



Punkte sammeln
auf ...
SpringerMedizin.at

ZFP-Fortbildung

C. Frese, H. J. Staehle und D. Wolff

Universitätsklinikum Heidelberg
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde

Faserverstärkte Komposite Materialspezifische Eigenschaften und klinische Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung

Das Konzept der minimalinvasiven Zahnheilkunde bietet aufgrund der defektorientierten Vorgehensweise günstige Voraussetzungen für die Verwendung von adhäsiv verankerten und plastisch verarbeitbaren Kompositmaterialien. Im Bereich der Zahnerhaltungskunde existieren seit längerem die faserverstärkten Komposite (FRCs). Hierbei werden anorganische Fasern durch funktionelle Anbindung in eine organische Phase (methacrylatbasierte Harzmatrix) integriert. Dieser Beitrag stellt materialspezifische Eigenschaften von FRC-Materialien sowie Aspekte zu deren biologischer Verträglichkeit vor. Zudem werden die auf dem Dentalmarkt verfügbaren Materialien präsentiert. Ein praktisches Fallbeispiel zur direkten Herstellung einer faserverstärkten Kompositbrücke rundet den Beitrag ab.

Schlüsselwörter

Faserverstärkte Komposite, Matrixzusammensetzung, Biologische Verträglichkeit, Faserorientierung, minimalinvasive Restaurationstechniken

Dieser Beitrag erschien ursprünglich in der Zeitschrift wissen kompakt 2015 · 9:179–187, DOI 10.1007/s11838-015-0013-4; Online publiziert: 6. Oktober 2015. Die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung ist nur einmal möglich.

ZFP-Literaturstudium als Teil des Zahnärztlichen Fortbildungsprogramms der Österreichischen Zahnärztekammer (ZFP-ÖZÄK)

Teilnahme- möglichkeiten

Kostenfrei im Rahmen der Mitgliedschaft der Österreichischen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ÖGZMK)

Approbation

Diese Fortbildungseinheit ist mit 2 ZFP-Punkten approbiert und von der Österreichischen Zahnärztekammer anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin
Susanna Hinterberger
E-Mail: susanna.hinterberger@springer.at
SpringerMedizin.at

LERNZIELE

Nach der Lektüre dieses Beitrages

- kennen Sie unterschiedliche Arten neuartiger faserverstärkter Kompositmaterialien
- wissen Sie um die materialspezifischen Unterschiede von faserverstärkten Kompositmaterialien und deren Auswirkungen auf den klinischen Einsatz
- haben Sie einen Überblick über die biologische Verträglichkeit faserverstärkter Komposite
- kennen Sie verschiedene Restaurationstechniken für den klinischen Einsatz von faserverstärkten Kompositen
- haben Sie einen Überblick über das klinische Vorgehen bei der Herstellung einer faserverstärkten Kompositbrücke

Einleitung

Faserverstärkte Komposite (FRCs) sind dafür bekannt, sehr gute mechanische Eigenschaften aufzuweisen und werden daher seit langem in technischen Bereichen wie Schiffbau, Luftfahrt, Fahrzeugbau und bei der Erzeugung von Windenergie eingesetzt [1, 2]. Im zahnmedizinischen Bereich wurden FRCs bereits Anfang der 1960er Jahre in der Zahntechnik entwickelt, um **Prothesenbasen** zu verstärken [3]. Aus werkstoffkundlicher Sicht bestand das zentrale Problem jedoch im dauerhaften chemischen Verbund zwischen Fasern und Kompositmatrix und Lösungen hierfür bedurften zunächst intensiver Weiterentwicklung [4]. Eine erfolgreiche chemische Verbindung von Faser- und Komposittechnologie war der erste Schritt, um die mechanischen Defizite konventioneller metacrylatbasierter Kompositmaterialien wie Polymerisations-schrumpfung, Frakturstabilität und Sprödigkeit auszugleichen und einen dauerhaften klinischen Einsatz in der Zahnheilkunde zu ermöglichen.

