewerten. Über die Beständigkeit dieser Komponente lässt sich dann wiederum eine Aussage zur chemischen Beständigkeit des Composites im oralen Milieu treffen.

Ergebnisse: Die Silorane erwiesen sich in allen wässrigen biologischen Prüflüssigkeiten als beständig.

60 Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion

Genotoxizitätstests

Titel: The Induction of Gene Mutations and Micronuclei by Oxiranes and Siloranes in Mammalian Cells / *Die Auslösung von Genmutationen und Mikrokerninduktion in Säugetierzellen durch Oxirane und Silorane*

Durchgeführt von: H. Schweikl¹, G. Schmalz¹ und W. Weinmann²,
¹Universität Regensburg, Deutschland; ²3M ESPE, Seefeld, Deutschland
 Veröffentlicht in: J Dent Res (2004) 83: 17-2127

Ziel der Studie: Oxirane und Silorane zählen zu den Molekülen, die für die Entwicklung von niedrigschrumpfenden Composite-Materialien geeignet sind. Aus diesem Grund führten wir eine Analyse der Mikrokernbildung (Chromosomenaberrationen) sowie der Auslösung von Genmutationen (HPRT-Assay) in Säugetierzellen durch.

Ergebnisse: Für die in Filtek™ Silorane eingesetzten Silorane wurde keine mutagene Wirkung nachgewiesen.

61

Mutagenitätstests

Titel: Evaluation of Siloranes for DNA Damage Using the Comet Assay / *Bewertung von Siloranen im Hinblick auf DNA-Schädigung unter Anwendung des Comet-Assays*

Durchgeführt von: H. Zhao¹, E.L. Kostoryz¹, W. Weinmann² und J.D. Eick¹
¹Universität Missouri, Kansas City, USA; ²3M ESPE, Seefeld, Deutschland
 Veröffentlicht in: IADR 2005, Baltimore, Nr. 1196

Ziel der Studie: Zu den möglichen Bestandteilen neuartiger Dental-Composite zählen Dental-Monomere, die die funktionellen Gruppen der Siloxane und Oxirane (Silorane) enthalten. Ziel dieser Untersuchung war es, das DNA-Schädigungspotenzial von Siloranen in L929-Mausfibroblasten zu bewerten.

Ergebnisse: Keines der untersuchten Silorane verursachte eine DNA-Schädigung. Die Tatsache, dass die Silorane keine DNA-schädigende Wirkung aufwiesen, bestätigt die Berichte in der Literatur über ihre nicht klastogenen Eigenschaften.

Filtek™ Silorane

Niedrugschrumpfendes Seitenzahn-Composite

Filtek™ Silorane

Niedrugschrumpfendes Seitenzahn-Composite

62 Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion

Mutagenitätstests

Titel: Mutagenic activity of structurally related oxiranes and siloranes in *Salmonella typhimurium* / *Mutagene Aktivität strukturell verwandter Oxirane und Silorane in Salmonella typhimurium*

Durchgeführt von: H. Schweikl¹, G. Schmalz² und W. Weinmann²
¹Universität Regensburg, Deutschland; ²3M ESPE, Seefeld, Deutschland
 Veröffentlicht in: *Mut Res Gen Toxicol Environ Mut* (2002) 521: 19-27

Ziel der Studie: Ringöffnende Moleküle wie Oxirane (Epoxyde) könnten für die Entwicklung schrumpffreier dentaler Composite-Materialien geeignet sein. Da es sich bei Oxiranen um reaktive Moleküle handelt, könnten sie in lebenden Organismen unerwünschte biologische Wirkungen hervorrufen. Die Einführung der Silorane, einer Verbindung aus Siloxanen und Oxiranen, könnte eine Lösung für dieses Problem darstellen. In dieser Studie wurden neuartige Oxirane und Silorane im Hinblick auf eine Mutationsinduktion in *Salmonella typhimurium* untersucht.

Ergebnisse: Für die in Filtek™ Silorane eingesetzten Silorane ergaben sich bei allen *S. typhimurium*-Stämmen negative Testergebnisse. Somit wird deutlich, dass die Silorane keine mutagene Wirkung in *S. typhimurium* (Ames-Test) aufweisen.

