

**3M** ESPE

Kronen und Brücken  
aus Zirkonoxid

*Technisches Produktprofil*

Lava

The background of the page is a light blue and white technical illustration. It features a central dental crown, various chemical structures including a polymer chain with an OH group, and several technical drawings of mechanical parts. The word 'Lava' is prominently displayed in a large, black, serif font across the middle of the page, partially overlapping the technical drawings.



# Inhalt

1. Einleitung .....	5
1.1 Überblick .....	5
1.2 Historie .....	5
1.3 Motivation .....	6
2. Produkt-/Systembeschreibung .....	9
Lava™ Scan .....	9
Lava™ Form .....	11
Lava™ Therm .....	11
Lava™ Frame .....	11
Lava™ Ceram .....	11
3. Klinische Aspekte .....	12
3.1 Indikationen .....	12
3.2 Präparation .....	12
3.3 Befestigung .....	13
4. Werkstoffkundlicher Hintergrund .....	14
4.1 Keramik in der Zahnmedizin und ihre mechanischen und optischen Eigenschaften ..	14
4.2 Herstellungsverfahren für Polykristalline Oxidkeramiken .....	16
4.3 Oberflächenbearbeitung .....	16
5. Materialeigenschaften von Lava™ Frame und Lava™ Ceram .....	17
5.1 Überblick .....	17
5.2 Materialkenndaten .....	18
5.3 Festigkeit des Materials (Anfangsfestigkeiten, Langzeitstabilitäten) .....	18
5.4 Festigkeiten von Realgeometrien .....	21
5.5 Abrasion .....	23
5.6 Optische Eigenschaften .....	24
5.7 Passgenauigkeit .....	26
5.8 Biokompatibilität und Löslichkeit .....	27
6. Klinische Ergebnisse .....	29
7. Gebrauchsanweisung .....	30
7.1 Die Gerüstkeramik .....	30
7.2 Die Verblendkeramik .....	37
8. Fragen und Antworten .....	42
9. Zusammenfassung .....	44
10. Literatur .....	45
11. Technische Daten .....	51



# 1. Einleitung

## 1.1 Überblick

Das Lava™ Vollkeramiksystem umfasst ein CAD/CAM-Verfahren zur Herstellung von vollkeramischen Kronen und Brücken für den Front- und Seitenzahnbereich. Die Gerüstkeramik besteht aus Zirkonoxid (Lava™ Frame), das in sieben verschiedenen Farben eingefärbt werden kann, und wird ergänzt durch eine speziell abgestimmte Verblendkeramik (Lava™ Ceram). Die Herstellung der Gerüste erfolgt über die CAD/CAM-Bearbeitung (Scannen, computergestützte Gerüstmodellation und Fräsen) von vorgesinterten Zirkonoxid-Rohlingen. Die Sinterung der um die Sinterschwindung vergrößerten Gerüste in einem speziellen Hochtemperaturofen führt dann zu hochfesten Restaurationen mit ausgezeichneter Passgenauigkeit.



Abb. 1.1: Lava™ Scan Optischer 3D-Scanner



Abb. 1.2: Lava™ Form Computergesteuerte Fräsmaschine



Abb. 1.3: Lava™ Therm Sinterofen



Abb. 1.4: Lava™ Frame Zirkonoxid Gerüstkeramik

## 1.2 Historie

Schon seit jeher versuchte man Zahnersatz aus zahnfarbenen Mineralien zu gestalten. Doch erst die Beherrschung der Porzellanherstellung in Europa ca. Anfang des 18. Jahrhunderts beschleunigte den Einsatz von Keramik in der Zahnmedizin und Zahntechnik <sup>[1-1]</sup>. So gelang es dem Apotheker Duchateau zusammen mit dem Zahnarzt Dubois de Chemant zum ersten mal Ende des 18. Jahrhunderts vollkeramischen Zahnersatz herzustellen. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelte dann Charles Henry Land die Keramikmantelkrone (Jacket-Krone) auf Feldspat-Basis, die noch bis heute leicht modifiziert angewendet wird. 50 Jahre später wurde eine Verstärkung dieser Mantelkronen durch Aluminiumoxid aufgrund der Arbeiten von McLean und Hughes erzielt <sup>[1-2]</sup>.

Weitere Werkstoffentwicklungen in Hinblick auf die zu geringen Bruchfestigkeiten der damaligen Keramiken beruhten auf Erhöhung der kristallinen Anteile wie z.B. Leuzit (Empress®), Glimmer (Dicor®), Hydroxylapatit (Cerapearl®), glashaltigen Mischoxiden oder Spinellen (In Ceram®) und Zirkonoxid.

Reine polykristalline oxidische Keramiken finden erst seit etwa 10 Jahren ihre klinische Anwendung (Bsp. Procera®, siehe auch Kapitel 4, Werkstoffkundlicher Hintergrund). Sie stellten zum ersten Mal eine Werkstoffklasse dar, die auch für Seitenzahnrestaurationen über ausreichende Festigkeiten verfügte.

Presskeramiken hingegen wie Empress werden seit über 10 Jahren mit Erfolg im Bereich der Frontrestaurationen eingesetzt, jedoch nicht als Brücken und festsitzende Teilprothesen im Seitenzahnbereich. Gerade wenn man die Erfolge der Metallkeramik und die über 30-jährige Erfahrung mit dieser Versorgungsart betrachtet (hier wird eine mindestens 85 % Überlebensrate nach 10 Jahren Tragedauer auch für Seitenzahnbrücken gefordert), muss sich ein neues System jedoch an diesem Maßstab messen lassen<sup>[1-4]</sup>.

Darüber hinaus waren günstige Voraussetzungen für hohe Überlebensraten der bis dato eingesetzten vollkeramischen Materialien auf die adhäsive Befestigung der Kronen und Brücken zurückzuführen. Grund ist, wie noch dargestellt wird, eine unkritischere Belastungssituation und damit eine Stabilisierung bei adhäsiver Befestigung von relativ bruchgefährdeter Glaskeramik. Die weniger techniksensitive konventionelle Zementierung war jedoch kontraindiziert. Bei der Formgebung kamen und kommen noch heute Guss-(Dicor), Press-(Empress) und Schleifverfahren (Cerec®) zum Einsatz. Die Idee der CAD/CAM-Herstellung von Zahnrestaurationen stammt von Duret aus den 70er Jahren. 10 Jahre später entwickelte Mörmann das von Siemens (heute Sirona) vertriebene Cerec®-System, das erstmals eine Chairside-Herstellung beim Zahnarzt mit dieser Technologie ermöglichte. In den letzten Jahren beschleunigte sich die Entwicklung weiterer CAD/CAM-Labor-Systeme deutlich durch die rasante Leistungssteigerung im PC- und Software-Bereich und war entscheidend für die Bearbeitung hochfester polykristalliner Keramiken wie z.B. Zirkonoxid.

### 1.3 Motivation

Mit der Anforderung dem Patienten **hochwertige, ästhetische und biokompatible** prothetische Arbeiten anzubieten, ist man auf der Suche nach Möglichkeiten zur Herstellung von **langzeitstabilen** und mehrspannigen Vollkeramik-Brücken speziell im Seitenzahnbereich bei Glaskeramiken, aber auch bei infiltrierten Keramiken an Materialgrenzen gestoßen.

Aufgrund ihrer Materialkenndaten sind polykristalline Keramikgerüste in der Lage, diese Grenzen zu überwinden, als Indikation kommen auch **Seitenzahnbrücken** in Betracht. Hier beweist vor allem die Zirkonoxidkeramik mit überzeugender **Festigkeit** und aus der mit einer Implantatprothetik bekannten **Biokompatibilität** ihre Eignung als Gerüstmaterial der Wahl. Die Herstellung eines solchen Gerüsts erfolgt idealerweise in einem **wirtschaftlichen** und daher **automatisierbaren** Prozess, der gleichbleibende, kontrolliert hohe **Qualität** liefert und möglichst **flexibel** (Material, Indikation) ausgelegt ist.

Das Zirkonoxidgerüst muss auch eine **ästhetisch** optimale Grundlage liefern (**Transluzenz & Einfärbbarkeit**) und perfekt adaptierte Verblendkeramik-Massen zur Seite gestellt bekommen. Durch die enorme Festigkeit und natürliche Ästhetik des Gerüsts sind eine **substanzschonende** Präparation und **konventionelle Befestigung** wie für eine Metallkeramik möglich.

#### Biokompatibilität

Vollkeramischer Zahnersatz wird hinsichtlich **Mundbeständigkeit** und Biokompatibilität als inert angesehen. Die **Plaque-Akkumulation** ist vergleichbar der auf dem natürlichen Zahn. Durch die geringe thermische Leitfähigkeit der Keramik ist anders als bei den metallgestützten Arbeiten nicht mit einer Temperatur-Sensibilität zu rechnen.

## Langzeitstabilität

Die Hauptsorge richtet sich auf ausreichende **Dauerfestigkeit** unter funktioneller Belastung im Indikationsbereich. Aus klinischer Sicht steht nicht die initiale Festigkeit des Werkstoffes Keramik an sich im Vordergrund, sondern die Tragedauer des definitiv eingesetzten Zahnersatzes. Letztere hängt bei glashaltigen Keramiken in der Regel entscheidend von der Art der **Befestigung** – geklebt oder zementiert – ab. Sie beeinflusst die Belastung des Gesamtsystems Zahnstumpf / Restauration deutlich.

Für den klinischen Einsatz von Vollkeramiken wird bei **Biegefestigkeiten** um 350 MPa und Risszähigkeiten  $< 2 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$  (typisch für Glaskeramiken) adhäsive Befestigung gefordert. Bei polykristallinen Keramikgerüsten mit deutlich höheren Festigkeitswerten kann eine **konventionelle Befestigung** mit Glasionomierzement empfohlen werden. Zinkphosphatzement ist aus ästhetischen Gründen nicht angezeigt.

Problematisch ist die mangelnde **Dauerfestigkeit** (unterkritisches Risswachstum, Spannungskorrosion) der auf dem Markt befindlichen glashaltigen Keramiksysteme im Vergleich zu den im Mund auftretenden maximalen Kaukräften. Unter dem Einfluss der Mundfeuchtigkeit und des **unterkritischen Risswachstums** verlieren glaskeramische Systeme deutlicher an Festigkeit. Um eine mehrjährige sichere Versorgung zu gewährleisten, werden für den Seitenzahnbereich ca. 1000N Anfangsfestigkeit verlangt, um dem Effekt der Materialermüdung prospektiv mit einem Sicherheitsabstand Rechnung zu tragen. Berücksichtigt man die im Mund auftretenden maximalen Kräfte von 400 N im Frontzahnbereich und 600 N im Seitenzahnbereich, kann bei weitspannigen Versorgungen nur von Zirkonoxid diese Anfangsfestigkeit erreicht werden.<sup>[1,5]</sup>

## Konventionelle Arbeitsweise

Der Praktiker wünscht sich idealerweise ein System, bei dem er seine vertraute Arbeitsweise nicht umstellen muss. Optimal sind supragingivale Präparationen nach substanzschonender Art wie bei Metallkeramik-Versorgungen. Bei der Zementierung ist konventionelles Einsetzen z.B. mit Glasionomer deutlich einfacher und hat den Vorteil einer langjährigen Erfahrung im Gegensatz zur adhäsiven Befestigung.

## Indikationsspektrum

In den modernen klinisch-werkstoffkundlich orientierten Werken wird die Eignung der heute bekannten Vollkeramiksysteme (z.B. Empress® und In Ceram™) bei Kronen für den Front- und teilweise Seitenzahnbereich gesehen, Frontzahnbrücken sind ebenfalls indiziert, Seitenzahnbrücken aber meist nur bis zum ersten Prämolaren (z.B. Empress® II). Dadurch ergibt sich die deutliche Forderung nach einem zuverlässigen vollkeramischen System für alle Brücken im Seiten- und Frontzahnbereich.

## Verlässlichkeit

Es werden in der Literatur weitere keramikspezifische Parameter wie **Bruchzähigkeit** und **Weibull-Modul** beschrieben. Der Weibull-Modul gibt dabei das Maß der Streuung der Festigkeitswerte an. Ein hoher Weibull-Modul ( $> 10$ ) spiegelt eine enge Verteilung wieder und ist daher günstig – vor allem bei niedriger Festigkeit. Dennoch ist auch bei hohen Festigkeiten aus Sicherheitsgründen ein hoher Weibull-Modul anzustreben.

## Passgenauigkeit

Nicht zuletzt ist eine gute **Passgenauigkeit** für den klinischen Erfolg mitverantwortlich. Hier werden Passungen am Kronenrand von 50 µm - 100 µm als ideal angesehen. Wichtig ist dabei auch eine klare Definition des Begriffs *Passung* <sup>[1-6]</sup>.

## Zusammenfassung

Durch den Einsatz hochpräziser Scanner- und Frästechnologie sowie durch exakte Kenntnisse des Materialverhaltens von Zirkonoxid können die obigen Idealforderungen erfüllt werden. Die Lava™ Kronen und Brücken wurden unter Anwendung des umfangreichen Wissens von bereits verfügbaren Materialien und Systemen und neu entwickelter state-of-the-art Scan- und Fräs-Expertise entwickelt, um das Labor, den Zahnarzt und den Patienten mit der haltbarsten und ästhetischsten Vollkeramik-Restoration, die heutzutage verfügbar ist, zu versorgen.



## 2. Produkt-/Systembeschreibung



Arbeitsmodell



Scannen



Gestalten



Fräsen



Sintern



Verblenden

Abb. 2.1: Prozessablauf

Die Herstellung von Lava™ Frame Zirkonoxidgerüsten erfolgt über Fräszentren. Jedes Labor hat die Möglichkeit, ohne größere Investitionen seinem Zahnarzt CAD/CAM gefertigte Lava™ Restaurationen anzubieten, und der Zahnarzt kann für alle Indikationen mit seinem gewohnten und vertrauten Labor zusammenarbeiten.

### Allgemeiner Prozessablauf (siehe Abb. 2.1):

Ein vom Labor erstelltes Sägeschnittmodell wird im Fräszentrum mit Lava™ Scan, dem optischen Scanner, digitalisiert. Anschließend wird die Restauration virtuell am Bildschirm mittels der für Lava™ entwickelten Software (CAD) designed und die Daten an Lava™ Form, die Fräseinheit (CAM), weitergeleitet. Lava™ Form fräst aus den vorgesinterten Zirkonoxid-Rohlingen die Restauration, die wahlweise eingefärbt (7 verschiedene Farben) und anschließend im Lava™ Therm Sinterofen zur vollständigen Dichte gesintert wird. Das Fräszentrum schickt das fertige Grundgerüst zur Verblendung und künstlerischen Ausarbeitung mit Lava™ Ceram wieder an das Labor zurück.

### Scannen mit Lava™ Scan:

Die Einheit besteht aus dem berührungslosen, lichtoptischen Abtastsystem Lava™ Scan (Weißlichttriangulation), einem PC mit Monitor und der Software Lava™ CAD.

Nach dem Fixieren des Sägeschnittmodells im Scanner werden einzelne Stümpfe und der Kieferkamm automatisch erfasst und als dreidimensionales Bild auf dem Monitor dargestellt. Zum optimalen Design können auch das Bissregistrat und die Nachbarzähne eingescannt und virtuell dargestellt werden. Unebenheiten und Unterschnitte an den Stümpfen werden angezeigt. Der Zahntechniker muss nicht mehr per Hand auswachsen, sondern kann dies bequem über die Lava™ Software mittels eines virtuellen Wachsmessers durchführen. Die Präparationsgrenzen werden vom System automatisch detektiert, können jedoch auch individuell nachgebessert werden, falls dies erforderlich sein sollte.

### Gestaltung mit Lava™ CAD:

Die Software erstellt zunächst Käppchen mit einheitlicher Wandstärke für Kronen bzw. Pfeilerzähne und wählt aus einer Bibliothek die passenden Brückenglieder aus. Die Form der Käppchen und Brückenglieder kann anschließend mit Hilfe eines virtuellen Wachsmessers weiter individualisiert und unter Berücksichtigung von Nachbarzähnen und Bissregistrat

optimiert werden (Abb. 2.2 – 2.4). Das Gerüst wird somit in Hinsicht auf eine optimale Unterstützung der Verblendkeramik designed (Abb. 2.4). Basal wird das Brückenglied automatisch unter Berücksichtigung einer vorgegebenen Schichtstärke an Verblendkeramik an den Kieferkamm angepasst. Die individualisierten Brückenglieder können ebenfalls in der Bibliothek für spätere Anwendungen gespeichert werden. Auch Position und Größe des Zementspaltes sowie die Zementspalterweiterung werden über festgelegte Grundeinstellungen vorgegeben, können aber individuell für jeden Stumpf nochmals angepasst werden. Spezialkenntnisse sind für den Designprozess nicht erforderlich. Alle Änderungen werden visuell am Bildschirm verfolgt. Danach werden diese Daten zur Berechnung der Fräsbahn weiterverarbeitet.

