

Persönliche PDF-Datei für Sven Rinke, Matthias Rödiger, Ralf Bürgers

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Auswahl und Befestigungsstrategien für vollkeramische Restaurationen auf natürlichen Zähnen – das Göttinger Konzept

DOI 10.1055/a-0733-3267

ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2018; 127:
486–494

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2018 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0044-166X

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

 **Thieme**

Auswahl und Befestigungsstrategien für vollkeramische Restaurationen auf natürlichen Zähnen – das Göttinger Konzept

Sven Rinke, Matthias Rödiger, Ralf Bürgers

Vollkeramische Restaurationen aus unterschiedlichen Werkstoffen haben in der restaurativen Zahnmedizin in den letzten beiden Jahrzehnten eine starke Verbreitung gefunden.

Einleitung

Basierend auf den aktuellen Leitlinien erscheint der Einsatz vollkeramischer Einzelzahnrestaurationen, aber auch von 3- und 4-gliedrigen Brücken aus verschiedenen Materialien derzeit ausreichend abgesichert [1–3].

Hinsichtlich der klinischen Anwendung stellt sich bei der Vielzahl der angebotenen Materialien sehr schnell eine Frage: Wie kann man für das Versorgungskonzept eine Auswahl treffen, bei der mit möglichst wenigen Materialien ein möglichst breites Indikationsspektrum mit einer vorhersagbaren guten klinischen Langzeitprognose und optimalen ästhetischen Ergebnissen abgedeckt wird?

Dieser Herausforderung gilt es insbesondere in einem universitären Lehrkonzept zu begegnen, das nicht nur eine klar nachvollziehbare Orientierung für Studierende bietet, sondern natürlich auch ein in der täglichen Praxis umsetzbares Konzept darstellt.

Das im vorliegenden Beitrag vorgestellte vollkeramische Behandlungskonzept für festsitzende zahngetragene Restaurationen der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universitätsmedizin Göttingen beinhaltet Empfeh-

lungen zur Materialauswahl und Indikationshinweise für vollkeramische Restauration im Bereich der festsitzenden Prothetik. Ebenso werden Hinweise zu material- und indikationsbezogenen Befestigungsstrategien gegeben. Das Versorgungskonzept kombiniert 2 Materialgruppen (hochfeste Glaskeramiken, Zirkonoxidkeramiken) mit den Möglichkeiten der konventionellen und adhäsiven Befestigung.

Die Materialauswahl

Bei der Materialauswahl sind folgende Aspekte zu berücksichtigen [4, 5]:

- mechanische Eigenschaften
- ästhetische Eigenschaften (Lichtdurchlässigkeit)
- zahnärztliche Verarbeitung: Präparation und Befestigung (adhäsiv vs. konventionell)
- Indikationsbereiche

Die ausgewählten Materialien müssen aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften eine klinische Langzeitbewahrung der Restaurationen ermöglichen. Eine hohe Lichtdurchlässigkeit des Werkstoffs ermöglicht ästhetische Restaurationsergebnisse, auch wenn auf eine Verblendung verzichtet wird (sog. monolithische Restaura-



► **Abb. 1** Austausch von zwei Metallkeramikronen gegen vollkeramische Versorgung. Aufgrund der nicht verfärbten Zähne konnte eine hochfeste Glaskeramik (Celtra Press, Dentsply Sirona, Bensheim) mit hoher Lichtdurchlässigkeit verwendet werden.

► **Tab. 1** Übersicht zu werkstoffkundlichen Eigenschaften und Indikationsbereichen von hochfesten Glaskeramiken und Zirkonoxidkeramiken.

	hochfeste Glaskeramik	Zirkonoxid 2. Generation	Zirkonoxid 3. Generation
Festigkeit	350–450 MPa	900–1200 MPa	500–650 MPa
Transluzenz	hoch	moderat	hoch
Befestigung	adhäsiv (konventionell)	adhäsiv konventionell provisorisch	adhäsiv konventionell
Konditionierung	Flusssäure	Sandstrahlen	Sandstrahlen
Indikationen	Inlay Veneer Teilkrone Krone	Krone Brücke Abutment	Krone Brücke (max. 3-gliedrig)

nen). Sofern keine verfärbten Zahnstümpfe vorliegen, ist ein Material mit einer hohen Lichtdurchlässigkeit insbesondere bei komplexen Versorgungen im Frontzahnbereich sinnvoll [4, 5], (► **Abb. 1a** bis **c**). Bei verfärbten Zähnen kann ein Material mit reduzierter Lichtdurchlässigkeit erforderlich werden, um die Verfärbungen zu maskieren.

