

S3-Leitlinie (Langfassung)

Vollkeramische Kronen und Brücken

AWMF-Registernummer: 083-012

Stand: März 2021

Gültig bis: Februar 2026

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro)
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich (DGI)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.
Bundeszahnärztekammer (BZÄK)
Deutsche Gesellschaft für ästhetische Zahnmedizin (DGÄZ)
Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ)
Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGFDT)
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)
Schleswig-Holsteinische Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (SHGZMK)
Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen (VDZI)

publiziert
bei:



Koordinatorin:

Prof. Dr. Petra Gierthmühlen

Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Dr. Annika Jerg

Dr. Frank Spitznagel

Co-Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

PD Dr. M. Oliver Ahlers, Hamburg (DGFDT)

Dr. Jörg Beck, Berlin (KZBV)

Prof. Dr. Florian Beuer, Berlin (DGÄZ)

ZÄ Kerstin Christelsohn, Berlin (BZÄK)

Prof. Dr. Jan Frederik Güth, Frankfurt (DGI)

Prof. Dr. Matthias Kern, Kiel (SHGZMK)

Dr. Bernd Reiss, Malsch (DGCZ/AG Keramik)

Rainer Struck, Berlin (VDZI)

Methodische Begleitung:

Dr. Silke Auras (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Dr. Susanne Blödt (AWMF)

Dr. Anke Weber (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Jahr der Erstellung: August 2014

vorliegende Aktualisierung/ Stand: März 2021, **Version:** 2.0

gültig bis: Februar 2026

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte/ Zahnärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte/ Zahnärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Leitlinien unterliegen einer ständigen Qualitätskontrolle, spätestens alle 5 Jahre ist ein Abgleich der neuen Erkenntnisse mit den formulierten Handlungsempfehlungen erforderlich. Die aktuelle Version einer Leitlinie finden Sie immer auf den Seiten der DGZMK (www.dgzmk.de) oder der AWMF (www.awmf.org). Sofern Sie die vorliegende Leitlinie nicht auf einer der beiden genannten Webseiten heruntergeladen haben, sollten Sie dort nochmals prüfen, ob es ggf. eine aktuellere Version gibt.

1 Was gibt es Neues?

- Alle Kapitel wurden hinsichtlich neuer Forschungsergebnisse geprüft bzw. überarbeitet.
- Die Empfehlungsgraduierung einzelner Werkstoffe wurde auf Grundlage neuer Literatur angepasst. Abweichende Empfehlungsgrade sowie neue Empfehlungen sind im gesamten Dokument durch eine senkrechte Linie am rechten Seitenrand hervorgehoben.
- Empfehlungen zu Werkstoffen, die sich nicht mehr auf dem Markt befinden, wurden entfernt [Aluminiumoxidkeramik]
- Empfehlungen zu neuen Werkstoffen und Applikationen wurden hinzugefügt [Zirkonoxidkeramik (3Y-ZTP) monolithisch; Zirkonoxidkeramik (4Y-, 5Y-ZTP und Kombinationen mit diesen); Keramische Verbundwerkstoffe; Zirkonoxidhaltige Lithiumsilikatkeramiken]
- Empfehlungen zu Endkronen erstmals hinzugefügt
- Die Frage nach der Versorgung von Bruxismus-Patienten mit vollkeramischen Versorgungen wurde überarbeitet.
- Die Frage nach werkstoffspezifischen Fertigungsempfehlungen wurde ergänzt.
- In den Dokumenten wurde der zuvor benutzte Begriff „Material“ durch „Werkstoff“ ersetzt, um der Definition bzw. Abgrenzung der beiden Begriffe zu entsprechen: "Ein Material wird zum Werkstoff, wenn es in mindestens einem Aggregatzustand einen technischen Nutzen erfüllt."

Inhalt

1	Was gibt es Neues?	i
2	Herausgebende	1
2.1	Federführende Fachgesellschaften	1
2.2	Kontakt	1
2.3	Zitierweise	1
2.4	Redaktioneller Hinweis.....	1
3	Geltungsbereich und Zweck	2
3.1	Priorisierungsgründe	2
3.2	Hintergrund und Zielsetzung	2
3.3	Nicht in der Leitlinie behandelte Fragestellungen	3
3.4	Gegenstand und Adressaten der Leitlinie	3
3.5	Fragestellung	3
4	Indikation und Werkstoffklassen.....	4
4.1	Indikationen und Kontraindikationen	4
4.2	Hinweise	4
4.3	Grundsätzliche Überlegungen zur Werkstoffauswahl bei vollkeramischen Restaurationen..	5
4.4	Werkstoffklassen.....	5
4.4.1	Silikatkeramik	5
4.4.2	Oxidkeramik.....	6
4.4.3	Alternative zahnfarbene Werkstoffe mit Keramikanteil	6
4.5	Behandlungsablauf.....	6
4.6	Patienteninformation, Entscheidungsfindung und Anforderungen an des Selbstmanagement der Patienten.....	7
5	Werkstoffempfehlungen / Therapie	8
5.1	Schlüsselfrage 1	8
5.1.1	Vollkeramische Einzelkronen im Frontzahnbereich	8
5.1.2	Vollkeramische Einzelkronen im Seitenzahnbereich.....	10
5.1.3	Vollkeramische Endokronen.....	11
5.1.4	Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Frontzahnbereich.....	12
5.1.5	Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Seitenzahnbereich	13
5.1.6	Vollkeramische mehrgliedrige/-spannige Brücken	15
5.1.7	Vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich	15
5.1.8	Vollkeramische Adhäsivbrücken im Seitenzahnbereich.....	15
5.1.9	Vollkeramische Inlaybrücken im Seitenzahnbereich.....	16
5.2	Schlüsselfrage 2	16
5.3	Schlüsselfrage 3	18

6	Methodik	19
6.1	Konsensusverfahren, Evidenzklassifikation und -bewertung.....	19
6.2	Empfehlungsfindung und -graduierung	20
7	Redaktionelle Unabhängigkeit	21
7.1	Finanzierung der Leitlinie	21
7.2	Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	22
8	Risiken	22
9	Anwendbarkeit im zahnärztlichen Alltag	22
10	Weiterer Forschungsbedarf	23
11	Literaturverzeichnis.....	24

2 Herausgebende

2.1 Federführende Fachgesellschaften

- Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (DGPro)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

2.2 Kontakt

Prof. Dr. Petra Gierthmühlen
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Düsseldorf
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf

petra.gierthmuehlen@med.uni-duesseldorf.de

2.3 Zitierweise

DGPro, DGZMK: „Vollkeramische Kronen und Brücken“, Langfassung 2.0, 2021, AWMF-Registriernummer: 083-012, <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-012.html>, (Zugriff am: TT.MM.JJJJ)

2.4 Redaktioneller Hinweis

Ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und weiterer Sprachformen verzichtet. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter. Sämtliche Personenbezeichnungen in diesem Dokument sind als geschlechtsneutral zu verstehen.

3 Geltungsbereich und Zweck

3.1 Priorisierungsgründe

Gründe für die Erstellung einer Leitlinie zur prothetischen Versorgung mit vollkeramischen Kronen und Brücken bestehen durch

- die Prävalenz stark zerstörter und fehlender Zähne und die Notwendigkeit der Therapie mit Kronen und Brücken
- den steten Wandel im Bereich der keramischen Werkstoffe
- die Schaffung therapeutischer Sicherheit und die Vermeidung von Komplikationen

Gründe für die Aktualisierung der bestehenden Leitlinie sind

- Aktualisierung der vorhandenen wissenschaftlichen (externen) Evidenz
- Ergänzung um Langzeitergebnisse neuerer klinischer Studien, die auch neuere Werkstoffe berücksichtigen
- Ausschluss von Werkstoffen, die sich nicht mehr auf dem Markt befinden

3.2 Hintergrund und Zielsetzung

Im Jahr 2005 war etwa jeder dritte deutsche Erwachsene bereits mit einer Krone oder einer Brücke versorgt. Damit stellen diese die häufigste zahnmedizinische prothetische Versorgung in Deutschland dar [51]. In den letzten 50 Jahren wurde festsitzender Zahnersatz fast ausschließlich von metallkeramischen Techniken bestimmt [40]. Gute ästhetische Ergebnisse, eine hohe Biokompatibilität, das dem Schmelz ähnliche thermische Ausdehnungsverhalten sowie eine geringere Plaqueakkumulation führten zum vermehrten Einsatz vollkeramischer Kronen und Brücken [1,12,27,41]. Alle alternativen Werkstoffe müssen sich an dem als Goldstandard geltenden Maßstab der hervorragenden mechanischen Stabilität festsitzenden Zahnersatzes mit Metallgerüst messen lassen [50,76,101]. Wissenschaftliche Studien zeigen jedoch, dass deren klinische Bewährung stark vom Einsatzbereich, den verwendeten Werkstoffen und der Einhaltung werkstoffspezifischer Anforderungen abhängt [20,47,53,78,79] (siehe Kapitel 4.1.1 und Kapitel 5.3).

Diese Leitlinie zielt darauf ab, die vorhandene wissenschaftliche Evidenz systematisch zusammenzutragen und klinische Pfade zu definieren, innerhalb derer die Anwendung vollkeramischer Kronen und Brücken vergleichbare klinische Langzeitergebnisse wie bei metallbasierten Kronen und Brücken bietet. Daher basieren die gegebenen Empfehlungen auf Studien mit mindestens fünfjährigem Beobachtungszeitraum. Neueste Entwicklungen wie zirkonoxidverstärkte Lithiumsilikatkeramiken (ZLS), monolithische, transluzente 4-Y- und 5Y-TZP-Zirkonoxidkeramiken und alternative zahnfarbene keramische Verbundwerkstoffe, die auf einem dualen Keramik- Polymernetzwerk basieren, können aufgrund fehlender klinischer Studien mit entsprechenden Beobachtungszeiträumen in dieser Leitlinie nur eingeschränkt Berücksichtigung finden. Die Leitlinie „Vollkeramische Kronen und Brücken“ in der Version von 08/2014 wird durch diese aktuelle Version ersetzt.