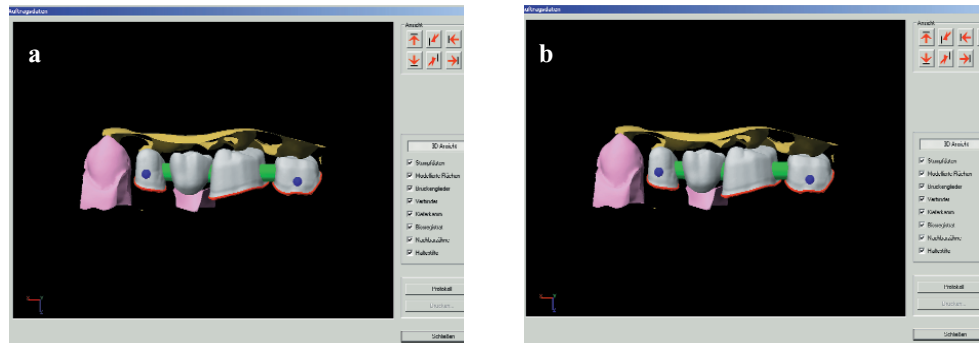


Abb. 2.2: Design einer 4-gliedrigen Lava™ Frame Zirkonoxid Brücke

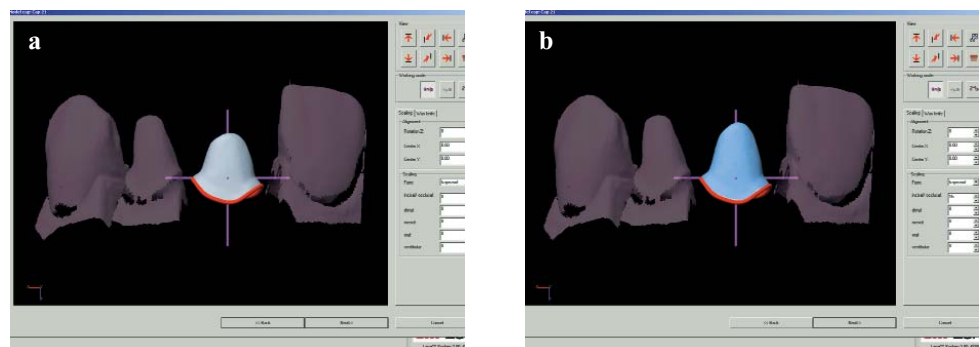


Abb. 2.3: Scaling mittels des virtuellen Wachsmessers

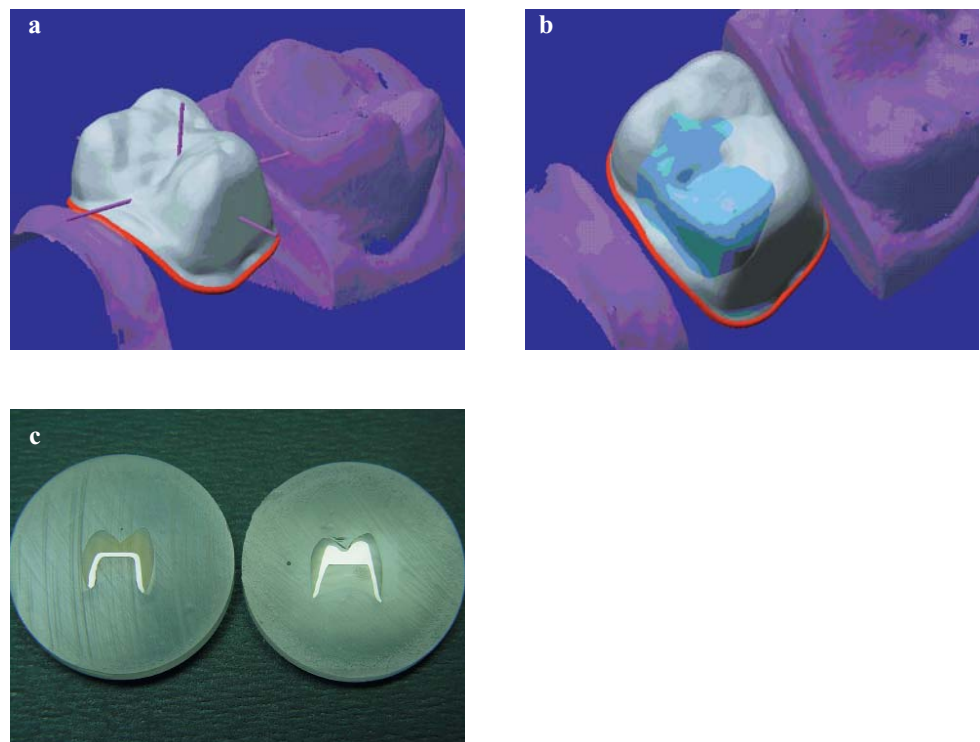


Abb. 2.4: Optimierung der Zahnstruktur zur Unterstützung der Verblendkeramik mittels des virtuellen Wachsmessers

### Fräsen mit Lava™ Form:

Das Herausfräsen der 3D-Form erfolgt aus einem vorgesinterten Zirkonoxid-Rohling unter Einsatz von Hartmetall-Fräswerkzeugen. Die Gerüste werden entsprechend der für diese Zirkonoxid-Charge bestimmten Sinterungsparameter vergrößert gefräst, um den anschließenden Sinterschrumpf auszugleichen. Die durchschnittliche Fräszeit für eine 3-gliedrige Brücke beträgt etwa 50 Minuten. Die Maschine besitzt ein Magazin für 21 Rohlinge, das die Bestückung mit Rohlingen und die Entnahme von fertigen Gerüsten während der Bearbeitung ermöglicht. Eine sukzessive automatische Fräsung unterschiedlicher Gerüste sogar über Nacht ist auch durch den selbständigen Werkzeugwechsel gewährleistet und erlaubt so einen hohen Durchsatz.

### Sintern in Lava™ Therm:

Eine manuelle Nachbearbeitung ist vor dem Sintern möglich. Ebenso erfolgt vor dem Sintervorgang die Einfärbung der Gerüste entsprechend der Verblendfarbe (7 Farbtöne analog VITA® Classic sind möglich). Anschließend erfolgt der vollautomatische, kontrollierte Sinterprozess ohne manuelle Eingriffe im Spezialofen Lava™ Therm (ca. 11 Stunden incl. Aufheiz- und Abkühlphase).

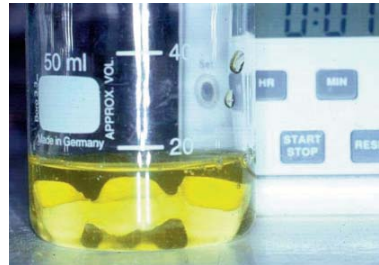


Abb. 2.5: Manuelle Nachbearbeitung vor dem Sintern(a), Färben der Lava™ Frame Zirkonoxidgerüste vor dem Sintern (b)

### Verblenden mit Lava™ Ceram:

Die speziell entwickelte, systemgebundene Verblendkeramik ist im Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) exakt auf das Zirkonoxid abgestimmt (- 0,2 ppm). Das Schichtschema mit 16 Farben orientiert sich an VITA Classic. Durch zusätzliche verschiedene Individualmassen sind sehr ästhetische Gestaltungsmöglichkeiten gegeben. Die natürliche Transluzenz harmonisiert ideal mit dem transluzenten Zirkonoxid-Gerüst. Weitere Informationen zur Schichtung von Lava Ceram entnehmen Sie dem Lava Ceram Schichtschema.



Abb. 2.6: Mit Lava™ Ceram verblendete Restaurationen, ZTM Jan Langner



Abb. 2.7: Lava™ Frontzahnbrückengerüst (links); das gleiche Brückengerüst verblendet und befestigt, ZTM J.-H. Bellmann (rechts)

# 3. Klinische Aspekte

## 3.1 Indikationen

Die hervorragenden mechanischen und optisch-ästhetischen Eigenschaften von Lava™ Frame Zirkonoxid und der Lava™ Ceram Verblendkeramik ermöglichen die Realisierung eines weiten Indikationsspektrums von Kronen und Brücken im Front- und Seitenzahnbereich. (Abb.3.1 – 3.5)



Abb. 3.1: Lava™ Frontzahnkronen



Abb. 3.2: Lava™ Seitenzahnkrone



Abb. 3.3: 3-gliedrige Lava™ Frontzahnbrücke



Abb. 3.4: 3-gliedrige Lava™ Seitenzahnbrücke



Abb. 3.5: 4-gliedrige Lava™ Seitenzahnbrücke



Abb. 3.6: 4-gliedrige Lava™ Seitenzahnbrücke eingegliedert

## 3.2 Präparation

Optimal ist eine Stufenpräparation mit abgerundetem Innenwinkel oder eine Hohlkehlpriparation (Abb. 3.7). Hierbei sollten Winkel von  $\geq 5^\circ$  (horizontal) und  $\geq 4^\circ$  (vertikal) eingehalten werden, um einen optimalen Scanprozess zu ermöglichen.

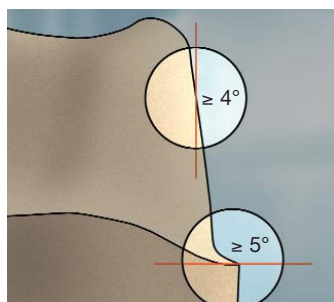


Abb. 3.7: Stufenpräparation mit abgerundetem Innenwinkel

### 3.3 Befestigung

Lava™ Frame Zirkonoxid hat eine so hohe Festigkeit, dass eine adhäsive Befestigung nicht zwingend erforderlich ist. Restaurationen können konventionell mit einem Glasionomer-Zement eingegliedert oder aber je nach Wunsch mit einem adhäsiven oder selbst-adhäsiven Zement befestigt werden. Bei einer adhäsiven Befestigung ist jedoch zu beachten, dass Zirkonoxid im Gegensatz zu Glaskeramiken nicht geätzt werden kann und daher ein Verbund nur mittels Silikatisierung und anschließender Silanisierung (z.B. Rocatec™, 3M™ ESPE™) erreicht werden kann. Ausnahme sind die selbst-adhäsiven Zemente (siehe unten), die einen direkten chemischen Verbund mit Zirkonoxid herstellen.

#### Konventionelle Zementierung

Im Falle einer konventionellen Zementierung empfehlen wir Glasionomer-Zement, z.B. Ketac™ Cem von 3M™ ESPE™. Bei der Verwendung von Phosphatzementen werden nicht die gewünschten ästhetischen Ergebnisse erzielt.



Abb. 3.8: Befestigung einer Frontzahnbrücke mit Ketac™ Cem vor der Überschussentfernung

#### Selbst-Adhäsive Befestigung mit RelyX™ Unicem

Für die Befestigung mit dem selbst-adhäsiven universalen Composite-Befestigungszement RelyX™ Unicem von 3M™ ESPE™ sollten die Innenflächen der Restauration kurz sandgestrahlt werden. Eine komplette Vorbehandlung mit dem Rocatec™ System, d.h. Silikatisierung mit Rocatec™ Soft mit anschließender Silanisierung, ist jedoch nicht erforderlich, da RelyX™ Unicem aufgrund seiner speziellen Chemie einen direkten Verbund zur Zirkonoxidkeramik herstellen kann. Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung für RelyX™ Unicem.

#### Adhäsive Befestigung mit Compositen

Für die adhäsive Befestigung mit Composite-Zementen müssen die Klebeflächen mit Rocatec™ Soft oder Cojet™ Sand für 15 Sekunden silikatisiert werden und mit ESPE™ Sil silanisiert werden. Alle Produkte werden von 3M™ ESPE™ hergestellt. Nach der Silanisierung sollte möglichst ohne große Zeitverzögerung mit einem Composite-Zement eingesetzt werden, z.B. RelyX™ ARC. Falls gewünscht, sollte ein Passungstest vor der Silikatisierung/ Silanisierung erfolgen. Details zur Verarbeitung entnehmen Sie bitte den Gebrauchsinformationen für das Rocatec™ Systems bzw. für Cojet™ Sand.

# 4. Werkstoffkundlicher Hintergrund

## 4.1 Keramik in der Zahnmedizin und ihre mechanischen und optischen Eigenschaften

Chemisch gesehen versteht man unter einer Keramik einen anorganischen, nicht-metallischen Werkstoff, dessen interatomare Bindungen kovalent oder ionisch sind. Seine Materialeigenschaften werden von seiner elementaren Zusammensetzung und seiner Struktur bestimmt, d.h.

- 1.) Aus welchen chemischen Verbindungen besteht die Keramik ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  etc.)
- 2.) Welche atomare 3D-Struktur, amorph oder kristallin, besitzt die Keramik? Eine amorphe Struktur hat eine ungeordnete Fernstruktur, während in einer kristallinen Struktur jedes Atom einen genau definierten Platz innerhalb eines 3D Netzwerkes einnimmt.

**Vollkeramische Dentalwerkstoffe** können sehr unterschiedlich in ihrem chemischen Aufbau als auch in ihrer Struktur sein und weisen daher unterschiedliche Materialcharakteristika auf. Verblendkeramiken sind **Feldspatkeramiken**, die fast ausschließlich aus einer amorphen Glasphase bestehen und somit ideale optische Eigenschaften für die Verblendung mitbringen. Als Gerüstkeramiken unterscheidet man in der Zahnmedizin drei Gruppen von Keramiken, die **polykristallinen Keramiken**, die **glasinfiltrierten Keramiken** und die **Glaskeramiken** (siehe Abb. 4.1 – 4.3).

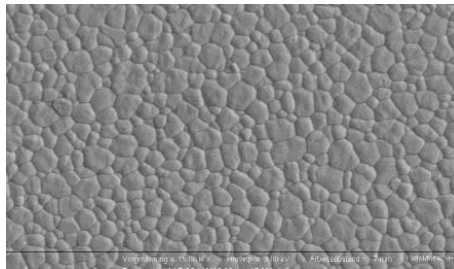


Abb. 4.1: Polykristalline Keramik (glasfrei) z.B. Lava™

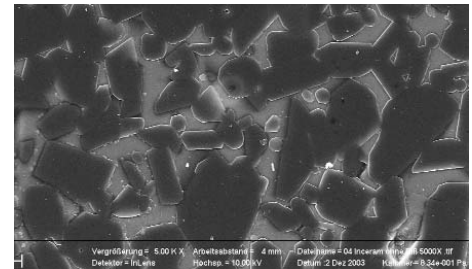


Abb. 4.2: infiltrierte Keramik (glashaltig) z.B. In-Ceram™

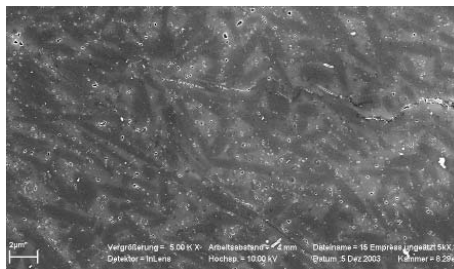


Abb. 4.3: Glaskeramik (glashaltig) z.B. Empress® I/II

Unter den Gerüstkeramiken sind die Glaskeramiken und infiltrierten Keramiken mehrphasige Werkstoffe und enthalten neben amorphen (**glasartigen**) Anteilen auch kristalline Bestandteile (z.B. Lithiumorthophosphat-Kristalle in der Glaskeramik Empress® II,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Kristalle in infiltrierten Keramiken etc.).

Aluminiumoxid und Zirkonoxid sind die beiden einzigen **polykristallinen** Keramiken, die sich für den Einsatz als hochbelastbare Gerüstmaterialien in der Zahnmedizin anbieten. Nur sie zeigen in dieser Werkstoffklasse sowohl die nötigen farblich-ästhetischen (Zahnfarbe) wie auch werkstoffkundlich biologischen Eigenschaften für einen modernen Zahnersatz<sup>[4,1]</sup>.

Ein zahnmedizinischer Werkstoff muss an die verschiedenen Einflüsse und Gegebenheiten im Mundmilieu angepasst sein. Er sollte über eine ausreichend hohe **Bruchfestigkeit** verfügen, um spontanen extremen Belastungen standzuhalten, und hohe **Risszähigkeiten** aufweisen, um eine größtmögliche Toleranz gegenüber Defekten zu zeigen. Verschiedene Untersuchungen belegen höhere Festigkeiten für infiltrierte Keramiken als für Glaskeramiken <sup>[4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7]</sup>. Die höchsten Bruchfestigkeiten werden jedoch für die polykristallinen Keramiken gemessen <sup>[4.1, 4.2, 4.3, 4.10, 4.11., 4.12]</sup>. Aber nicht nur Anfangsfestigkeiten, sondern vor allem auch **Langzeitstabilitäten** entscheiden über den klinischen Erfolg verschiedener Systeme. Die Langzeitstabilität ist somit bei der Beurteilung neuer Vollkeramiksysteme ein wesentlicher Aspekt, der durch **unterkritisches Risswachstums** und **Materialermüdung** bestimmt wird. Eine Nachbearbeitung von Vollkeramik kann Mikrodefekte induzieren <sup>[4.6]</sup>, die durch unterkritisches Risswachstum bis zu einer kritischen bruchauslösenden Größe heranwachsen können. Die Risswachstumsgeschwindigkeit ist ein wichtiger Werkstoffparameter bei keramischen Werkstoffen, der von Material zu Material sehr unterschiedlich sein kann. Er gibt an mit welcher Geschwindigkeit ein vorhandener Defekt unter den statischen und / oder dynamischer Belastungen im Mundmilieu wachsen kann, bis es eventuell zu einer Komplettfraktur kommt. Diese Risswachstumsgeschwindigkeit ist neben der bereits genannten Risszähigkeit auch abhängig von dem umgebenden Medium. Insbesondere H<sub>2</sub>O im Speichel führt bei glashaltigen Systemen (Glaskeramik und infiltrierte Keramik) zur so genannten Spannungsrissskorrosion, wobei das Wasser mit dem Glas unter Zersetzung desselben reagiert, was zu erhöhten Risswachstumsgeschwindigkeiten und damit einer insgesamt kritisch zu beurteilenden Langzeitstabilität führt. Polykristalline, weitgehend glasfreie Systeme wie ZrO<sub>2</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zeigen dagegen bei entsprechender Mikrostruktur eine ausgezeichnete Langzeitstabilität (siehe nächstes Kapitel) <sup>[4.1, 4.11]</sup>.

Bei Zirkonoxidkeramik handelt es sich in der Regel um mit Yttriumoxid (Zusatz etwa 3 mol-%) teilstabilisiertes tetragonales polykristallines Zirkonoxid (Y-TZP = Yttria - Tetragonal Zirconia Polycrystals). Diese Stabilisierung wird als **Umwandlungsverstärkung** bezeichnet und bewirkt eine gewisse Rissstopfunktion <sup>[4.8, 4.9]</sup>. Eine an der Risspitze wirkende Zugspannung induziert eine Umwandlung des metastabilen tetragonalen Zirkonoxids in die thermodynamisch günstigere Form. Diese Umwandlung ist mit einem lokalen Volumenzuwachs verbunden. Dadurch wird örtlich begrenzt an der Risspitze eine Druckspannung erzeugt, die der von außen wirkenden Belastung an der Risspitze entgegenwirkt. Dies führt zu hohen Anfangsfestigkeiten und Risszähigkeiten sowie in Kombination mit einer geringen Anfälligkeit gegenüber Spannungs-korrosion zu einer hervorragenden **Lebensdauerprognose** für Zirkonoxid-Gerüste.

Restorationen aus Gerüstkeramiken müssen anschließend zur ästhetischen Ausgestaltung noch verblendet werden. Die Wärmeausdehnungskoeffizienten der beiden Keramiken müssen hierbei aufeinander abgestimmt sein. Speziell für Zirkonoxid, das einen verhältnismäßig geringen WAK (etwa 10 ppm) besitzt, wurden in den letzten Jahren spezielle Verblendkeramiken mit einem gleichen oder etwas geringeren WAK entwickelt, die einen guten Verbund zum Gerüstmaterial Zirkonoxid aufweisen (siehe Materialeigenschaften Lava™ Ceram).