Hinsichtlich der zahnärztlichen Verarbeitung sollte gewährleistet sein, dass die Restauration mit einem vertretbaren Aufwand befestigt werden kann. Die adhäsive Befestigung von Inlays, Teilkronen und Veneers ist bei absoluter Trockenlegung unter Praxisbedingungen sicher umzusetzen. Komplexere Restaurationen wie Kronen mit subgingivaler Präparation oder Brücken im Seitenzahnbereich sollten jedoch auch mit Befestigungsverfahren, die nur eine relative Trockenlegung erforderlich machen, erfolgssicher einsetzbar sein. Vor allem bei Kronen- und Brückenversorgungen ist zudem zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu Inlays/Teilkronen und Veneers keine nennenswerten Schmelzanteile mehr vorhanden sind. Dies sollte bei der Auswahl der Befestigungsstrategie berücksichtigt werden, da gute Haftwerte auf Dentinoberflächen auch mit selbstadhäsiven Zementen oder selbstkonditionierenden Adhäsivzementen erreicht werden können [7].

Aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden vollkeramischen Materialien haben derzeit 2 Gruppen eine starke Verbreitung gefunden und weisen eine vergleichsweise gute klinische Langzeitdokumentation auf [1–3, 8–10]:

1. Hochfeste Glaskeramiken

Glaskeramiken werden seit mehr als 30 Jahren für die Herstellung vollkeramischer Restaurationen verwendet [6]. Ihre hohe Lichtdurchlässigkeit ist die Grundlage für hervorragende ästhetische Ergebnisse. Limitierend wirkte sich jedoch die vergleichsweise geringe Biegefestigkeit (< 150 MPa) dieser Materialgruppe aus; entsprechend gehörten Materialfrakturen zu den häufigsten Versagensgründen. Mittlerweile sind sog. hochfeste Glaskeramiken

verfügbar, die bei hoher Lichtdurchlässigkeit eine Biegefestigkeit von 350–450 MPa aufweisen (► **Tab. 1**). Bekannte Materialien aus dieser Gruppe sind Lithiumdisilikatkeramiken (z. B. IPS e.max, Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein), die bereits seit mehr als 15 Jahren verfügbar sind und deren Einsatz für Inlays, Teilkronen, Veneers und Kronen in mehreren klinischen Studien mit Beobachtungszeiten von bis zu 10 Jahren gut dokumentiert ist [11, 12] (► **Abb. 2a** und **b**). Aufgrund der limitierten Festigkeit ist die Anwendung für 3-gliedrige Brücken mit einem begrenzten Indikationsbereich (Ersatz bis zum 2. Prämolaren) zwar möglich, die Ergebnisse klinischer Studien zeigen jedoch teilweise hohe Misserfolgsraten [2, 10, 12]. Entscheidend für den klinischen Langzeiterfolg von Brücken aus hochfesten Glaskeramiken scheint eine korrekte Dimensionierung der Verbindungsstelle zwischen Pfeiler und Brückenglied zu sein. Die Realisierung der geforderten 16 mm² scheint nur bei monolithischen Brückenversorgungen möglich, sie ist zudem nicht in jeder klinischen Situation umsetzbar.

Ebenfalls zur Gruppe der hochfesten Glaskeramiken gehörten die zirkonoxidmodifizierten Glaskeramiken (ZLS), die ebenfalls eine Festigkeit von 370–450 MPa aufweisen (z. B. Celtra Duo, Dentsply Sirona, Bensheim; Vita Suprinity, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen) [15, 16]. Für diese neue Materialgruppe liegen erste klinische Daten mit einer mittleren Beobachtungszeit von bis zu 3 Jahren vor, sie sind vergleichbar mit den Daten der bekannten Lithiumdisilikatkeramiken [17].

2. Zirkonoxidkeramiken

Zirkonoxidkeramiken haben sich seit mehr als 15 Jahren aufgrund ihrer hohen Dauerbiegefestigkeit > 1100 MPa als Gerüstwerkstoff für Kronen und Brücken bewährt. Die anfänglich verfügbaren Zirkonoxidkeramiken (1. Generation) erforderten aufgrund ihrer noch reduzierten Lichtdurchlässigkeit grundsätzlich eine Verblendung, um ein gutes ästhetisches Ergebnis zu erreichen (► **Tab. 1**). Die Notwendigkeit einer keramischen Verblendung birgt auch das Risiko technischer Komplikationen in Form von



► **Abb. 2** Monolithische Einzelkrone aus einer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).



► **Abb. 3** Vollverblendete 3-gliedrige Frontzahnbrücke. Als Gerüstwerkstoff wurde eine transluzente Zirkonoxidkeramik der 2. Generation verwendet (Cercon ht, Dentsply Sirona, Bensheim).