3.3 Nicht in der Leitlinie behandelte Fragestellungen

Diese Leitlinie beschränkt sich auf zahngetragene Kronen- und Brückenversorgungen. Im Bereich der Kronen sind nur Vollkronen berücksichtigt. Teilkronen, Inlays, Onlays sowie Repositionsonlays sind nicht Gegenstand dieser Leitlinie. Studien mit reiner Implantatversorgung fanden keine Berücksichtigung [13,19,32,55,57,84,89,91,96]. Die Leitlinie umfasst neben der Betrachtung konventioneller Brücken (mit Vollkronen als Brückenpfeiler) auch Adhäsivbrücken und Inlaybrücken, da Adhäsivflügel und Inlays eine Alternative zu Kronen als Brückenanker darstellen können [3,8,15,33,36,37,69].

3.4 Gegenstand und Adressaten der Leitlinie

Auf Basis der systematischen Literaturrecherche gibt die Leitlinie konsentrierte Empfehlungen für die Versorgung zahnärztlicher Patienten mit vollkeramischen Kronen und Brücken. Die Gewichtung der Empfehlungen erfolgt über die Zuordnung eines Evidenzlevels und einem entsprechendem Empfehlungsgrad (siehe 4. Methodik).

Die Leitlinie richtet sich an:

- Zahnärzte
- Zahntechniker
- Und dient zur Information für Patienten mit dem Wunsch nach festsitzender zahnfarbener prothetischer Versorgung¹

3.5 Fragestellung

Folgende Schlüsselfragen wurden in der Auftaktsitzung konsentriert:

1. Zeigen vollkeramische Versorgungen bei Patienten mit Bedarf an zahngetragenen Kronen und Brücken vergleichbare Langzeitergebnisse in Bezug auf Überleben und Komplikationsfreiheit wie metallbasierte Versorgungen?

(Keine Berücksichtigung von Inlays, Onlays, Repositionsonlays, Teilkronen)

2. Zeigen vollkeramische Versorgungen bei Bruxismus-Patienten mit Bedarf an zahngetragenen Kronen und Brücken vergleichbare Langzeitergebnisse in Bezug auf Überleben und Komplikationsfreiheit wie metallkeramische Versorgungen?

(Keine Berücksichtigung von Inlays, Onlays, Repositionsonlays, Teilkronen)

3. Welche werkstoffspezifischen Versorgungsempfehlungen können evidenzbasiert ausgesprochen werden?

¹ siehe Patientenversion der vorliegenden Leitlinie

4 Indikation und Werkstoffklassen

4.1 Indikationen und Kontraindikationen

Kronen oder Brücken ersetzen als festsitzender Zahnersatz verlorene Zahnhartsubstanz oder fehlende Zähne (Abstimmungsergebnis 7/7 – starker Konsens).

Als Indikation für Kronen- und Brückenprothetik werden genannt [35,93]:

- Ersatz von Defekten durch Trauma, Karies, Attrition, Abrasion oder Erosion/Biokorrosion
- Bei Schwächung und/oder unvollständiger Anlage der Zahnhartsubstanz (genetische Dysplasien)
- Durchführung von Bisslageveränderungen, Form- und Stellungsveränderungen

Als Kontraindikationen werden angeführt [93]:

- Periapikale Entzündungen und bestehende Parodontopathien; insuffiziente Wurzelfüllungen müssen vor prothetischer Versorgung therapiert werden.
- Ist keine ausreichende Menge an Zahnhartsubstanz vorhanden, so sind im Rahmen der Vorbehandlung entsprechende präprothetische Maßnahmen zu treffen (z.B. apikale Verschiebelappen, kieferorthopädische Zahnextrusion, parodontale Therapie)
- Jugendliche, unter 18 Jahren, aufgrund des in der Regel großen Pulpenkavums (Ausnahmen sind beispielsweise: Adhäsivbrücken, devitale Zähne, Zapfenzähne)

Als Ziel der Versorgung gelten die kaufunktionelle und ästhetische Rehabilitation sowie die Prophylaxe vor weiterem Verlust an Zahnhartsubstanz. Es stehen verschiedene keramische Werkstoffklassen für unterschiedliche Indikationen zur Auswahl, auf die in Kapitel 4.2 zur Orientierung und Einordnung eingegangen werden soll.

4.2 Hinweise

Es muss darauf hingewiesen werden, dass sich die Zusammensetzung der Werkstoffe innerhalb einer Werkstoffklasse herstellerabhängig unterscheidet, was zu klinisch relevanten Auswirkungen in der Ergebnisqualität führen kann, ohne dass dies durch eine Differenzierung in Studien abgebildet sein muss. Auch können innerhalb einer Werkstoffklasse fertigungstechnische Besonderheiten zu berücksichtigen sein (siehe Kapitel 5.3 Schlüsselfrage 3).

Hinsichtlich der unterschiedlichen Invasivität der Präparation und technischer Komplikationen sollten zirkulär **vollverblendete** Kronen gegen **rein vestibulär verblendete** (Uhrglasfassung) und einer Verblendung lediglich im Inzisalbereich (cut-back) abgewogen werden.

Für alle vollkeramischen Restaurationen gilt, dass in jedem Fall nach jeglichen Einschleifmaßnahmen eine erneute Politur bis auf Hochglanz erfolgen muss². Andernfalls kann das eingeschliffene Areal eine

² Die entsprechenden Passagen sind im Folgenden mit * gekennzeichnet

mögliche Prädilektionsstelle für eine spätere Fraktur der Restauration darstellen, sowie ein inakzeptables Verschleißverhalten gegenüber dem Antagonisten begünstigen [6,16,92].

4.3 Grundsätzliche Überlegungen zur Werkstoffauswahl bei vollkeramischen Restaurationen

Aufgrund ihrer guten Biokompatibilität und ihres ästhetischen Potentials bieten vollkeramische Werkstoffe in vielen Bereichen und Indikationen der restaurativen Zahnheilkunde eine Alternative zu metallbasierten Restaurationen. Hierbei stehen neben einer Reihe von Silikatkeramiken auch verschiedene Arten von Zirkonoxidkeramiken (3Y-TZP, 4Y-TZP, 5Y-TZP) am Markt zur Verfügung. Gleichzeitig ist ein Trend zu monolithischen Werkstoffen zu beobachten. Als Gründe hierfür sind sicherlich deren effiziente Herstellung im digitalen Workflow unter Reduzierung manueller Herstellungsprozesse zu nennen. Aus klinischer Sicht ermöglichen monolithische Restaurationen weniger invasive Präparationsformen, da sie geringerer Materialstärken bedürfen, als sie für verblendete Restaurationen desselben Werkstoffes notwendig werden. Dies hilft Zahnhartsubstanz zu schonen und erweitert gleichzeitig den Indikationsbereich für vollkeramischen Zahnersatz [6,99].

Neben diesen Vorteilen hängt die Entscheidung für einen Werkstoff von multiplen werkstoffseitigen (optisches Potential, mechanische Eigenschaften, Abrasionsverhalten des Materials selbst und dessen Antagonisten), als auch klinischen Faktoren (Zerstörungsgrad des Zahnes, Befestigungsmöglichkeiten, funktionelle Aspekte) ab. Aufgrund der beachtlichen Differenzen, zwischen als auch innerhalb der vollkeramischen Werkstoffklassen, ist der klinische Langzeiterfolg sehr eng mit der korrekten Indikationsstellung, dem Grad der Kenntnisse und der Erfahrung des restaurativen Teams wie auch einem adäquaten Befestigungs- und Okklusionskonzept verknüpft.

4.4 Werkstoffklassen

Keramiken lassen sich anhand der Glasphase in zwei Hauptgruppen einteilen: Silikatkeramiken und glasinfiltrierte Keramiken besitzen eine Glasphase, dicht gesinterte Oxidkeramiken besitzen keine Glasphase [20,31,35]. Die im Folgenden zur Anwendung kommenden Werkstoffklassen dienen als Orientierung und zur Einordnung für die Leitlinienerstellung.

4.4.1 Silikatkeramik

Silikatkeramiken bestehen aus einer Glasmatrix mit eingelagerten Kristallen, sie sind lichtleitend und adaptieren die Umgebungsfarbe. Ein klassischer Vertreter ist die Feldspatkeramik. Silikatkeramiken können auch gepresst oder aus vorgefertigten Keramikblocks gefräst werden und sind dimensionsstabil beim Brennen. Ebenfalls können sie als Verblendkeramik eingesetzt werden. In der Form als Lithiumdisilikatkeramik und zirkonoxidhaltige Lithiumsilikatkeramik haben sie eine gesteigerte Festigkeit mit einer Biegefestigkeit bis maximal 400 MPa [20,28,103].

4.4.2 Oxidkeramik

Das Gerüst besitzt im Gegensatz zu Silikatkeramiken keine Glasmatrix, sondern ist aus Aluminiumoxid- bzw. Yttriumoxid-dotierten Zirkonoxid-Polykristallen aufgebaut [10,63]. Klassische Oxidkeramiken sind weiß bis opak und eingeschränkt lichtleitend. Zirkonoxidgerüste schwinden durch die Endsinterung etwa um 15-20% und weisen eine Biegefestigkeit bis über 1.000 MPa auf [52,82,83]. Um das anfänglich verstärkt aufgetretene Problem des Chippings von verblendeten Zirkonoxidrestaurationen zu vermeiden, wurden die Werkstoffklasse der Yttriumoxid-dotierten Zirkonoxidkeramiken sowie die zur Verblendung genutzten Werkstoffe weiterentwickelt und besser an das zu verblendende Substrat angepasst. Viele Hersteller bieten transluzenteres Zirkonoxid für die monolithische Verwendung an, welches einen erhöhten Yttriumoxidgehalt und kubischen Phasenanteil aufweist, sich aber durch seine geringere Biegefestigkeit (600 bis 700 MPa) deutlich von dem klassischen tetragonalen Zirkonoxid unterscheidet [105].