Materialspezifische Unterschiede von faserverstärkten Kompositen

Auf dem Dentalmarkt gibt es zahlreiche FRC-Materialien, die sich anhand der Faseranordnung, der Faseranzahl sowie der Fasertypen wie z. B. Silikatglas (E-Glass (Electrical-Glass), S-Glass (Strength-Glass), R-Glass (Resistance Glass) und Polyethylen-Fasern unterscheiden (☞ **Tabelle 1**).

Einen dauerhaften Verbund zwischen organischem (Harzmatrix der Komposite) und anorganischem Anteil (Fasern) ermöglicht eine Silanisierung oder Plasmasbeschichtung der Fasern [5]. Die Kompositmatrix, die die silanisierten Fasern umgibt, besteht entweder aus Dimethacrylat-Monomeren (z. B. bis-GMA, UDMA, TEGDMA), die nach Lichtpolymerisation ein quervernetztes Polymer (CLP-Matrix) ausbilden oder die Matrix ist aus zwei Polymeren (z. B. Bis-GMA und PMMA) zusammengesetzt, die ein semi-interpenetrierendes Polymernetzwerk (Semi-IPN) bilden [5].

Bei einem direkten intraoralen Herstellungsprozess beruht die Verbindung von Restaurationskompositen und FRC-Materialien in der Regel auf der Anwesenheit einer nicht-polymerisierten Oberflächenschicht aus freien Monomeren, der sog. Sauerstoffinhibitions-schicht (OIL).

Bei einer intraoralen Reparatur oder bei einer indirekten bzw. **Chairside-Anfertigung** einer FRC-Restauration ist die OIL am bereits auspolymerisierten Werkstück jedoch nicht mehr vorhanden. Hier können zum chemischen Verbund zwischen gealtertem FRC-Material und frischem Restaurationskomposit nur noch wenige verbliebene residuale Monomere mit funktionellen Gruppen im FRC-Material dienen. In solchen Fällen scheint die semi-IPN Struktur hinsichtlich des Reparaturpotentials überlegen, denn sie erlaubt eine Diffusion von frischen Monomeren in das bestehende Polymernetzwerk [5, 6]. Für die klinische Anwendung in der minimalinvasiven Zahnerhaltungskunde eignen sich Materialien, die in einem semi-IPN auspolymerisieren insbesondere, wenn vorgefertigte FRC-Präparate wie beispielsweise Wurzelkanalstifte intraoral verwendet werden oder wenn Reparaturen und/oder extraorale Anfertigungen von FRC-Werkstücken wie z.B. faserverstärkten Kompositbrücken (FRC-Brücken) notwendig werden. FRC-Materialien, die nach Lichtpolymerisation ein quervernetztes Polymer (CLP-Matrix) ausbilden, eignen sich im klinischen Einsatz besonders gut für die direkte Herstellung von FRC-Restaurationen wie beispielsweise Verblockungen, Schienungen oder direkte FRC-Brücken.

Biologische Verträglichkeit

In der klinischen Praxis werden FRC-Materialien unter anderem als Gerüste bei FRC-Brücken oder zur Verstärkung von **parodontalen Verblockungen** angewendet. Hierbei existiert oft ein kleiner interokklusaler Abstand in der vertikalen oder horizontalen Dimension, so dass das FRC-Material nur mit einer dünnen Schicht Komposit verkleidet werden kann. Folglich ist es möglich, dass FRCs in direkten Kontakt mit der Mundschleimhaut und dem Speichel kommen [7].