Verblendkeramikfrakturen (sog. Chipping) [11,16]. In der Anfangsphase zeigten aus Zirkonoxidkeramik gefertigte Restaurationen vor allem im Seitenzahnbereich erhöhte Komplikationsraten, während bei verblendeten Restaurationen im Frontzahnbereich eine Erfolgssicherheit erreicht wurde, die mit metallkeramischen Versorgungen vergleichbar ist [2], (► **Abb. 3 a bis d**). Mittlerweile konnte die technische Komplikationsrate bei verblendeten Zirkonoxidkeramik-Versorgungen durch Änderun-

gen der Verarbeitungsprozesse (z.B. anatomische Gerüstmodellation, Langzeitabkühlung beim keramischen Brennvorgang) reduziert werden [16]. Insgesamt ist jedoch für verblendete Restaurationen im Molarenbereich mit einem erhöhten Risiko für Frakturen in der Verblendkeramik zu rechnen. Dies gilt analog auch für metallkeramische Restaurationen. Vor diesem Hintergrund ist der Einsatz verblendeter vollkeramischer Restaurationen im Molarenbereich weiterhin kritisch zusehen. Ein Ver-



► **Abb. 4** Dreigliedrige monolithische Seitenzahnbrücke aus einer transluzenten Zirkonoxidkeramik der 2. Generation (Cercon ht, Dentsply Sirona, Bensheim).

zicht auf die Verblendung war jedoch zu dieser Zeit bei Zirkonoxidkeramiken aufgrund der vergleichsweise niedrigen Lichtdurchlässigkeit nicht möglich.

Ab 2011 wurden sogenannte Zirkonoxide der 2. Generation mit einer höheren Transluzenz bei gleichbleibend hoher Festigkeit vorgestellt. Diese Verbesserung der optischen Eigenschaften ermöglichte erstmals den Einsatz monolithischer Versorgungen, zumindest im Seitenzahnbereich [16] (► **Abb. 4a bis d**). Klinische Daten mit einer Beobachtungszeit von bis zu 5 Jahren zeigen für monolithische Versorgungen im Seitenzahnbereich eine signifikante Reduktion technischer Komplikationen und eine hohe Überlebensrate [18–20]. Die Transluzenz von Zirkonoxidkeramiken der 2. Generation erreicht jedoch noch nicht das Niveau der hochfesten Glaskeramiken, entsprechend ist auch bei diesen weiterentwickelten Zirkonoxidkeramiken im Frontzahnbereich noch immer eine Teil- oder Vollverblendung sinnvoll. Aufgrund der günstigen Kombinationen von verbesserten optischen Eigenschaften und hoher Festigkeit haben die transluzenten Zirkonoxidkeramiken heute die semiopaken Zirkonoxidkeramiken der 1. Generation weitestgehend verdrängt – deren Einsatz erscheint lediglich bei der Versorgung sehr stark verfärbter Zahnstümpfe sinnvoll.

Derzeit liegen klinische Daten für Einzelkronen und 3- bis 4-gliedrige Brücken aus unterschiedlichen Zirkonoxidkeramiken mit mittleren Beobachtungszeiten von bis zu 10 Jahren vor [9, 10]. Verblendete Kronen und Brücken im Frontzahnbereich erzielen Erfolgsraten, die mit den für metallkeramische Restaurationen publizierten Werten vergleichbar sind. Im Seitenzahnbereich zeigen monolithische oder teilverblendete Kronen und Brücken aus Zirkonoxidkeramiken deutlich geringere technische Komplikationsraten als vollverblendete Versorgungen. Daten zu mehrgliedrigen und weitspannigen Brückenkonstruktionen sind derzeit nur bedingt verfügbar, sodass ihre Eignung für eine klinische Anwendung in der täglichen Praxis derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden kann.

Eine vergleichsweise neue Entwicklung stellen die supertransluzenten Zirkonoxidkeramiken der 3. Generation dar. Bei diesen Materialien ist durch eine Erhöhung des Anteils an Yttriumoxid auf ca. 5 mol% ein Mischgefüge aus der bekannten tetragonalen Phase und einer kubischen Phase erzielt worden [21]. Die kubischen Kristalle zeigen im Vergleich zu den tetragonalen ein größeres Volumen. Somit streut das Licht an den Korngrenzen und den Restporositäten weniger stark und bewirkt eine höhere Transluzenz. Entsprechend ist der Einsatz auch als monolithische Versorgung im Frontzahnbereich möglich.



► **Abb. 5** Versorgung mit extendierten monolithische Frontzahnveneers aus einer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Der Nachteil dieser Werkstoffgruppe ist die reduzierte Biegefestigkeit (600–700 MPa) und Bruchzähigkeit im Vergleich zu den Zirkonoxidkeramiken der 1. und 2. Generation (1100–1300 MPa). So sind die supertransluzenten kubischen Zirkonoxide bislang lediglich für Einzelkronen und 3-gliedrige Brücken im Front- und Prämolarenbereich freigegeben, eine adhäsive Befestigung ist für diese Werkstoffgruppe zwingend erforderlich [21] (► **Tab. 1**). Es ist jedoch hervorzuheben, dass für diese relativ neuen Materialien noch keine Daten aus klinischen Langzeitstudien vorliegen. Entsprechend können für ihren klinischen Einsatz nur sehr eingeschränkte Empfehlungen ausgesprochen werden.