Verschiedene in-vitro-Untersuchungen bestätigen die enorm hohe **Bruchfestigkeit** von Realgeometrien wie z.B. verblendeten 3-gliedrigen Zirkonoxid-Seitenzahnbrücken<sup>[4,10]</sup>. Es werden mit über 2000 N Festigkeiten erreicht, die um einen Faktor 3 - 4 über der maximalen Kaubelastung liegen. Mit diesen Festigkeiten weisen solche Brücken deutlich bessere Werte als andere Vollkeramik-Brücken auf. Damit kann heute vor allem Zirkonoxid als geeignetes Gerüstmaterial für mehrgliedrige **Seitenzahnbrücken** betrachtet werden.

Die Festigkeitswerte und hohen Bruchzähigkeiten von Zirkonoxid (Risszähigkeit  $K_{IC}$  etwa 5 bis 10 MPa m<sup>1/2</sup> i. Vgl. zu Aluminiumoxid: etwa 5 MPa m<sup>1/2</sup>) lassen auch eine geringere Gerüststärke zu als bei den bisher auf dem Markt befindlichen Vollkeramiksystemen. Statt 1 mm Wandstärke können bei Lava™ 0,5 mm bzw. 0,3 mm (Frontzahnkronen) als ausreichend betrachtet werden. Damit ist eine Zahnhartsubstanz schonendere Präparation möglich als bei den bisher auf dem Markt befindlichen Systemen. Durch die gute Ästhetik des Zirkonoxid-Gerüsts (ideale Transluzenz und Einfärbbarkeit, siehe später) kann die Schichtstärke der Verblendung ebenfalls gering gehalten werden, sodass eine Präparationsweise ähnlich der Metallkeramik und damit patientenfreundlicher als bei anderen Vollkeramiken möglich ist.

## 4.2 Herstellungsverfahren für Polykristalline Oxidkeramiken

Polykristalline Oxidkeramiken werden heute hauptsächlich mittels der CAD/CAM Technologie verarbeitet. Hierbei werden industriell vorgefertigte Keramikblocks eingesetzt, die durch standardisierte Herstellungsverfahren über ein sehr homogenes Mikrogefüge verfügen.

Die Herstellung der Gerüste kann durch Beschleifen von fertiggesinterten Rohlingen erfolgen (z.B. DCS®, Celay®), was sehr zeitintensiv ist und einen hohen Werkzeugverschleiß aufweist, oder durch Bearbeitung von un- bzw. vorgesinterten Zirkonoxid-Rohlingen (z.B. Lava™). Im letzteren Fall wird die Restauration aus einem vorgesinterten Zirkonoxidmaterial herausgefräst und anschließend zu vollständiger Dichte gesintert. Dadurch werden die Fräszeiten erheblich verkürzt und der Werkzeugverschleiß herabgesetzt. Allerdings muss die Restauration zunächst mit Softwareunterstützung vergrößert gefräst werden, um den anschließenden **Sinterschrumpf** zu kompensieren (siehe auch Kapitel 5.7 Passgenauigkeit).

## 4.3 Oberflächenbearbeitung

Die **Oberflächenbearbeitung** keramischer Werkstoffe hat einen entscheidenden Einfluss auf die Biegefestigkeit des Materials. So bewirkt ein Beschleifen und Fräsen von gesinteter Keramik in der Regel einen Festigkeitsverlust der Restauration (Mikrorisse an der Oberfläche). Das schleifende oder fräsende Bearbeiten von fertiggesinterten Zirkonoxid-Gerüsten (sei es durch das Herstellverfahren, wie DCS, oder durch Nachbearbeiten beim Zahnarzt) kann zu einem **Festigkeitsverlust** im Gegensatz zur Bearbeitung im Grünzustand (Lava™, 3M™ ESPE™-Verfahren) führen. Nachbearbeitung von fertiggesinterten Gerüsten mittels Schleif- oder Fräswerkzeugen ist insbesondere im gingivalen Konnektorbereich (Zugspannung) kontraindiziert. Die Innenseite der Krone zeigt nach dem Fräsen und Sintern eine ausreichende Mikroretention für den Verbund mit dem Zement (siehe Kapitel 3 Befestigung). Wenn es jedoch doch erforderlich sein sollte nachzubearbeiten, muss mit feinkörnigen Diamanten (< 40µm; <sup>[4,12]</sup>) und unter Wasserkühlung gearbeitet werden.



# 5. Mechanische und optische Eigenschaften der Materialien

## 5.1 Überblick

Seit vielen Jahren ist Zirkonoxid als biokompatibler Werkstoff in der Implantologie bewährt. Zirkonoxid zeigt keine messbare Löslichkeit oder Wasseraufnahme und zeichnet sich durch eine hohe Anfangsfestigkeit und ausgezeichnete Langzeitstabilität aus. Die Festigkeit dieses Werkstoffs ist deshalb auch noch nach langer Tragedauer im Mund gewährleistet. Lava™ Frame Zirkonoxid hat kein allergenes Potential und ist äußerst gewebeverträglich (siehe Kapitel 5.8 Biokompatibilität). Die Lava™ Ceram Verblendkeramik hat alle bekannten Vorteile einer Verblendkeramik in Bezug auf **Biokompatibilität** und **Abrasionsverhalten**.

Zirkonoxid widersteht einem vielfachen der Belastungen, die im Mund auftreten (im Frontzahnbereich bis 400 N, im Seitenzahnbereich bis 600 N, <sup>[5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6]</sup> bei Bruxisten sogar bis 800N <sup>[5.6]</sup>). Die Stabilität ist deutlich höher als bei anderen Vollkeramikmaterialien. Lava™ Frame Zirkonoxid eignet sich deshalb – im Gegensatz zu infiltrierten oder Glaskeramiken – insbesondere für Brückengerüste im Front- und Seitenzahnbereich und über große Spannweiten. Abbildung 5.1 gibt einen Überblick an den wichtigsten bisher durchgeführten externen und internen Untersuchungen zu mechanischen und optischen Eigenschaften von Lava™ Frame Zirkonoxid sowie der Passgenauigkeit und Festigkeit von Realgeometrien (Kronen und Brücken).

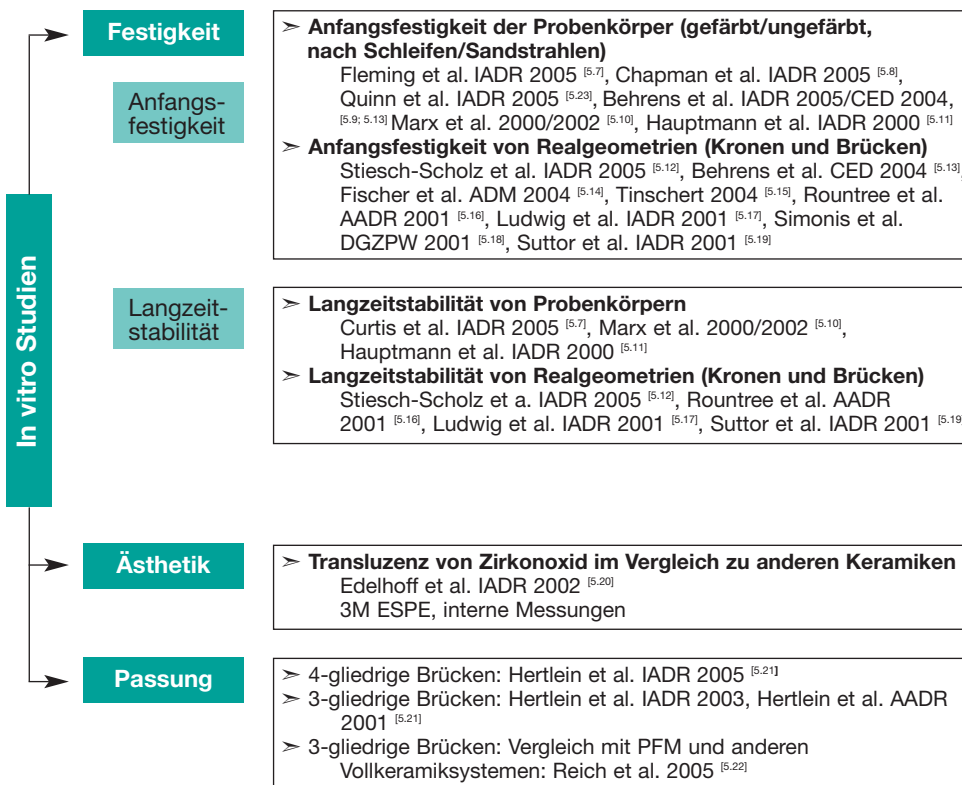


Abb. 5.1: Überblick über die wichtigsten bisher durchgeführten externen und internen Untersuchungen zu mechanischen und optischen Eigenschaften des Materials sowie der Passgenauigkeit.

Im Rahmen des Technischen Produktprofils kann nicht im Detail auf jede Untersuchung eingegangen werden. Es sollen jedoch die wichtigsten mechanischen und optischen Eigenschaften erläutert werden. Zu weiterführenden Untersuchungen siehe auch unsere Informationsbroschüre Expertise Scientific Facts Lava™ Kronen und Brücken und das Kompendium Vollkeramik (P. Pospiech, J. Tinschert, A. Raigrodski, 3M™ ESPE™).

## 5.2 Materialkenndaten

### 1. Gerüstkeramik Lava™ Frame

Dichte (r):	6.08 g/cm <sup>3</sup>
Biegefestigkeit (sB) (Punch Test)(#121473):	> 1100 MPa
Risszähigkeit (K <sub>IC</sub> ):	5-10 MPa m <sup>1/2</sup> (je nach Messmethode)
E-Modul (E):	205 GPa
WAK:	10 ppm
Schmelzpunkt:	2700 °C
Korngröße:	0,5 µm
Vickershärte (HV 10):	1250

### 2. Verblendkeramik Lava™ Ceram

Dichte (r):	2,5 g/cm <sup>3</sup>
Biegefestigkeit (sB) (3-Punkt):	100 MPa
Risszähigkeit (K <sub>IC</sub> ):	1,1 MPa m <sup>1/2</sup>
E-Modul (E):	80 GPa
WAK:	10 ppm
Aufbrenntemperatur:	810 °C
Korngröße (D50):	25 µm
Vickershärte (HV 0,2):	530

## 5.3 Festigkeit des Materials

### a.) Anfangsfestigkeiten

Die Gerüstkeramik Lava™ Frame Zirkonoxid besitzt ausgezeichnete Anfangsfestigkeiten von >1100 MPa (siehe Tabelle 5.2). Die internen Messungen von 3M™ ESPE™ werden durch Messungen externer Materialwissenschaftler bestätigt und zeigen dass Lava™ um ein vielfaches stabiler als andere vollkeramischen Materialien ist (Abb. 5.3, Normdaten nach ISO 6872). Darüber hinaus konnte auch nach Sandstrahlen und Schleifen der Keramik mit feinkörnigen Diamanten (<30 µm) kein Festigkeitsverlust festgestellt werden (siehe Abb. 5.4; [4.12, 5.7, 5.25]).

Tabelle 5.2: Biegefestigkeiten von Lava™ Frame Zirkonoxid

Referenz	Biegefestigkeit (MPa)	Bestimmungsmethode
3M™ ESPE™	> 1100	Weibullfestigkeit, Punch Test, ISO 6872
Dr. G. Fleming et al. [4.11;4.12; 5.7]	1267±161	Weibullfestigkeit, Punch Test
Prof. R. Marx/ Dr. H. Fischer [5.10]	1345	Weibullfestigkeit, Biegetest DIN V ENV 843
Dr. J. Quinn et al. [5.23]	1066±131	Weibullfestigkeit 4-Punkt-Biegeversuch

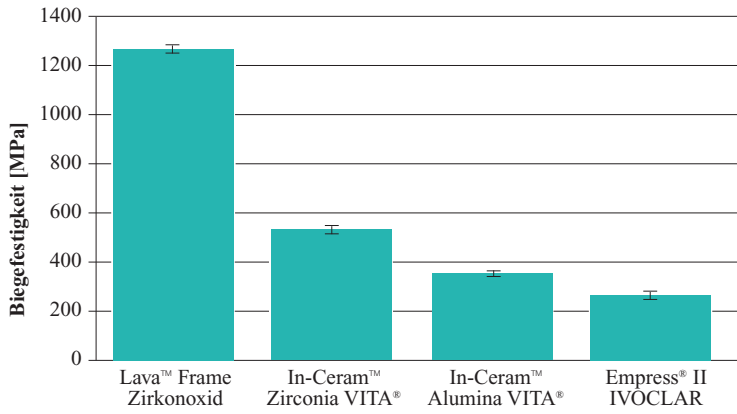


Abb. 5.3: Normdaten nach ISO 6872 (Dentalkeramik), Biegefestigkeit von Lava™ Frame Zirkonoxid bestimmt mit dem Punch-Test

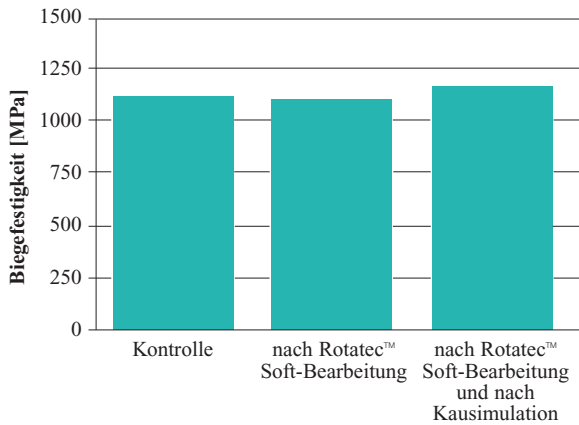


Abb. 5.4: Weibullfestigkeiten von Lava™ Frame Zirkonoxid nach Bearbeitung mit Rocatec™ Soft und nach zusätzlicher Kausimulation (50N, 1,2 Millionen Zyklen + Thermocycling 5°/55°, 3800 Zyklen).

Auch Lava™ Ceram hat sehr hohe Biegefestigkeiten (100 MPa) und unterstützt somit die Anfangsfestigkeit und Langzeitstabilität der Gesamtrestauration.

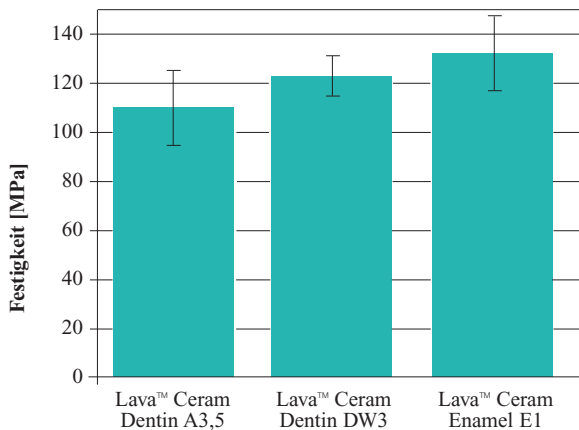


Abb. 5.5: Normdaten nach ISO 6872 (Dentalkeramik), Biegefestigkeit von Lava™ Ceram bestimmt mit dem 3-Punkt-Biegeversuch

## b.) Langzeitstabilität

Tabelle 5.6: Werkstoffkennwerte verschiedener Dentalkeramiken

Keramik	Weibull- festigkeit $\sigma_0$ [MPa]	Weibull- modul m [ - ]	Risszähig- keit $K_{IC}$ [MPa $\sqrt{m}$ ]	Risiko- effizient n [ - ]	Risiko- effizient B [MPa $^2$ sec]
Lava™ Frame	1345	10,5	9,6	50*	-
InCeram™ Alumina	290	4,6	5	18	6,0 · 10 <sup>1</sup>
Cerec (VITA® Mark II)	88	24	1,3	26	1,8 · 10 <sup>1</sup>
Dicor	76	6	0,8	25	2,9 · 10 <sup>1</sup>
Empress® I	89	9	1,2	25	5,8 · 10 <sup>1</sup>
Empress® II	289	9	2,5	20	2,3 · 10 <sup>3</sup>
HiCeram®	135	9	2,5	20	1,2 · 10 <sup>3</sup>
Hydroxylapatit	114	6	0,9	17	2,2 · 10 <sup>2</sup>
VITA® Omega	69	12	1,4	21	7,2 · 10 <sup>1</sup>
Opaker					

Die Daten wurden von Prof. Marx und Dr. Fischer, Aachen ermittelt <sup>4,7</sup>.

Langzeitstabilitäten können einerseits rechnerisch über eine Lebensdauerabschätzung bestimmt werden. Mit Hilfe der Anfangsfestigkeit und der Koeffizienten für das unterkritische Risswachstum (siehe Tabelle 5.6, Risskoeffizient n und B), die die Geschwindigkeit der Rissausbreitung in einem bestimmten Material charakterisieren, kann die Lebensdauer (siehe Tabelle 5.7) berechnet werden.

Tabelle 5.7: Berechnung der Langzeitfestigkeit für Lava™ Frame Zirkonoxid im Vergleich zu anderen vollkeramischen Materialien (Randbedingungen: 60 % Luftfeuchte, 22°C, statische Dauerlast)

	Lava Frame	Empress II	In-Ceram Alumina	VITA® Mark II
$\sigma_{2\%}$ 5 Jahre [MPa]	615	80	125	30

Quelle: Prof. Marx, Dr. Fischer Aachen und interne Messungen

Die Tabelle 5.7 muss folgendermaßen interpretiert werden: Wird ein Lava™ Frame Zirkonoxid Prüfkörper über 5 Jahre in Feuchtigkeit mit 615 MPa belastet, so ist mit einer Versagensquote von 2% zu rechnen. Die gleiche Ausfallrate wird von Empress® II schon bei einer Dauerbelastung von nur 80 MPa erreicht.

Langzeitstabilitäten lassen sich andererseits auch über die künstliche Alterung von Prüfkörper ermitteln. Hier werden die zyklischen Kaubelastungen und Temperaturschwankungen im Mundmilieu simuliert und anschließend die Festigkeit der Prüfkörper bestimmt. Dr. G. Fleming von der Universität Birmingham konnte nach zyklischer Belastung von Lava™ Frame Zirkonoxid Prüfkörpern mit 80N, 500N, 700N und 800N keine signifikante Festigkeitserniedrigung von Lava™ Frame Zirkonoxid feststellen (Tabelle 5.8). Gleichzeitig verbesserte sich die Festigkeitsstreuung und damit die Zuverlässigkeit des Materials <sup>[4,11,5,7]</sup>. Interne Messungen zeigen, dass auch nach Rocatec™ Behandlung die Festigkeit nach zyklischer Belastung (1,2 Millionen Zyklen, 50N) und Thermozyklierung (5°/55°) nicht signifikant reduziert werden (Abb. 5.4).

