

**cercon**  
smart ceramics®

## Klinischer Leitfaden

Cercon smart ceramics –  
das Zirkonoxid  
Vollkeramiksystem



# Inhalt

Von der Metallkeramik zur Vollkeramik	4–6
Werkstoffkundliche Grundlagen und medizinische Anwendungen	7
Cercon Systembeschreibung	8
Zirkonoxid als innovativer prothetischer Werkstoff	9–10
Präparationsempfehlungen	11–13
Abformung	14
Befestigung	15
Spezielle Aspekte bei der Anfertigung vollkeramischer Brücken	16–17
Spezielle klinische Empfehlungen für	
• vollkeramische Inlaybrücken	18
• vollkeramische Implantatsuprastrukturen	19–20
• vollkeramische Primärkronen	21–22
Trepanation und Ausgliederung	23
Klinische Erfahrungen	24–25
Literatur	26

## Klinischer Leitfaden

von Dr. med. dent.  
Sven Rinke,  
Hanau/Klein-Auheim

# Von der Metallkeramik zur Vollkeramik

## Deutliche Nachteile der Kunststoffverblendung

Die Einführung der Metallkeramik vor über 40 Jahren hat zu erheblichen Fortschritten bei der Herstellung von zahnfarbenen prothetischen Restaurationen geführt. Die Nachteile des kunststoffverblendeten Zahnersatzes (z. B. mangelnde Verfärbungsresistenz und unzureichende Verschleißfestigkeit) wurden durch die Verwendung von Dentalkeramiken als Verblendwerkstoff eliminiert.



## Fortschritt durch Metallkeramik

Die metallkeramische Restauration hat sich inzwischen als Standardverfahren in der zahnärztlichen Prothetik etabliert. Konsequente materialkundliche Verbesserungen haben zu einer ästhetischen Optimierung, insbesondere im Zervikalbereich, geführt.



## Verbesserte Ästhetik im Zervikalbereich

Folgende Materialien und Techniken werden für die ästhetische Optimierung genutzt:

- goldfarbene Gerüstwerkstoffe
- modifizierte Gerüstformen
- keramische Stufe



## Verbesserter Verbund

Das Risiko eines mangelhaften Verbundes zwischen Metallgerüst und Verblendwerkstoff kann heute – zumindest bei den hochgoldhaltigen Edelmetallwerkstoffen – als gelöst betrachtet werden. Legt man alle möglichen Ursachen eines Misserfolges zugrunde, so ist bei einer metallkeramischen Restauration mit einer jährlichen Misserfolgsquote von 1–1,5% zu rechnen.



Die Metallkeramik ist aufgrund der langjährigen klinischen Anwendung als sicheres und klinisch erprobtes Verfahren zu betrachten. Sie ist somit gleichsam der Vergleichsstandard für die Bewertung innovativer Restorationsverfahren in der zahnärztlichen Prothetik. Allerdings wirkt sich die fehlende Lichtdurchlässigkeit des metallischen Gerüsts limitierend auf den ästhetischen Erfolg einer metallkeramischen Restauration aus. Zudem besteht insbesondere bei edelmetallfreien aufbrennfähigen Legierungen das Risiko einer Materialunverträglichkeit (z. B. Nickel, Kobalt, Chrom).



Mehr Ästhetik  
durch Vollkeramik

Im Vergleich hierzu bieten vollkeramische Restaurationen aufgrund ihrer verbesserten Transluzenz und Transparenz ein höheres ästhetisches Potenzial. Die ausgezeichnete Biokompatibilität und geringe Plaqueaffinität lassen sie darüber hinaus als idealen Werkstoff für dentale Restaurationen erscheinen.



Limit: Dauerfestigkeit

Die unzureichende Dauerfestigkeit marktüblicher Dentalkeramiken limitierte jedoch über lange Zeit den klinischen Einsatz vollkeramischer Restaurationen. Der Einsatz reiner Verblendkeramiken für die Herstellung vollkeramischer Restaurationen kann nur für einen sehr eingeschränkten Indikationsbereich wie z.B. kleine Inlays oder Veneers empfohlen werden.



Verbesserte Festigkeit erhöht  
die klinische Erfolgssicherheit

Für die Herstellung von Vollkronen sind keramische Restaurationssysteme mit verbesserten mechanischen Eigenschaften erforderlich, da anderenfalls mit einem frühzeitigen klinischen Versagen zu rechnen ist.



Eine deutliche Festigkeitssteigerung gegenüber den Feldspat-Verblendkeramiken konnte mit den leuzitverstärkten Glaskeramiken (z.B. Cergo, Finesse All Ceramic, DeguDent/Hanau) erzielt werden, die überwiegend im Heißpressverfahren und nach dem Lost-Wax-Prinzip verarbeitet werden.



Vollkeramische Restaurationen, die im Heißpressverfahren hergestellt wurden, eignen sich für folgende Indikationen:

- Inlays
- Veneers
- Teilkronen
- Kronen



Adhäsiv befestigte  
Einzelzahnrestaurationen

Für eine ausreichende klinische Erfolgssicherheit ist bei diesen Materialien eine adhäsive Befestigung zwingend erforderlich.



Klinisch bewährt für  
adhäsiv befestigte  
Einzelzahnrestaurationen

Indikationserweiterung  
durch innovative  
vollkeramische Materialien

Problematik von  
Brückenkonstruktionen  
im Seitenzahnbereich

Zirkonoxid als Gerüst-  
werkstoff der Zukunft

Nach einer mehr als 10-jährigen klinischen Anwendung kann dieses Verfahren als sicher bezeichnet werden. Zudem liefert es zumindest bei einem fünfjährigen Beobachtungszeitraum eine Erfolgssicherheit, die mit der einer metallkeramischen Restauration annähernd vergleichbar ist.

Eine weitere Ausweitung der Indikation für vollkeramische Systeme konnte nur durch den Einsatz von Keramiken mit deutlich höheren Dauerfestigkeitswerten wie z.B. Aluminium- und Zirkonoxid erzielt werden. Aluminiumoxid wird bereits seit mehreren Jahrzehnten zur Verstärkung von Dentalkeramiken genutzt. Die Verwendung von porösen – glasinfiltrierten – Gerüsten aus Aluminiumoxid oder dicht gesinterten Aluminiumoxidstrukturen führt bei Einzelkronen und kleineren Frontzahnbrücken zu einer ausreichenden klinischen Erfolgsprognose.

Neben einer Indikationserweiterung war mit der Nutzung von vollkeramischen Restaurationen auf Aluminiumoxidbasis auch eine konventionelle Zementierung möglich geworden. Die Herstellung von Seitenzahnbrücken auf der Basis dieses Materials ist jedoch aufgrund der limitierten mechanischen Eigenschaften nicht Erfolg versprechend.

Vollkeramische Brückenkonstruktionen im Seitenzahnbereich waren also trotz der erheblichen Fortschritte in den letzten 20 Jahren nicht mit einer ausreichenden klinischen Erfolgsprognose anzufertigen. Für Seitenzahnbrücken waren bislang also metallkeramische Konstruktionen die einzig verfügbare Materialkombination mit ausreichender klinischer Erfolgssicherheit. Die metallkeramische Brücke kann dabei als teil- oder vollverblendete Konstruktion ausgeführt werden.

Mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkonoxid ist aufgrund seiner – gegenüber Aluminiumoxid – nochmals gesteigerten Festigkeit ein geeigneter keramischer Gerüstwerkstoff für Brückenkonstruktionen im Seitenzahnbereich. Die Nutzung in der zahnärztlichen Prothetik scheiterte bislang jedoch an der schwierigen Bearbeitung im dicht gesinterten Zustand.



# Werkstoffkundliche Grundlagen und medizinische Anwendungen

Seit 30 Jahren  
in der Medizin bewährt

Zirkonoxid, oder genauer Y-TZP (Yttria stabilized tetragonal zirconia polycrystals) Zirkonoxid, stabilisiert mit Yttriumoxid, wird seit 1969 in der Orthopädie erfolgreich für die Herstellung künstlicher Hüftgelenksköpfe genutzt. Weltweit wurden inzwischen mehr als 400.000 Anwendungen auf diesem Gebiet dokumentiert.

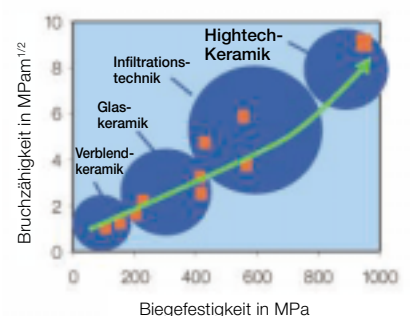
Aus den zahlreichen Alterungsversuchen und mechanischen Belastungstests kann geschlossen werden, dass die mechanischen Eigenschaften von Y-TZP auch nach einer physiologischen Nutzungsdauer von 50 Jahren noch eine ausreichende Festigkeit für klinische Anwendungen bei orthopädischen oder dentalen Implantaten aufweisen. Y-TZP zeigte in verschiedenen In-vitro- und In-vivo-Versuchen weder im Chromosomen-Abberationstest noch im Ames-Test eine mutagene oder kanzerogene Wirkung. Übereinstimmend wird berichtet, dass bei einem Kontakt von Zirkonoxidkeramiken mit Knochen oder Weichteilen keine lokalen toxischen Effekte zu erwarten sind.

In der Zahnheilkunde wird Zirkonoxid bislang vorwiegend in Form konfektionierter Wurzelstifte, kieferorthopädischer Brackets oder Implantat-Abutments verwendet. Die Bearbeitung des Zirkonoxids erfolgte bislang ausnahmslos im dicht gesinterten Zustand und ist mit einem extrem großen, hohen Werkzeugverschleiß und erheblichem Zeitaufwand verbunden.

Mit dem Cercon-System steht nun aufgrund der Materialbearbeitung im vorgesinterten Zustand eine neue rationelle und wirtschaftliche Fertigungstechnik für Kronen und Brücken aus Zirkonoxid im Dentallabor zur Verfügung.

Die statische Bruchfestigkeit von gefrästen dreigliedrigen Seitenzahnbrücken auf Zirkonoxid-Basis ist im Vergleich zu dreigliedrigen Brücken aus Presskeramik (Empress II) oder Infiltrationskeramiken (InCeram Alumina) um den Faktor 2–3 höher. Die Dauerfestigkeit von Y-TZP liegt um das Dreifache über dem Wert von InCeram Alumina. Bei einem Vergleich der Bruchfestigkeit von vollkeramischen Seitenzahnkronen zeigten Zirkonoxid-Restaurationen, die mit dem Cercon-System gefertigt wurden, signifikant höhere Bruchfestigkeitswerte als bislang marktübliche Vollkeramiksysteme (InCeram Zirconia, Procera, Empress II). In-vitro-Untersuchungen zur Bruchfestigkeit von Frontzahnkronen ergaben für Cercon-Restaurationen vergleichbare Bruchfestigkeitswerte wie für metallkeramische Kronen auf der Basis von Edelmetall-Legierungen.

Signifikant  
höhere Festigkeit





# Cercon Systembeschreibung

Ein intelligenter Weg für Zirkonoxidbearbeitung

Das Cercon-System beruht auf einer Entwicklung von Schweizer Forschern an der renommierten Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich in Zusammenarbeit mit der Zahnklinik der Universität Zürich. Das Verfahren wurde bereits mehrfach in der Literatur unter der Bezeichnung DCM (Direct Ceramic Machining) beschrieben und wurde in Kooperation mit DeguDent zur Marktreife entwickelt.

Es handelt sich dabei um ein Verfahren, bei dem der Modellstumpf bzw. das in Wachs gefertigte Modell eines Kronen- oder Brückengerüstes mit einem Laser optisch abgetastet wird und anschließend computerunterstützt aus einem Rohling aus vorgesintertem Y-TZP vergrößert herausgefräst und abschließend dicht gesintert wird.

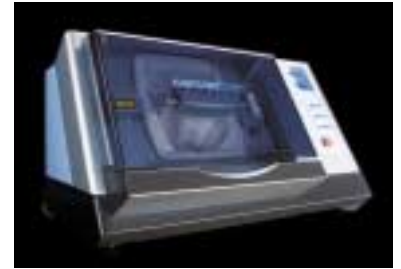
Scan- und Fräsvorgang erfolgen in der Geräteeinheit Cercon brain. Der Fräsvorgang erfolgt in zwei Stufen. Während in einem ersten Schrubprozess die Grobform herausgearbeitet wird, erfolgt in einem zweiten Schritt die Feinbearbeitung des Gerüstes.

Kürzere Bearbeitungszeit  
Geringer Werkzeugverschleiß

Das gefräste Werkstück wird in einem thermischen Prozess in der Gerätekomponente Cercon heat bei einer Endtemperatur von 1.350 °C gesintert. Der gesamte Sinterprozess dauert ca. 6 Stunden. Da der Sintervorgang mit einer Volumenschrumpfung des gefrästen Werkstückes verbunden ist, wird das Gerüst in einer um ca. 30% vergrößerten Form aus dem Rohling gefräst. Diese Vergrößerung der Gerüstform erfolgt nach dem Scanvorgang durch eine computerunterstützte Berechnung, ebenfalls in der Gerätekomponente Cercon brain. Dies ist möglich, da das Schrumpfungsverhalten der Zirkonoxidrohlinge Cercon base bei deren Herstellung sehr genau berechnet wird und sich deshalb vorhersagen lässt. Die Dauer des Scan- und Fräsvorganges richtet sich nach der jeweiligen Objektgröße, der Objektanzahl sowie dem gewählten Verfahrensschritt (CAM oder CAD/CAM). Bei diesem Prozess wird eine Zeitdauer von ca. 95 Minuten für die umfangreichste Objektbearbeitung jedoch nicht überschritten.

Die Verblendung des exakt passenden, dicht gesinterten Zirkonoxidgerüstes erfolgt dann mit der speziell für diesen Werkstoff entwickelten Verblendkeramik Cercon ceram Kiss.

**Ausführliche Informationen zum Vollkeramiksystem Cercon finden Sie in separaten Druckschriften von DeguDent oder im Internet unter [www.cercon-smart-ceramics.de](http://www.cercon-smart-ceramics.de)**





# Zirkonoxid als prothetischer Werkstoff

## Lichtdurchlässigkeit

Yttrium-teilstabilisiertes Zirkonoxid besitzt nicht nur den Vorteil einer extrem hohen Festigkeit, sondern ist auch ein lichtdurchlässiger Werkstoff. Mit einer Transparenz von ca. 50% des einfallenden Lichtes ist eine natürliche Gestaltung des Zahnersatzes möglich. Gleichzeitig erlaubt die Semiopazität aber auch einen Einsatz bei verfärbten Zahnstümpfen.