4.4.3 Alternative zahnfarbene Werkstoffe mit Keramikanteil

Anhand ihrer mikrostrukturellen Zusammensetzung und der industriellen Polymerisationsart lassen sich keramische Verbundwerkstoffe in zwei Untergruppen unterteilen:

1. in CAD/CAM-Komposite, die unter hohen Temperaturen mit dispersen Füllern und einer vornehmlich organischen Phase bestehen und
2. polymerinfiltrierte Keramiken, die aus einer Kombination von hohen Temperaturen und hohem Druck mit einer dominanten anorganischen Phase hergestellt werden [11,46].

Die Biegefestigkeit dieser Werkstoffe liegt bei 150 – 240 MPa [2,11,44], sodass je nach Werkstoff verschiedene Indikationsbereiche für Einzelzahnrestaurationen abgedeckt werden. Für Brückenrestaurationen sind sie aufgrund ihrer limitierten Festigkeit in der Regel von den Herstellern nicht freigegeben.

4.5 Behandlungsablauf

Bei allen Versorgungen mit prothetischen Restaurationen ist eine vorangegangene Diagnostik und Planung im Rahmen eines synoptischen Behandlungskonzeptes unabdingbar. Der Mundgesundheitszustand muss als Ganzes gesehen, diagnostiziert und therapiert werden. Aus der Behandlungsplanung leiten sich präprothetische Maßnahmen ab, die hinsichtlich der Präparationsanforderungen berücksichtigt werden müssen. Bei einer geplanten Bisshebung muss okklusal die Zahnhartsubstanz ggf. geringfügiger als bei klassischer Präparation für Vollkronen reduziert werden. Liegen die Restaurationen im nicht sichtbaren Bereich, ist eine supragingivale Präparation möglich [93].

4.6 Patienteninformation, Entscheidungsfindung und Anforderungen an des Selbstmanagement der Patienten

Die Entscheidung für eine Zahnersatzversorgung muss stets mit dem Patienten gemeinsam getroffen werden. Hierzu muss der Patient über Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Versorgungsformen sowie die damit verbundenen möglichen Risiken und Komplikationen aufgeklärt werden. Auch Kostenunterschiede der verschiedenen Versorgungsformen sollen angesprochen werden. Des Weiteren muss der Patient über Alternativtherapien aufgeklärt werden und es soll eine gemeinsame Abwägung erfolgen.

Ein nicht zu vernachlässigender Punkt ist außerdem die Anforderung an das Selbstmanagement des Patienten. Dieser muss befähigt sein, adäquate Mundhygiene zu betreiben sowie regelmäßig Nachsorgetermine wahrzunehmen.

5 Werkstoffempfehlungen / Therapie

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf die in Kapitel 3.5 genannten Schlüsselfragen.

5.1 Schlüsselfrage 1

Zur Schlüsselfrage 1 (**Zeigen vollkeramische Versorgungen bei Patienten mit Bedarf an zahngestützten Kronen und Brücken vergleichbare Langzeitergebnisse in Bezug auf Überleben und Komplikationsfreiheit wie metallkeramische Versorgungen?**) wurden Empfehlungen gegeben, die mit auf der Bewertung der Literatur basierenden Evidenzgraden (Levels of Evidence = LoE) und Empfehlungsgraden versehen wurden. Als relevantes Ergebnis wurde Restaurationsüberleben statt Restaurationserfolg definiert. Die Parameter für einen Restaurationserfolg sind in der Literatur uneinheitlich und konnten daher nicht herangezogen werden.

5.1.1 Vollkeramische Einzelkronen im Frontzahnbereich

Für die Herstellung von vollkeramischen **Einzelkronen im Frontzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen evidenzbasiert oder konsensbasiert wie folgt empfohlen (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische Einzelkronen im Frontzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Folgende Werkstoffe sollen (A) / sollten (B) / können (0) verwendet werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Silikatkeramik (leuzitverstärkt), monolithisch	2+	B	(7/7) starker Konsens	[20,104]
Feldspatkeramik, monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	-
Lithiumdisilikatkeramik, verblendet	2+	A	(7/7) starker Konsens	[22,85,91,96-99]
Lithiumdisilikatkeramik, monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	-
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), verblendet	2+	A	(8/8) starker Konsens	[14,23,41,53,57,59]
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	-
Zu folgenden Werkstoffen kann aufgrund der vorliegenden klinischen Datenlage bisher keine Aussage getroffen werden (7/7) starker Konsens):				
Zirkonoxidkeramik (4Y-, 5Y-TZP und Kombinationen mit diesen), monolithisch oder verblendet				

Keramische Verbundwerkstoffe, monolithisch
Zirkonoxidhaltige Lithiumsilikatkeramiken, monolithisch oder verblendet

Silikatkeramiken (leuzitverstärkt) lieferten über einen Beobachtungszeitraum von 5 bzw. 11 Jahren eine Überlebensrate von 100% bzw. 98,9% [20,104].

Für **Feldspatkeramikkrone**n im Frontzahnbereich gibt es keine dokumentierte Literatur. Da aber eine Studie zu Seitenzahnkronen aus Feldspatkeramik Überlebensraten von 99,6% nach 7 Jahren berichtete [17], wurde ebenso ein starker Expertenkonsens für Frontzahnrekonstruktionen ausgesprochen.

Verblendete Lithiumdisilikatkeramiken zeigten bei einer Beobachtungsdauer von 5-10 Jahren Überlebensraten zwischen 86,1 und 100% [22,85,91,96-99].

Da **monolithische Lithiumdisilikatkeramik** eine höhere Festigkeit aufweist als verblendete Lithiumdisilikatkeramik und erfolgreich für den Seitenzahnbereich verwendet wurde, wurde ein starker Expertenkonsens für ihre Verwendung ausgesprochen.

Verblendete Zirkonoxidkeramiken hatten eine Überlebensrate zwischen 88,3% und 100% nach 5 Jahren Beobachtungsdauer [14,23,41,53,57,59]. Ebenso werden heterogene Daten bezüglich technischer Komplikationen, wie Chippingraten von 1,9-8,1% nach 5 Jahren berichtet [23,57].

Für **monolithische Restaurationen aus 3Y-TZP-Zirkonoxidkeramiken** kann aufgrund der geringen Datenlage [6,55] nur eine offene Empfehlung ausgesprochen werden. Kurzzeitdaten nach einem Beobachtungsraum von 3 Jahren zeigen vielversprechende Ergebnisse mit Überlebensraten von 100% für monolithische Kronen [6].

Zu **monolithischen Restaurationen aus 4Y- und 5-TZP-Zirkonoxidkeramiken** kann wegen fehlender klinischer Daten keine Aussage getroffen werden.

Derzeit sind in der zahnmedizinischen Literatur keine klinischen Studien zum Langzeitverhalten von **monolithischen keramischen Verbundwerkstoffen** im Frontzahnbereich dokumentiert. Kurzzeitdaten von 2-3 Jahren zeigen Überlebensraten von 92,9-96,8% für polymerinfiltrierte Keramiken im Seitenzahnbereich [9,90].

Derzeit sind keine (weder kurz- noch langzeit-) klinischen Studien zu **zirkonoxidhaltigen Lithiumsilikatkeramikkrone**n im Frontzahnbereich veröffentlicht. Für diese Werkstoffgruppe kann daher noch keine Aussage getroffen werden.

Die Überlebensraten der genannten vollkeramischen Frontzahnkronen sind vergleichbar mit denen von Frontzahnkronen aus Metallkeramik [39,101,102].

5.1.2 Vollkeramische Einzelkronen im Seitenzahnbereich

Für die Herstellung von **vollkeramischen Einzelkronen im Seitenzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen evidenzbasiert oder konsensbasiert wie folgt empfohlen (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische Einzelkronen im Seitenzahnbereich (*siehe Kapitel 2.2): Folgende Werkstoffe sollen (A) / sollten (B) / können (0) verwendet werden:				
Werkstoffe	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Silikatkeramik (leuzitverstärkt), monolithisch	2+	B	(7/7) starker Konsens	[20,104]
Feldspatkeramik, monolithisch	2+	0	(7/7) starker Konsens	[17]
Lithiumdisilikatkeramik, verblendet	2+	A	(7/7) starker Konsens	[22,49,85,91,96-99]
Lithiumdisilikatkeramik, monolithisch	2+	A	(7/7) starker Konsens	[70,99]
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), verblendet	2+	B	(8/8) starker Konsens	[23,41,54,57,72,100]
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	-
Zu folgenden Werkstoffen kann aufgrund der vorliegenden klinischen Datenlage bisher keine Aussage getroffen werden (7/7) starker Konsens):				
Zirkonoxidkeramik (4Y-, 5Y-TZP und Kombinationen mit diesen), monolithisch oder verblendet				
Keramische Verbundwerkstoffe, monolithisch				
Zirkonoxidhaltige Lithiumsilikatkeramiken, monolithisch oder verblendet				

Monolithische leuzitverstärkte Silikatkeramiken lieferten nach 5 Jahren Beobachtungszeit Überlebensraten von 97,5% bzw. 99% [20,104].

Monolithische Kronen aus Feldspatkeramik zeigten in einer Studie nach einer Beobachtungszeit von 7 Jahren eine Überlebensrate von 99,6% [17]. In einer Fallserie von Otto & Mörmann wurden nach 12 Jahren Überlebensraten von 95% für Molaren und 94,7% für Prämolaren beschrieben [60]. Aufgrund der geringen wissenschaftlichen Datenlage, kann nur eine offene Empfehlung ausgesprochen werden.

Monolithische Lithiumdisilikatkeramiken, die im CAD/CAM-Verfahren chairside hergestellt wurden, zeigten nach 10 Jahren eine Überlebensrate von 83,5% [70]. Für laborgefertigte Restaurationen im Pressverfahren aus derselben Keramik, konnten für monolithische Restaurationen Überlebensraten von 94,5% nach 9 Jahren [99] und für **verblendete** Restaurationen 86,1-98,2% nach 8,7-11 Jahren Beobachtungszeit dokumentiert werden [22,49,85,91,96-99].