Tabelle 5.8: Festigkeiten von Lava™ Frame Zirkonoxid Prüfkörpern nach zyklischer Belastung gemessen von Dr. G. Fleming (Universität Birmingham) <sup>[4,11]</sup>

	Kontrolle	80N (100000 Zyklen)	500N (2000 Zyklen)	700N (2000 Zyklen)	800N (2000 Zyklen)
Biegefestigkeit (trocken)/MPa	1267±161	1195±191	1216±136	1246±104	1259±101
Biegefestigkeit (zyklische Belastung in Wasser)/MPa	1308±188	-	1216±141	1221±150	1191±127

Im Falle von Lava™ Ceram kommt es auch nach Thermozyklisierung nicht zu einem signifikanten Festigkeitsverlust (Abb. 5.9).

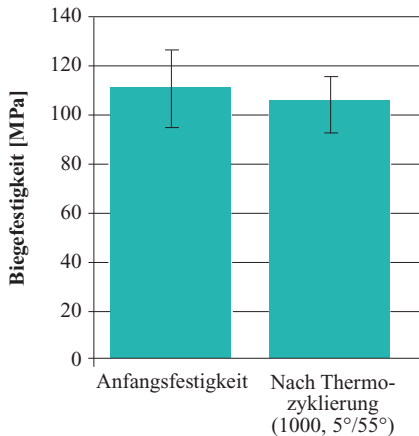


Abb. 5.9: Biegefestigkeit von Lava™ Ceram vor und nach Thermozyklisierung (ISO 6872)

## 5.4 Festigkeiten von Realgeometrien

### a.) Anfangsfestigkeiten

Abbildung 5.10 zeigt eine Zusammenstellung von Festigkeiten verschiedener Lava™ Indikationen (interne Messungen 3M™ ESPE™). Auch 4-gliedrige Lava™ Brücken zeigen zwei bis dreimal höhere Festigkeiten als die im Mund zu erwartenden maximalen Kaukräfte von 400 N im Front- und ca. 600 N im Seitenzahnbereich <sup>[5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5]</sup>. Diese Werte konnten von Dr. J. Tinschert von der Universität Aachen für unverblendete als auch verblendete Lava™ Restaurationen (3-gliedrig und 4-gliedrig) bestätigt werden (Abb. 5.11).

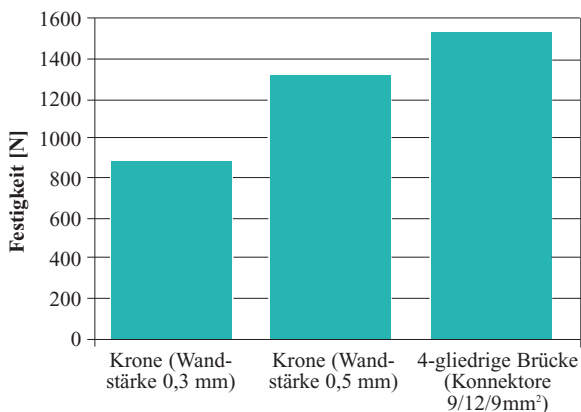


Abb. 5.10: Weibullfestigkeiten verschiedener Lava™ Frame Zirkonoxid-Restaurationen

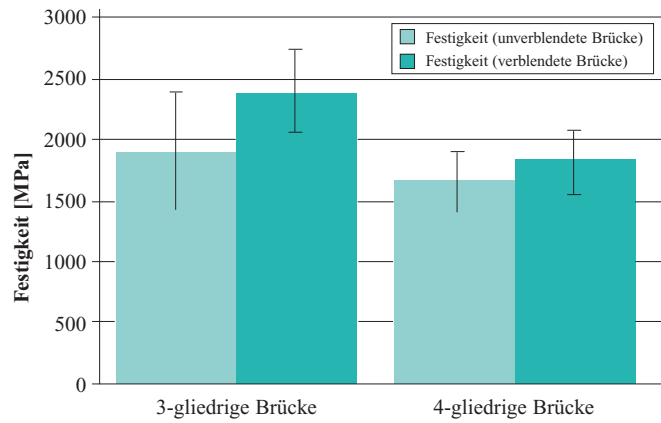


Abb. 5.11: Festigkeiten von 3- und 4-gliedrigen Lava™ Frame Zirkonoxid-Restorationen mit und ohne Verblendung mit Lava™ Ceram Verblendkeramik, gemessen von PD Dr. J. Tinschert, Universität Aachen

### b.) Langzeitstabilitäten

Prof. Pospiech, Dr. Nothdurft und Dr. Roundtree (Universität München, Universität Homburg) bestimmten die Bruchfestigkeit 3-gliedriger verblendeter Lava™ Seitenzahnbrücken (Patientenmodelle) vor und nach einer Kausimulation [5.16, 5.24].

Resilient gelagert nach Zementierung mit Ketac™ Cem (Mittelwerte aus 8 Brücken)

a) initial nach 24 h:

**ca. 1800 N**

b) nach 1,2 Mio Kaubelastungen (50N) und 10.000 Thermocyclen (5° / 55°C):

**ca. 1450 N**

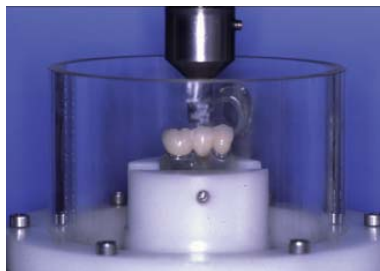


Abb. 5.12: Aufbau für Kausimulation und Thermolastwechsel



Abb. 5.13: Bruchversuch

Die relativ geringe Abnahme der Werte in Kombination mit dem deutlichen Überschreiten der maximalen Kaubelastung im Seitenzahnbereich von ca. 600 N (siehe vorher) selbst nach simulierter 5-Jahres-Tragedauer lässt auf eine hervorragende Überlebenswahrscheinlichkeit schließen.

Prof. Ludwig (Universität Kiel) analysierte die Bruchfestigkeit und Dauerfestigkeit 3-gliedrige Lava™ Frontzahnbrücken vor und nach einer Kausimulation [5.17; 5.24].

Resilient gelagert nach Zementierung mit Glasionomer.

Je 6 Brücken (11-22) wurden aus 30°-Winkel belastet bis zum Bruch.



Abb. 5.14: Messung der statischen Bruchlast

- |   |                      |
|---|----------------------|
| a) Initial (24h Wasserlagerung): Statische Bruchlast:   | <b>1430 N</b>        |
| b) Dauerfestigkeit nach Kausimulation (1.2 Mio Zyklen – entspr. klinisch etwa 5 Jahre Tragedauer, mit 250 N, inkl. Thermocycling 5°/ 55°C): | <b>keine Fraktur</b> |

Die Folgerung von Prof. Ludwig aufgrund der maximalen Kaukraft im Frontzahnbereich von 180 N: Lava™ Frontzahnbrücken sind klinisch dauerhaft bruchfest.

## 5.5 Abrasion

In einem Kausimulator in Erlangen (Dr. U. Lohbauer; Universität Erlangen) wurden Halbkugeln aus den zu untersuchenden Verblendkeramiken gegen Rinderzähne getestet. Verglichen wurden Lava™ Ceram mit Empress® II und VITA® Omega 900 (Halbkugeln) gegen Rinderschmelz (plangeschliffen) und Lava™ Ceram gegeneinander.

Die Auswertungen wurden visuell am REM sowohl für die Kugeln als auch für die Proben durchgeführt und volumetrische Erhebungen durchgeführt.

Die Verschleißwerte nach 200.000 Zyklen mit 50 N Belastung und zusätzlichen 1.500 Zyklen unter Thermolastwechsel (5°C und 55°C) ebenfalls mit 50N Auflast ergaben bei allen Verblendkeramiken einen mittleren Verschleiß von  $10^{-3}$  mm<sup>3</sup>.

Weitere Erkenntnisse:

- Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen lassen sich nicht signifikant feststellen.
- Die Abrasion im Kontakt zweier Keramikflächen ist gegenüber dem Rinderzahnschmelz erhöht.
- Die Abrasionsspuren auf den Kugeln sind sehr gering und liegen innerhalb gleicher Größenordnungen zwischen den Gruppen.
- Auf den REM-Bildern erkenntliche Risse auf den Schmelzproben sind natürliche Schmelzrisse und nicht auf den Abrasionsprozess zurückzuführen.

Die Lava™ Ceram-Verblendkeramik zeigt bezüglich der Abrasion keine wesentlichen Unterschiede zu den anderen untersuchten marktüblichen Mitbewerberprodukten.

## 5.6 Optische Eigenschaften/Ästhetik

### a.) Transluzenz Zirkonoxid

Die Transluzenz eines Material hängt einerseits von den Materialeigenschaften der Keramik ab, aber auch von der empfohlenen Schichtstärke bzw. Wandstärke. Berücksichtigt man, dass für Zirkonoxid aufgrund der hohen Festigkeit geringere Wandstärken notwendig sind (Lava™ Frame Zirkonoxid: 0,5 mm; Empress® II: 0,8 mm), so ist die relative Transluzenz von Lava™ Frame Zirkonoxid und Empress® II vergleichbar (Abb. 5.15).

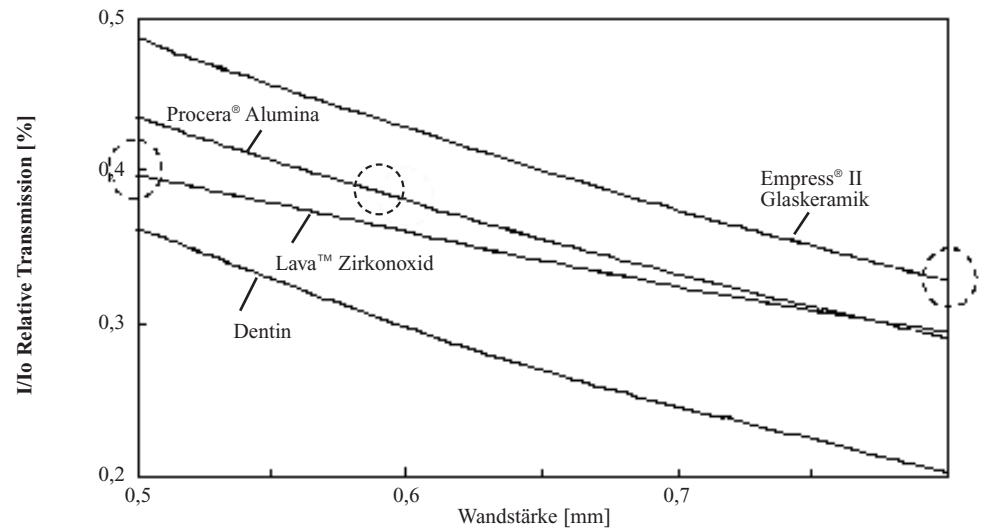


Abb. 5.15: Vergleich der Transluzenz in Abhängigkeit von der Wandstärke

Mit einer Wandstärke von 0,3 mm, wie sie für Lava™ Frontzahnkronen freigegeben ist, wird die Transluzenz von Lava™ Frame Zirkonoxid noch weiter erhöht (Abb. 5.16).

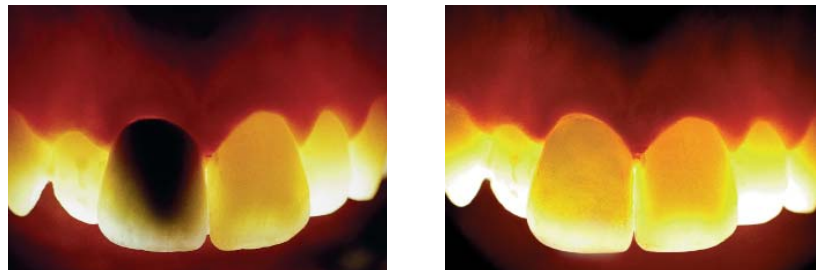


Abb. 5.16: Durchlichtaufnahme einer Metallkeramikkrone (a) und einer Lava™ Vollkeramikkrone mit 0,3 mm Schichtstärke an Position 11. PD Dr. D. Edelhoff, und ZTM V. Weber, Aachen

### b.) Ästhetik

Mit dem klassischen Farbschema von 16 Farben lassen sich alle Zahnfarben leicht reproduzieren. Effektmassen und Malfarben geben der Verblendung eine natürliche Ästhetik.

Das Verblendkeramiksoriment Lava™ Ceram ist optimal auf das einfärbbare Gerüst aus Lava™ Frame abgestimmt. Dadurch ergeben sich eine harmonische Farbwirkung und natürliche Anpassung an die Umgebung im Mund (siehe auch Schichtschema Lava™).

Die ideale Transluzenz resultiert aus den Materialeigenschaften und der geringen Wandstärke des gesinterten Zirkonoxids. Beim Aufbau von Lava™ Vollkeramikrestorationen sind keine lichtabsorbierenden Opaker- und Opakdentinschichten erforderlich.



Darüber hinaus ermöglicht das grazile Gerüst optimale Gestaltungsmöglichkeiten auch in schwierigen Situationen. Eine passende Auswahl an Massen zum Individualisieren rundet das Lava™ Ceram Sortiment ab.

Das Gerüst lässt sich in 7 Farben nach dem VITA® Classic Farbsystem einfärben und bietet daher ideale Voraussetzungen für einen natürlichen Aufbau (Abb. 5.17).



Abb. 5.17: Gerüsteinfärbung in 7 verschiedenen Farben (die erste Brücke ist nicht eingefärbt)



Abb. 5.18: Lava™ Frontzahnbrücke von 11 nach 13, ZTM J.-H. Bellmann



Abb. 5.19: Frontzahnkronen mit Lava™ Zirkonoxid bei einer Wandstärke von 0,3 mm (11, 12) und Veneer; Dr. S. Reich und J. Langner (b)

## 5.7 Passgenauigkeit

Lava™ Kronen und Brücken haben eine hervorragende Passgenauigkeit. Die Fräseinheit Lava™ Form sowie der Scanner, Lava™ Scan arbeiten mit einer hohen und reproduzierbaren Präzision.

Beim Lava™ Verfahren wird das Kronen- oder Brückengerüst aus einem sogenannten „Grünkörper“ (oder Rohling) gefräst. Dieser Grünkörper besteht aus vorgesintertem Zirkonoxid und ist deshalb wesentlich weicher als dichtgesintertes Material. Die Bearbeitung erfolgt daher schnell, präzise und ökonomisch bevor die extreme Festigkeit durch die Endsinterung erreicht wird. Bei der Endsinterung kommt es jedoch zu einer linearen Schrumpfung von ca. 20%. Um diesen Sinterschrumpf auszugleichen, werden die Gerüste entsprechend der für diese Zirkonoxid-Charge bestimmten Sinterungsparameter vergrößert gefräst. Aufgrund der hohen, reproduzierbaren Genauigkeit und den exakt bestimmten Sinterparameter werden hervorragende Passgenauigkeiten von Lava™ Restaurationen erreicht.

Die Beherrschung dieser Vorgehensweise ist eine der wesentlichen Innovationen des Lava™ Verfahrens. Spezifisches 3M™ ESPE™ Know How und aufwendige Produktionsprozesse für die vorgesinterten Rohlinge sichern die Passgenauigkeit.

Untersuchungen zur Randspaltnessung für 3- und 4-gliedrige Lava™ Brücken ergaben Werte von  $< 40 \mu\text{m}$  bzw.  $< 70 \mu\text{m}$  für MO bzw. AMO (Tabelle 5.21; <sup>[5.21]</sup>). Darüber hinaus konnte Dr. S. Reich von der Universität Erlangen zeigen, dass zwischen AMO-Werten für dreigliedrige Lava™ Brücken und Metallkeramikversorgungen kein signifikanter Unterschied besteht <sup>[5.22]</sup>.

Tabelle 5.21: MO (Marginal Opening) und AMO (Absolut Marginal Opening) Werte für verschiedene Lava™ Brücken (K = Pfeiler, B = Brückenglied)

Werte in $\mu\text{m}$	KKKK	KKBK	KBK
MO	31±23	29±26	25±10
AMO	68±37	67±35	59±21



Abb. 5.22: Lichtmikroskopische Aufnahme:  
Schnitt durch 4 verblockte Kronen im Seitenzahnbereich



Abb. 5.23: Lichtmikroskopische Aufnahme:  
Schnitt durch eine 3-gliedrige Brücke von 35 nach 37

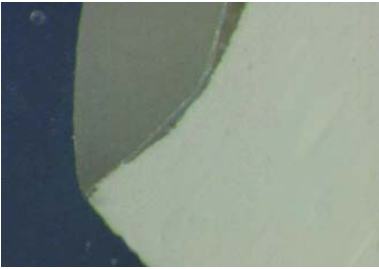


Abb. 5.24: Ausschnittvergrößerung 37 bukkal

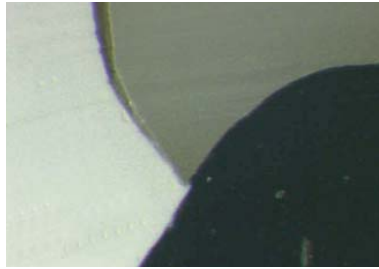


Abb. 5.25: Ausschnittvergrößerung 37 mesial

Unter MO (Marginal Opening) versteht man den kürzesten Abstand zwischen Gerüst und Stumpf nahe am Kronenrand. AMO (Absolut Marginal Opening) bezieht auch eventuelle Über- oder Unterkonturierung mit ein und misst den Abstand zwischen Kronenrandende und Präparationsgrenze <sup>[5,26]</sup>.



Abb. 5.26: MO bei Unterextension

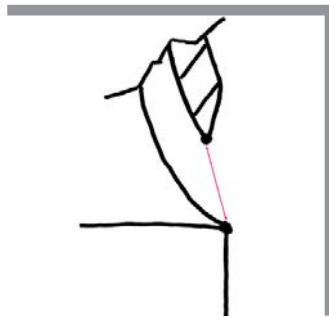


Abb. 5.27: AMO bei Unterextension

## 5.8 Biokompatibilität

Zirkonoxid zeichnet sich neben einer außerordentlichen Stabilität auch durch höchste Biokompatibilität aus. Es wird daher schon seit über einem Jahrzehnt als Werkstoff für chirurgische Implantate eingesetzt. Das verwendete Zirkonoxid zeigt – wie auch die Verblendkeramik – keine messbare Löslichkeit, verursacht keine Gewebeerregungen und weist kein Allergiepotezial auf.