KONVENTIONELLE
METACRYLATBASIERTE
KOMPOSITMATERIALIEN
WEISEN POLYMERISATI-
ONSSCHRUMPUNG
UND SPRÖDIGKEIT
AUF

FASERTYPEN SIND
SILIKATGLAS, E-GLASS,
S-GLASS, R-GLASS UND
POLYETHYLENFASERN

DIE MATRIX EINES
SEMI-IPN BESTEHT
AUS 2 POLYMEREN,
BIS-GMA UND
PMMA

ZUR VERBINDUNG
VON RESTAURATIONS
KOMPOSITEN
UND FRC-MATERIALIEN
BEDARF ES BEI EINEM
DIREKTEN HERSTEL-
LUNGSPROZESS
DER SAUERSTOFF-
INHIBITIONSSCHICHT

Name	<i>everStick® PERIO, C&B, ORTHO everStick® NET^a</i>	<i>EverX Posterior®</i>	<i>GrandTec®</i>	<i>Tender Fiber®</i>	<i>Dentapreg® PFU</i>
Hersteller	GC	GC	Voco	Micerium	ADM
	Leuven	Leuven	Cuxhaven	Avegno	Brno
	Belgien	Belgien	Deutschland	Italien	Tschechische Republik
Matrixtyp	Semi-IPN	Semi-IPN	CLP	CLP	CLP
Monomere	PMMA, Bis-GMA	PMMA, Bis-GMA, TEGDMA	UDMA, TEGDMA	Bis-GMA	Bis-GMA, TEGDMA
Fasern	E-Glass	E-Glass	R-Glass	„Glass fibres“, Glasfaser	S2-Glass
Faseranteil (Vol-%)	60 % wt% ^a	54 %	35–40 %	54,8 % wt% ^a	35–45 %
Anzahl der Fasern	2000, 4000, 1600	–	4000–4500	6400	8300
Netzstärke	0,6 mm	–	–	–	–
Anordnung der Fasern	Unidirektional orthogonal (NET)	Zufällig	Unidirektional	Unidirektional	Unidirektional
Beschichtung der Fasern	Epoxysilan	Unbekannt	Silan	Silan	Plasmabeschichtung (PECVD)

E „electric“, *S* „strength“, *R* „resistance“, *Semi-IPN* Semi-Interpenetrations-Polymer-Netzwerk, *CLP* „cross-linked polymer“, quervernetztes Polymer; *PMMA* Polymethylmethacrylat, *Bis-GMA* Bisphenol-A-Glycidylmethacrylat, *TEGDMA* Triethylenglycol-dimethacrylat, *PECVD* „plasma-enhanced chemical vapour deposition“, plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung.
Vol-% Volumenprozent.
^a*wt%* Massenanteil. Der exakte Volumenprozentanteil wurde vom Hersteller nicht angegeben.

Seitens der Hersteller wird eine Überschichtung des FRC-Stranges mit einem Restaurationskomposit oder einem fließfähigen Komposit empfohlen, um eine intraorale Hydrolyse und Degradation des Polymernetzwerkes zu verhindern. Zusätzlich zur altersbedingten Hydrolyse und Degradation des Siloxannetzwerkes wurde gezeigt, dass abhängig von ihrer Zusammensetzung und dem Konversionsgrad (DC%), Kompositmaterialien freie Restmonomere und weitere Komponenten wie beispielsweise Initiatoren, Aktivatoren und Inhibitoren in wässrigen Lösungen freisetzen können [8–11]. Diese **Alterungsprozesse** sowie man-

gelnde Überschichtung der FRC-Materialien begünstigen den Verschleiß der FRC-Werkstücke und führen zur Freisetzung von Ionen und weiteren Hydrolyseprodukten [12]. Obwohl zellirritierende Effekte von methacrylatbasierten Kompositen und faserverstärkten Kompositen nicht auszuschließen sind, haben eigene in-vitro Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe zur Biokompatibilität von FRC-Materialien gezeigt, dass für alle bisher auf dem Markt erhältlichen FRC-Materialien eine geringe Zytotoxizität im überschichteten und nicht überschichteten Zustand besteht [4, 13]. →

Tabelle 1 ▲
Auflistung verfügbarer Materialien für faserverstärkte Komposite (FRC)