Für **verblendete 3Y-TZP-Zirkonoxidkeramiken** werden in der Literatur nach 5 Jahren Überlebensraten von 94-98,1% berichtet [23,41,54,57,72,100]. Ebenso werden heterogene Daten bezüglich technischer Komplikationen, wie Chippingraten von 1,9-10% nach 5 Jahren berichtet [23,54,57,72].

Für **monolithische Restaurationen aus 3-Y-TZP-Zirkonoxidkeramiken** kann aufgrund der geringen Datenlage nur eine offene Empfehlung ausgesprochen werden. Kurzzeitdaten nach einem Beobachtungsraum von 3 Jahren zeigen vielversprechende Ergebnisse mit Überlebensraten von 100% für monolithische Kronen [6].

Zu **monolithischen Restaurationen aus 4Y- und 5-TZP-Zirkonoxidkeramiken** kann wegen fehlender klinischer Daten keine Aussage getroffen werden.

Auch zum Langzeitverhalten von **monolithischen keramischen Verbundwerkstoffen** sind derzeit in der zahnmedizinischen Literatur keine klinischen Studien dokumentiert. Kurzzeitdaten von 2-3 Jahren zeigen Überlebensraten von 92,9-96,8% für polymerinfiltrierte Keramiken im Seitenzahnbereich [9,90].

Zur Bewährung von **zirkonoxidhaltigen Lithiumsilikatkeramiken** im Seitenzahnbereich sind derzeit keine (weder kurz- noch langzeit-) klinischen Studien dokumentiert. Für diese Werkstoffgruppe kann daher noch keine Aussage getroffen werden.

Die Überlebensraten der genannten vollkeramischen Seitenzahnkronen sind vergleichbar mit denen von Seitenzahnkronen aus Metallkeramik [39,54,101,102].

5.1.3 Vollkeramische Endokronen

Für die Herstellung von **vollkeramischen Endokronen im Seitenzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen evidenzbasiert oder konsensbasiert wie folgt empfohlen (**neu, nicht in Version 1.0**):

Vollkeramische Endokronen im Seitenzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Folgende Materialien sollen (A) / sollten (B) / können (0) verwendet werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Feldspatkeramik, monolithisch	2+	0	(7/7) starker Konsens	[17]
Lithiumdisilikatkeramik, monolithisch/ verblendet	4	0	(7/7) starker Konsens	-

Zu folgenden Werkstoffen kann aufgrund der vorliegenden klinischen Datenlage bisher keine Aussage getroffen werden:
Zirkonoxidkeramik (3Y-,4Y-,5Y-TZP und Kombinationen aus diesen), monolithisch oder verblendet (6/7) Konsens
Keramische Verbundwerkstoffe, monolithisch (7/7) starker Konsens
Zirkonoxidhaltige Lithiumsilikatkeramiken, verblendet/monolithisch (7/7) starker Konsens

Bei vollkeramischen Endokronen aus **monolithischer Feldspatkeramik** im Seitenzahnbereich liegt die Überlebensrate nach 7 Jahren bei 99,9% [17]. Fallserien von geringerem Evidenzniveau ergaben bei der Verwendung verschiedener Werkstoffe (**Lithiumdisilikatkeramik, keramische Verbundwerkstoffe**) nach 10 Jahren Überlebensraten von 98,8% [5] sowie bei der Verwendung von **Feldspatkeramik** nach 12 Jahres Überlebensraten von 75% für Prämolaren und 90,5% für Molaren [60].

5.1.4 Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Frontzahnbereich

Für die Herstellung von **vollkeramischen Brücken im Frontzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen evidenzbasiert oder konsensbasiert wie folgt empfohlen (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Frontzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Folgende Materialien sollen (A) / sollten (B) / können (O) verwendet werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Zirkonoxidkeramik (3Y-ZTP), verblendet	2+	A	(7/8) Konsens	[7,41,45,52,86,104]
Zirkonoxidkeramik (3Y-ZTP), monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	-
Lithiumdisilikatkeramik, verblendet	2+	0	(7/7) starker Konsens	[47,49,87,96]
Lithiumdisilikatkeramik, monolithisch	4	0	(7/7) starker Konsens	[21,38]
Zu folgenden Werkstoffen kann aufgrund der vorliegenden klinischen Datenlage bisher keine Aussage getroffen werden (7/7):				

Zirkonoxidkeramik (4Y-, 5Y-TZP und Kombinationen dieser),
monolithisch oder verblendet

Für 3-gliedrige Brücken im Frontzahnbereich soll **verblendete 3Y-TZP-Zirkonoxidkeramik** eingesetzt werden. Nach bis zu 7 Jahren Beobachtungsdauer liefern die Studien Überlebensraten von 88,8% bis zu 100% [7,41,45,52,86,104]. Ebenso werden heterogene Daten bezüglich technischer Komplikationen, wie Chippingraten von 7,4% nach 7 Jahren [86] und 24,2% nach 5 Jahren berichtet [7].

Die klinische und wissenschaftlich dokumentierte Datenlage für **rein vestibulär verblendete und monolithische Brücken aus 3-Y-TZP-Zirkonoxidkeramik** ist derzeit noch zu gering und basiert vornehmlich auf empirischen Erfahrungen. Klinische Daten nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren zeigen vielversprechende Ergebnisse mit Überlebensraten von 96,7% für monolithische Brücken im Front- und Seitenzahnbereich [24].

Verblendete Lithiumdisilikatkeramikbrücken zeigten Überlebensraten von 89,7% bzw. 86,1% nach 5-10 Jahren (Teichmann et al. 2017).

Monolithische Lithiumdisilikatkeramikbrücken wurden in einer Studie bis zu 15 Jahre lang nachuntersucht, wobei die Fallzahl sehr gering ist (6 Frontzahnbrücken, wovon zwei noch in situ sind, bei zwei Frakturen auftraten und bei zwei Pfeilerzahnextraktionen notwendig wurden)[21,96]).

Die Überlebensraten der genannten vollkeramischen Frontzahnbrücken sind vergleichbar mit denen von Metallkeramik [39,66].

Die Datenlage für **mehrgliedrigere Brücken** ist bisher für eine Empfehlung ungenügend. Eine Studie zeigt erhöhte Misserfolge bei weitspannigen Brücken aus verblendeter Zirkonoxidkeramik [81].

5.1.5 Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Seitenzahnbereich

Für die Herstellung von **vollkeramischen Brücken im Seitenzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen evidenzbasiert oder konsensbasiert wie folgt empfohlen (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische 3-gliedrige Brücken im Seitenzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Folgende Werkstoffe sollen (A) / sollten (B) / können (O) verwendet werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), verblendet	2+	B	(7/7) starker Konsens	[7,30,41,52,61,68,71,73,74,78,79,88,104]
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), monolithisch ³	4	O	(7/7) starker Konsens	-

Lithiumdisilikatkeramik ⁴ monolithisch und verblendet, Ersatz des 1. Prämolaren (3- gliedrige Brücken bis zum 2. Prämolaren als endständigem Pfeiler)	2+	0	(8/8) starker Konsens	[21,38,47,49,96]
³ Offene Fragen zum Abrasionsverhalten am Antagonisten. Enge Indikationsstellung.				
Folgende Werkstoffe können evidenzbasiert nicht empfohlen werden und sollen nicht verwendet werden: ⁴ Anmerkung: Herstellerfreigabe nur zum Ersatz der ersten Prämolaren, nicht für weiter posterior fehlende Zähne.				
Lithiumdisilikatkeramik ⁴ monolithisch und verblendet, (Ersatz des 2. Prämolaren sowie Molarenersatz)	2+	A	(8/8) starker Konsens	[21,38,47,49,96]
Zu folgenden Werkstoffen kann aufgrund der vorliegenden klinischen Datenlage bisher keine Aussage getroffen werden (6/6) starker Konsens:				
Zirkonoxidkeramik (4Y-, 5Y-TZP und Kombinationen dieser), monolithisch oder verblendet				

Bei vollkeramischen 3-gliedrigen Brücken im Seitenzahnbereich beliefen sich die Überlebensraten für **verblendete Zirkonoxidkeramiken** nach 5 Jahren auf 90% bis 97% [7,41,52,68,79,88,104]. Nach 10 Jahren werden unterschiedliche Ergebnisse mit Überlebensraten von 70,3 bis 91,3% berichtet [30,61,73,74]. Ebenso werden heterogene Daten bezüglich technischer Komplikationen, wie Chippingraten von 7,4% nach 7 Jahren [86] bis zu 31% nach 10 Jahren berichtet [73].

Die klinische und wissenschaftlich dokumentierte Datenlage für **rein vestibulär verblendete und monolithische Brücken aus Zirkonoxidkeramik** ist derzeit noch zu gering. Erste empirische Erfahrungen und eine dokumentierte Fallserie zeigen vielversprechende Ergebnisse mit Überlebensraten von 100% nach 2-68 Monaten [55]. Kurzzeitdaten nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren zeigen Überlebensraten von 96,7% für monolithische und 93,8% sowie eine Chippingrate von 8,8% für teilverblendete Brücken im Front- und Seitenzahnbereich (3,9 +/- 1,3 Einheiten) [24]. Für diese Restaurationsart kann daher nur eine offene Empfehlung gemäß Expertenkonsens ausgesprochen werden.

Lithiumdisilikatkeramikbrücken (verblendet und monolithisch) zeigten Überlebensraten von 48,6 bis 51,9% nach 10 bis 15 Jahren bzw. 63,0 bis 51,9% nach 5 bis 10 Jahren [21,96]. Hierbei muss die Herstellerfreigabe und Indikationsstellung beachtet werden, sodass Lithiumdisilikat-keramik nur für Brücken zum Ersatz des ersten Prämolaren verwendet werden kann, jedoch nicht für Brücken zum Ersatz des 2. Prämolaren, sowie der Molaren.