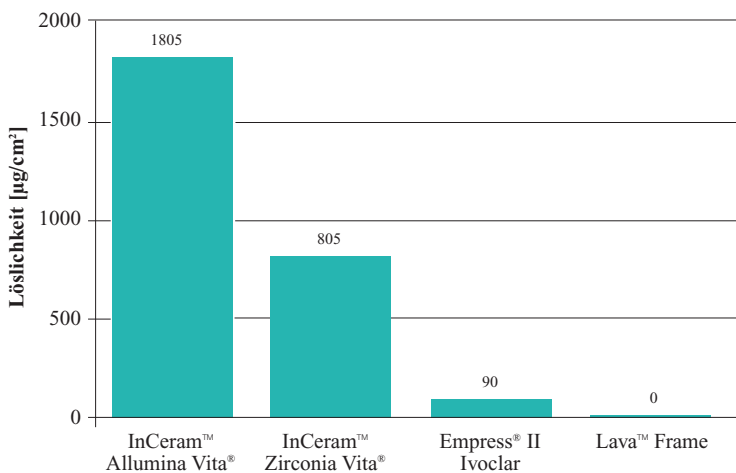


Abb. 5.28: Chemische Löslichkeit von Lava™ Frame Zirkonoxid: Ausdruck der hohen Biokompatibilität des Lava Zirkonoxid-Gerüsts ist hier die nicht nachweisbare Löslichkeit

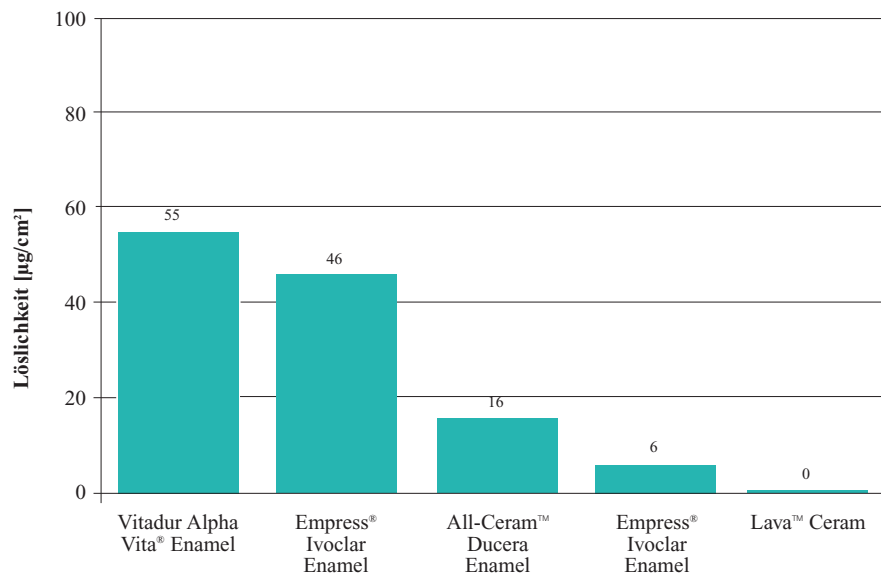


Abb. 5.29: Chemische Löslichkeit der Verblendkeramik Lava™ Ceram: Wie bei der Gerüstkeramik ist auch hier die Löslichkeit nicht messbar. Dies ist Ausdruck für eine ausgezeichnete Biokompatibilität.

Die im Vergleich zu Metallen deutlich niedrigere Temperaturleitfähigkeit bildet die Grundlage für einen angenehmen Tragekomfort. Zusätzlich zeigt der Werkstoff keinerlei Beteiligung an galvanischen Prozessen.

# 6. Klinische Ergebnisse

Seit seiner Einführung 2002 hat das Lava™ System sich als eines der führenden Vollkeramik-Systeme etabliert und blickt auf eine erfolgreiche 5-jährige klinische Erfahrung zurück.

Mehrere klinische Studien in verschiedenen Ländern [Abb 6.1] bestätigen eine hervorragende klinische Performance von Lava™ Restaurationen [6.1; 6.2; 6.3]. Die bisher längste Studie wird von Prof. Peter Pospiech, Universität Homburg/Saar, seit Sommer 2000 nach EN 540 (ISO 14 155) durchgeführt. Hier wurden 34 Patienten mit 38 3-gliedrigen Seitenzahnbrücken versorgt und werden über 5 Jahre kontrolliert beobachtet [6.1; 6.2]. Es gab bisher keine Fraktur einer Restauration, keine allergische Reaktion sowie keinen negativen Einfluss auf die angrenzende Gingiva [6.1; 6.2]. Diese Ergebnisse werden von den Resultaten der klinischen Studie von Prof. A. Raigrodski (University of Washington, Seattle) and Prof. G. Chiche (Louisiana State University, New Orleans) bestätigt, die ebenfalls 3-gliedrige Lava™ Seitenzahnbrücken untersuchen [6.3]. Abb. 6.1 gibt einen Überblick von gestarteten Studien mit Lava™ Restaurationen.

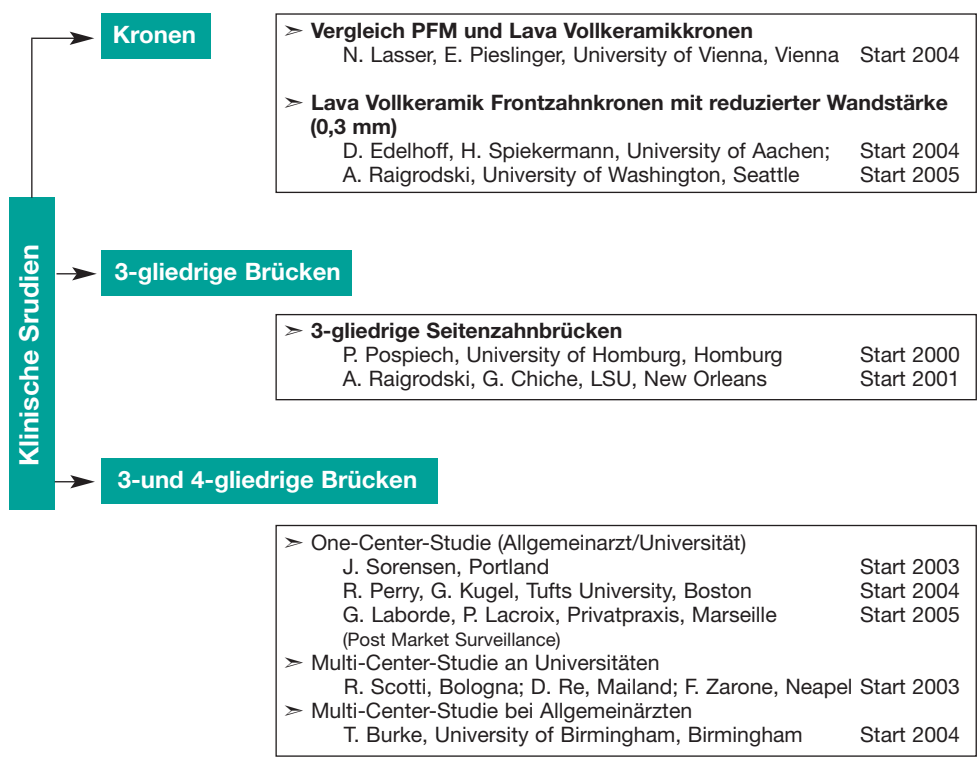


Abb. 6.1: Überblick klinischer Studien mit Lava™ Kronen und Brücken



Abb. 6.2: 3-gliedrige Seitenzahnbrücke 25 nach 27 (Quelle: G. Neuendorff, Filderstadt)

# 7. Gebrauchsanweisung

## 7.1 Die Gerüstkeramik

### Lava Frame

#### Zirkonoxid-Kronen-/Brückenrohlinge

##### Produktbeschreibung

Lava™ Frame Zirkonoxid-Rohlinge dienen zur Herstellung von Gerüsten für vollkeramischen Zahnersatz. Die Gerüste werden am Lava Scan™-Rechner gestaltet und die Fräsdaten anschließend berechnet. Die Bearbeitung der Rohlinge erfolgt in der CNC-Fräsmaschine Lava™ Form. Die gefrästen Gerüste werden, je nach Zahnfarbe mit einer der 7 Lava Frame Shade Färbelösungen eingefärbt und anschließend gesintert. Die Sinterung der gefärbten Gerüste erfolgt im Lava™ Therm Sinterofen mit einer speziellen Programmführung. Alle Lava Produkte werden hergestellt von oder für 3M ESPE.

☞ Diese Gebrauchsinformation ist für die Dauer der Verwendung des Produktes aufzubewahren. Details zu allen erwähnten Produkten bitte der jeweiligen Gebrauchsinformation entnehmen.

##### Anwendungsgebiete

Herstellung von Vollkeramikgerüsten für den Front- und Seitenzahnbereich unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen Kappchenwandstärken und Verbinderquerschnitte, siehe unter „Gerüstgestaltung“:

- Einzelkronen
- Bis zu 4-gliedrige Brücken
- Verblockungen
- Freiendbrücken mit einem Schneidezahn oder Prämolaren als endständigem Brückenglied (Freiendbrücken sind für Patienten mit Bruxismus nicht freigegeben)

Passgenaue Restaurationen können nur gefertigt werden, wenn die vorgegebenen Präparationsrichtlinien eingehalten werden, siehe Lava Scan Betriebsanleitung.

##### Modellherstellung

- Für die Modellherstellung muss ein heller Superhartgips (weiß, beige, hellgrau, hellblau, ISO 6873, Typ 4) ohne Kunststoffzusatz verwendet werden. Das Modell darf keine Silikonölreste aufweisen (z.B. von Dublierung oder Bissregistrator).
- Alle Segmente des Sägeschnittmodells müssen abnehmbar und gegen Verdrehen gesichert sein (z.B. mit Doppelpin oder Blockpin).
- Der Modellsockel sollte eine ebene Unterseite haben. Zur Befestigung der Modelle im Scanner wird die Verwendung der universalen Modellhalterung empfohlen.
- Der Stumpf muss an der Präparationsgrenze scharfkantig unterkehlt sein, die Präparationsgrenze darf nicht angezeichnet und der Stumpf nicht lackiert oder gehärtet werden.
- Defekte und unter sich gehende Bereiche (ggf. nach Rücksprache mit dem Zahnarzt) mit hellem Wachs ausblocken.
- Reflektierende Stellen am Stumpf beeinträchtigen den Scanvorgang, gegebenenfalls mit einem geeigneten Scanspray (z.B. Scan Spray, Fa. Dentaco) mattieren.
- Bei Verblockungen muss der interdentale Abstand zwischen den Präparationsgrenzen mindestens 1 mm betragen.

- Achtung: Bei starken Bifurkationen kann es in seltenen Fällen systembedingt zu einer unvollkommenen Darstellung des Präparationsrandes kommen. Es empfiehlt sich, solche Stellen präventiv auszublocken und das Gerüst später mit Diamantschleifern aufzupassen.

## Gerüstgestaltung

Die Kappchenwandstärken und Konnektorquerschnitte sind ausschlaggebend für die Festigkeit der späteren Restauration. Ein einwandfreies Fräsergebnis hängt unter anderem von der richtigen Positionierung der Haltestifte und der optimalen Fräsrichtung ab.

Die Gestaltung der Gerüste, die Positionierung der Haltestifte und die Ausrichtung im Rohling erfolgen nach der Digitalisierung am Lava Scan-Rechner.

- Bei der Datenerfassung am Lava Scan Rechner, bitte die Gestaltungsrichtlinien in der Lava Scan Betriebsanleitung beachten.
- Die Kappchenwandstärke von 0,5 mm darf generell nicht unterschritten werden. Es gelten folgende Ausnahmen:
- Bei der Datenerfassung am Lava Scan Rechner, bitte die Gestaltungsrichtlinien in der Lava System Betriebsanleitung beachten!
  - Frontzahnkappchen  $\geq 0,3$  mm, jedoch nicht bei Bruxisamus.
  - Pfeilerzahnkappchen zu Freidbrückenglied im Seitenzahnbereich  $\geq 0,7$  mm.
  - Pfeilerzahnkappchen zu Freidbrückenglied im Frontzahnbereich  $\geq 0,6$  mm.
- Folgende Querschnitte für die Verbinder dürfen nicht unterschritten werden:
 

– Frontzahn:	Brückenglied - Brückenglied	7 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Brückenglied	7 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Stumpf	7 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Freidbrückenglied	8 mm <sup>2</sup>
– Seitenzahn:	Brückenglied - Brückenglied	12 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Brückenglied	9 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Stumpf	9 mm <sup>2</sup>
	Stumpf - Freidbrückenglied	12 mm <sup>2</sup>
- Die Haltestifte sollten bei Frontzahnkappchen mit einer Wandstärke von weniger als 0,5 mm in Höhe des Zahnäquators oder darüber positioniert werden. Andernfalls können die Kappchenränder beim Heraustrennen geschädigt werden.

**Achtung:** Das Unterschreiten der vorgegebenen Mindestwandstärken oder Verbinderquerschnitte kann zur Fraktur des späteren Zahnersatzes führen. In ungünstigen Fällen kann es zu einem Verschlucken oder sogar Aspirieren von Teilen und den damit verbundenen gesundheitlichen Risiken kommen. Unter Umständen kann dadurch ein chirurgischer Eingriff erforderlich werden. Insbesondere bei Freidbrücken besteht ein generell erhöhtes Frakturrisiko. Der Anwender ist selbst dafür verantwortlich, dass Lava Form nur für die freigegebenen Indikationen eingesetzt wird, dass die vorgegebenen Mindestwandstärken und Verbinderquerschnitte eingehalten und die Haltestifte richtig positioniert werden.

## Fräsmaschine vorbereiten

- Zum Fräsen der Gerüste in der CNC-Fräsmaschine Lava Form ausschließlich Fräserstypen 4 (Schruppen), 5 (Schlichten) und 6 (Feinschlichten) verwenden, siehe auch Lava Form Betriebsanleitung.
- Vor der Bearbeitung von Lava Form Gerüsten den Fräsraum der Lava Form Fräsmaschine reinigen und darauf achten, dass kein Öl an der Frässpindel nachtropft und kein Metall- oder Kunststoffstaub vorhanden ist.

## Ausarbeitung nach dem Fräsen

- Achtung Keramikstaub: Bei der Ausarbeitung des Gerüsts eine Absaugung mit einem im Labor üblichen Feinststaubfilter verwenden und eine Schutzbrille tragen.
- Um Verunreinigungen zu vermeiden, darf der Rohling während der Ausarbeitung nicht mit Wasser, sonstigen Flüssigkeiten oder Fetten (Handcreme) und Ölen in Kontakt kommen.

## Heraustrennen des gefrästen Gerüstrohlings aus der Halterung

Zum Heraustrennen des Gerüstrohlings ist die Verwendung eines Turbinenhandstücks zu empfehlen, da Turbinenhandstücke im Vergleich zu üblichen Handstücken weniger vibrieren! Ist keine Turbine vorhanden, feine querverzahnte Hartmetallfräser verwenden - Drehzahl  $\leq 20.000$  1/min!

- Alle Haltestifte so nahe wie möglich an der Krone zunächst von okklusal einkerben, dann von der gegenüberliegenden Seite her vorsichtig durchtrennen.
  - Beim Heraustrennen so wenig Druck wie möglich anwenden und den Rohling auf die Hand oder eine weiche Unterlage fallen lassen!

## Nachbearbeitung der Rohlingoberfläche

Die Formkorrektur und Oberflächenglättung am Grünkörper (Gerüst im vorgesinterten Zustand) ist einerseits leichter und andererseits vor allem sicherer im Vergleich zur Bearbeitung von gesinterten Gerüsten. Während des Beschleifens von gesinterten Gerüsten können Schäden entstehen, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind. Aus diesem Grund sollten Ecken, Kanten, die Ansätze der Haltestifte und alle sonstigen Unebenheiten bereits am Grünkörper glatt geschliffen werden. Das Gerüst sollte im gesinterten Zustand nur noch aufgepasst werden müssen.

**Achtung: Insbesondere Einkerbungen, scharfe Kanten oder Beschädigungen im Bereich der Unterseite der interdentalen Verbinder können die Festigkeit des gesinterten Gerüsts deutlich reduzieren. Diese Stellen sollten im Grünzustand geglättet werden!**

- Für die Bearbeitung ausschließlich Universal Polierer der Fa. Brasseler, Typ Komet #9557 verwenden, Drehzahl 10.000-20.000 1/min!
- Zunächst die Ansatzpunkte der Haltestifte und anschließend alle Kanten, die nicht im Kronenrandbereich liegen, nacharbeiten.
- Bei der Bearbeitung der Außenkontur im Bereich des Kronenrandes darauf achten, dass der Kronenrand nicht beschädigt wird.

## Reinigen des Gerüsts

Um gleichmäßige Farbergebnisse zu erhalten, muss das Gerüst vor dem Färben sauber, fettfrei und vollkommen trocken sein!

- Das Gerüst nur mit sauberen, fettfreien Händen anfassen.
- Das gesamte Gerüst, auch die Kappcheninnenflächen, mit einem weichen Pinsel, z.B. Tanaka Pinsel für Schichtkeramik Größe 6, gründlich von Frässtaub befreien.

## Färben des Gerüsts

### Vorbereiten der Färbelösung/des Färbevorgangs

- Je nach Gerüst ein Tauchgefäß in passender Größe auswählen. Das Gerüst muss leicht einzulegen und zu entnehmen sein und darf sich nicht verkanten. Das Tauchgefäß muss trocken, sauber und frei von Färbelösungsresten sein, andernfalls wird nicht das gewünschte Farbergebnis erzielt.
- Je nach Zahnfarbe die passende Lava Frame Shade Färbelösung auswählen:



Lava Frame Shade Färbelösung	FS 1	FS 2	FS 3	FS 4	FS 5	FS 6	FS 7
Zuordnung zu VITA	A1	B2	A2	A3,5	B3	C2	D2
Classic Farben	B1	C1	A3	A4	B4	C3 C4	D3 D4

- Die Färbelösung vor Gebrauch schütteln!
- Nur so viel Färbelösung in das Tauchgefäß füllen, dass das Gerüst beim Färben vollständig bedeckt ist.
- Um die Konzentration der Färbelösung nicht zu verändern, die Flasche sofort wieder gut verschließen.