Für die Kombination dieser vorgenannten Materialgruppen in einem vollkeramischen Behandlungskonzept bietet sich eine indikationsbezogene Betrachtung an:

Inlay/ Teilkronen	► hochfeste Glaskeramik, monolithisch
Veneer	► hochfeste Glaskeramik, monolithisch
Frontzahn- kronen	<ul style="list-style-type: none"> ► hochfeste Glaskeramik, monolithisch ► Zirkonoxidkeramik (2. Generation), verblendet ► Zirkonoxidkeramik (3. Generation), monolithisch
Seitenzahn- kronen	<ul style="list-style-type: none"> ► hochfeste Glaskeramik, monolithisch ► Zirkonoxidkeramik (2. Generation), monolithisch oder vestibulär verblendet ► Zirkonoxidkeramik (3. Generation), monolithisch

► **Abb. 6** Indikationsbezogene Materialauswahl Einzelzahnrestaurationen.

Einzelzahnrestaurationen kleineren Umfangs (Inlays, Teilkronen Veneers)

Für diesen Indikationsbereich sind hochfeste Glaskeramiken die erste Wahl, sie eignen sich insbesondere aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Lichtdurchlässigkeit für Inlays und Teilkronen als monolithische Restaurationen. Durch Ausnutzung des Chamäleon-Effektes ermöglicht die hohe Lichtdurchlässigkeit gute ästhetische Resultate. Der Verzicht auf eine Verblendung reduziert das Risiko technischer Komplikationen in Form von Verblendkeramikfrakturen. Die Herstellung kann mittels CAD/CAM-Verfahren in der Frästechnik oder durch das Heißpressverfahren erfolgen. In zahlreichen klinischen Studien wird die Langzeitbewährung hochfester Glaskeramiken für Inlays und Teilkronen über Beobachtungszeiträume von bis zu 10 Jahren dokumentiert [12, 13].

Veneers können als monolithische Restauration gefertigt werden, eine ästhetische Optimierung kann durch die partielle Verblendung im inzisalen Bereich (sog. Cut-back-Design) erfolgen (► **Abb. 5 a bis c**).

Unabhängig vom verwendeten Material ist die volladhäsive Befestigung der Restaurationen unerlässlich. Da bei diesen Restaurationen üblicherweise noch Schmelzanteile für den adhäsiven Verbund vorliegen, ist eine Schmelzkonditionierung mittels Phosphorsäure-Ätzung sinnvoll, um optimale Haftwerte zu erzielen [7]. Die adhäsive Befestigung erfolgt daher üblicherweise in der Total-Etch-/Selective-Etch-Technik mit einem dual härtenden Komposit. Der Einsatz selbstadhäsiver Zemente kann insbesondere für Teilkronen und Veneers nicht ohne Einschränkungen empfohlen werden, da in klinischen Studien gehäuft Retentionsverluste beobachtet wurden [22].

Basierend auf diesen Erkenntnissen sind im Göttinger Vollkeramikkonzept für die Herstellung von Inlays, Teilkronen und Veneers hochfeste Glaskeramiken die Materialien der 1. Wahl, die volladhäsive Befestigung unter Nutzung der Total-Etch-Technik wird empfohlen (► **Abb. 6 und 7**).

Einzelkronen

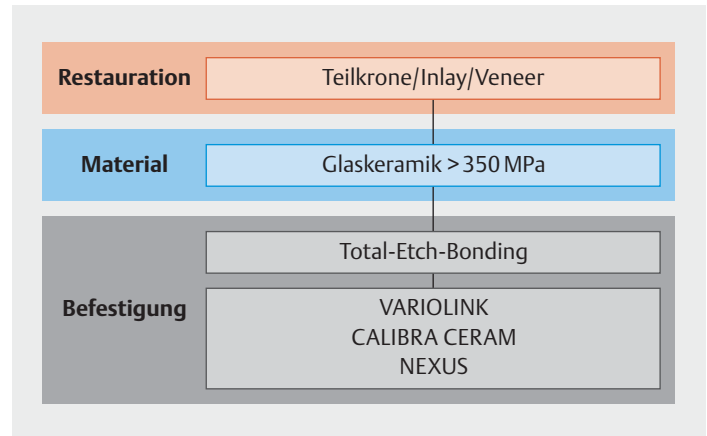
Bei der Materialauswahl für Einzelkronen sollten die unterschiedlichen Anforderungen im Front- und Seitenzahnbereich berücksichtigt werden:

- Seitenzahnkronen sind einer höheren kaufunktionellen Belastung ausgesetzt als Frontzahnrestaurationen. Entsprechend besteht bei Seitenzahnrestaurationen ein höheres Risiko für technische Komplikationen in Form von Verblendkeramik- oder auch Gerüstfrakturen.
- An Restaurationen im Frontzahnbereich werden höhere ästhetische Ansprüche gestellt als an Versorgungen im Seitenzahnbereich. Aufgrund der geringeren kaufunktionellen Belastung können auch verblendete Restaurationen ohne signifikant erhöhtes Risiko für Verblendkeramikfrakturen ausgeführt werden.