Die Überlebensraten der vollkeramischen Seitenzahnbrücken sind nur teilweise vergleichbar mit denen von Seitenzahnbrücken aus Metallkeramik [65].

5.1.6 Vollkeramische mehrgliedrige/-spannige Brücken

Die klinische Datenlage für **mehrgliedrige/-spannige Brücken** ist bisher für eine Empfehlung nicht ausreichend (9/9 starker Konsens) (**geprüft aus Version 1.0**).

Eine Studie zeigte eine Überlebensrate von 88,8% nach 7 Jahren für bis zu 6-gliedrige Brücken aus **verblendeter Zirkonoxidkeramik** [86]. Nach bis zu 10-Jahren Beobachtungszeit konnten bis zu 4-gliedrige Brücken aus verblendeter Zirkonoxidkeramik eine Überlebensrate von 75% verzeichnen [73], wobei mit 35% eine hohe Rate an Keramikabplatzungen (Chipping) dokumentiert wurde. Eine weitere Studie zeigt erhöhte Misserfolge bei weitspannigen Brücken aus verblendeter Zirkonoxidkeramik [81].

5.1.7 Vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich

Für die Herstellung von **vollkeramischen, einflügeligen Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich** wird die Verwendung von folgenden Werkstoffen wie folgt empfohlen (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Folgender Werkstoff soll verwendet werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Zirkonoxidkeramik, verblendet	2+	A	(6/6) starker Konsens	[36]

Bei der aktuellen Studienlage können vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken nur für den Schneidezahnbereich empfohlen werden. Bei einer Beobachtungszeit von 10 Jahren zeigte **verblendete Zirkonoxidkeramik** hier eine Überlebensrate von 98,2% [36]. Damit scheinen einflügelige vollkeramische Adhäsivbrücken sogar metallkeramischen überlegen [56,67] und können daher bei richtiger Indikation als Therapieoption angesehen werden.

5.1.8 Vollkeramische Adhäsivbrücken im Seitenzahnbereich

Die Anwendung vollkeramischer Systeme für die Herstellung von **Adhäsivbrücken im Seitenzahnbereich** kann evidenzbasiert nicht empfohlen werden, da hierzu bisher keine klinischen Daten vorliegen (6/6 starker Konsens) (**geprüft aus Version 1.0**).

5.1.9 Vollkeramische Inlaybrücken im Seitenzahnbereich

Die Verwendung von Vollkeramik zur Fertigung von **Seitenzahn-Inlaybrücken** kann evidenzbasiert noch **nicht** empfohlen werden (**modifiziert aus Version 1.0**):

Vollkeramische Inlaybrücken im Seitenzahnbereich (*siehe Kapitel 4.2): Von der Anwendung vollkeramischer Inlaybrücken aus Lithiumdisilikatkeramik sowie verblendeter Zirkonoxidkeramik im Seitenzahnbereich wird evidenzbasiert abgeraten. Sie sollen nicht angewandt werden:				
Werkstoff	LoE	Empfehlungsgrad	Abstimmungsergebnis	Literatur
Lithiumdisilikatkeramik, monolithisch	2+	A	(6/6) starker Konsens	[3]
Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP), verblendet	2+	A	(6/6) starker Konsens	[8,69]

Seitenzahn-Inlaybrücken aus **Lithiumdisilikatkeramik** und **verblendeter Zirkonoxidkeramik** sollen daher **nicht** angewandt werden. Die Überlebensraten von Inlaybrücken aus Lithiumdisilikatkeramik nach 8 Jahren betragen nur 38% und sanken nach 15 Jahren weiter auf 22% [3]. Reine Inlaybrücken aus verblendeter Zirkonoxidkeramik wiesen nach 10 Jahren eine Überlebensrate von nur 12,1% auf [69], während Inlaybrücken mit einem zusätzlichen Flügel nach 5 Jahren eine Überlebensrate von 95,8% aufwiesen [8]. Die Anwendung anderer Präparationsformen oder vollkeramischer Werkstoffe kann evidenzbasiert noch nicht empfohlen werden.

5.2 Schlüsselfrage 2

Zur Schlüsselfrage 2 (**Zeigen vollkeramische Versorgungen bei Bruxismus-Patienten mit Bedarf an Kronen und Brücken vergleichbare Langzeitergebnisse in Bezug auf Überleben und Komplikationsfreiheit wie metallkeramische Versorgungen?**) konnte folgender starker Expertenkonsens (9/9 starker Konsens) erzielt werden (**modifiziert aus Version 1.0**):

Aufgrund der aktuellen klinischen Studienlage lässt sich die Frage nach der Vergleichbarkeit des langfristigen Überlebens vollkeramischer und metallkeramischer Versorgungen nicht abschließend bewerten [80].

Dazu trägt bei, dass Patienten mit Bruxismus in einer großen Anzahl von Studien explizit *ausgeschlossen* wurden [3,7,14,17-19,21,22,26,30,42,43,47,54,57,61,62,69-75,77,79,87,89,96,97]. Nur in wenigen Studien wurden Patienten mit Bruxismus explizit eingeschlossen [4,53,58,64,85] und in anderen zumindest nicht per se ausgeschlossen [5,6,13,23,25,36,86,95,99].

Hinzu kommt, dass die klinische Feststellung, ob Patienten unter Bruxismus leiden, schwierig ist und erst in den letzten Jahren systematisiert wurde. Die vor diesem Hintergrund jüngst entwickelte S3-Leitlinie *Diagnostik und Behandlung von Bruxismus* (AWMF-Registernummer 083-27) stellte hierzu

fest, dass ein sicherer Nachweis von Bruxismus bisher nur mittels polysomnographischer Untersuchungen möglich ist; diese sind aber wegen des damit verbundenen Aufwands in der Regel wissenschaftlichen Studien vorbehalten. In der Praxis bleibt die Diagnostik daher auf Verfahren beschränkt, die maximal die Diagnose „wahrscheinlicher Bruxismus“ ermöglichen; dies geht klinisch mit einer Restunsicherheit einher (vgl. S3-Leitlinie *Diagnostik und Behandlung von Bruxismus*). Voraussetzung hierfür ist wiederum ein systematisches Vorgehen, wie es in der genannte Leitlinie *Diagnostik und Behandlung von Bruxismus* sowie im Befundbogen Bruxismus-Screening der DGFDT beschrieben ist. Zudem weist die Leitlinie *Diagnostik und Behandlung von Bruxismus* darauf hin, dass allein die Befragung von Patienten und/oder Angehörigen hinsichtlich eines Bruxismus keine zutreffende Feststellung ermöglicht. Andererseits ermöglicht allein die Orientierung an vorliegenden Attritionen auch keine sichere Beurteilung, da diese Befunde aus der Vergangenheit stammen können und nicht mehr mit aktivem Bruxismus einhergehen müssen. Das Fehlen von Attritionen wiederum schließt tonischem Bruxismus nicht aus, bei dem zwar hohe Lasteinleitungen auftreten, aber keine Attritionen oder pathologischer Zahnverschleiß entstehen.

Und schließlich kann sich diese Diagnose über die klinische Verweildauer der Restaurationen angesichts der geforderten mehrjährigen Lebensdauer ändern. Die Feststellung, ob Patienten zu Studienbeginn unter Schlaf- und/oder Wachbruxismus leiden - oder nicht - muss demnach nicht für den gesamten nachfolgenden Beobachtungszeitraum fortgesetzt zutreffen.

Insgesamt ist daher angesichts der hohen Morbidität des Bruxismus davon auszugehen, dass höchstwahrscheinlich in allen Studien de facto Patienten mit Bruxismus vertreten waren.

Grundsätzlich ist die erhöhte mechanische Belastung bei Patienten mit Schlaf- und/oder Wachbruxismus ein Risikofaktor für alle dentalen Restaurationen; restaurative Behandlungen gehen hier mit erhöhten biologischen und technischen Risiken einher (vgl. S-3 Leitlinie *Diagnostik und Behandlung von Bruxismus*). Zur Begrenzung der technischen Risiken sollte daher bei Patienten mit wahrscheinlichem Bruxismus geprüft werden, ob alternativ eine Behandlung mittels Restaurationen aus Metall möglich und akzeptabel ist.

Ist dies nicht möglich und/oder eine keramische Versorgung ausdrücklich gewünscht, sollte bei Patienten mit wahrscheinlichem Bruxismus geprüft werden, ob alternativ eine Behandlung mittels **monolithischer Restaurationen** (siehe vorher beschriebene Empfehlungen) möglich und akzeptabel ist, da diese in Laboruntersuchungen tendenziell besser als verblendete Restaurationen abschneiden. Zur Bewährung monolithischer Zirkonoxidkeramiken liegen – wie schon zum Zeitpunkt der Entwicklung der Vorversion dieser Leitlinie – zurzeit keine ausreichenden klinischen Studien vor.

In jedem Fall sollten die Patienten vor der Behandlung über das erhöhte Verlustrisiko durch Bruxismus und über eventuelle Einschränkungen der Indikation von Seiten des Herstellers aufgeklärt werden.

Strikte Behandlungsprotokolle und genaue Beachtung der Funktion, sowie die Einbeziehung einer Aufbiss-/Stabilisierungsschiene können bei dentalem Bruxismus vor mechanischem Versagen der Restauration schützen.

5.3 Schlüsselfrage 3

Zur Schlüsselfrage 3 (**Welche werkstoffspezifischen Fertigungsempfehlungen können evidenzbasiert ausgesprochen werden?**) konnte folgender Expertenkonsens erzielt werden (**modifiziert aus Version 1.0**):

Bei der Präparation für vollkeramische Kronen und Brücken mit Kronenankern sollte sich der Behandler bezüglich Retentions- und Widerstandsformen an den Richtlinien, die grundsätzlich für vollkeramische Kronen gelten, orientieren [34] (6/8 Konsens).