## Färben

- Das Gerüst mit einer Kunststoffpinzette so in das Tauchgefäß legen, dass es vollständig mit der Färbelösung bedeckt ist!
- Das Tauchgefäß vorsichtig hin und her kippen, um evtl. vorhandene Luftblasen im Inneren eines Käppchens aufsteigen zu lassen.
- Das Gerüst 2 Minuten in der Färbelösung belassen und dann mit einer Kunststoffpinzette entnehmen. Jedes Gerüst nur einmal färben!
- Die überschüssige Färbelösung z. B. mit einem Wattestäbchen oder einem saugfähigen Papiertuch aus dem Käppchen und im Bereich der interdentalen Verbinder absaugen, um eine gleichmäßige Farbwirkung zu erhalten. Darauf achten, dass keine Fusseln am Gerüst haften bleiben.
- Anschließend das Gerüst auf einen Sinterträger positionieren (siehe unter Sinterlagerung) und innerhalb von 2 Stunden in den kalten (Raumtemperatur) Sinterofen stellen. Mit dem Starten des Sinterprogramms (siehe unter Sintern) beginnt die Trocknung der Gerüste.
- Die Färbelösung kann 24 Stunden lang verwendet werden, wenn sie nach Gebrauch sofort abgedeckt und kühl und dunkel gelagert wird. Bei Nichtbeachten bestehen die folgenden Risiken für das Gerüst:
  - Farbveränderungen,
  - Änderungen im Sinterverhalten, z. B. Sinterverzug,
  - Beeinträchtigung der Lebensdauer.
- Gebrauchte Färbelösung mit reichlich Wasser verdünnt über das Abwasser entsorgen.

## Hinweise

Die Färbelösungen können bei direktem Kontakt mit Haut und Augen Reizungen hervorrufen.

- Geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen.
- Die Färbelösung nicht verschlucken.

## Sintern des Gerüsts

### Sinterlagerung

Das Gerüst schrumpft beim Sintern um ca. 20-25% (linear). Diese Schrumpfbewegung ist nur möglich, wenn die Sinterdrähte und -stifte beweglich im Sinterträger stecken und der wabenförmige Sinterträger nicht verzogen ist, dies sollte alle 2 Wochen kontrolliert werden. Durch beidseitiges Auflegen auf eine plane Fläche kann überprüft werden, ob sich der Sinterträger noch für das Sintern von Brücken eignet.

Das Gerüst muss während des Sinterns kippstabil und frei hängend, ohne Kontakt zu benachbarten Gerüsten oder zum Sinterträger gelagert sein, andernfalls kann es zu Verformungen kommen.

- Die Sinterdrähte bzw. -stifte so auf dem Sinterträger platzieren, dass sie der Schrumpfbewegung des Gerüsts folgen können.
- Jeweils immer nur einen Sinterdraht bzw. -stift in eine Wabenöffnung des Sinterträgers stecken.

**Achtung: Die Sinterdrähte und -stifte müssen spannungsfrei in den Waben stecken, um eine freie Beweglichkeit zu gewährleisten.**

- Je nach Gerüst 1 bis max. 4 Stifte verwenden, s. u.
- Brücken quer zur Ofeneinschubrichtung auf dem Sinterträger positionieren.

#### Sinterlagerung von Einzelkronen

Gerüsttyp	Anzahl der Sinterstützen
Frontzahn	1
Prämolar	2 – 3
Molar	3 – 4

#### Sinterlagerung von zwei verblockten Kronen

Gerüsttyp	Anzahl der Sinterstützen pro Käppchen
Frontzahn	1
Prämolar	2
Molar	2 – 3

#### Sinterlagerung von Frontzahngerüsten ab drei Gliedern:

- Frontzahngerüste auf je einem Stift in den äußeren Käppchen lagern.
  - Die Stifte leicht V-förmig positionieren, ohne dass sie den Käppchenwandbereich berühren.
  - Das Brückengerüst muss frei hängen, ohne den Sinterträger zu berühren. Andernfalls Sinterdrähte verwenden.

#### Sinterlagerung von Seitenzahngerüsten ab drei Gliedern:

- Seitenzahngerüste auf zwei Sinterdrähten im Bereich der äußeren Verbinder lagern.
- Bei ungünstigem Schwerpunkt kann die Brücke von den Sinterdrähten kippen. In diesem Fall auf Sinterstifte oder Kombinationen aus Drähten und Stiften ausweichen. Die Stifte im zwischengliednahen Käppchenwandbereich positionieren, ohne diesen zu berühren.
- Brücken grundsätzlich mit der okklusalen Seite nach oben lagern.

#### Sintern

Informationen zur Bedienung des Sinterofens bitte der Lava Therm Betriebsanleitung entnehmen.

- Durch Drücken der Starttaste beginnt das Sinterprogramm automatisch und der Ofen heizt nach Ablauf der 3,5-stündigen Vortrocknungszeit auf 1500°C/2732°F. Der Ofenzyklus inkl. der Trocknungszeit beträgt ca. 11 Stunden. Während der Abkühlphase wird die Ofentür nach Unterschreiten von 250°C/452°F automatisch entriegelt.
  - **Achtung: Bei Öffnen der Ofentüre Verbrennungsgefahr!**
  - Die Ofentüre oberhalb von 250°C/452°F nicht gewaltsam öffnen, der extreme Temperatursturz kann zur Zerstörung des Ofens und der Gerüste führen!
- Den Sinterträger mit einer Brenngutzange oder einem anderen geeigneten Hilfsmittel aus dem Ofen nehmen, auf eine feuerfeste Unterlage stellen und die Gerüste auf dem Sinterträger langsam abkühlen lassen.

### Nacharbeitung des gesinterten Gerüstes

- Fertig gesinterte Gerüste mit einer Turbine bei 30.000-120.000 1/min oder mit einem schnell laufenden Handstück bei bis zu 30.000 1/min bearbeiten.  
Der Einsatz einer eventuell vorhandenen Wasserkühlung ist grundsätzlich empfehlenswert aber bei punktuellen Korrekturen nicht notwendig.
- Nur feinkörnige Diamanten mit einer Körnung zwischen fein 30 µ (rot) und extrafein 15 µ (gelb) verwenden. Ob die Diamanten galvanisch oder keramisch gebunden sind, hat nur Einfluss auf die Standzeit des Diamantschleifers.
- Um eine zu starke Erhitzung des Gerüstes zu vermeiden, generell nur mit geringem Anpressdruck und an einzelnen Stellen kurzzeitig schleifen.
- Falls zervikal am Konnektor bewusst oder versehentlich geschliffen wurde, muss die jeweilige Stelle wieder poliert werden. Hierfür eignen sich diamantierte Gummipoliererscheiben- oder kegelförmig; grob = blau; mittel = rosa; fein = grau (Hochglanz).
- Die Wandstärke des Gerüstes vor dem Verblenden kontrollieren. Die Mindestwerte dürfen nicht unterschritten werden, siehe unter Gerüstgestaltung.

### Verblendung

- Die Verblendung erfolgt mit Lava™ Ceram Verblendkeramik, die speziell für dieses Zirkonoxid-Gerüstmaterial entwickelt wurde. Für die Verarbeitung bitte die Lava Ceram Gebrauchsinformation beachten.

### Temporäre Befestigung

- Die Lava Frame Restauration gründlich säubern.
- Wenn geplant ist, die Restauration mit einem Compositezement definitiv einzusetzen, muss für die temporäre Befestigung ein eugenolfreier Zement (z.B. RelyX™ Temp NE, hergestellt von 3M ESPE) verwendet werden.
  - Reste von eugenolhaltigen Produkten inhibieren die Abbindung von Befestigungscomposite bei der definitiven Befestigung!
- Wenn die Restauration mit einem herkömmlichen Zement definitiv eingesetzt werden soll, können eugenolhaltige oder eugenolfreie temporäre Befestigungszemente (z.B. RelyX Temp NE oder RelyX™ Temp E, hergestellt von 3M ESPE) verwendet werden.

### Definitive Befestigung

- Die Restauration gründlich säubern und die Kroneninnenflächen mit Aluminiumoxid  $\leq 40 \mu\text{m}$  abstrahlen.
- Ausführliche Informationen zu den nachfolgend genannten Produkten bitte der entsprechenden Gebrauchsinformation entnehmen.

### Konventionelle Zementierung

- Für die Zementierung einen konventionellen Glasionomerzement, z. B. Ketac™ Cem, hergestellt von 3M ESPE, verwenden. Bei Verwendung von Phosphatzementen werden nicht die gewünschten ästhetischen Ergebnisse erzielt.

### Adhäsive Befestigung

Lava Frame-Gerüste haben eine so hohe Festigkeit, dass eine adhäsive Befestigung keine zusätzlichen mechanischen Vorteile gegenüber der konventionellen Zementierung bietet. Lava Frame-Gerüste können weder angeätzt noch durch direktes Auftragen von Silanflüssigkeit silanisiert werden.

Adhäsive Befestigung mit RelyX Unicem™, hergestellt von 3M ESPE:

- Die Lava Frame Restauration gründlich säubern und die Kroneninnenflächen mit Aluminiumoxid  $\leq 40 \mu\text{m}$  abstrahlen.
- Für die Verarbeitung von RelyX Unicem bitte die Gebrauchsinformation des selbstadhäsiven universalen Composite-Befestigungszements beachten.
- Durch die adhäsive Befestigung **mit Silikatisierung** und anschließender Silanisierung durch das Rocatec-Verfahren werden höhere Haftwerte erzielt. Die Vorgehensweise ist unter Abschnitt „Adhäsive Befestigung mit Compositen“ beschrieben.

Adhäsive Befestigung mit Compositen:

- Soll die Restauration einprobiert werden, muss die Einprobe vor der Silikatisierung/Silanisierung erfolgen.
- Für die adhäsive Befestigung mit Composite-Zementen müssen die Klebeflächen mit Rocatec™ Soft oder CoJet™ Sand für 15 Sekunden silikatisiert und mit ESPE™ Sil silanisiert werden.
  - Details zur Verarbeitung entnehmen Sie bitte der Rocatec™ System bzw. CoJet Sand Gebrauchsinformation.
- Die Restauration möglichst bald nach der Silanisierung mit einem Composite-Zement einsetzen, z. B. RelyX Unicem oder RelyX ARC.  
Alle in diesem Abschnitt erwähnten Produkte werden hergestellt von 3M ESPE.

### Entfernung einer festsitzenden Lava Restauration

- Mit üblichen rotierenden Werkzeugen und ausreichender Wasserkühlung einen Schlitz anbringen und die Restauration aufhebeln und/oder praxisübliche Instrumente als Abzugshilfe verwenden.

Fehler	Ursache	Lösung
Käppchen zerbricht beim Heraustrennen aus der Halterung.	Haltestift wurde zu weit vom Objekt entfernt abgetrennt.	Näher am Objekt abtrennen, das vermeidet Schwingungen.
	Handstück läuft unrund.	Handstück kontrollieren. Falls vorhanden mit Turbine heraustrennen.
	Fräser ist stumpf.	Neuen Fräser verwenden.
Gerüst passt nicht.	Falsche Sinterlagerung bei Kronen oder Brücken.	Korrekte Sinterlagerung einhalten, siehe unter „Sinterlagerung“
	Stumpf war nicht korrekt auf dem Modell platziert.	Vor dem Scanvorgang den korrekten Sitz der Stümpfe auf dem Modell überprüfen.
	Die Präparationsrichtlinien wurden nicht eingehalten.	Den Zahnarzt/Kunden kontaktieren, ggf. Modell nacharbeiten.
	Unzureichende Modellvorbereitung.	Die Modellrichtlinien in der Lava Scan Betriebsanleitung beachten. Das Gerüst ggf. nacharbeiten und den Kunden kontaktieren oder die Arbeit neu erstellen.
	Beim Scannen sind nicht alle Daten der Stumpfoberfläche erfasst worden. (Datenlöcher sind entstanden).	Vor dem Scannen Scanspray verwenden. Je nach Ausmaß das Gerüst nacharbeiten oder ein neues herstellen.
Verunreinigungen in der Käppchenoberfläche.	Färbelösung zu oft benutzt und ist dadurch verschmutzt.	Färbelösung max. 24 Std. verwenden!
Weißliche Stellen auf der Käppchenoberfläche.	Frässtaub wurde nicht genügend entfernt.	Frässtaub vor dem Färben gründlich entfernen.

### **Unverträglichkeiten**

Bei empfindlichen Personen lässt sich eine Sensibilisierung durch die beschriebenen Produkte nicht ausschließen. Sollten allergische Reaktionen auftreten, ist der Gebrauch einzustellen und das jeweilige Produkt vollständig zu entfernen.

### **Lagerung und Haltbarkeit**

Lava Frame Shade Färbelösung bei 15-25°C/58-77°F lagern.

Direkte Sonneneinstrahlung vermeiden.

Nach Ablauf des Verfalldatums nicht mehr verwenden.

### **Kundeninformation**

Niemand ist berechtigt, Informationen bekannt zu geben, die von den Angaben in diesen Anweisungen abweichen.

### **Garantie**

3M ESPE garantiert, dass dieses Produkt frei von Material- und Herstellungsfehlern ist.

3M ESPE ÜBERNIMMT KEINE WEITERE HAFTUNG, AUCH KEINE IMPLIZITE GARANTIE BEZÜGLICH VERKÄUFLICHKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN

BESTIMMTEN ZWECK. Der Anwender ist verantwortlich für den Einsatz und die bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts. Wenn innerhalb der Garantiefrist Schäden am Produkt auftreten, besteht Ihr einziger Anspruch und die einzige Verpflichtung von 3M ESPE in der Reparatur oder dem Ersatz des 3M ESPE Produkts.

### **Haftungsbeschränkung**

Soweit ein Haftungsausschluss gesetzlich zulässig ist, besteht für 3M ESPE keinerlei Haftung für Verluste oder Schäden durch dieses Produkt, gleichgültig ob es sich dabei um direkte, indirekte, besondere, Begleit- oder Folgeschäden, unabhängig von der Rechtsgrundlage, einschließlich Garantie, Vertrag, Fahrlässigkeit oder Vorsatz, handelt.

Stand der Information Dezember 2004

## **7.2 Die Verblendkeramik**

### **Lava Ceram**

#### **Zirkonoxid-Verblendkeramik für Lava Frame**

#### **Produktbeschreibung**

Lava Ceram Verblendkeramik und die dazugehörige Lava Frame Gerüstkeramik, beide hergestellt für bzw. von 3M ESPE, sind Bestandteile des Lava Systems, zur Herstellung von voll keramischem Zahnersatz. Gerüstkeramik und Verblendkeramik sind speziell für einander entwickelt und können nicht mit anderen Verblendkeramikmaterialien kombiniert werden.

Lava Ceram Verblendkeramik ist in 16 VITA Farben erhältlich, die Farbpalette besteht aus folgenden Komponenten: 7 Schultermassen, 16 Gerüstmodifizier, 16 Dentinmassen, 10 Magic Intensivmassen, 4 Schneidmassen, 2 Enamel-Effekt-Massen, 4 Transpa-Opal-Massen, 1 Transpa-Clear-Masse, 10 Malfarben, 1 Glasurmasse und den dazugehörigen Anmischflüssigkeiten.

Die Gebrauchsinformation dieses Produktes ist für die Dauer der Verwendung aufzubewahren.

## Anwendungsgebiete

### Verblendung von Lava Frame Zirkonoxid-Gerüsten

#### Vorbereitung

##### Gerüstvorbereitung

- Das eingefärbte und gesinterte Gerüst ggf. im Ultraschallbad oder durch kurzes Abdampfen reinigen.  
Das Gerüst muss absolut sauber und fettfrei sein!

#### Farbauswahl

##### Kombinations-Tabelle nach VITA Classic Farben

VITA Classic Farben	A1	A2	A3	A3,5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4
7 Schultermassen	SH1	SH3	SH3	SH4	SH4	SH1	SH2	SH5	SH5	SH2	SH6	SH6	SH6	SH7	SH7	SH7
16 Gerüst-modifizier	MO A1	MO A2	MO A3	MO A3,5	MO A4	MO B1	MO B2	MO B3	MO B4	MO C1	MO C2	MO C3	MO C4	MO D2	MO D3	MO D4
16 Gerüst-modifizier	D A1	D A2	D A3	D A3,5	D A4	D B1	D B2	D B3	D B4	D C1	D C2	D C3	D C4	D D2	D D3	D D4
4 Schneidmassen	E2	E2	E3	E3	E4	E1	E1	E3	E3	E4	E3	E3	E4	E4	E3	E3

#### Farbtabelle

<b>Schultermassen:</b>	SH 1 – SH 7	<b>Gerüst-modifizier:</b>	MO A1 – MO D4	<b>Dentinmassen:</b>	D A1 – D D4
<b>Schneidmassen:</b>	E 1 – E 4	<b>Enamel-Effektmassen:</b>	E 5 Polar E 6 Sun	<b>Transparent-Opal-Massen:</b>	T 1 neutral T 2 gelb T 3 blau T 4 grau
<b>Magic Intensivmassen:</b>	I 1 Ozeanblau I 2 Atlantis I 3 Kastanie I 4 Havanna I 5 Orange I 6 Khaki I 7 Vanille I 8 Honig I 9 Gingiva I 10 Violett	<b>Malfarben:</b>	S 1 Ozeanblau S 2 Atlantis S 3 Kastanie S 4 Havanna S 5 Orange S 6 Khaki S 7 Vanille S 8 Honig S 9 Gingiva S 10 Violett	<b>Glasurmasse:</b>	G  <b>Transpa-Clear:</b> CL

- Entsprechend der Zahnfarbe die notwendigen Massen bereitstellen.

## Herstellen einer Verblendung

### Mischen

Folgende Anmischflüssigkeiten stehen zur Verfügung:

- Modellierflüssigkeit
- Schultermassenflüssigkeit
- Malfarbenflüssigkeit
- Die Massen mit der entsprechenden Flüssigkeit und mit einem Glas oder Achatspatel zu einer sahnigen Konsistenz anmischen. Das Mischungsverhältnis nach Gewicht beträgt 2,5 g Pulver zu 1 g Flüssigkeit.

### Schultermassen schichten

Wenn das Gerüst im zervikalen Bereich für einen Schultermassenbrand reduziert oder der Präparationsrand versehentlich verletzt wurde, ist ein Schultermassenbrand erforderlich.

- Je nach Zahnfarbe die entsprechende Schultermasse aussuchen und mit Schultermassenflüssigkeit anrühren.
- Das Modell mit einer handelsüblichen Isolierung – Gips gegen Keramik – isolieren.
- Das Gerüst auf das Modell setzen.
- Die Schultermasse auf das Gerüst und bis zur Präparationsgrenze auf den Stumpf modellieren und absaugen
- Das Gerüst vom Modell abheben und die fertige Schulter wie unter „Brandführung“ beschrieben brennen.
- Die Sinterschrumpfung ggf. durch einen zweiten Schultermassenbrand ausgleichen. Anschließend mit Gerüstmodifizier weiterarbeiten.