## Zahnfarbener Gerüstwerkstoff

Um die ästhetischen Eigenschaften weiter zu optimieren, gibt es zudem die Möglichkeit, prä-colorierte Zirkonoxid-Rohlinge zu verwenden. Mit Cercon base colored steht dafür eine elfenbeinfarbene Gerüstvariante zur Verfügung, die besonders für den Einsatz bei Frontzahnrestaurationen geeignet ist.



## Ausgezeichnete Biokompatibilität

Aufgrund seiner ästhetischen Eigenschaften, der nachgewiesenen ausgezeichneten Biokompatibilität und seiner geringen Wärmeleitfähigkeit ist teilstabilisiertes Zirkonoxid ein idealer Werkstoff für festsitzende prothetische Restaurationen. Im Vergleich mit bislang bekannten Vollkeramiksystemen zeichnet er sich durch zahlreiche Vorteile beim klinischen Handling aus.



## Indikationen

Vollkeramische Restaurationen auf der Basis von Yttrium-teilstabilisiertem Zirkonoxid, die mit dem Cercon-System gefertigt werden, sind bislang für folgende Indikationen freigegeben:

- Einzelkronen im Front- und Seitenzahnbereich
- Endpfilerbrücken mit max. 47 mm anatomischer Länge im Front- und Seitenzahnbereich. Die Zahl der zu ersetzenden Zähne ist dabei auf maximal zwei Molaren je Spanne zu begrenzen.
- Inlaybrücken zum Ersatz eines fehlenden Zahnes mit einer maximalen Breite des Zwischengliedes von 10 mm.
- Vollkeramische Primärkronen



## Kontraindikationen (patientenbezogen)

Bruxismus und therapieresistente Parafunktionen sind als allgemeine Kontraindikationen anzusehen.



## Klinische Vorteile

Aufgrund der hohen Festigkeit des Gerüstwerkstoffes können Cercon-Restaurationen sowohl nach der Gerüstherstellung (gesintert) als auch nach der Verblendung einprobiert werden. Das klinische Vorgehen vereinfacht sich dadurch gegenüber adhäsiv befestigten vollkeramischen Restaurationen und bietet die folgenden Vorteile:

- Einprobe mit Überprüfung der Okklusion
- provisorische Zementierung
- konventionelle Zementierung



## Gerüstdesign – entscheidend für den klinischen Erfolg

### Tipp

Entscheidend für den klinischen Erfolg ist die Beachtung der folgenden Parameter beim Gerüstdesign: Die minimale okklusale und axiale Gerüstwandstärke darf 0,4 mm nicht unterschreiten. Die Konnektorenflächen bei Brückengerüsten müssen eine minimale Querschnittsfläche von 9 mm<sup>2</sup> aufweisen.

Für die Entfernung provisorisch zementierter Cercon-Restaurationen eignet sich eine Zange mit kunststoff- oder gummibeleagten Branchen (z. B. Kronenabnahmezange, Stoma GmbH, Emmingen-Liptingen).

## Noch nicht empfehlenswert

Die Herstellung von Adhäsiv- und Extensionsbrücken ist mit dem Cercon-System technisch zwar möglich, aber noch nicht ausreichend klinisch erprobt. Aufgrund der noch laufenden klinischen Untersuchungen ist die Anfertigung von Adhäsivbrücken (Marylandbrücken) und Extensionsbrücken daher noch nicht freigegeben.

## Kontraindikationen (systembezogen)

Generell kontraindiziert ist die Fertigung der folgenden Restaurationen mit dem Cercon-System:

- Individuell gefräste Implantataufbauten
- Individuell gefräste Wurzelstifte

## Gerüstexposition vermeiden

Cercon-Restaurationen sind als vollverblendete Kronen und Brücken auszuführen. Eine Gerüstexposition ist aufgrund der erschwerten intraoralen Politur von Zirkonoxid und seiner höheren Abrasivität im Vergleich zu konventionellen Dentalkeramiken zu vermeiden.

# Präparationsempfehlungen

**Nicht geeignet: Tangentialpräparation und Stufenpräparation mit Ansträgung**

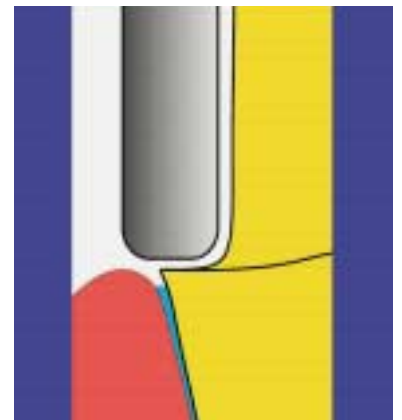
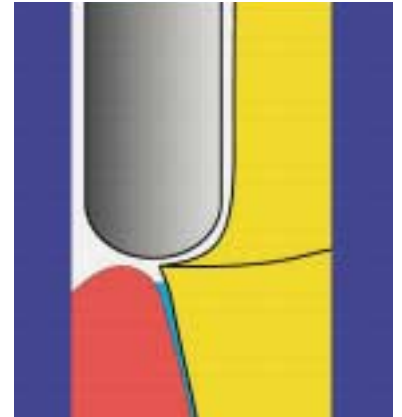
**Empfehlenswert: Hohlkehle, Stufe mit innen gerundeter Kante**

Die Präparationsempfehlungen für Cercon-Restaurationen orientieren sich an den bekannten Empfehlungen für Vollkeramiksyste-me. Entsprechend sind die Tangentialpräparation und die Präparation einer Stufe mit Ansträgung nicht geeignet für Zirkonoxidrestaurationen, da beide Präparationsformen zu dünn auslaufenden, frakturgefährdeten Rändern führen.

Als Präparationsformen sind geeignet:

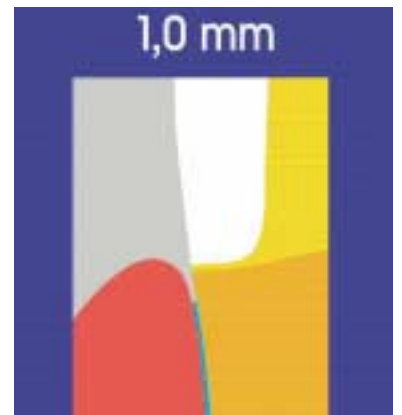
- ausgeprägte Hohlkehle (90°)
- Stufenpräparation mit innen gerundeter Kante

Für die Ausführung der Hohlkehlpräparation eignen sich zylindrische, vor Kopf runde Diamantinstrumente. Für die Stufenpräparation mit innen gerundeter Kante sind konische Diamantinstrumente mit gerundeter Kante besonders geeignet.



**Zirkuläre Schnitttiefe 1,0 mm**

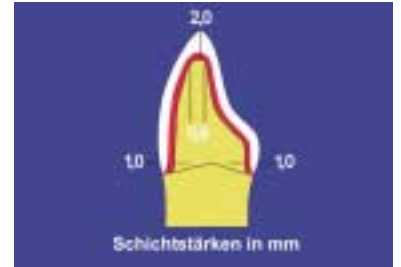
Für das Finieren der Präparation ist der Einsatz von rotierenden Instrumenten mit einer mittleren Körnung von 30 µm zu empfehlen. Die Mindestwandstärke der Zirkonoxidgerüste beträgt 0,4 mm, der minimale zervikale Platzbedarf für die Verblendung beträgt 0,6 mm, sodass eine zirkuläre marginale Schnitttiefe von 1,0 mm anzustreben ist.