63

Zytotoxizitätstests

Titel: Cytotoxicity of a Silorane-Based Composite in a Dentin Barrier Test / *Zytotoxizität eines Composites auf Siloranbasis in einem Dentinbarrieren-Test*

Durchgeführt von: A. Sengun¹, H. Schweikl², K.A. Hiller², F. Ozer¹ und G. Schmalz²,
¹Selcuk Universität, Türkei; ²Universität Regensburg, Deutschland
 Veröffentlicht in: *CED* 2005, Amsterdam, Nr. 0122

Ziel der Studie: Die Biokompatibilität stellt eine wichtige Anforderung an dentale Füllungsmaterialien dar. Ziel dieser Studie war es, die Zytotoxizität eines neuen Composite-Kunststoffmaterials auf Siloranbasis mit seinem dazugehörigen Adhäsiv im Vergleich mit einem bekannten Material zu bewerten. Dazu wurden die Materialien einem Dentinbarrieren-Test unterzogen, der die In-vivo-Situation simuliert.

Ergebnisse: Hinsichtlich der Zellüberlebensraten ergaben sich für das Hermes-System und Tetric Ceram/Exite keine statistischen Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle. Bei verbleibenden Dentinbarrieren von 200 µm und 500 µm scheint das geprüfte Composite/Adhäsiv auf Siloranbasis kurzfristig keine biologische Veränderung der Zahnpulpa zu verursachen.

Hinweis: Das Hermes-System entspricht Filtek™ Silorane und wurde mit einem experimentellen Adhäsiv appliziert.

64 Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion

65

Histologische Beurteilung

Titel: A Histological Evaluation of a New Adhesive/ Composite Restorative System / *Histologische Beurteilung eines neuen Adhäsiv/Composite-Restorationssystem*

Veröffentlicht von: I. L. Dogon¹, L. Murray²; ¹Harvard Universität, Boston, Massachusetts, USA; ²Forsyth Institute, Boston, Massachusetts, USA
Veröffentlicht in: IADR 2004, Honolulu, USA, Nr. 4093

Ziel der Studie: Dental-Composite dürfen keine unerwünschten Wirkungen auf die Zahnpulpa ausüben. Zweck dieser Untersuchung war es, die biologische Reaktion von Filtek™ Silorane bei kombinierter Anwendung mit dem dazugehörigen Adhäsiv in Affenzähnen gegenüber einem Composite auf Methacrylatbasis zu bewerten.

Ergebnisse: Hinsichtlich der Pulpareaktion wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Filtek™ Silorane und dem Composite auf Methacrylatbasis beobachtet.

Hinweis: Filtek™ Silorane wurde mit einem experimentellen Adhäsiv appliziert.

Bakterielle Adhäsion

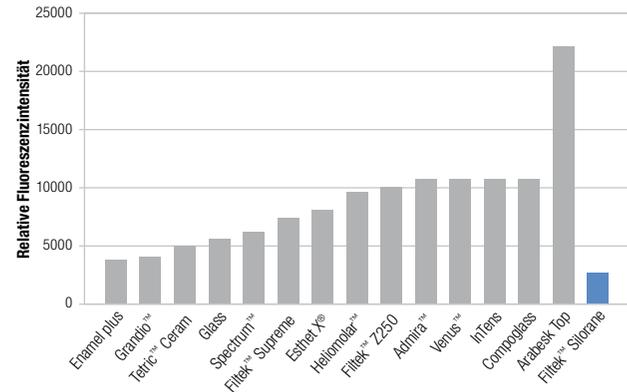
Titel: Adhesion of *S. mutans* to dental restorations / *Adhäsion von S. mutans an Dentalrestorationen*

Veröffentlicht von: R. Lang, G. Groeger, M. Rosentritt und G. Handel, Universität Regensburg, Deutschland
Veröffentlicht in: CED 2005, Nr. 0426

Ziele: Ziel dieser Studie war eine Klassifizierung der herkömmlich eingesetzten Füllungsmaterialien nach ihrer Anfälligkeit für bakterielle Adhäsion.