### Gerüstmodifizier auftragen

*Der Gerüstmodifizier gibt dem Brückengerüst die Grundfarbe.*

- Den Gerüstmodifizier mit Modellierflüssigkeit anrühren.
- Einen dünnen Überzug (0,1 – 0,2 mm) auf die gesamte Verblendfläche auftragen.
- Um eine gute Benetzung zu erreichen, gut riffeln und absaugen. Andernfalls kann es zu Luftpfehlungen und Blasenbildung kommen.
- Falls gewünscht, Magic Intensivfarben entweder pur mit einem feuchten Pinsel dünn auf das Gerüst malen, oder mit Gerüstmodifizier mischen und dann auftragen.
- Den Gerüstmodifizier separat brennen – Brandführung wie „Erster Dentin- und Schneidebrand“ – oder die Dentinschichtung direkt auf den Gerüstmodifizier aufschichten.

### Dentin/Schneide-Schichtung

- Dentin-, Schneide- und Transpa-Massen mit Modellierflüssigkeit anrühren und die Restauration aufbauen.
- Je nach Patientenfall zur Individualisierung z.B. Magic Intensiv-Farben mit Dentin-, Schneide- oder Transpa-Massen mischen und an der gewünschten Stelle einschichten.
  - Magic-Farben wegen ihrer Intensität nur in kleinen Mengen verwenden.
- Bei Brücken die Verblendkeramik vor dem ersten Brand mit einem flexiblen Instrument interdental bis auf das Gerüst separieren.
- Den ersten Brand gemäß der Brenntabelle durchführen, siehe „Brandführung“.
  - Die Keramik muss danach nicht angeraut oder abgestrahlt werden.
- Falls notwendig mit feinkörnigen Diamanten und geringem Druck die Form korrigieren.
  - **Beim Separieren der Verblendkeramik unter keinen Umständen das Gerüst interdental anseparieren.**
- Mit Schneide- und Transpa-Massen die Zahnform vervollständigen.
- Interdentalräume schließen und ggf. nochmals separieren.
- Den Korrekturbrand gemäß der Brenntabelle durchführen, siehe „Brandführung“.

## Ausarbeitung

**Achtung! Keramikstaub ist gesundheitsschädlich! Bei der Ausarbeitung von Keramik eine Absaugung mit einem im Labor üblichen Feinststaubfilter verwenden.**

- Mit feinkörnigen Diamanten und geringem Druck ausarbeiten.
- Mit Diamantscheiben nur die Verblendkeramik, **nicht das Gerüst separieren!**  
– **Das Gerüst darf unter keinen Umständen interdental verletzt werden, da sonst an dieser Stelle ein Bruch initiiert werden könnte!**
- Die Oberfläche mit rotierenden Instrumenten strukturieren.  
Entweder:  
Malfarben mit Malfarben-/Glasurmassenflüssigkeit anrühren und damit Farbakzente aufbringen.  
Oder:  
Glasurmasse mit Malfarben-/Glasurmassenflüssigkeit anrühren und in sehr dünner Schicht auftragen.  
Oder:  
Anschließend den Glanzbrand gemäß der Brenntabelle durchführen, siehe „Brandführung“.

## Brandführung

Keramik	Start temp.	Trockenzeit	t $\nabla$ mit Vakuum	t $\nabla$ ohne Vakuum	Endtemp.	Haltezeit mit Vakuum	Haltezeit ohne Vakuum
1. Schultermassenbrand	450°C	4 min	45°C/min	./.	840°C	1 min	./.
2. Schultermassenbrand	450°C	4 min	45°C/min	./.	830°C	1 min	./.
Erster Dentin- und Schneidebrand	450°C	6 min	45°C/min	./.	810°C	1 min	./.
Zweiter Dentin- und Schneidebrand (Korrekturbrand)	450°C	6 min	45°C/min	./.	800°C	1 min	./.
Glasurbrand mit Glasurmasse oder Malfarbe	480°C	2 min	./.	45°C/min	790°C	./.	1 min
Glasurbrand mit ohne Glasurmasse oder Malfarbe	480°C	2 min	./.	45°C/min	820°C	./.	./.

## Intraorale Reparatur einer Verblendung

*Verblendungen festsitzender Restaurationen können mit 3M™ ESPE™ Cojet™ System und einem Füllungscomposite repariert werden.*

- Informationen zur Verarbeitung bitte der Cojet System Gebrauchsinformation entnehmen.



## Fehlervermeidung bei der Verarbeitung

### **Blasen in der Verblendung**

*Blasen können die allgemein bekannten Ursachen haben, aber auch durch unsachgemäß aufgetragenen Gerüstmodifier entstehen. In einem solchen Fall hat der Gerüstmodifier das Gerüst nicht ausreichend benetzt und es wurde Luft zwischen Modifier und Gerüst eingeschlossen.*

- Um eine gute Benetzung zu erreichen, gut riffeln und absaugen.

### **Unverträglichkeiten**

*Bei empfindlichen Personen lässt sich eine Sensibilisierung durch das Produkt nicht ausschließen. Sollten allergische Reaktionen auftreten, ist der Gebrauch einzustellen.*

### **Lagerung und Haltbarkeit**

Die Flüssigkeiten nicht über 25°C/77°F lagern.

Nach Ablauf des Verfalldatums nicht mehr verwenden.

Stand der Information 03/02

## 8. Fragen und Antworten

### **Wie umfassend ist die klinische Erfahrung mit den Lava Kronen und Brücken?**

Seit seiner Einführung hat das Lava™ System sich als eines der führenden Vollkeramik-Systeme etabliert und blickt auf eine erfolgreiche 5-jährige klinische Erfahrung zurück. Klinische Studien zeigen eine sehr gute Langzeitstabilität, keine Fraktur der Gerüstkeramik, keine allergische Reaktionen sowie kein negativer Einfluss auf die angrenzende Gingiva (siehe Kapitel 6. Klinische Ergebnisse).

### **Was unterscheidet Lava von den anderen Vollkeramiksystemen und wie ist die Zusammensetzung?**

Lava™ basiert auf einem Gerüst aus Zirkonoxid (Lava™ Frame) und einer Feldspat-Verblendkeramik (Lava™ Ceram), die speziell auf das Zirkonoxid abgestimmt wurde. Bei der Zirkonoxidkeramik handelt es sich um mit Yttriumoxid (Zusatz etwa 3 mol-%) teilstabilisiertes tetragonales polykristallines Zirkonoxid (Y-TZP = Ytria - Tetragonal Zirconia Polycrystals), das sich hervorragend für Restaurationen im Front- und Seitenzahnbereich eignet. Im Gegensatz zu anderen Zirkonoxidkeramiken sind die Lava™ Zirkonoxidgerüste bereits einfärbbar.

### **Wie ist die Passung im Vergleich zu typischen Metallkeramiken?**

Es ist aus der Literatur ersichtlich, dass theoretisch eine Passgenauigkeit von 50 - 100 µm für Kronen und Brücken gefordert wird. Untersuchungen zeigen hervorragende Passgenauigkeiten für 4-gliedrige Lava™ Brücken und 4 verblockte Lava™ Kronen, die unterhalb dieser geforderten Richtwerte liegen (siehe Kapitel 5.7). Darüber hinaus konnte Dr. S. Reich von der Universität Erlangen zeigen, dass zwischen AMO-Werten für dreigliedrige Lava™ Brücken und Metallkeramikversorgungen kein signifikanter Unterschied besteht [5.22].

### **Ist Lava™ wirklich stabil genug für Seitenzahnbrücken?**

Mit Zirkonoxid-Gerüsten sind erstmals Festigkeiten möglich, die die maximale Kaubelastung (600 N) selbst im Seitenzahnbereich um das mehrfache übersteigen. Interne und externe Untersuchungen bescheinigen 3-gliedrigen Brücken nach künstlicher Alterung (Simulation von 5 Jahren Tragedauer) im Kausimulator (1,2 Mio. Zyklen) mit gleichzeitiger Thermowechselast (10.000 x 5°-55°C) eine Festigkeit von jeweils 1450 N bis 1200 N für 3- bzw. 4-gliedrige Brücken.

### **Wie ästhetisch sind die Ergebnisse mit Lava™ Kronen und Brücken? Zirkonoxid ist doch weiß-opak?**

Das Zirkonoxid-Gerüst ist aufgrund seiner hohen Dichte (keine Restporosität) und Homogenität ideal transluzent und aufgrund der Einfärbbarkeit der Lava™ Restaurationen nicht mehr weiß-opak, wie man es aus der Vergangenheit oder von anderen medizinisch-technischen Anwendungen kennt. Die Möglichkeit der Einfärbung des Zirkonoxidgerüsts in 7 VITA® Classic Farben zusammen mit dem auf diese Grundfärbung abgestimmten Verblendmassen-Sortimentes ermöglicht die Realisierung hoch ästhetischen Zahnersatzes. Die aufgrund der hohen Festigkeit realisierbaren Gerüstwandstärken von nur 0,5 mm bzw. 0,3 mm (Frontzahnkronen) unterstützen darüber hinaus die hervorragende Transluzenz und bieten genügend Möglichkeiten einer ästhetischen Gestaltung mit der Verblendkeramik.

### **Was sind die Präparations -Voraussetzungen für eine erfolgreiche Langzeitversorgung?**

Im Prinzip lassen sich viele Vorgaben für eine metallkeramische Versorgung auf das Lava™ System übertragen. Optimal für die Herstellung eines Lava™ Gerüsts ist eine Hohlkeh- oder Stufenpräparation mit einer zirkulär umlaufenden Hohlkehle oder Stufe. Der Präparationswinkel sollte dabei 4° oder größer sein. Hintergrund ist die Scanner-Abtastung mit Weißlicht: bei einem kleineren Winkel als 4° kann die abzubildende Fläche nicht mehr genau genug reproduziert werden. Der Innenwinkel der Stufenpräparation ist mit einem Radius zu versehen.

Durch die dünne Wandgestaltung der Gerüste von nur 0,5 mm, bzw. 0,3 mm (Frontzahnkronen) kann für die Lava™ Vollkeramikrestauration substanzschonend präpariert werden. Eine supragingivale Präparation ist aufgrund der ästhetischen und materialbedingten Eigenschaften von Lava daher möglich.

### **Warum muss Lava™ nicht adhäsiv eingesetzt werden? Welcher Zement wird empfohlen?**

#### **Dauerhafte Zementierung**

Lava™ Frame Zirkonoxid Gerüste haben eine so hohe Festigkeit, dass eine adhäsive Befestigung keine zusätzlichen mechanischen Vorteile bietet! Das Material kann weder angeätzt noch direkt mit Silanflüssigkeit silanisiert werden.

#### **Konventionelle Zementierung**

Für die Zementierung einen konventionellen Glasionomer-Zement, z.B. Ketac™ Cem von 3M™ ESPE™, verwenden. Bei der Verwendung von Phosphatzementen werden nicht die gewünschten ästhetischen Ergebnisse erzielt.

#### **Selbst-Adhäsive Befestigung mit RelyX™ Unicem**

Für die Befestigung mit dem neuen selbst-adhäsiven universalen Composite-Befestigungszement 3M™ ESPE™ RelyX™ Unicem sollten die Innenflächen der Restauration kurz sandgestrahlt werden. Eine komplette Vorbehandlung mit dem Rocatec™ System, d.h. Silikatisierung mit Rocatec™ Plus/Soft mit anschließender Silanisierung, ist jedoch nicht erforderlich, da RelyX™ Unicem aufgrund seiner speziellen Chemie einen direkten Verbund zur Zirkonoxidkeramik herstellen kann. Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung für RelyX™ Unicem.

#### **Adhäsive Befestigung mit Compositen**

Für die adhäsive Befestigung mit Composite-Zementen müssen die Klebeflächen mit Rocatec™ Soft oder Cojet™ Sand für 15 Sekunden silikatisiert werden und mit ESPE™ Sil silanisiert werden. Alle Produkte werden von 3M™ ESPE™ hergestellt. Nach der Silanisierung sollte möglichst ohne große Zeitverzögerung mit einem Composite-Zement eingesetzt werden, z.B. RelyX™ ARC. Falls gewünscht, sollte ein Passungstest vor der Silikatisierung/ Silanisierung erfolgen. Details zur Verarbeitung entnehmen Sie bitte den Gebrauchsinformationen für das Rocatec™ Systems bzw. für Cojet™ Sand.

Glaskeramiken werden i.d.R. adhäsiv eingesetzt, damit die Ästhetik erhalten bleibt und die Stabilität der Gesamtversorgung zunimmt. Dies gilt bei polykristallinen oxidischen Keramiken (Lava™) nicht mehr. Hier ist durch die Art der Zementierung keine Festigkeitssteigerung möglich. Auch sind keine ästhetischen Einbußen hinzunehmen, wenn ein Glasionomer (z.B. Ketac™ Cem) zur Befestigung von Lava eingesetzt wird.

## 9. Zusammenfassung

3M™ ESPE™ präsentiert mit dem Lava™ Kronen und Brücken die neue, innovative CAD/CAM Technologie auf Basis von Zirkonoxid.

Aufgrund der herausragenden Festigkeit, Stabilität und Ästhetik von Zirkonoxid eignen sich Lava™ Kronen und Brücken sowohl für den Front- als auch den Seitenzahnbereich. Die hervorragende Passgenauigkeit wird durch eine perfekt abgestimmte Systemkette gewährleistet.

Präparation und Befestigung sind substanzschonend und sicher nach bewährten konventionellen Richtlinien durchführbar. Es kann jedoch auch sehr einfach adhesiv mit dem neuen selbst-adhesiven Zement RelyX™ Unicem eingegliedert werden, um die Vorteile einer adhesiven Zementierung mit der einfachen Handhabung der konventionellen Zementierung zu verbinden.

Ästhetik und Biokompatibilität stellen das Optimum im Bereich der Vollkeramik dar. Einfärbare Gerüste mit idealer Transluzenz und dünner Schichtstärke sorgen durch den großen Gestaltungsspielraum für natürliches Aussehen.

Durch die Bearbeitung von Zirkonoxid im Grünzustand werden Materialschäden vermieden und eine hohe Langzeitstabilität garantiert.

# 10. Literatur

- [1.1] **J. R. Kelly et al**  
Ceramics in Dentistry: historical roots and current perspectives  
JPD Vol 75 Nr. 1, Jan 1996, S. 18ff.
- [1.2] **K. Eichner, H.F. Kappert**  
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung  
Hüthig Verlag, 1996, S. 328 ff.
- [1.3] **L. Pröbster** in:  
Vollkeramik, Werkstoffkunde – Zahntechnik – klinische Erfahrung  
[All Ceramic, Material Science – Lab Technique – Clinical Experiences]  
Hrsg H. F. Kappert  
Quintessenz Verlag, 1996, 114
- [1.4] **C. Pauli**  
Biegefestigkeit dreigliedriger metall- und vollkeramischer Oberkieferseitenzahnbrücken [Flexural strength of 3-unit PFM and all ceramic maxillar posterior bridges]  
ZWR, Vol 105, No 11, 1996, 526 ff.
- [1.5] **A. Mehl**  
Neue CAD/CAM-Systeme versprechen eine Revolution  
DZW-Spezial 5/00.
- [1.6] **J. R. Holmes, et al**  
Considerations in measurement of marginal fit  
J. Prosth. Dent. 1989;62: S. 405-408.
- [4.1] **R. Marx, Weber, Jungwirth**  
Vollkeramische Kronen- und Brückenmaterialien, Restaurationsmaterialien,  
CC&A 2002, ISBN 3-00-002643-6
- [4.2] **Wagner and Chu** (1996)  
Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics, The Journal of Prost Dentistry, 76, 2, 140-144
- [4.3] **Tinschert et al.** (2000)  
Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirkonia-based ceramics J Dent 28, 7, 529-535
- [4.4] **Tinschert et al.** (2000)  
Belastbarkeit vollkeramischer Seitenzahnbrücken aus neuen Hartkernkeramiken  
DZZ, 55, 9, 610-616
- [4.5] **J. Tinschert, A. Schimmang, H. Fischer, R. Marx**  
Belastbarkeit von zirkonoxidverstärkter In-Ceram Alumina-Keramik  
DZZ 54, 11, 1999, S. 695 – 699.
- [4.6] **H. Fischer, P. Weinzierl, M. Weber, R. Marx**  
Bearbeitungsinduzierte Schädigung von Dentalkeramik  
DZZ 54, 8, 1999, S. 484 – 488.
- [4.7] **Bienieck K.W., Marx R.** (1994)  
The mechanical loading capacity of new all-ceramic crown and bridge material  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 104, 3, 284-289
- [4.8] **Piconi et al** (1999)  
Zirconia as a ceramic biomaterial, Biomaterials 20, 1-25

- [4.9] **Kosmac et al. (1999)**  
The effect of surface grinding and sandblasting on the flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic, *Dental Materials* 15, 426-433
- [4.10] **J. Tinschert, G. Natt, B. Doose, H. Fischer, R. Marx**  
Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik  
*DZZ* 54, 9, 1999, S. 545 – 550.
- [4.11] **A. R. Curtis, A. J. Wright and G. J.P. Fleming**  
The influence of simulated masticatory loading regimes on the biaxial flexure strength and reliability of a Y-TZP dental ceramic, 2005, submitted
- [4.12] **A. R. Curtis, A. J. Wright and G. J.P. Fleming**  
The influence of surface modification techniques on the biaxial flexure strength and reliability of a Y-TZP dental ceramic, 2005, submitted
- [5.1] **Körber K.H. und Ludwig K. (1983)**  
Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen, *dental-labor*, 21, 1, 55- 60
- [5.2] **Baltzer A., Kaufmann-Jinoian V.**  
Die Beurteilung von Kaukräften (2002) *Quintessenz Zahntechnik* 28, 9, 982-998
- [5.3] **Kleinfelder JW, Ludwig K. (2002)**  
Maximal bite force in patients with reduced periodontal tissue support with and without splinting, *J Periodontol.* 73(10):1184-7
- [5.4] **Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Van Der Bilt A, Van 'T Hof MA, Witter DJ Kalk W, Jansen JA. (2000)**  
Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions, *J Dent Res.* 79(7):1519-24
- [5.5] **Sonnenburg M. Fethke K., Riede S. und Voelker H. (1978)**  
Zur Belastung der Zähne des menschlichen Kiefers. *Zahn- Mund- und Kieferheilkunde* 66, 125-132
- [5.6] **Kelly J.R. (1997)**  
Ceramics in restorative and prosthetic dentistry *Annu. Rev. Mat. Sci.* 27, 443-468
- [5.7] **A. Curtis und G.J.P. Fleming IADR 2005, #0562**  
**G.J.P. Fleming, A. Curtis and P.M. Marquis IADR 2005, #1339**
- [5.8] **J.L. Chapman, D.A. Bulot, A. Sadan and M. Blatz IADR 2005, #1757**
- [5.9] **A. Behrens, B. Reusch, H. Hauptmann IADR 2004, #0243**
- [5.10] **Marx, R., Weber, M., Jungwirth,**  
F.: Vollkeramische Kronen und Brückenmaterialien – Restaurationsmaterialien. *CC&A, Eichenbach*, 2002, S. 56-57 und 138-139
- [5.11] **Hauptmann H., Suttor D., Frank S., Hoescheler H.**  
Material Properties of All Ceramic Zirconia Prostheses  
*J. Dent. Res.* 79 (IADR Abstracts) 2000, #2910
- [5.12] **Stiesch-Scholz M., Schneemann P., Borchers L.**  
Belastbarkeit 4-gliedriger Seitenzahnbrücken aus Vollkeramik; *ZWR* 114 Jahrg., 1+2, 28-51  
Stiesch-Scholz M. Schneemann P., Borchers L. *IADR 2005, #555;*
- [5.13] **Behrens A., Burger B., Hauptmann H.**  
Fracture Strength of Colored Zirconia Copings with Reduced Wall Thickness. *CED* 2004, #115