# Frontzahnrestaurationen

## Grundlegende Hinweise

Die Präparation für Frontzahnrestaurationen richtet sich nach den bereits erwähnten allgemeinen Präparationsregeln: Neben einer zirkulären Schnitttiefe von 1,0 mm an der Präparationsgrenze ist ein Konus von 6° bis 8° sicherzustellen. Die Übergänge zwischen den axialen Flächen und den palatinalen sowie inzisalen Flächen sind zu runden (minimaler Radius 0,4 mm).



## Breite der inzisalen Kante

Vor allem aus ästhetischen Gesichtspunkten soll der inzisale Abtrag 2,0 mm betragen. Die minimale Breite der inzisalen Kante in vestibulo-oraler Richtung muss 0,9 mm betragen, um eine exakte Reproduktion der internen Gerüstflächen durch die Fräseinheit zu gewährleisten.



## Gestaltung der palatinalen Kontur

Für die Gestaltung der palatinalen Kontur oberer Front- und Eckzähne empfiehlt sich der Einsatz des bereits erwähnten Palatinalschleifers.



Tipp

Das gleiche Instrument bietet sich auch an, um die Übergänge zwischen den axialen Wänden und der inzisalen Kante zu runden.



## Keramikschulter

Cercon-Restaurationen können auch mit einer vestibulären oder keramischen Stufe gestaltet werden, entsprechende Schultermassen sind für die Verblendkeramik Cercon ceram Kiss vorhanden. Keramische Schultern lassen sich vorteilhaft auch in der Überpresstechnik mit Cercon ceram express herstellen. Die anschließende Farbproduktion kann mit Malfarben oder, in der „Cut-back“-Technik, über die Schichttechnik durch die Vervollständigung der zurückgeschnittenen Areale mit der Cercon ceram Kiss Verblendkeramik erfolgen. Bei der zahntechnischen Ausführung einer keramischen Schulter bietet die Stufenpräparation Vorteile gegenüber der Hohlkehle.

# Seitenzahnrestaurationen

Okklusaler  
Substanzabtrag: 1,5 mm

Für Restaurationen im Seitenzahnbereich muss okkusal eine minimale Schichtstärke der Verblendkeramik von 1,0 mm gewährleistet sein. Aufgrund der minimalen Gerüstwandstärke von 0,4 mm ist im Bereich der Okklusalfächen ein Substanzabtrag von 1,5 mm anzustreben. Die Konizität jeder axialen Fläche soll 3° bis 4° betragen. Die Übergänge zwischen den axialen Wänden und der okklusalen Fläche sind zu runden.



Vereinfachtes  
okklusales Relief

Das okklusale Relief soll eine vereinfachte Form der Kaufläche darstellen. Ein Öffnungswinkel der okklusalen Flächen von 120° bis 140° gewährleistet eine exakte Reproduktion der Restorationsinnenflächen während des Fräsvorgangs und damit eine gute interne Passung.

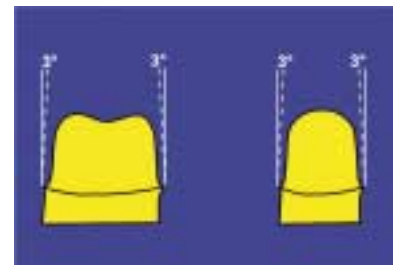


Ein rautenförmiges Diamantinstrument, das senkrecht zur Zahnachse geführt wird, hat sich zur Präparation der okklusalen Anteile als besonders geeignet erwiesen.



Festlegung der  
Einschubrichtung

Insbesondere bei Brückenkonstruktionen ist bei der Festlegung der Einschubrichtung darauf zu achten, dass die korrespondierenden Stumpfflächen der Brückens Pfeiler einen Konus von mindestens 6° aufweisen. Sehr steile Flanken erscheinen im Scanvorgang als Senkrechte, die von der Software nicht exakt abgebildet werden kann.



Tipp

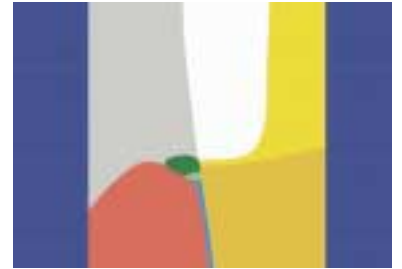
Zur Kontrolle der systemgerechten Präparation empfiehlt es sich, insbesondere bei weit- oder mehrspannigen Konstruktionen, nach Abschluss der Präparation eine Alginatabformung mit einem Einmallöffel anzufertigen. Sofern die Abformung mit einem schnell abbindenden Gips (z. B. Artikulationsgips) ausgegossen wird, kann bereits nach wenigen Minuten die Scanfähigkeit kontrolliert werden.



# Abformung

Empfehlenswert:  
Doppelfadentechnik

Durch die Verwendung von geflochtenen Retraktionsfäden (z.B. Ultrapak, Ultradent Products/USA) wird eine gute Darstellung der Präparationsgrenze erreicht. Gute und reproduzierbare Abformergebnisse werden mit der Doppelfadentechnik erzielt.



Bei dieser Technik wird ein erster dünner Faden in den Sulkus appliziert. Er verbleibt dort während der gesamten Abformung. Darüber wird ein zweiter, dickerer Faden gelegt, der kurz vor der Abformung entfernt wird. Der erste Faden hat die Aufgabe, eine Blutung aus dem Sulkus zu blockieren. Gleichzeitig soll er ein Zurückklappen der Gingiva auf die Präparationsgrenze verhindern.



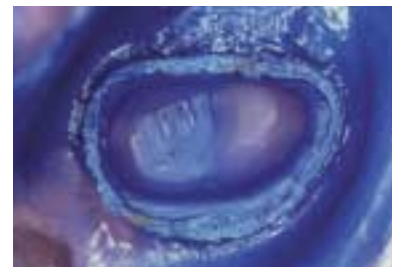
Individueller Löffel

Bei der Doppelmischtechnik empfiehlt sich die Anwendung von laborgefertigten individuellen Löffeln – oder zumindest die Individualisierung eines konfektionierten Abformlöffels (Rimlock-Löffel) mit distaler Abdämmung aus lichthärtendem Kunststoff oder thermoplastischem Material.



Abformmaterialien

Die Abformung kann mit allen in der festsitzenden Prothetik üblichen Abformmaterialien erfolgen (Hydrokolloid, Polysiloxane, Polyether). Bei der Verwendung von Polysiloxanen können sowohl das Korrekturverfahren als auch die Doppelmischtechnik angewendet werden. Bei Polyethermaterialien kann nur die Doppelmischtechnik genutzt werden.



Tipp

Sowohl bei Anwendung der Korrektur- als auch bei der Doppelmischtechnik empfiehlt sich nach der Applikation der niedrigviskosen Komponente eine Verteilung des Abformmaterials im Luftstrom. So wird eine gute Benetzung der Stumpfoberfläche sichergestellt.



# Befestigung

## Vorbereitung

Die Befestigungsflächen der Cercon-Restaurationen sollen vor dem Einsetzen gestrahlt werden (Aluminiumoxid, 110 µm, 3–4 bar). Durch die Aufrauung der Oberfläche entsteht ein verbesserter Haftverbund bei der konventionellen und der adhäsiven Befestigung.