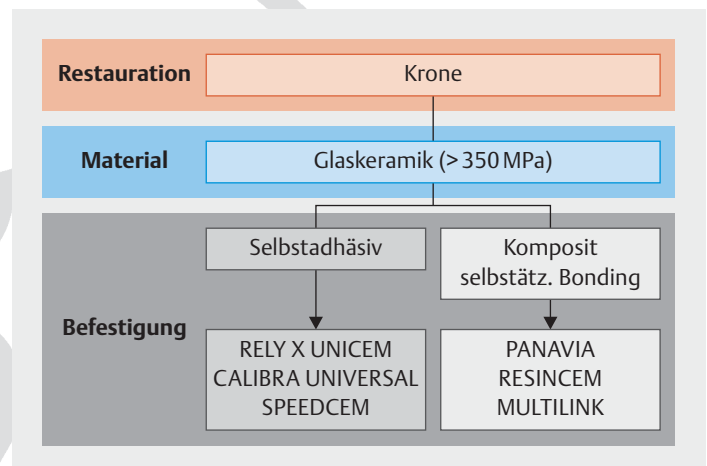
Grundsätzlich sind für Frontzahnrestaurationen sowohl hochfeste Glaskeramiken als auch Zirkonoxidkeramiken geeignet (► **Abb. 6**).

Aufgrund ihrer hohen Lichtdurchlässigkeit können Frontzahnkronen aus hochfester Glaskeramik mit guten ästhetischen Resultaten als monolithische Versorgungen ausgeführt werden (► **Abb. 7**). Dies bedingt jedoch, dass der präparierte Zahn nicht oder nur geringgradig verfärbt ist. Zur ästhetischen Optimierung können Teilverblendungen im inzisalen Bereich durchgeführt werden. Für Einzelkronen aus hochfesten Glaskeramiken zeigen klinische Studien eine gute Langzeitbewährung von mehr als 95% bei mittleren Beobachtungszeiten von 7 Jahren [12,13]. Die Befestigung kann wahlweise mit einem selbstadhäsiven Zement oder mit einem selbstkonditionierenden Adhäsivsystem und einem dualhärtenden Kompositzement erfolgen. Die Anwendung der Total-Etch-Technik ist zwar prinzipiell ebenfalls möglich, sie ist aber gegenüber den beiden empfohlenen Befestigungsstrategien mit einer erschwerten praktischen Umsetzbarkeit verbunden. Durch die mit der Anwendung von Phosphorsäure verbundene Notwendigkeit eines Wasch- und Trocknungsprozesses nach der Einwirkzeit steigt das Risiko der Rekontamination der Zahnoberfläche durch ein Wiederauftreten von Blutungen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass bei Einzelkronen zumeist nur Dentin als Substrat für den Haftverbund vorliegt. Im Gegensatz zur Konditionierung von Schmelz kann Dentin auch ohne Phosphorsäure-Ätzung für einen optimalen Haftverbund vorbereitet werden [7]. Entsprechend werden in dieser Indikation selbstadhäsive Zemente oder dualhärtende Kompositzemente in Kombination mit einem selbstätzenden Adhäsivsystem empfohlen (► **Abb. 8**).

Es ist zu beachten, dass eine provisorische Zementierung hochfester Glaskeramiken nicht möglich ist. Die prinzipiell von den meisten Herstellern freigegebene konventionelle Befestigung erscheint vor dem Hintergrund ästhetischer Einschränkungen durch die hohe Opazität kon-