Für minimalinvasive Präparationsformen (≤ 1 mm okklusale Reduktion) kann derzeit keine fundierte Aussage getroffen werden (9/9 starker Konsens).

Lediglich in zwei Studien wurden reduzierte Schichtstärken von ≤ 1 mm angewandt [6,99]. Für monolithische und teilverblendete Zirkonoxidkronen im anterioren und posterioren Bereich [6] wurde eine okklusale Reduktion von mind. 0,5 mm präpariert. Hier lagen die Kurzzeitüberlebensdaten bei 98,5-100% nach 3 Jahren. In einer weiteren retrospektiven Studie wurden Kronen mit einer minimalinvasiven Präparation (Federrandpräparation; okklusale und inzisale Reduktion: 0,2-2mm) analysiert [99]. Die Überlebensrate lag nach 9 Jahren bei 96,1% für Lithiumdisilikatkronen.

Die Herstellerangaben und die geltenden Vorgaben des Medizinproduktegesetzes (MPG) sind einzuhalten. Insbesondere sollten bei der Versorgung mit vollkeramischen Kronen und Brücken folgende Punkte beachtet werden (9/9 starker Konsens):

- die Präparationsanforderungen
- die Mindestschichtstärken
- die Verbinderquerschnitte
- das Gerüstdesign
- die Verarbeitung
- die Materialbehandlung, auch infolge von Korrekturen, wie z.B. nachträglichem Beschleifen, Oberflächenrauhigkeiten
- die Befestigungsart (Hinweis: vollkeramische Kronen und Brücken sollten nicht provisorisch befestigt werden, da andernfalls während der Phase der provisorischen Befestigung durch eine Dezementierung bzw. bei der Entnahme aus dem Mund Mikrorisse entstehen können, die später zum Versagen der Restauration führen können.

Ein Großteil der Misserfolge war auf unzureichende Materialdimensionierung oder sonstiges Materialversagen wie Chipping [13,17,23,30,54,57,61,69,72-74] und vollständige Keramikfrakturen zurückzuführen [3,19,21,29,32,47,48,53,54,69,78,79,94]. Aufgrund der potentiellen Chippinggefahr ist die Art der Verblendung (Voll-/Teilverblendung) besonders zu beachten (vgl. Kapitel 4.4.2).

6 Methodik

Die Methodik der Leitlinienerstellung basiert auf dem Regelwerk der AWMF (<https://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>) sowie dem Deutschen Leitlinienbewertungsinstrument (DELBI) der AWMF und des Ärztlichen Zentrums für Qualität in der Medizin (ÄZQ) (<https://www.leitlinien.de/leitlinien-grundlagen/leitlinienbewertung/delbi>) und ist im Detail dem zugehörigen Leitlinienreport zu entnehmen.

6.1 Konsensusverfahren, Evidenzklassifikation und -bewertung

Die Inhalte und Empfehlungen der Leitlinie gehen aus den Ergebnissen der konstituierenden Sitzung (Mai 2019) und zweier Konsensuskonferenzen (Oktober 2019 und Oktober 2020) sowie einem DELPHI-Abstimmungsverfahren hervor, in denen der Leitlinienentwurf von der Arbeitsgruppe diskutiert, überarbeitet und konsentiert wurde.

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

- Koordination: Prof. Dr. Petra Gierthmühlen, Düsseldorf
- Schriftführer: Dr. Annika Jerg, Düsseldorf
Dr. Frank Spitznagel, Düsseldorf
- Literaturrecherche: Dr. Annika Jerg, Düsseldorf
Dr. Frank Spitznagel, Düsseldorf
- Fachgesellschaften und Vertreter: Prof. Dr. Petra Gierthmühlen, Düsseldorf (DGPro)
Prof. Dr. Jan Frederik Güth, Frankfurt (DGI)
ZÄ Kerstin Christelsohn, Berlin (BZÄK)
Prof. Dr. Florian Beuer, Berlin (DGÄZ)
Dr. Bernd Reiss, Malsch (DGCZ/AG Keramik)
PD Dr. M. Oliver Ahlers, Hamburg (DGFDT)
Dr. Jörg Beck, Berlin (KZBV)
Prof. Dr. Matthias Kern, Kiel (SHGZMK)
Rainer Struck, Berlin (VDZI)
- Methodik: Dr. Susanne Blödt (AWMF)
Dr. Anke Weber (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)
Dr. Silke Auras (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Basis dieser Leitlinie sind die Ergebnisse einer systematischen Literaturrecherche, die einer Evidenzbewertung unterzogen wurde. Daraus wurden Empfehlungen abgeleitet, die mit Empfehlungsgraden versehen und konsentiert wurden.

Die Evidenzbewertung der einbezogenen Literatur erfolgte in Anlehnung an die Empfehlungen und Methodik-Checklisten des Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN no. 50; <https://www.sign.ac.uk>). Folgende Evidenzniveaus können abgeleitet werden:

1++	Hohe Qualität von Metaanalysen, systematischen Literaturübersichten von Artikeln über randomisierte, kontrollierte Studienartikel (RCTs) oder RCTs mit einem sehr niedrigem Biasrisiko.
1+	Gut durchgeführte Metaanalysen, systematische Literaturübersichten oder RCTs mit einem niedrigen Biasrisiko
1-	Metaanalysen, systematische Literaturübersichten oder Artikel über RCTs mit einem hohen Biasrisiko
2++	Hohe Qualität systematischer Literaturübersichten oder Artikel über Fall-Kontroll-Studien oder Kohortenstudien
2+	Gut durchgeführte Fall-Kontroll-Studien oder Kohortenstudien mit einem niedrigen Risiko für Beeinflussung oder Bias und einer moderaten Wahrscheinlichkeit, dass die Zusammenhänge kausal sind sowie gut durchgeführte Fallserien mit einem akzeptablen Risiko für Bias.
2-	Artikel über Fall-Kontroll-Studien mit einem hohen Risiko für Beeinflussung oder Bias und einem signifikanten Risiko, dass die Zusammenhänge nicht kausal sind.
3	Artikel über nicht analytische Studien, z.B. Falldarstellungen oder Fallserien.
4	Expertenmeinung

Tabelle 1: Qualitative Evidenzbewertung modifiziert und abweichend von SIGN 50

Es wurden nur Studien, die ein geringes oder akzeptables Biasrisiko und damit ein Evidenzniveau besser als 2- haben, in der Empfehlungsfindung eingeschlossen. Eine randomisierte, kontrollierte Studie wurde nur dann mit 1 bewertet, wenn die Randomisierung eine Relevanz für die Beantwortung der Schlüsselfragen darstellte. Retrospektive Studien wurden nicht per se ausgeschlossen.

6.2 Empfehlungsfindung und -graduierung

Die in der Leitlinie getroffenen Empfehlungen basieren auf der inhaltlichen Auswertung von Studien in Form von Evidenztabellen sowie deren Qualitätsbewertung (siehe oben, Tabelle 1) und wurden von den Mitgliedern der Leitliniengruppe festgelegt. Weitere Informationen hierzu finden sich im Leitlinienreport.

Die Empfehlungsgraduierung (Tabelle 2) orientiert sich hauptsächlich an der methodisch aufgearbeiteten Evidenz. Auf Basis der Evidenzgrade 1++ bis 4 (starke bis sehr schwache Evidenz) erfolgte für die einzelnen Aussagen im Leitlinienentwicklungsprozess die Festlegung der Empfehlungsgrade A (starke), B (abgeschwächte) oder O (offene Empfehlung). Empfehlungen, die aus Mangel an vorliegender Evidenz (keine Studien mit Evidenzgrad 2+ oder besser) nicht auf Basis von Evidenz getroffen werden konnten, sind als solche explizit gekennzeichnet und beruhen auf einem sog. Expertenkonsensus. Abhängig von der Studienqualität, der Studienanzahl und der Studienergebnisse wurden die Empfehlungsgrade auf Grundlage der Evidenzgrade (Tabelle 1) im Konsens erarbeitet (siehe Tabelle 3). Hieraus resultieren studienabhängig teilweise Empfehlungsgrade, die vom

Evidenzgrad abweichen. Eine methodisch sehr gute Studie kann so mit einem Evidenzgrad von 2+ bewertet sein, als Empfehlung kann jedoch ein B resultieren, wenn das Studienergebnis dies begünstigt.

	Evidenzstärke	Empfehlung	Empfehlung gegen eine Intervention	Beschreibung
A	hoch	soll	soll nicht	starke Empfehlung
B	mäßig	sollte	sollte nicht	Empfehlung
O	schwach	kann erwogen werden/ kann indiziert sein	kann verzichtet werden	Empfehlung offen

Tabelle 2: Schema der Empfehlungsgraduierung

Klassifikation der Konsensusstärke	
Starker Konsens	Zustimmung von > 95% der Teilnehmer
Konsens	Zustimmung von > 75 bis 95% der Teilnehmer
Mehrheitliche Zustimmung	Zustimmung von > 50 bis 75% der Teilnehmer
Kein Konsens	Zustimmung von < 50% der Teilnehmer

Tabelle 3: Klassifikation der AWMF zur Konsensusstärke

7 Redaktionelle Unabhängigkeit

7.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Leitlinienentwicklung wurde durch die Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (DGPro) finanziert. Dies beinhaltet die Finanzierung der Literaturrecherche sowie Kosten für die Konferenzen (Catering und unabhängige Moderation). Dabei hatte die finanzierende Fachgesellschaft keinen über das nominale Abstimmungsrecht hinausgehenden inhaltlichen Einfluss auf die Leitlinienerstellung. Die Reisekosten der Mandatsträger wurden von den jeweiligen beteiligten Fachgesellschaften übernommen. Alle Mitglieder der Leitliniengruppe arbeiteten ehrenamtlich und ohne Honorar.

7.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Alle Mitglieder der Leitliniengruppe legen Interessenkonflikte offen mit dem Formblatt der AWMF vom 23.05.2018. Im Rahmen der Konsensuskonferenz wurde äußerst kontrovers über die Interessenkonflikte diskutiert. Eine genaue Darstellung entnehmen Sie bitte dem Leitlinienreport.