Ergebnisse: Aufgrund der niedrigen bakteriellen Adhäsionsraten in vitro ist für Hermes, Enamel Plus und Grandio eine geringe Plaqueanfälligkeit zu erwarten.

Adhäsion von *S. mutans* (Fluoreszenz mit Resazurin)



Berechnet wurden Mittelwerte und 25/75-Perzentile; Statistik: Mann-Whitney-U-Test

Hinweis: Das Material Hermes entspricht Filtek™ Silorane.

Filtek™ Silorane

Niedrigschrumpfendes Seitenzahn-Composite

Filtek™ Silorane

Niedrigschrumpfendes Seitenzahn-Composite

66 Biokompatibilität und bakterielle Adhäsion

Bakterielle Adhäsion

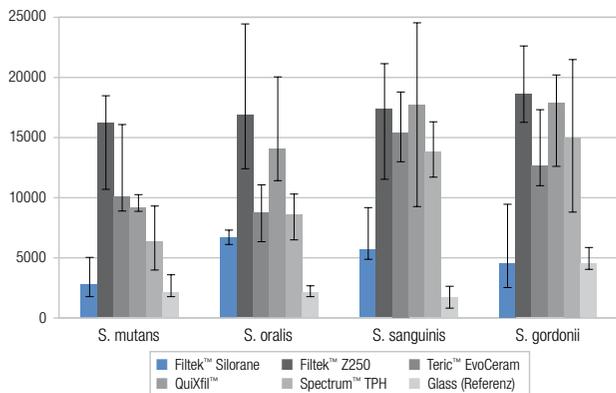
Titel: Adhesion potential of novel silorane-based restorative to oral streptococci / *Adhäsionspotenzial eines neuartigen siloran-basierten Füllungsmaterials für orale Streptokokken*

Durchgeführt von: R. Bürgers, S. Hahnel, G. Handel, M. Rosentritt
Universität Regensburg, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Vergleich des Potenzials eines neuartigen siloranbasierten Composites, oralen Streptokokken Adhäsionsmöglichkeiten zu bieten, mit dem von vier herkömmlichen Compositen auf Methacrylatbasis. Bakteriensuspensionen von vier Streptokokken-Arten wurden auf Proben des Prüfmateri als ausgebracht und inkubiert. Die bakterielle Anhaftung wurde mittels Fluoreszenzfarbe (Resazurin) bestimmt.

Ergebnisse: Die Fluoreszenzintensität der vier Methacrylat-Composite war miteinander vergleichbar. Bei allen vier Streptokokkenstämmen ergaben sich für Filtek™ Silorane signifikant niedrigere Fluoreszenzintensitäten.

Bakterielle Anhaftung mit Streptokokken (Fluoreszenz mit Resazurin)



Berechnet wurden Mittelwerte und 25/75-Perzentile; Statistik: Mann-Whitney-U-Test

7. Klinische Studien

Titel: One year performance of an innovative silorane posterior composite / *Klinisches Verhalten eines innovativen Siloran-Seitenzahn-Composits über ein Jahr*

Veröffentlicht von: M. Brandenbusch, G.R. Meyer, K. Canbek, B. Willershausen und C.P. Ernst; Johannes Gutenberg Universität, Mainz, Deutschland
Veröffentlicht in: IADR 2007, New Orleans, USA, Abstract-Nr. 1581

Ziel der Studie: Ziel der Studie was es, die klinische Leistung eines experimentellen Siloran-Füllungsmaterials (Hermes™/ 3M ESPE) im Vergleich mit einem anderen niedrigschrumpfenden Composite-Kunststoff für den Seitenzahnbereich (QuiXfil/DENTSPLY) bei Klasse-II-Kavitäten gemäß Ryge/CDA-Kriterien zu bewerten. In Übereinstimmung mit dem gekreuzten Studien-Design (split mouth design) erhielten 46 Patienten (36,9 SD±10,2a) mindestens ein Paar vergleichbarer Klasse-II-Restaurationen (Insgesamt: 102 Restaurationen).