FRC MIT QUERVERNETZTER MATRIX EIGNEN SICH GUT FÜR DIREKTE RESTAURATIONEN

DIE ÜBERSCHICHTUNG DES FRCSTRANGS MIT EINEM RESTAURATIONSKOMPOSIT VERHINDERT INTRAORALE HYDROLYSE

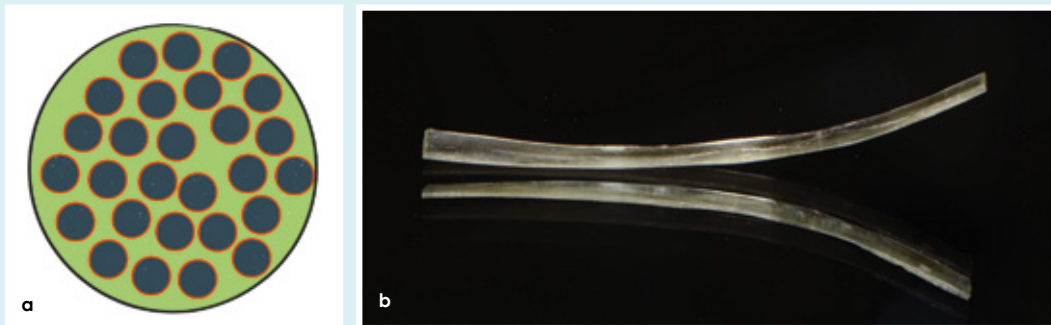
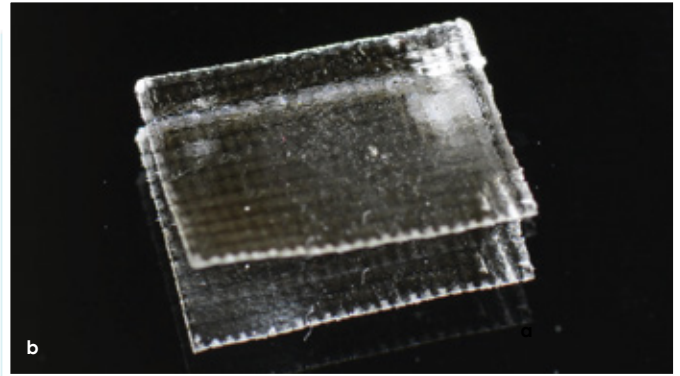
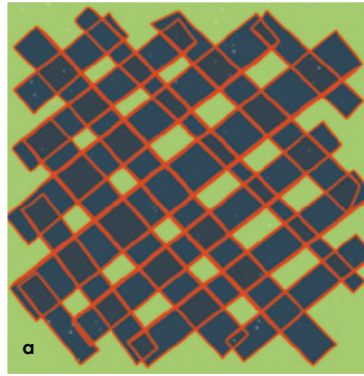


Abb. 1
a Schematische Darstellung einer unidirektionalen Faserorientierung. Grau Faser, grün methacrylatbasierte Harzmatrix, rot Silan. **b** Unidirektionaler Faserstrang, Durchmesser und Dicke des FRC-Strangs variiert je nach Faseranzahl im Produkt und Hersteller

EINE UNIDIREKTIONALE
ORIENTIERUNG
DER FASERN EIGNET
SICH FÜR RETAINER
NACH KFO-THERAPIE,
PARODONTALE
VERBLOCKUNGEN UND
GERÜSTE FÜR
FASERVERSTÄRKTE
KOMPOSITBRÜCKEN

FASERN MIT ZUFÄLLIGER
ANORDNUNG
WERDEN BEI TIEF
ZERSTÖRTEN ZÄHNEN
EINGESETZT

DIE RESTAURATION AN
DEN KLEBEFLÜGELN
FÜHRTE DURCH EIN
METALLGERÜST
ZU EINER ÄSTHETISCHEN
BEEINTRÄCHTIGUNG



▲ Abb. 2

a Schematische Darstellung einer orthogonalen Faserorientierung. Grau Faser, grün methacrylatbasierte Harzmatrix, rot Silan. **b** FRC-Netz mit orthogonalen Faserverlauf, Dicke des FRC-Netzes 0,6 mm (EverStick NET, GC, Leuven, Belgien)