- [5.14] **Fischer J.**  
Strength of Zirconia Single Crowns related to Coping Design  
IADR 2005 #0546
- [5.15] **J. Tinschert, G. Natt**  
Zirkonoxidkeramik: Werkstoffkundliche Grundlagen in Keramik – Vollkeramik  
(P. Pospiech), 3M ESPE, 2004, 51-64
- [5.16] **P. Rountree, F. Nothdurft, P. Pospiech**  
In-vitro-Investigations on the Fracture Strength of All-Ceramic Posterior Bridges of  
ZrO<sub>2</sub>-Ceramic, J Dent Res, Vol 80 Special Issue (AADR Abstracts), Januar 2001, #173
- [5.17] **Ludwig K., Kern M. Klopfer S.**  
Fracture Strength of All-Ceramic Anterior Fixed Partial Dentures;  
J. Dent. Res. 80 (IADR Abstracts) 2001, #998
- [5.18] **Simonis A., Wiemann U., Roggensack M.**  
Ist die Norm ISO 6872 für moderne vollkeramische Systeme in Bezug auf die  
mechanische Festigkeit noch zeitgemäß?; 1. DGZPW 2001, #0013
- [5.19] **Suttor D., Hauptmann H., Frank S., Hoescheler S.**  
Fracture Resistance of Posterior All Ceramic Zirconia Bridges; J. Dent. Res. 80  
(IADR Abstracts) 2001, #910
- [5.20] **Edelhoff D., Sorensen J.**  
Light Transmission Through All-Ceramic Framework and Cement Combinations;  
IADR 2002, J. Dent. Res. 81 (IADR Abstracts) 2002, #1779
- [5.21] **Hertlein G., Franke R., Wastian C., Watzek K.**  
Marginal Fit of Zirconia Restorations with Three/Four Abutments; IADR 2005, #1764  
Hertlein G., Kraemer M., Sprengart T., Watzek K.; Milling Time vs. Marginal Fit of  
CAD/CAM-manufactured Zirconia Restorations; Dent. Res. 82 (IADR Abstracts)  
2003, #1455,  
Hertlein G., Hoescheler S., Frank S., Suttor D.; Marginal Fit of CAD/CAM  
Manufactured All Ceramic Zirconia Prostheses, J. Dent. Res. 80 (AADR Abstracts)  
2001, #0049
- [5.22] **Reich et al.** EurJOralSci 2005, in press
- [5.23] **Quinn J.B., Cheng D., Rusin R., Suttor D.**  
Fractographic Analysis and Material Properties of a Dental Zirconia; IADR 2005, #560
- [5.24] **Lava Symposium**, München Vorträge, CD und Kompendium 2/2001
- [5.25] **Behrens A., Nesslauer H., Hauptmann H.**  
Fracture Strength of Sandblasted and Silicatised Colored and Non-Colored  
Zirconia; IADR 2005, #0558
- [5.26] **J. R. Holmes, et al**  
Considerations in measurement of marginal fit J. Prosth. Dent. 1989;62: S. 405-408.
- [6.1] **P. Pospiech, P.R. Rountree; F.P. Nothdurft**  
Clinical Evaluation of Zirconia-based All-ceramic Posterior Bridges: Two year result  
IADR 2003 #0817
- [6.2] **P. Pospiech, F.P. Nothdurft**  
A prospective study on the long-term behavior of Zirconia-based bridges (Lava™):  
results after three years in service CED 2004 #230
- [6.3] **A.J. Raigrodski, G.J. Chiche, N. Potiket, J.L. Hochstedler, S.E. Mohamed,  
S. Billiot, D.E. Mercante**  
Clinical Efficacy of Y-TZP-Based Posterior Fixed Partial Dentures IADR 2005 #0226

*Weiterführende nicht zitierte Literaturstellen:*

- [1] **K. Donath, K. Roth**  
Histologisch-morphologische Studie zur Bestimmung des cervikalen Randschlusses von Einzel- und Pfeilerkronen Z Stomatol 84, 1987, S. 53 - 57.
- [2] **R. Marxkors**  
Kriterien für die zahnärztliche Prothetik, in: Studienhandbuch des Projektes „Qualitätssicherung in der Zahnmedizin – Definitionsphase“ Würzburg, 1988.
- [3] **B. Sturzenegger, H. Lüthy, P. Schärer et al**  
Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahnggebiet hergestellt mit dem DCM-System Acta Med Dent Helv, Vol 5, 12/2000, S. 131 ff.
- [4] **H. Meiners, K. M. Lehmann**  
Keramische Verblendmassen, Klinische Materialkunde für Zahnärzte Carl Hanser Verlag München, 1998.
- [5] **Th. Kerschbaum, C. Porschen**  
Kronenrandschluss und –konturqualität in fünf Dentallaboratorien DZZ 53, 9, 1998, S. 620 – 623.
- [6] **Harry F. Albers, Jerry Aso**  
Ceramic Materials, ADEPT REPORT Vol. 6, Number 2, 1999, S. 1 – 20.
- [7] **F. J. Trevor Burke, Alison J.E. Qualtrough, Richard W. Hale**  
Dentin-Bonded All-Ceramic Crowns: Current Status JADA, Vol. 129, April 1998, S. 455 – 460.
- [8] **R. Marx, H. Fischer, M. Weber, F. Jungwirth**  
Rissparameter und Weibullmodule: unterkritisches Risswachstum und Langzeitfestigkeit vollkeramischer Materialien, DZZ 56 (2001) 2, pages 90 - 98.
- [9] **A. Piwowarczyk, P. Ottl, T. Kuretzky, H.-C. Lauer**  
Lava – ein innovatives Vollkeramiksystem, Die Quintessenz; 54, 1, 73-81 (2003-07-30)
- [10] **J. A. Sorensen**  
The Lava™ All-Ceramic System: CAD/CAM Zirconia Prosthodontics for the 21st Century Synergy in Dentistry, Vol. 2, No. 1, 2003
- [11] **T. K. Hedge**  
Achieving Clinical and Esthetic Success by Placing a Zirconia-Based All-Ceramic Three-Unit Anterior Fixed Partial Denture, Synergy in Dentistry, Vol. 2, No. 1, 2003
- [12] **Ariel J. Raigrodski; LSU School of Dentistry**  
Clinical and Laboratory Considerations for Achieving Function and Aesthetics with the Lava System Spectrum International; IDS 2003
- [13] **M. Brunner, P. Hölldampf**  
Lava - heißes Magma oder CAD/CAM-Hightech? (dental-labor, XLIX, Heft 3/2001)
- [14] **D. Suttor, H. Hauptmann, S. Höscheler, G. Hertlein, K. Bunke**  
Das LAVA-System von 3M ESPE für vollkeramische ZrO<sub>2</sub>-Kronen- und Brückengerüste" (Quintessenz Zahntech 27, 9, 1019-1026 (2001)
- [15] **D. Suttor, K. Bunke, S. Höscheler, H. Hauptmann, G. Hertlein**  
Lava - The System of All-ceramic ZrO<sub>2</sub> Crown and Bridge Frameworks (Deutsch und Englisch) (Int. Jour. Of Computerized Dentistry 2001, 4:195-)
- [16] **PD A. Mehl**  
Neue CAD/CAM-Systeme versprechen eine Revolution (DZW-Spezial 5/00)



- [17] **D. Adolph**  
Dentalwerkstoff der Zukunft: ESPE Zirkonoxidkeramik - LAVA  
(Dent-Trend; Sept. 2000)
- [18] **K. Bunke**  
Mit LAVA Zirkonoxidkeramik eröffnen sich neue Möglichkeiten"  
(Dent-Trend, März 2001)
- [19] **S. Witkowski**  
Vorhang auf für Lava (Zahntech Mag 5, 230 (2001))
- [20] **M. Rosentritt, M. Behr, R. Lang, S. Kleinmayer, G. Handel**  
Fracture Strength of Tooth Colored Posterior Fixed Partial Dentures"  
(AADR 2001, Abstract #174)
- [21] **G. Hertlein, S. Höscheler, S. Frank, D. Suttor**  
Marginal Fit of CAD/CAM Manufactured All Ceramic Zirconia Prostheses  
(AADR 2001, Abstract #1092)
- [22] **D. Suttor**  
Ob grün, gesintert oder gehippt – ein Vergleich lohnt sich (DZW-ZahnTechnik 4/02)
- [23] **D. Suttor, S. Hoescheler, H. Hauptmann, G. Hertlein, K. Bunke**  
LAVA – das neue System von 3M ESPE für vollkeramische ZrO<sub>2</sub>-Kronen- und Brückengerüste (Quintessenz 52, 8, 805-808 (2001))
- [24] **Ch. Clauss**  
Vollkeramischer Zahnersatz auf Basis von gefrästem Zirkonoxid  
(Sonderdruck aus ZMK 6/2002)
- [25] **P. Pospiech, J. Schweiger, J. Meinen**  
Vom Zirkonoxidgerüst zur Lava-Vollkeramik (Sonderdruck aus dental labor, 1/2002)
- [26] **A. Piwowarczyk, P. Ottl, H.-Ch. Lauer, T. Kuretzky**  
LAVA – ein innovatives Vollkeramiksystem  
(Sonderdruck aus „Die Quintessenz“, 1/54. Jahrg., Januar 2003)
- [27] **A. J. Raigrodski**  
Clinical and Laboratory Considerations for the Use of CAD/CAM Y-TZP-  
Based Restorations (Pract Proced Aesthet Dent 2003;15(6):469-476)
- [28] **R. Perry, G. Kugel, J. Orfanidis**  
Creating 2 new cantral crowns using the Lava all-ceramic system  
(January 2003; Dental Products Report)
- [29] **J. A. Sorensen**  
The Lava System for CAD/CAM Production of High-Strength Precision Fixed  
Prosthodontics (Quintessence of Dental Technology, 2003, Vol. 26)
- [30] **T. F. Trinkner, M. Roberts**  
Placement of an All-Ceramic, Three-Unit Posterior Bridge Fabricated with Esthetic  
and Durable Zirconium-Oxide Connectors (Synergy, May 2003, Vol. 2 No.2,  
Page 3-7)
- [31] **Redaktion**  
Klinische Aspekte und praktische Erfahrungen (ZWL 05, 2003, 90-91)
- [32] **Redaktion**  
Internationales Expertise™ All Ceramic Symposium (Zahntech Mag 7, 2003, 556-559)
- [33] **D. Lesh**  
Making the Case for Lava (Journal of Dental Technology, Nov/Dec 2003, 28-31)

- [34] **Redaktion**  
Vollkeramik-Highlight mit „Quantensprung“ (dental-labor, LI, Heft 12/2003, 1902-1903)
- [35] **S. Reich**  
Sehr gute Ästhetik – vom Gerüst bis hin zur Verblendung  
(DZW-Zahntechnik 12/03, 23-24)
- [36] **Redaktion**  
Exzellente Ergebnisse aus Forschung, Praxis und Labor mit Kronen und Brücken auf dem internationalen Expertise-Symposium (Quintessenz Zahntech 30, 1, 83-85, 2004)
- [37] **M. Th. Firla**  
Funktionalität und Ästhetik vollkeramischer Kronen und Brücken sind ausgereift  
(DZW, 9/04, 18)
- [38] **P. Pospiech**  
Mit wenig Aufwand eine ausgezeichnete Ästhetik erreichen  
(ZWP spezial 7/2003, 24-25)
- [39] **S. Zeboulon, P. Rihon, D. Suttor**  
Le système Lava (Stratégie prothétique février 2004, vol 4, no 1, 7-15)
- [40] **Redaktion**  
CAD/CAM ohne Grenzen (dental-labor, LII, Heft 5/2004, 704)
- [41] **S. Reich**  
Grünbearbeitung von Zirkondioxid – Neue Möglichkeit in der CAD/CAM-Technologie (dental-labor, LII, Heft 6/2004, 973-979)
- [42] **3M ESPE**  
Lava™ Ceram Kursreihe mit Jan Langner (DFZ 5/2004, 53)
- [43] **H. Bellmann**  
Die Zukunft ist farbig – Zirkonoxid, eine Alternative zur Gusstechnik  
(dental dialogue, 5. Jahrgang 2004, 46-49)
- [44] **K. Müller, M. Morhardt, R. Bühner**  
Lava live – Zirkonkeramik auf dem Prüfstand  
(dental-labor, LII, Heft 8/2004, 2097-2100)
- [45] **DT & Shop**  
CAD/CAM für Patienten und Fachleute – DT & Shop informiert auf den Gesundheitstagen (dental-labor, LII, Heft 7/2004, 1092)
- [46] **J. Schweiger, E. Engen, M. Salex**  
Frontzahnästhetik mit LAVA Vollkeramik – Fallbeispiel von Einzelzahnrestorationen aus Zirkoniumoxid (dental dialogue, 6. Jahrgang 2005, S. 68 - 74)
- [47] **P. Pospiech, J. Schweiger**  
Zirkoniumoxid und Galvanoforming – eine ideale Ergänzung? – Vollkeramik und Galvanoforming in der Teleskoptechnik (dental-labor, L, Heft 7/2002, S. 989-999)
- [48] **J.-H. Bellmann**  
Hightech mit Feingefühl – Vollkeramik funktioniert – ein Beitrag mit dem Lava System von 3M ESPE (dental dialogue, 6. Jahrgang 2005, S. 101-106)
- [49] **P. Schneemann, L. Borchers, M. Stiesch-Scholz**  
Belastbarkeit 4-gliedriger Seitenzahnbrücken aus Vollkeramik  
(ZWR, 114 Jahrg. 2005, Nr. 1+2, S. 28-36)
- [50] **P. Pospiech**  
Was bringt uns der „weiße Stahl“? (Vollkeramische Werkstoffe)  
(ZWR, 114. Jahrg. 2005, Nr. 1+2, S. 48-51)

# 11. Technische Daten

(interne and externe Quellen)

## Gerüstkeramik Lava Frame

Biegefestigkeit (Punch Test) (ISO 6872)	> 1100 MPa
Weibullfestigkeit ( $\sigma_0$ ) (3-Punkt)	1345 MPa
Beanspruchbarkeit (2% / 5 Jahre)	615 MPa
E-Modul (E)	205 GPa
Weibull Modul (m)	10.5
Risskoeffizient (n)	50
Risszähigkeit ( $K_{IC}$ )	5-10 MPa m <sup>1/2</sup> (je nach Messmethode)
WAK	10 ppm
Vickershärte (HV 10)	1250
Schmelzpunkt	2700 °C
Korngröße	0.5 $\mu$ m
Dichte ( $\rho$ )	6.08 g/cm <sup>3</sup>
Löslichkeit (ISO 6872)	0 $\mu$ g/cm <sup>2</sup>

## Verblendkeramik Lava Ceram

Biegefestigkeit (3-Punkt) (ISO 6872)	100 MPa
E-Modul (E)	80 GPa
Risszähigkeit ( $K_{IC}$ )	1,1 MPa m <sup>1/2</sup>
WAK	10 ppm
Vickershärte (HV 0,2)	530
Aufbrenntemperatur	810 °C
Korngröße ( $D_{50}$ )	25 $\mu$ m
Dichte ( $\rho$ )	2,5 g/cm <sup>3</sup>
Löslichkeit (ISO 6872)	0 $\mu$ g/cm <sup>2</sup>
Verschleiß / Abrasion	entspr. Stand d. Technik

## Lava klinisch relevante Realgeometrie

<b>Bruchfestigkeit 3-gl. Seitenzahnbrücke a) initial</b>	ca. 1800 N
b) nach Kausimulation und Thermolastwechsel	ca. 1450 N
<b>Bruchfestigkeit 3-gl. Frontzahnbrücke a) initial</b>	ca. 1430 N
b) Dauerfestigkeit bei 250 N (oberhalb der Kaukräfte)	keine Fraktur

348 001AA222

336478589009

0083

73645

7858 226

28 7 46

348

001AA222

3364

7284847

## 3M ESPE

3M ESPE AG · ESPE Platz  
D-82229 Seefeld  
Freecall 0800-2 75 37 73  
Freefax 0800-3 29 37 73  
E-mail: [info3mespe@mmm.com](mailto:info3mespe@mmm.com)  
Internet: <http://www.3mespe.com>

3M Österreich GmbH  
Brunner Feldstraße 63  
A-2380 Perchtoldsdorf  
Tel. (01) 8 66 86-434  
Fax (01) 8 66 86-330  
E-mail: [dental-at@mmm.com](mailto:dental-at@mmm.com)

3M (Schweiz) AG  
3M ESPE Dental Products  
Eggstraße 93  
CH-8803 Rüschlikorn  
Tel. (01) 724 93 31  
Fax (01) 724 90 34  
Internet: [www.3MESPE.com/ch](http://www.3MESPE.com/ch)

Empress, Celay, InCeram, HiCeram, VITA,  
Vitadur, Cerec, Procera, Dicor, DCS Cerapearl  
sind keine Warenzeichen von 3M oder 3M  
ESPE AG.  
3M, ESPE, Lava, Rocotec, Cojet, Ketac,  
RelyX, Procem, Scutabond NR, sind  
Warenzeichen von 3M oder 3M ESPE AG.

70200954132/04(04.05)