## Konventionell oder adhäsiv?

Für die konventionelle Befestigung sind sowohl Zinkphosphat- als auch Glasionomerzemente sowie Kompomerzemente (z. B. Dyract cem plus, Dentsply, Konstanz) geeignet. Eine spezielle Konditionierung der Stumpfoberfläche ist bei der konventionellen Zementierung nicht erforderlich.



## Tipp

Für die adhäsive Befestigung von Cercon-Restaurationen können beim derzeitigen Kenntnisstand die Produkte Panavia 21, Panavia F und Rely X Unicem empfohlen werden. Eine provisorische Befestigung der Cercon-Restauration ist mit jedem provisorischen Zement möglich (z. B. Temp Bond, Kerr GmbH, Karlsruhe). Ist eine spätere adhäsive Befestigung der Restaurationen geplant, empfiehlt sich die Verwendung eines eugenolfreien provisorischen Zementes.



## Adjustierung

Für die Adjustierung der okklusalen Kontaktpunkte empfehlen sich feinkörnige Diamantinstrumente (mittlere Krongröße: 15 µm). Die abschließende intraorale Politur kann mit diamantdurchsetzten Gummipolierern und eventuell mit Keramikpolierpasten erfolgen.



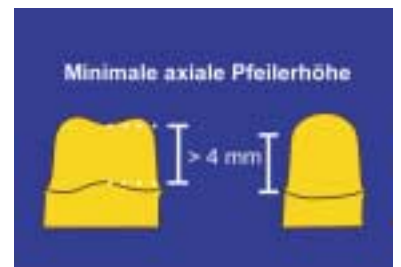


## Cercon-Brücken sind mehr als fünf Jahre klinisch erprobt

Aufgrund der herausragenden mechanischen Eigenschaften ist Zirkonoxid insbesondere für die Herstellung von vollkeramischen Seitenzahnbrücken geeignet.

Auf der Basis einer mehr als fünfjährigen klinischen Erprobung kann die Anwendung von 3- und 4-gliedrigen Brücken, die mit dem Cercon-System gefertigt wurden, heute als ausreichend abgesichert gelten.

Der minimale Konnektorenquerschnitt soll dabei  $9 \text{ mm}^2$  betragen, eine minimale Gerüststärke von  $0,4 \text{ mm}$  soll nicht unterschritten werden.



## Konventionelle Zementierung von Brücken

Grundsätzlich können Cercon-Brückenkonstruktionen konventionell zementiert werden. In den vorliegenden klinischen Studien zeigte sich dabei kein erhöhtes Risiko einer Gerüstfraktur.

Zur Vermeidung eines vorzeitigen Retentionsverlustes soll die axiale Pfeilerhöhe bei einer konventionellen Zementierung mindestens  $4 \text{ mm}$  betragen.

Bei größeren Brückenkonstruktionen im Unterkiefer, deren Spannweite mehr als zwei zu ersetzende Prämolaren überschreitet, wird generell zur adhäsiven Eingliederung geraten.

## Provisorische Zementierung von Brückenkonstruktionen

Wenn keine keramischen Stufen vorliegen, können die Brückenkonstruktionen prinzipiell provisorisch zementiert werden. Damit die Restaurationen einfacher entfernt werden können, sollen die provisorischen Zemente mit einem 20%igen Zusatz an Modifier verwendet werden.

Falls die Brückenkonstruktionen mit keramischen Stufen ausgeführt wurden, ist eine sofortige definitive Eingliederung (konventionell oder adhäsiv) anzuraten, da die Keramikstufen beim Entfernen provisorisch zementierter Brücken einem erhöhten Frakturrisiko unterliegen.

**Einspannige fünfgliedrige  
Brücken sind noch nicht  
ausreichend klinisch erprobt**

Mit dem Cercon-System können technisch problemlos einspannige fünfgliedrige Brücken hergestellt werden. Der Einsatz derartiger Konstruktionen soll jedoch nur bei sorgfältiger Indikationsstellung erfolgen. Insbesondere ist sicherzustellen, dass die Platzverhältnisse eine ausreichende Dimensionierung der Konnektorenbereiche aufweisen ( $> \text{min. } 12 \text{ mm}^2$ ). Aufgrund der geringen Fallzahl lassen die vorliegenden klinischen Daten noch keine generelle Empfehlung für die routinemäßige Anwendung zu.



**Maximal zwei zu ersetzende  
Zähne pro Brückenspanne**

Mit der Einführung des Cercon base 47 ist auch die Herstellung mehrspanniger Brückenkonstruktionen mit einer maximalen anatomischen Länge von 47 mm möglich. Die Indikation ist jedoch auf Restaurationen mit maximal zwei zu ersetzenden Zähnen (Molaren) pro Spanne limitiert.



Zudem ermöglicht die Form dieses Rohlings die Herstellung von Frontzahnbrücken mit bogenförmiger Pfeilerverbindungsline.



Sowohl die eingefärbten als auch die nicht eingefärbten Cercon-Rohlinge sind dabei für sämtliche Indikationen in gleicher Weise geeignet.

**Mehrspannige Brücken  
im Unterkiefer**

Unabhängig von der axialen Pfeilerhöhe ist zur Vermeidung eines vorzeitigen Retentionsverlustes insbesondere bei mehrspannigen Konstruktionen im Unterkiefer die adhäsive Zementierung der Brückenkonstruktion zu empfehlen.



**Ausgleich von  
Pfeilerdivergenzen**

Bei starken Zahnkipnungen ist die Präparation der Pfeiler mit einer gemeinsamen Einschubrichtung und einem ausreichenden Präparationswinkel teilweise nicht möglich.

In diesen Fällen kann das Teilungsgeschiebe Cercon-Link zur Anfertigung geteilter Brückenkonstruktionen genutzt werden.

Die Anwendung des Teilungsgeschiebes ist jedoch nur für den Ausgleich von Pfeilerdivergenzen geeignet und darf nicht zur Erweiterung der bislang freigegebenen Indikationen genutzt werden (wie z. B. Vergrößerung der freien Spannlänge).



## Spezielle Präparationshinweise für Inlaybrücken

Mit dem Cercon-System ist auch die Herstellung von Inlaybrücken möglich. Zur Sicherung des klinischen Langzeiterfolges sind dabei folgende Empfehlungen zu berücksichtigen:

Grundsätzlich ist eine minimale Schichtstärke der Restauration von 1,5 mm einzuhalten. Die minimale Breite am Isthmus der Inlayanker sollte 3 mm betragen. Die Präparation soll mit einer Divergenz von 2–3° als Präparationswinkel erfolgen und retentionsfrei gestaltet werden, sämtliche internen Kavitätenwinkel sind abzurunden. Der Winkel zwischen den lateralen Flächen des Approximalkastens und der Zahnaußenfläche soll zwischen 70 und 90° liegen. Auf vestibuläre oder linguale Ausläufer ist zu verzichten. Zur Erhöhung der Stabilität soll die Gerüststärke gegenüber Kronen und Brücken erhöht werden (> 0,4 mm). Insbesondere im ästhetisch nicht relevanten Bereich sollte eine Maximierung der Gerüststärken angestrebt werden. Aus Gründen der Stabilität sollen 3-flächige Inlayanker gegenüber 2-flächigen Inlayankern bevorzugt werden. Für die Bruchfestigkeit der Inlaybrücken ist insbesondere eine ausreichende Dimensionierung der approximalen Konnektorenflächen von mindestens 9 mm<sup>2</sup> entscheidend.