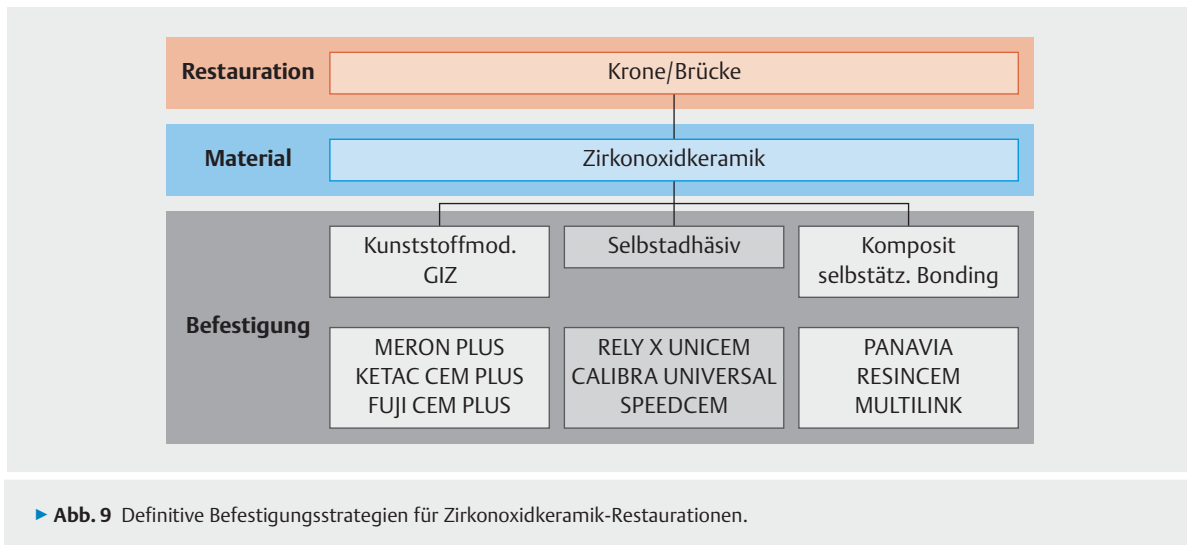
► **Abb. 7** Befestigungsoptionen für glaskeramische, Inlays, Teilkronen und Veneers.



► **Abb. 8** Befestigungsstrategien für Vollkronen aus hochfester Glaskeramik.

ventioneller Zemente fraglich und wird daher im Göttinger Vollkeramikkonzept nicht berücksichtigt (► **Abb. 8**).

Alternativ können verblendete Kronen aus Zirkonoxidkeramiken der 1. oder 2. Generation eingesetzt werden (► **Abb. 6**). Die Materialauswahl wird dabei im Wesentlichen durch den Verfärbungsgrad des präparierten Zahnes bestimmt. Stark verfärbte Präparationen erfordern zur Maskierung der Verfärbung den Einsatz semiopaker Gerüstwerkstoffe (1. Generation). Bei geringgradiger oder fehlender Verfärbung sollten bevorzugt Zirkonoxidkeramiken der 2. Generation eingesetzt werden. Zirkonoxidkeramiken der 1. und 2. Generation können aufgrund ihrer hohen Festigkeit und Bruchzähigkeit prinzipiell auch mit konventionellen Befestigungsmaterialien (Zinkphosphatzement/Glasionomerzement) eingegliedert werden. Klinische Studien weisen jedoch deutlich darauf hin, dass die Verwendung konventioneller Zemente zu einem erhöhten Risiko von Retentionsverlusten führt [9,10]. Bei der Verwendung kunststoffmodifizierter Glasionomerze-



mente, selbstadhäsiver Befestigungskomposite mit polyfunktionellen Methacrylaten oder aber konventioneller Befestigungskomponenten mit 10-Methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphat (MDP) können demgegenüber wesentlich höhere Retentionswerte erreicht werden [7] (► **Abb. 9**). Für die langzeitstabile Befestigung ist zudem die werkstoffgerechte Konditionierung der Zirkonoxidkeramiken entscheidend. Zirkonoxidkeramiken können im Gegensatz zu Glaskeramiken nicht durch Fluorwasserstoffsäure konditioniert werden. Die geeignete Vorbereitung der Restauration erfolgt durch einen Sandstrahlprozess mit feinkörnigem Strahlgut (Aluminiumoxid <math>< 50 \mu\text{m}</math>) und reduziertem Strahlendruck (ca. 1 bar) [23]. Insbesondere für den Einsatz im Frontzahnbereich ist es wichtig, dass Zirkonoxidkeramiken der 1. und 2. Generation auch provisorisch befestigt werden können. Diese Möglichkeit erscheint insbesondere bei komplexen Frontzahnrestaurationen zur ästhetischen, phonetischen und funktionellen Überprüfung des Behandlungsergebnisses sinnvoll.

Der Einsatz von Einzelzahnkronen aus supertransluzenten Zirkonoxidkeramiken der 3. Generation erscheint aufgrund der vorliegenden In-vitro-Daten vielversprechend, kann jedoch bis zum Vorliegen entsprechender klinischer Daten nur bedingt empfohlen werden.