8 Risiken

Wie bei anderen zahnärztlichen Eingriffen beeinflussen mögliche Behandlungskomplikationen die Patientenentscheidung und sind bei der Behandlungsplanung mit einzubeziehen. Bei der Risikobewertung muss die Versorgung mit vollkeramischen Kronen und Brücken gegen die Standardtherapie mit metallbasierten Kronen und Brücken abgewogen werden. Risikofaktoren für Komplikationen bei der Therapie können sich aus allgemeinmedizinischen Gründen ergeben. Treten Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich in Konkurrenz zu klassischen Brücken, so können die Risiken für den Zahn durch eine substanzschonendere Präparation reduziert werden [18, 20].

9 Anwendbarkeit im zahnärztlichen Alltag

Der klinische Einsatz vollkeramischer Systeme im Bereich der Kronen- und Brückenprothetik ist inzwischen weit verbreitet (<https://www.ag-keramik.de/aktuelles/artikel/praxisumfrageergebnisse-2019/>).

Auch bei vollkeramischen Versorgungen spielt bei der Wahl der Therapieform die Behandlungserfahrung des Zahnarztes eine entscheidende Rolle. Die eingeschlossenen Studien zeigen, dass die erreichten Überlebensraten nicht nur unter universitären Bedingungen, sondern auch im Alltag niedergelassener Kollegen erreicht werden können [7,17,19,20,41,52,57,59,60,72,85,99].

10 Weiterer Forschungsbedarf

Aus der vorliegenden Leitlinie ergibt sich der aktuell durch klinische Studien von mindestens 5 Jahren Beobachtungsdauer als externe Evidenz bestätigte Wissensstand. Nicht abgebildet ist die interne Evidenz der einzelnen Praxen (persönliche Erfahrung).

Die Auswertung der Literatur hat zudem folgende Bereiche aufgedeckt, in denen weiterer Forschungsbedarf besteht:

- Wie hoch ist das Risiko für das Überleben und den Erfolg vollkeramischer Restaurationen bei Patienten mit Bruxismus wirklich? Wie im Zusammenhang mit Schlüsselfrage 2 erläutert ist davon auszugehen, dass Patienten mit Bruxismus auch in vorhandenen Studien unbemerkt inkludiert wurden. Es bedarf daher Studien, die konsequenter neben den verwandten Werkstoffen die jeweilige funktionelle Situation der Patienten erfassen, darunter das Vorliegen von Bruxismus.
- Wie stark beeinflusst die Wandstärke das Überleben und den Erfolg der verschiedenen keramischen Restaurationswerkstoffe? Bei Lithiumdisilikat ist die von einem führenden Hersteller vorgegebene Mindestschichtstärke jüngst reduziert worden. Tests in Kausimulatoren deuten an, dass noch geringere Schichtstärken möglich sind.
- Wie stark beeinflusst die Präparation das Überleben und den Erfolg der verschiedenen keramischen Restaurationen? Bei der Präparation von Keramik-Inlays ist bekannt, dass die Form der Präparation die klinische Bewährung entscheidend beeinflusst. Dies gilt auch für die Behandlung mit Keramik-Veneers. Unklar ist, inwieweit dies auch für die Behandlung mit Kronen zutrifft.
- Wie sehr unterscheiden sich die verschiedenen Zirkonoxidkeramik-Generationen (3Y-TZP, 4Y-TZP, 5Y-TZP) bezüglich ihrer klinischen Bewährung? Es wurden in den letzten Jahren unterschiedliche Generationen von Zirkonoxidkeramik in den Markt eingeführt, die sich in der Materialzusammensetzung und in der Farbadaptation stark unterscheiden. Wie sehr unterscheiden sie sich in Bezug auf die Eignung für die verschiedenen Restaurationstypen. Selbiges gilt für Kombinationen verschiedener Werkstoffe in „modifizierten Keramiken“ (z.B. Keramische Verbundwerkstoffe).
- Zudem fehlen Langzeitdaten zum Überleben und Erfolg von mehrgliedrigen/langspannigen Brücken und rein monolithisch hergestellten Restaurationen, vor allem in Bezug auf Zirkonoxidkeramiken.

11 Literaturverzeichnis

1. Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992;6:2-89.
2. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* 2015;114:587-593.
3. Becker M, Chaar MS, Garling A, Kern M. Fifteen-year outcome of posterior all-ceramic inlay-retained fixed dental prostheses. *J Dent* 2019;103:174.
4. Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H. Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. *Int J Prosthodont* 2012;25:70-78.
5. Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *J Dent* 2017;63:1-7.
6. Bömcke W, Rammelsberg P, Stober T, Schmitter M. Short-Term Prospective Clinical Evaluation of Monolithic and Partially Veneered Zirconia Single Crowns. *J Esthet Restor Dent* 2017;29:22-30.
7. Burke FJ, Crisp RJ, Cowan AJ, Lamb J, Thompson O, Tulloch N. Five-year clinical evaluation of zirconia-based bridges in patients in UK general dental practices. *J Dent* 2013;41:992-999.
8. Chaar MS, Kern M. Five-year clinical outcome of posterior zirconia ceramic inlay-retained FDPs with a modified design. *J Dent* 2015;43:1411-1415.
9. Chirumamilla G, Goldstein CE, Lawson NC. A 2-year Retrospective Clinical study of Enamic Crowns Performed in a Private Practice Setting. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:231-237.
10. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989;23:45-61.
11. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater* 2013;29:419-426.
12. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299-307.
13. Dhima M, Paulusova V, Carr AB, Rieck KL, Lohse C, Salinas TJ. Practice-based clinical evaluation of ceramic single crowns after at least five years. *J Prosthet Dent* 2014;111:124-130.
14. Dogan S, Raigrodski AJ, Zhang H, Mancl LA. Prospective cohort clinical study assessing the 5-year survival and success of anterior maxillary zirconia-based crowns with customized zirconia copings. *J Prosthet Dent* 2017;117:226-232.
15. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:503-509.
16. Esquivel-Upshaw JF, Kim MJ, Hsu SM, et al. Randomized clinical study of wear of enamel antagonists against polished monolithic zirconia crowns. *J Dent* 2018;68:19-27.
17. Fages M, Raynal J, Tramini P, Cuisinier FJ, Durand JC. Chairside Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture All-Ceramic Crown and Endocrown Restorations: A 7-Year Survival Rate Study. *Int J Prosthodont* 2017;30:556-560.
18. Fradeani M, Aquilano A, Corrado M. Clinical experience with In-Ceram Spinell crowns: 5-year follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:525-533.
19. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int* 2005;36:105-113.
20. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int* 2002;33:503-510.
21. Garling A, Sasse M, Becker MEE, Kern M. Fifteen-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic. *J Dent* 2019; Oct;89:103178

22. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Investig* 2013;17:275-284.
23. Güncü MB, Cakan U, Muhtarogullari M, Canay S. Zirconia-based crowns up to 5 years in function: a retrospective clinical study and evaluation of prosthetic restorations and failures. *Int J Prosthodont* 2015;28:152-157.
24. Habibi Y, Dawid MT, Waldecker M, Rammelsberg P, Bömicke W. Three-year clinical performance of monolithic and partially veneered zirconia ceramic fixed partial dentures. *J Esthet Restor Dent* 2020;
25. Haff A, Lof H, Gunne J, Sjögren G. A retrospective evaluation of zirconia-fixed partial dentures in general practices: an up to 13-year study. *Dent Mater* 2015;31:162-170.
26. Harder S, Wolfart S, Eschbach S, Kern M. Eight-year outcome of posterior inlay-retained all-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 2010;38:875-881.
27. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Hillis SL. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2000;83:396-401.
28. Höland W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000;53:297-303.
29. Ichim I, Li Q, Li W, Swain MV, Kieser J. Modelling of fracture behaviour in biomaterials. *Biomaterials* 2007;28:1317-1326.
30. Ioannidis A, Bindl A. Clinical prospective evaluation of zirconia-based three-unit posterior fixed dental prostheses: Up-to ten-year results. *J Dent* 2016;47:80-85.
31. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am* 2004;48:viii, 513-530.
32. Keough BE, Kay HB, Sager RD, Keen E. Clinical performance of scientifically designed, hot isostatic-pressed (HIP'd) zirconia cores in a bilayered all-ceramic system. *Compend Contin Educ Dent* 2011;32:58-68.
33. Kern M. Klinische Langzeitbewährung von zwei- und einflügeligen Adhäsivbrücken aus Vollkeramik. *Quintessenz* 2005;231-239
34. Kern M. Misserfolge vermeiden – adäquate Retentions- und Widerstandsform von Brückenpfeilern. *Quintessenz* 2011;62:1017-1023
35. Kern M, Beuer F, Frankenberger R, et al. (2015): Vollkeramik auf einen Blick. In: Leitfaden zur Indikation, Werkstoffauswahl, Vorbereitung und Eingliederung von vollkeramischen Restaurationen. Ettligen: Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.
36. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent* 2017;65:51-55.
37. Kern M, Sasse M. Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. *J Adhes Dent* 2011;13:407-410.
38. 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.
39. Kerschbaum T. Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz. *Quintessenz* 2004;55:1113-1126.
40. Kerschbaum T. Metallkeramik - ein halbes Jahrhundert im Dienste der Patienten. *Zahnärztl Mitt* 2006;96:2716-2722
41. Kerschbaum T, Faber FJ, Noll FJ, et al. Komplikationen von Cercon-Restaurationen in den ersten fünf Jahren. *Dtsch Zahnärztl Z* 2009;64:81-89
42. Kokubo Y, Sakurai S, Tsumita M, Ogawa T, Fukushima S. Clinical evaluation of Procera AllCeram crowns in Japanese patients: results after 5 years. *Journal of oral rehabilitation* 2009;36:786-791.
43. Kokubo Y, Tsumita M, Sakurai S, Suzuki Y, Tokiniwa Y, Fukushima S. Five-year clinical evaluation of In-Ceram crowns fabricated using GN-I (CAD/CAM) system. *Journal of oral rehabilitation* 2011;38:601-607.
44. Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, et al. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J* 2014;33:705-710.