Da die zirkulären Ränder grundsätzlich aus feldspatischer Keramik aufgebaut sind, ist eine adhäsive Zementierung absolut notwendig. Eine zirkuläre Schmelzbegrenzung der Kavitätenränder ist unter diesem Aspekt als ideal anzusehen. Zur Konditionierung der Zementierungsflächen werden die Zirkonoxidgerüstflächen sandgestrahlt, während die press- und/oder sinterkeramischen Anteile mit Flusssäure geätzt werden. Die geätzten Oberflächen müssen silanisieren werden. Als Befestigungswerkstoff ist ein dual- oder autopolymerisierender Zement zu verwenden.

Eine stark unterschiedliche Beweglichkeit der Pfeilerzähne führt zu einer verstärkten Belastung der adhäsiven Befestigungsfuge und damit zu einem erhöhten Risiko der partiellen Lockerung der Restauration. Darum muss die Pfeilerbeweglichkeit bei der Planung von Inlaybrücken berücksichtigt werden.

Inlaybrücken sind grundsätzlich einspannige dreigliedrige Konstruktionen, die bevorzugt zum Ersatz zweiter Prämolaren eingesetzt werden. Der Ersatz erster Molaren soll nur nach sorgfältiger Indikationsstellung und bei günstigen okklusalen Verhältnissen in Betracht gezogen werden (maximale Breite des Zwischengliedes: 10 mm).



## Adhäsive Zementierung

## Einfluss der Pfeilerbeweglichkeit

## Maximale Spannlänge für Inlaybrücken: 10 mm

## Probleme von metallischen Implantataufbauten

Metallische Implantataufbauten haben sich aufgrund ihrer einfachen Individualisierbarkeit und hohen mechanischen Belastbarkeit langjährig klinisch bewährt. Insbesondere beim Vorliegen dünner periimplantärer Schleimhautverhältnisse kann es jedoch zu einem Durchscheinen der Implantataufbauten mit einer entsprechenden ästhetischen Beeinträchtigung kommen.



## Vorteile vollkeramischer Implantataufbauten

Nach umfangreichen klinischen Erfahrungen in der konventionellen Prothetik ergibt sich konsequent die Frage nach den Einsatzmöglichkeiten in der Implantatprothetik. In erster Linie bietet sich hier die Kombination mit vollkeramischen Implantataufbauten wie z.B. Cercon-Balance an. Somit ist es möglich, sowohl Implantataufbau als auch Suprakonstruktion aus demselben Werkstoff zu fertigen.



Im Gegensatz zum metallischen Aufbau können bei vollkeramischen Abutments auch bei einer sehr dünnen Schleimhaut keine grauen Verfärbungen infolge des Durchscheinens der metallischen Anteile entstehen.

Aufgrund der Semitransparenz des Aufbauwerkstoffes wird durch das über die Krone eingeleitete Licht eine wirkungsvolle interne Beleuchtung der Gingiva erreicht. Unter ästhetischen Gesichtspunkten ist es von Vorteil, dass die Cercon-Kronen und -Brücken auch mit zirkulären oder vestibulären Keramikstufen gefertigt werden können. So wird auch bei paragingivaler Lage der Präparationsgrenze des Aufbaus eine optimale Ästhetik erzielt. Diese Konstruktionen können routinemäßig mit einem provisorischen Zement befestigt werden. Ein Sandstrahlen der Kroneninnenflächen ist jedoch auch in diesem Fall sinnvoll, um eine ausreichende Retention zu gewährleisten.



## Klinische Studien

Erste klinische Studien mit diesem Procedere zeigten nach bis zu vierjähriger Beobachtungsdauer weder eine Fraktur des Abutments oder der Suprastruktur noch einen Retentionsverlust der zementierten Kronen.



## Individualisierung der vollkeramischen Abutments

Aus werkstoffkundlicher Sicht ist es wichtig, dass bei der Bearbeitung der vollkeramischen Aufbauteile die rotierenden Instrumente wassergekühlt eingesetzt werden. Die trockene Bearbeitung von Zirkonoxid führt zu einer erheblichen Reduktion der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes.



## Vollkeramische Suprakonstruktionen im Seitenzahnbereich

Natürlich können auch konventionelle metallische Implantatabutments mit einer vollkeramischen Suprastruktur aus Zirkonoxid versorgt werden. Dieses Vorgehen bietet sich insbesondere bei Seitenzahnrestaurationen an.

In diesen Indikationen ist es einerseits möglich, die Konstruktionen direkt auf den Abutments zu zementieren. Hierfür bietet sich bei Einzelkronen und kleineren Brückenkonstruktionen ein konventioneller Zinkphosphat- oder Glasionomerkement an. Die Restaurationsinnenflächen sind analog zum Vorgehen bei natürlichen Zähnen durch Sandstrahlen zu konditionieren.



## Passive Fit

Andererseits kann auch, wenn gewünscht, nach dem Konzept des „passive fit“ mit intraoral eingeklebten Galvanomatrizen gearbeitet werden, um insbesondere bei größeren verblockten Konstruktionen einen spannungsfreien Sitz zu gewährleisten.

Für die intraorale Verklebung der Galvanomatrizen sind autopolymerisierende Dualzemente (z. B. Panavia 21, Kuraray oder KE-Kleber, DeguDent) am besten geeignet.



## Tipp

Für eine einfache klinische Handhabung ist es sinnvoll, wenn bereits eine Galvanomatrix im Labor eingearbeitet wird, sodass intraoral eine eindeutige Fixierung der gesamten Suprakonstruktion gegeben ist. Zudem empfiehlt es sich, die Position und Ausrichtung der Galvanomatrizen im Labor zu kennzeichnen, um eine Verwechslung während der intraoralen Verklebung auszuschließen.



Nach dem Aushärten des Kompositzementes sind die Überschüsse vorsichtig zu entfernen. Die Klebefuge wird mit einem Kompositpolierer ausgearbeitet.



Die Zementierung der spannungsfreien Suprastrukturen kann anschließend mit einem konventionellen Zement erfolgen.

## Provisorische Befestigung

Prinzipiell kann bei ausreichender Länge der Abutments für beide Herstellungswege auch die provisorische Zementierung der Suprakonstruktion in Betracht gezogen werden, um eine bedingte Abnehmbarkeit der Suprakonstruktion zu gewährleisten.





## Vorteile von implantatgestützten Doppelkronen

Die Sekundärverblockung von implantatgestützten Konstruktionen gehört zu den innovativen Konzepten der Implantatprothetik. Zur Verankerung werden hier Doppelkronen genutzt, die sich durch eine Reihe von Vorteilen auszeichnen:

1. Doppelkronen können sowohl auf natürlichen Pfeilerzähnen als auch auf Implantaten eingesetzt werden. Darum sind sie im Rahmen einer strategischen Pfeilervermehrung durch Implantate gut einsetzbar.
2. Doppelkronen verleihen einer Suprakonstruktion eine sehr gute Stabilität gegen horizontal einwirkenden Schubkräften und bieten aufgrund der körperlichen Fassung der Pfeilerzähne eine optimale Kippmeiderfunktion.
3. Die sonstigen bekannten Vorteile einer sekundären Verblockung wie gute Zugänglichkeit der Pfeilerzähne nach Abnahme der Suprakonstruktion und die einfache Erweiterbarkeit nach einem Pfeilverlust bleiben auch mit dieser Konstruktionsform erhalten.