Für Seitenzahnrestaurationen können ebenfalls hochfeste Glas- und Zirkonoxidkeramiken eingesetzt werden (► **Abb. 6**). Aufgrund der höheren kaufunktionellen Belastung und dem damit erhöhten Risiko von Verblendkeramikfrakturen sollte insbesondere bei endständigen Molaren auf eine Verblendung verzichtet werden. Als Versorgungsoptionen bieten sich somit monolithische Kronen aus hochfesten Glaskeramiken an. Die zu fordernde Mindestmaterialstärke in diesem Indikationsbereich beträgt 1,0–1,5 mm. Alternativ sind monolithische oder teilverblendete Kronen aus Zirkonoxiden der 2. Generation eine Versorgungsoption. Derartige monolithische Zirkonoxidkronen erreichen zwar nicht die optischen Eigenschaften hochfester Glaskeramiken, bieten andererseits aber aufgrund ihrer höheren Biegefestigkeit den Vorteil geringerer Präparationstiefen, da die Materialstärken auf 0,6–0,8 mm im okklusalen Bereich reduziert werden können und eine provisorische Zementierung möglich ist [23]. Der Einsatz monolithischer Seitenzahnkronen aus Zirkonoxidkeramiken der 3. Generation erscheint auch in diesem Indikationsbereich vielversprechend, kann jedoch derzeit noch nicht abschließend bewertet werden. Hinsichtlich der Befestigungsoptionen gelten dieselben Empfehlungen wie bei Frontzahnkronen (► **Abb. 8** und **9**).

Brückenversorgungen

Für die Herstellung von Brückenversorgungen werden im Göttinger Konzept ausschließlich Zirkonoxidkeramiken der 1. und 2. Generation empfohlen (► **Abb. 10**).

Prinzipiell ist die Herstellung 3-gliedriger Brückenkonstruktionen auch aus hochfesten Glaskeramiken möglich. Die verfügbaren klinischen Studien zeigen jedoch zum Teil vergleichsweise hohe Misserfolgsraten [10, 12]. Eine ausreichende klinische Langzeitbewährung scheint im Wesentlichen von einer ausreichenden Dimensionierung

Frontzahnbrücke ► Zirkonoxidkeramik (2. Generation), vollverblendet oder teilverblendet

Seitenzahnbrücke ► Zirkonoxidkeramik (2. Generation), monolithisch oder teilverblendet

► **Abb. 10** Indikationsbezogene Materialauswahl Brückenversorgungen.

der Verbinderquerschnitte (16 mm²) abhängig zu sein [14]. Da derartige Verbinderquerschnitte nicht routinemäßig zu erzielen sind, wird im Göttinger Vollkeramik-konzept die Herstellung vollkeramischer Brücken ausschließlich aus Zirkonoxidkeramiken empfohlen.

Im Frontzahnbereich kommen dabei teil- oder vollverblendete Brücken aus Zirkonoxidkeramiken der 1. Generation (verfärbte Präparation) oder der 2. Generation (keine oder geringe Verfärbung) zum Einsatz. Für den Seitenzahnbereich wird ausschließlich die Herstellung monolithischer oder teilverblendeter Brückenkonstruktionen aus Zirkonoxidkeramiken der 2. Generation empfohlen [23] (► **Abb. 10**).

Der Einsatzbereich der Brückenkonstruktion ist auf 3- bis 4-gliedrige Endfeilerbrücken und Extensionsbrücken maximal zum Ersatz eines 2. Prämolaren, sowie 1- oder 2-flügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich begrenzt [2].

Hinsichtlich der Zementierung gelten die bereits erwähnten Empfehlungen für Zirkonoxidkeramiken (kunststoffmodifizierte Glasionomere, selbstadhäsive Zemente, dualhärtende Kompositzemente mit selbststärkenden Adhäsivsystemen) (► **Abb. 9**). Eine provisorische Zementierung von Endfeiler und Extensionsbrücken ist möglich.

ZUSAMMENFASSUNG

Abhängig vom Indikationsbereich haben vollkeramische Restaurationen unterschiedliche Anforderungsprofile hinsichtlich ihrer ästhetischen Eigenschaften (Lichtdurchlässigkeit) und Festigkeit. Entsprechend ist es derzeit nicht möglich, alle Indikationen optimal mit nur einem Material zu versorgen. Durch die Kombination von zwei Materialengruppen (hochfeste Glaskeramiken und Zirkonoxidkeramiken) mit unterschiedlichen Eigenschaftsprofilen können jedoch weite Bereiche der festsitzenden indirekten Versorgungen vom Inlay bis zur 3- oder 4-gliedrigen Brücke abgedeckt werden. Hochfeste Glaskeramiken sind die Werkstoffe der ersten Wahl für die Herstellung von Inlays, Teilkronen und Veneers. Brückenversorgungen sind demgegenüber bevorzugt aus Zirkonoxidkeramiken herzustellen. Für Einzelkronen im Front- und Seitenzahnbereich bieten sich beide Materialgruppen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen an. Die Auswahl sollte in Abhängigkeit vom Verfärbungsgrad der präparierten Zähne und der gewählten Befestigungsstrategie getroffen werden.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Sven Rinke, Priv.-Doz. Dr. med. dent., M.Sc., M.Sc.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Zentrum ZMK, Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen



Matthias Rödiger, Priv.-Doz. Dr. med. dent.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Zentrum ZMK, Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen



Ralf Bürgers, Prof. Dr. med. dent.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Zentrum ZMK, Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen

Korrespondenzadresse

PD. Dr. S. Rinke, M.Sc., M.Sc.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Zentrum ZMK
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Straße 40
37075 Göttingen
sven.rinke@med.uni-goettingen.de

Literatur

- [1] Aldegheshem A, Ioannidis G, Att W et al. Success and Survival of Various Types of All-Ceramic Single Crowns: A Critical Review and Analysis of Studies with a Mean Follow-Up of 5 Years or Longer. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 168–181. doi:10.11607/ijp.4703
- [2] Meyer G, Ahsbahs S, Kern M et al. S3-Leitlinie: Vollkeramische Kronen und Brücken. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Hrsg. AWMF. 2014. Im Internet: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/083-012.html>; Stand: 15.08.2018
- [3] Kassardjian V, Varma S, Andiappan M et al. A systematic review and meta analysis of the longevity of anterior and posterior all-ceramic crowns. *J Dent* 2016; 55: 1–6. doi:10.1016/j.jdent.2016.08.009
- [4] Fehmer V, Mühlemann S, Hämmerle CH et al. Criteria for the selection of restoration materials. *Quintessence Int* 2014; 45: 723–730. doi:10.3290/j.qi.a32509
- [5] Silva LHD, Lima E, Miranda RBP et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* 2017; 31 (Suppl. 1): e58. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058
- [6] McLaren EA, Figueira J. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compend Contin Educ Dent* 2015; 36: 400–405; quiz 406, 416

- [7] Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res* 2014; 58: 208–216. doi:10.1016/j.jpor.2014.07.003
- [8] Stamatacos C, Simon JF. Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements. *Compend Contin Educ Dent* 2013; 34: 42–44, 46
- [9] Poggio CE, Ercoli C, Rispoli L et al. Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; (12): CD009606. doi:10.1002/14651858.CD009606.pub2
- [10] Sailer I, Makarov NA, Thoma DS et al. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015; 31: 603–623. doi:10.1016/j.dental.2015.02.011
- [11] Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA et al. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. *Dent Mater* 2015; 31: 624–639. doi:10.1016/j.dental.2015.02.013
- [12] Silva LHD, Lima E, Miranda RBP et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* 2017; 31 (Suppl. 1): e58. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058
- [13] Pieger S, Salman A, Bidra AS. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 22–30. doi:10.1016/j.prosdent.2014.01.005
- [14] Brignardello-Petersen R. Implant-supported and tooth-supported single crowns fabricated with lithium-disilicate seem to have a high 10-year survival rate. *J Am Dent Assoc* 2017; 148: e48. doi:10.1016/j.adaj.2017.02.022
- [15] Kern M, Sasse M, Wolfart S. Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic. *J Am Dent Assoc* 2012; 143: 234–240
- [16] Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 227–235. doi:10.11607/ijp.4244
- [17] Denry I, Kelly JR. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res* 2014; 93: 1235–1242. doi:10.1177/0022034514553627
- [18] Rinke S, Pfitzenreuter T, Roediger M et al. Clinical Evaluation of Chair-Side-Fabricated Posterior Partial Crowns – 36-months Results. *J Dent Res* 2018; 97B: Abstract 0340
- [19] Bömicke W, Rammelsberg P, Stober T et al. Short-Term Prospective Clinical Evaluation of Monolithic and Partially Veneered Zirconia Single Crowns. *J Esthet Restor Dent* 2017; 29: 22–30
- [20] Worni A, Katsoulis J, Kolgeci L et al. Monolithic zirconia reconstructions supported by teeth and implants: 1- to 3-year results of a case series. *Quintessence Int* 2017; 48: 459–467
- [21] Moscovitch M. Consecutive case series of monolithic and minimally veneered zirconia restorations on teeth and implants: up to 68 months. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015; 35: 315–323
- [22] Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M et al. Werkstoffkunde-Update: Zirkonoxid und seine Generationen – von verblendet bis monolithisch. *Quintessenz Zahntech* 2016; 42: 740–765
- [23] Baader K, Hiller KA, Buchalla W et al. Self-adhesive luting of Partial Ceramic Crowns: Selective Enamel Etching Leads to Higher Survival after 6.5 Years In Vivo. *J Adhes Dent* 2016; 18: 69–79. doi:10.3290/j.jad.a35549
- [24] Rinke S. Monolithische Restaurationen im Seitenzahnbereich: Ein Update zur klinischen Bewährung und Anwendung. *ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt* 2016; 125: 150–157

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0733-3267>
 ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2018; 127: 486–494
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0044-166X