Ergebnisse: Nach einem Jahr waren alle Restaurationen erhalten und zeigten klinisch hervorragende und akzeptable Ergebnisse. Es wurden keine Charlie- oder Delta-Punktwerte aufgezeichnet. Diese Studie wurde von 3M ESPE, Seefeld, Deutschland, unterstützt.

Hinweis: Das Material Hermes entspricht Filtek™ Silorane und wurde mit einem experimentellen Adhäsiv appliziert.

68 Klinische Studien

Titel: Clinical performance of a Silorane restorative in combination with an experimental adhesive / *Klinisches Verhalten eines Siloran-Füllungsmaterials in Kombination mit einem experimentellen Adhäsiv*

Durchgeführt von: Prof. Eliasson, Universität Island
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: In dieser Studie wurde die klinische Leistung von Filtek™ Silorane bei kombinierter Anwendung mit einem experimentellen Adhäsivsystem im Vergleich zu Tetric™ Ceram mit dem selbststützenden Adhäsiv AdheSE bewertet. Entsprechend dem Studienprotokoll wurde jeder Patient mit mindestens einem Restaurationspaar versorgt. Nach einem Jahr wurden 53 Restaurationspaare bei 31 Patienten unter Anwendung der modifizierten Ryge/CDA-Skala untersucht.

Ergebnisse: Alle Restaurationen waren erhalten geblieben. Es wurden keine Charlie- und Delta-Punktwerte beobachtet. Die Farbanpassung war unverändert und Sekundärkaries wurde nicht nachgewiesen. Eine Tetric Ceram-Restauration wurde aufgrund von postoperativen Sensitivitäten entfernt. Für Filtek™ Silorane wurden nach einem Jahr keine postoperativen Sensitivitäten berichtet. Beide Materialien scheinen klinisch akzeptabel und vergleichbar zu sein.

Hinweis: Filtek™ Silorane wurde mit einem experimentellen Adhäsiv appliziert.

69

Titel: Clinical application of Filtek™ Silorane Posterior Restorative System / *Klinische Anwendung des Filtek™ Silorane Seitenzahn-Composite-Systems*

Durchgeführt von: E. Mecher, 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland
Unveröffentlichte Daten

Ziel der Studie: Über einen Zeitraum von 6 Wochen testeten 43 Zahnärzte das Filtek™ Silorane System in ihrer Praxis. Es wurden 1145 Füllungen eingesetzt, wobei jeder Zahnarzt durchschnittlich 27 Füllungen einsetzte.

Ergebnisse: 77 % der Zahnärzte bewerteten die allgemeine Zufriedenheit mit dem Filtek™ Silorane System als gleichwertig oder besser im Vergleich zum gegenwärtig verwendeten Restaurationssystem. Unter vielen Aspekten der Handhabung schnitt das Filtek™ Silorane System sehr gut ab und wurde von 84 % der Zahnärzte als sehr einfach in der Anwendung bewertet. Es wurden keine postoperativen Sensitivitäten berichtet.

Filtek™ Silorane
Niedrigschrumpfendes Seitenzahn-Composite

Filtek™ Silorane
Niedrigschrumpfendes Seitenzahn-Composite

70

71

3M ESPE

3M ESPE AG
ESPE Platz
82229 Seefeld
Freecall: 0800 - 2 75 37 73
Freefax: 0800 - 3 29 37 73
E-Mail: info3mespe@mmm.com
Internet: www.3mespe.de

3M, ESPE, Filtek, Hermes, Silorane, und Z100 sind Marken von 3M oder 3M ESPE AG.

Admira, Aelite, Arabesk, CeramX, Charisma, Clearfil, Compoglass, Definite, Dyract, ELS, Enamel, EsthetX, Estelite, Futurabond, G-Bond, Glacier, Gradio, Grandia, Grandio, Heliomolar, Herculite, InTenS, Miris, Nulite, Optibond, Oxirane, Point 4, Premise, Prodigy, QuiXfil, Renamel, Spectrum, Solitaire, SureFil, Tetric, TPH, Venus, Xeno und Xtrafil sind keine Marken von 3M oder 3M ESPE AG.

© 3M 2008.

Alle Rechte vorbehalten.