## Spannungsfreier Sitz durch intermediäre Galvanostrukturen

Um einen hochpräzisen und spannungsfreien Sitz zu gewährleisten, kann die Doppelkronentechnik mit Interposition von galvanotechnisch hergestellten Feingoldkappen genutzt werden. Durch eine intraorale Verklebung der Galvanozwischenstruktur mit der Tertiärstruktur können durch die Abformung und Modellherstellung bedingte Übertragungsfehler sicher vermieden werden.

## Vorteile von vollkeramischen Doppelkronen

Von PD Dr. P. Weigl, Frankfurt, wurde bereits mehrfach ein prothetisches Halteelement mit einer vollkeramischen Primärkrone beschrieben. Doppelkronen mit vollkeramischen Primärkronen und intermediären Galvanostrukturen, die nachfolgend in eine Tertiärstruktur aus einer Nichtedelmetall-Legierung verklebt werden, bieten eine gute Kippmeiderfunktion, eine hohe Haftkraftstabilität, eine verbesserte Gewebeverträglichkeit und eine verbesserte Ästhetik. Im Vergleich zu bislang üblichen Dentalkeramiken erscheint die Verwendung von Zirkonoxid aufgrund seiner guten mechanischen Eigenschaften und hohen Dauerfestigkeit in dieser Konstruktionsform als besonders geeignet, da mit diesem Material das Risiko eines werkstoffbedingten Versagens weiter reduziert werden kann.

### 1. Behandlungstermin

Im ersten Behandlungstermin erfolgt die Abformung der Implantate und nach Möglichkeit eine erste provisorische Bissregistrierung. Im Dentallabor werden dann die vollkeramischen Primärkronen sowie die intermediären Galvanostrukturen und die Tertiärstruktur auf NEM-Basis hergestellt.



### 2. Behandlungstermin

Im zweiten Behandlungstermin erfolgt dann die intra-orale Verklebung der Primärteile mit den Implantataufbauten. Dafür ist es empfehlenswert, dass die Innenflächen der Primärteile sandgestrahlt sind (110 µm Aluminiumoxid, 3 bar) und die Oberflächen der Abutments aufgeraut werden. Als Befestigungswerkstoff sollte ein autopolymerisierender Kompositzement verwendet werden (z. B. Panavia 21 oder Panavia F, Kuraray, Düsseldorf). Anschließend erfolgt dann die Verklebung der Galvano-Sekundärstruktur mit dem Tertiärgerüst, ebenfalls unter der Verwendung eines autopolymerisierenden Kompositzementes. Zum Abschluss der Behandlungssitzung wird dann die definitive Bissnahme durchgeführt, wobei das verklebte Tertiärgerüst als idealer Träger fungiert. Abschließend erfolgt eine Überabformung. Nach Durchführung der Relationsbestimmung und Auswahl von Zahnfarbe und Zahnform kann nun im Labor die Fertigstellung des Zahnersatzes erfolgen. Da die Primärteile nun bereits definitiv eingegliedert sind, muss das vorhandene Provisorium so umgearbeitet werden, dass es über die Primärteile passt. Am effektivsten kann dies erfolgen, wenn die vorhandene Prothese im Bereich der Primärteile ausgeschliffen und anschließend weichbleibend unterfüttert wird (z. B. Mucopren soft, Kettenbach Dental, Eschenburg).



### 3. Behandlungstermin

Im dritten Behandlungstermin erfolgt dann die Eingliederung der fertig gestellten Prothese.

Neben den bereits genannten Vorteilen bietet dieses Verfahren auch eine deutliche Reduktion der Behandlungszeit im Vergleich zum konventionellen Vorgehen.



Folgende Aspekte sollten beachtet werden, um eine optimale Funktion des Zahnersatzes zu gewährleisten:

1. Eine ausreichende Haltekraft wird erreicht, sofern mindestens vier Halteelemente pro Kiefer vorhanden sind, die eine Höhe von 5 mm oder mehr aufweisen.
2. Aufgrund der bei der starren Lagerung auftretenden höheren Kräfte sollen zur Vermeidung von Brüchen der Tertiärstruktur die Bereiche am Übergang von den Halteelementen zu den Freisätteln verstärkt werden.





# Trepanation und Ausgliederung

## Trepanation in zwei Stufen

Die Trepanation von Cercon-Restaurationen kann bei materialgerechter Werkzeugauswahl ohne weitere klinische Probleme in angemessener Zeit erfolgen. Bei der Präparation einer Zugangskavität empfiehlt sich ein zweistufiges Vorgehen. Zuerst soll die Verblendkeramik mit einem Diamantinstrument abgetragen werden, ohne das Gerüst zu perforieren.



In einem zweiten Schritt soll dann die Gerüstkeramik ebenfalls mit einem diamantierten Instrument in der gewünschten Größe perforiert werden. Hierbei soll ein Abstand von 0,5 mm zur Verblendkeramik eingehalten werden. So können Aussprengungen in der Verblendkeramik während des Durchtrennens der Gerüstkeramik verhindert werden.



Die strukturelle Haltbarkeit der Cercon-Kronen bleibt auch nach der Anlage der Zugangskavität erhalten, die Restauration kann also belassen werden. Die Trepanationsöffnung wird am einfachsten mit einer adhäsiv verankerten Kompositfüllung verschlossen. Übrigens weisen Cercon-Restaurationen eine vergleichbare Röntgenopazität wie metallkeramische Restaurationen auf.



Besonders geeignet zur Trepanation und Kronenentfernung: zylindrische, vor Kopf runde Diamantinstrumente mit einer Diamantkörnung von 125–150 µm mit einem 4:1 übersetzten Winkelstück bei maximaler Wasserkühlung.



## Entfernung einer Restauration

Für die Entfernung einer Cercon-Restauration muss die Restauration entlang der axialen Wand bis zur Mitte der Okklusalfäche oder der Inzisalkante schlitzförmig aufgetrennt werden. Die Restauration wird dann mit einem geeigneten Instrument aufgebogen, wobei sie frakturiert. Bei adhäsiv befestigten Restaurationen können Zementreste auf der Stumpfoberfläche mit einem Ultraschall-Instrument entfernt werden.



# Klinische Erfahrungen

Seit April 1998 werden vollkeramische Kronen- und Brückenrestorationen nach dem Cercon-Verfahren klinisch erprobt. Bereits in einer frühen Phase der Systementwicklung wurde an der Zahnklinik der Universität Zürich mit einer prospektiven klinischen Langzeitstudie begonnen. So konnte bei der Markteinführung des Systems im Jahr 2002 bereits auf eine mehr als dreijährige Erfahrung zurückgegriffen werden.