45. Lops D, Mosca D, Casentini P, Ghisolfi M, Romeo E. Prognosis of zirconia ceramic fixed partial dentures: a 7-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2012;25:21-23.
46. Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ. From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *J Dent Res* 2016;95:487-495.
47. Makarouna M, Ullmann K, Lazarek K, Boening KW. Six-year clinical performance of lithium disilicate fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2011;24:204-206.
48. Malament KA, Natto ZS, Thompson V, Rekow D, Eckert S, Weber HP. Ten-year survival of pressed, acid-etched e.max lithium disilicate monolithic and bilayered complete-coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position and age. *J Prosthet Dent* 2019;121:782-790.
49. Marquardt P, Strub JR. Survival rates of IPS empress 2 all-ceramic crowns and fixed partial dentures: results of a 5-year prospective clinical study. *Quintessence Int* 2006;37:253-259.
50. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001;85:61-66.
51. Micheelis WS. Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland. IdDZ, 2006.
52. Molin MK, Karlsson SL. Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont* 2008;21:223-227.
53. Monaco C, Caldari M, Scotti R, Group ACR. Clinical evaluation of 1,132 zirconia-based single crowns: a retrospective cohort study from the AIOP clinical research group. *Int J Prosthodont* 2013;26:435-442.
54. Monaco C, Llukacej A, Baldissara P, Arena A, Scotti R. Zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth: 5-year results of a randomized controlled clinical study. *J Dent* 2017;65:56-63.
55. 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.
56. Mourshed B SA, Alfagih , Samran A, Abdulrab S, Kern M. Anterior Cantilever Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses: A Review of the Literature. *J Prosthodont* 2018; Mar;27(3):266-275
57. Nejatidanesh F, Moradpoor H, Savabi O. Clinical outcomes of zirconia-based implant- and tooth-supported single crowns. *Clin Oral Investig* 2016;20:169-178.
58. Odman P, Andersson B. Procera AllCeram crowns followed for 5 to 10.5 years: a prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2001;14:504-509.
59. Örtorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 5-year retrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. *J Dent* 2012;40:527-530.
60. Otto T, Mörmann WH. Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. *Int J Comput Dent* 2015;18:147-161.
61. Passia N, Chaar MS, Kern M. Outcome of posterior fixed dental prostheses made from veneered zirconia over an observation period of up to 13 years. *J Dent* 2019;86:126-129.
62. Passia N, Stampf S, Strub JR. Five-year results of a prospective randomised controlled clinical trial of posterior computer-aided design-computer-aided manufacturing ZrSiO₄ -ceramic crowns. *J Oral Rehabil* 2013;40:609-617.
63. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20:1-25.
64. Pihlaja J, Napankangas R, Raustia A. Outcome of zirconia partial fixed dental prostheses made by predoctoral dental students: A clinical retrospective study after 3 to 7 years of clinical service. *J Prosthet Dent* 2016;116:40-46.
65. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007;18 Suppl 3:97-113.

66. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007;18 Suppl 3:73-85.
67. Pjetursson BE, Tan, W.C., Tan, K., Brägger, U., Zwahlen, M., Lang, N.P. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 19 2008;131-141.
68. Raigrodski AJ, Yu A, Chiche GJ, Hochstedler JL, Mancl LA, Mohamed SE. Clinical efficacy of veneered zirconium dioxide-based posterior partial fixed dental prostheses: five-year results. *J Prosthet Dent* 2012;108:214-222.
69. Rathmann F, Bomicke W, Rammelsberg P, Ohlmann B. Veneered zirconia inlay-retained fixed dental prostheses: 10-Year results from a prospective clinical study. *J Dent* 2017;64:68-72.
70. Rauch A, Reich S, Dalchau L, Schierz O. Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns:10-year results. *Clin Oral Investig* 2018;22:1763-1769.
71. Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2013;26:164-171.
72. Rinke S, Kramer K, Burgers R, Roediger M. A practice-based clinical evaluation of the survival and success of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 5-year results. *J Oral Rehabil* 2016;43:136-144.
73. Rinke S, Wehle J, Schulz X, Burgers R, Rodiger M. Prospective Evaluation of Posterior Fixed Zirconia Dental Prostheses: 10-Year Clinical Results. *Int J Prosthodont* 2018;31:35-42.
74. Sailer I, Balmer M, Husler J, Hämmerle CHF, Kanel S, Thoma DS. 10-year randomized trial (RCT) of zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 2018;76:32-39.
75. Sailer I, Bonani T, Brodbeck U, Hämmerle CH. Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *Int J Prosthodont* 2013;26:443-450.
76. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2007;18 Suppl 3:86-96.
77. Sasse M, Kern M. CAD/CAM single retainer zirconia-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: clinical outcome after 5 years. *Int J Comput Dent* 2013;16:109-118.
78. Sax C, Hämmerle CH, Sailer I. 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. *Int J Comput Dent* 2011;14:183-202.
79. Schmitt J, Goellner M, Lohbauer U, Wichmann M, Reich S. Zirconia posterior fixed partial dentures: 5-year clinical results of a prospective clinical trial. *Int J Prosthodont* 2012;25:585-589.
80. Schmitter M, Boemicke W, Stober T. Bruxism in prospective studies of veneered zirconia restorations-a systematic review. *Int J Prosthodont* 2014;27:127-133.
81. Schmitter M, Mussotter K, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Clinical performance of long-span zirconia frameworks for fixed dental prostheses: 5-year results. *Journal of oral rehabilitation* 2012;39:552-557.
82. Seghi RR, Daher T, Caputo A. Relative flexural strength of dental restorative ceramics. *Dent Mater* 1990;6:181-184.
83. Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1995;74:145-150.
84. Silva NR, Thompson VP, Valverde GB, et al. Comparative reliability analyses of zirconium oxide and lithium disilicate restorations in vitro and in vivo. *J Am Dent Assoc* 2011;142 Suppl 2:4S-9S.
85. Simeone P, Gracis S. Eleven-Year Retrospective Survival Study of 275 Veneered Lithium Disilicate Single Crowns. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015;35:685-694.

86. Sola-Ruiz MF, Agustin-Panadero R, Fons-Font A, Labaig-Rueda C. A prospective evaluation of zirconia anterior partial fixed dental prostheses: Clinical results after seven years. *J Prosthet Dent* 2015;113:578-584.
87. Sola-Ruiz MF, Lagos-Flores E, Roman-Rodriguez JL, Highsmith Jdel R, Fons-Font A, Granell-Ruiz M. Survival rates of a lithium disilicate-based core ceramic for three-unit esthetic fixed partial dentures: a 10-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2013;26:175-180.
88. Sorrentino R, De Simone G, Tete S, Russo S, Zarone F. Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2012;16:977-985.
89. Sorrentino R, Galasso L, Tetè S, De Simone G, Zarone F. Clinical evaluation of 209 all-ceramic single crowns cemented on natural and implant-supported abutments with different luting agents: a 6-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:184-197.
90. Spitznagel FA, Scholz KJ, Vach K, Gierthmuehlen PC. Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic Network CAD/CAM Single Crowns: Three-Year Mid-Term Results of a Prospective Clinical Study. *Int J Prosthodont* 2020;33:160-168.
91. Steeger B. Survival analysis and clinical follow-up examination of all-ceramic single crowns. *Int J Comput Dent* 2010;13:101-119.
92. Stober T, Heuschmid N, Zellweger G, Rousson V, Rues S, Heintze SD. Comparability of clinical wear measurements by optical 3D laser scanning in two different centers. *Dent Mater* 2014;30:499-506.
93. Strub JR, Kern M, Türp JC, Wittkowski S, Heydecke G, Wolfart S. Curriculum Prothetik II. Artikulatoren - Ästhetik - Werkstoffkunde - Festsitzende Prothetik. Berlin: Quintessenz, 2011.
94. Strub JR, Stiffler S, Schärer P. Causes of failure following oral rehabilitation: biological versus technical factors. *Quintessence Int* 1988;19:215-222.
95. Tartaglia GM, Sidoti E, Sforza C. Seven-year prospective clinical study on zirconia-based single crowns and fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2015;19:1137-1145.
96. Teichmann M, Gockler F, Weber V, Yildirim M, Wolfart S, Edelhoff D. Ten-year survival and complication rates of lithium-disilicate (Empress 2) tooth-supported crowns, implant-supported crowns, and fixed dental prostheses. *J Dent* 2017;56:65-77.
97. Toman M, Toksavul S. Clinical evaluation of 121 lithium disilicate all-ceramic crowns up to 9 years. *Quintessence Int* 2015;46:189-197.
98. Valenti M, Valenti A. Retrospective survival analysis of 261 lithium disilicate crowns in a private general practice. *Quintessence Int* 2009;40:573-579.
99. Valenti M, Valenti A. Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation. *Int J Esthet Dent* 2015;10:246-257.
100. Vigolo P, Mutinelli S. Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study. *J Prosthodont* 2012;21:265-269.
101. Walton TR. A 10-year longitudinal study of fixed prosthodontics: clinical characteristics and outcome of single-unit metal-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1999;12:519-526.
102. Walton TR. The up to 25-year survival and clinical performance of 2,340 high gold-based metal-ceramic single crowns. *Int J Prosthodont* 2013;26:151-160.
103. Wendler M, Belli R, Petschelt A, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dent Mater* 2017;33:99-109.
104. Wolleb K, Sailer I, Thoma A, Menghini G, Hämmerle CH. Clinical and radiographic evaluation of patients receiving both tooth- and implant-supported prosthodontic treatment after 5 years of function. *Int J Prosthodont* 2012;25:252-259.
105. Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res* 2018;97:140-147.

Version:	2.0
Erstveröffentlichung:	08/2014
Überarbeitung von:	03/2021
Nächste Überprüfung geplant:	02/2026

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online