Zwischenzeitlich wurden weitere Projekte zur Prüfung der klinischen Sicherheit von Cercon-Restorationen begonnen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die laufenden Projekte:

1. Prof. P. Schärer, Zürich:  
Prospektive klinische Studie zu 3- bis 5-gliedrigen vollkeramischen Brücken im Seitenzahnbereich  
Studienbeginn: April 1998  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 84  
Ergebnisse: keine Gerüstfraktur nach 3 Jahren
2. Prof. Dr. A. Hüls, Göttingen:  
Prospektive klinische Studie zu konventionell zementierten Cercon-Brücken im Seitenzahnbereich  
Studienbeginn: September 2000  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 73  
Ergebnisse: keine Gerüstfraktur oder Versagen der Verblendkeramik Cercon Ceram S nach zwei Jahren, zwei 4-gliedrige Unterkieferbrücken mussten rezementiert werden.
3. Prof. C. Hämmerle, Zürich:  
Prospektive, randomisierte Studie zum Vergleich von voll- und metallkeramischen Seitenzahnbrücken  
Studienbeginn: Mai 2002  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 60  
Ergebnisse: keine Gerüstfraktur und kein Retentionsverlust nach einem Jahr
4. Dr. S. Rinke, Hanau:  
Anwendungsbeobachtung mit konventionell zementierten Cercon-Einzelkronen  
Studienbeginn: Januar 2000  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 214  
Ergebnisse: keine Gerüstfraktur. Nach einer Beobachtungszeit von drei Jahren traten bei vier Kronen Absplitterungen der Verblendkeramik auf. Eine Erneuerung der Restaurationen war nicht erforderlich.

5. Prof. M. Kern, Kiel  
Studie zur Haltbarkeit von Extensionsbrücken  
Studienbeginn: Juni 2003  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 32
6. Prof. H. Dumfahrt, Innsbruck  
Studie über konventionelle Befestigung von Cercon-Restaurationen  
Studienbeginn: Juni 2003
7. Prof. W. Gernet, München, Prof. M. Kern, Kiel  
Studie zum klinischen Verhalten von überpressten 3- bis 4-gliedrigen Cercon base-Gerüsten  
Studienbeginn: Dezember 2003  
Anzahl der eingegliederten Restaurationen: 27  
Ergebnisse: bisher keine klinischen Ausfälle
8. Prof. P. Rammelsberg, Heidelberg  
Studie zu weitspannigen Cercon-Brücken mit bis zu 47 mm anatomischer Länge  
Studienbeginn: Juli 2004

Zusammenfassend zeigt sich nach einer mehrjährigen klinischen Beobachtung von mehr als 400 Restaurationen, dass es in keinem Fall zu einer Gerüstfraktur bei Einzelkronen oder mehrgliedrigen Brücken gekommen ist. Insbesondere die Tatsache, dass 3- bis 4-gliedrige Brücken im Seitenzahnbereich im bisherigen Untersuchungszeitraum ohne Fraktur geblieben sind, dokumentiert die einzigartige Festigkeit des Werkstoffs Zirkonoxid und seine Eignung für die zahnärztliche Prothetik.

**Zu diesem Themenkomplex erhalten Sie auch Informationen in unserer Broschüre „Wissenschaftliche Ergebnisse“, die wir Ihnen gerne kostenfrei übersenden.**

# Literatur

1. Akagawa, Y., Ichikawa, Y., Nikai, H., Tsuru, H.: Interface histology of unloaded and early loaded partially stabilized zirconia endosseous implants in initial bone healing. *J Prosthet Dent* 69, 599-604 (1993).
2. Covacci, V., Bruzzese, N., Maccauro, G., Andreassi, C., Ricci, G. A., Piconi, C., Marmo, E., Burger, W., Cittadini, A.: In-vitro evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. *Biomaterials* 20, 371-376 (1999).
3. Filser, F., Lüthy H., Schärer, P., Gauckler, L.: All-Ceramic Dental Bridges by Direct Ceramic Machining (DCM). *Bioceram Proc Int Symp Ceram Med* 10, 433-436 (1997).
4. Filser, F., Kocher, P., Weibel, F., Lüthy H., Schärer, P., Gauckler, L.J.: Zuverlässigkeit und Festigkeit vollkeramischen Zahnersatzes, hergestellt im DCM-Verfahren. *Int J Computerized Dent*, 4, 89-106 (2001).
5. Filser, F., Lüthy H., Kocher, P., Schärer, P., Gauckler, L.J.: High Load Bearing, High Reliable All-Ceramic Dental Bridges by the Direct Machining Process. *European Cells and Materials*, 1, 7-8, (2001).
6. Geis-Gerstorfer, J., Fäßler, P.: Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten der Dentalkeramiken Zirkonoxid-TZP und InCeram. *Dtsch Zahnärztl Z* 54, 692-694 (1999).
7. Ichikawa, Y., Akagawa, Y., Nikai, H., Tsuru, H.: Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. *J Prosthet Dent* 68, 322-326 (1992).
8. Keith, O., Kusy, R. P., Whitley, J. Q.: Zirconia Brackets: An Evaluation of Morphology and Coefficients of Friction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 106, 605-614 (1994).
9. Kern, M., Wegner, S.: Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dent Mater* 14, 64-71 (1998).
10. Luthardt, R., Herold, V., Sandkuhl, O., Reitz, B., Knaak, J. P., Lenz, E.: Kronen aus Hochleistungskeramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 280-285 (1998).
11. Luthardt, R., Sandkuhl, O., Reitz, B.: Zirconia-TZP and alumina – advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 7, 113-119 (2000).
12. McLaren, E. A., White, S. N.: Glass-Infiltrated Zirconia/Alumina-Based Ceramic for Crowns and Fixed Partial Dentures. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 11, 985-994 (1999).
13. McLaren, E. A., White, S. N.: Survival of InCeram crowns in a private practice: A prospective clinical trial. *J Prosthet Dent* 83, 216-222 (2000).
14. Oden, A., Andersson, M., Krystek-Ondracek, I., Magnusson, D.: Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent* 80, 450-456 (1998).
15. Rinke, S., Jenatschke, R. A.: Neue Perspektiven in der Anwendung vollkeramischer Seitenzahnrestorationen auf Zirkonoxidbasis. *Quintessenz Zahnärztl Lit* 52, 1151-1159 (2001).
16. Sadoun, M., Perelmuter, S.: Alumina-Zirconia Machinable Abutments for Implant-Supported Single-Tooth Anterior Crowns. *Implan Rep* 9, 1047-1053 (1997).
17. Sorensen, J. A., Kang, S. K., Torres, T. J., Knodel, H.: InCeram fixed partial dentures: three-year clinical trial results. *J Calif Dent Assoc* 26, 207-214 (1998).
18. Sturzenegger, B., Fehér, A., Lüthy, H., Schumacher, M., Loeffel, O., Filser, F., Kocher, P., Gauckler, L., Schärer, P.: Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahnggebiet, hergestellt mit dem DCM-System. *Acta Med Dent Helv* 5, 131-139 (2000).
19. Tinschert, J., Natt, G., Doose, B., Fischer, H., Marx, R.: Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 54, 545-550 (1999).
20. Tinschert, J., Natt, G., Jorewitz, A., Fischer, H., Spiekermann, H., Marx, R.: Belastbarkeit vollkeramischer Seitenzahnbrücken aus neuen Hartkernkeramiken. *Dtsch Zahnärztl Z* 55, 610-616 (2000).
21. Tinschert, J., Schimmang, A., Fischer, H., Marx, R.: Belastbarkeit von zirkonoxidverstärkter InCeram Alumina-Keramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 54, 695-699 (1999).



Für weitere Informationen:  
[www.cercon-smart-ceramics.de](http://www.cercon-smart-ceramics.de)

The logo for Cercon smart ceramics, featuring the word "cercon" in a bold, blue, sans-serif font, with "smart ceramics" in a smaller, blue, sans-serif font below it. The entire logo is enclosed in a thin blue rectangular border.

**cercon**  
smart ceramics