Orientierung der Fasern

Bei der Planung um Umsetzung von Therapiekonzepten unter Einbeziehung von FRC-Materialien ist die Orientierung der Fasern ausschlaggebend für das Indikationsfeld:

Hierbei unterscheidet man zwischen:

- (i) einer unidirektionalen Orientierung der Fasern im Faserstrang und bei Wurzelkanalstiften (☞ Abb. 1a und b) zur Herstellung von FRC-Verblockungen, Retainern nach KFO-Therapie oder FRC-Brücken zum Ersatz von Einzelzähnen im Front- oder Seitenzahnbereich;
- (ii) einer **orthogonalen Faserorientierung** im FRC-Netz zur internen Verstärkung direkter Kompositaufbauten oder bukkalen Verblockung von Zähnen oder Reparaturen/Verstärkung von Veneers (☞ Abb. 2a und b) und
- (iii) einer zufälligen Anordnung kurzer Fasern im Bulk Fill Komposit als Stumpfaufbaumaterial z.B. bei endodontisch tief zerstörten und „ausgehölten“ Zähnen (☞ Abb. 3a und b).

Einsatzgebiete

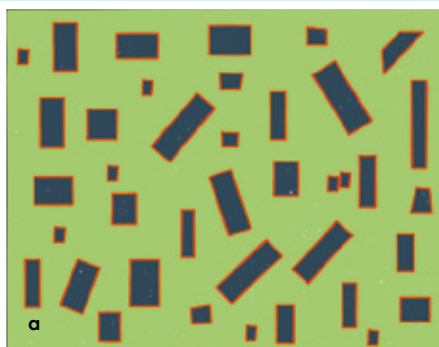
Die Einsatzbereiche für faserverstärkte Komposite in der Zahnheilkunde sind vielfältig. Heute finden faser-

verstärkte Komposite Anwendung in vielen Bereichen der Zahnmedizin, zum Beispiel zur Verstärkung von Prothesenbasen herausnehmbarer Prothesen [14, 15], zur Verstärkung von Kompositbrücken [16–24], als faserverstärkte Wurzelstifte [25, 26], für parodontale Verblockungen [27–29], als kieferorthopädische Retainer [30], bei der Reparatur von Keramikveneers sowie als semipermanenter Ersatz eines Zahnes bei der Einheilung von Implantaten [31]. Außerdem zeigen FRC-Implantate und Knochenersatzmaterialien mit osteokonduktiver Kapazität eine **gute Biokompatibilität**, gepaart mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften [8, 10, 32–37].

Klinisches Fallbeispiel einer direkten FRC-Brücke

Anamnese und Befunde

Eine 22-jährige Bürokauffrau stellte sich aufgrund ästhetischer und funktioneller Probleme an einer **Marylandbrücke** der Zähne 32–41 (Zahn 31 fehlt) in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten des Universitätsklinikums Heidelberg vor. Bei der Erhebung der allgemeinen Anamnese gab die Patientin keine Allgemeinerkrankungen an, sie rauchte nicht und nahm



▲ Abb. 3

a Schematische Darstellung einer zufälligen Anordnung kurzer Fasern. Grau Faser, grün methacrylatbasierte Harzmatrix, rot Silan. **b** Bulkfillkomposit mit kurzen Faseranteilen (EverXPosterior, GC, Leuven, Belgien). FRC-Material kann zum Kernaufbau/Dentinersatz eingesetzt werden und sollte mit etwa 1 mm polierbarem Restauraionskomposit überschichtet werden

▲ **Abb. 4**

a Ausgangssituation: Maryland-Brücke der Zähne 31–42. Klebeflügel weisen ein Metallgerüst auf, das durch die grauzilen Unterkieferfrontzähne sichtbar ist. Nebenbefund: Umschriebene Opazität an Zahn 31. **b** Zustand nach Entfernung der metallischen Klebebrücke und Reinigung der Pfeilerzähne. **c** Zustand nach Legen von Kofferdam mit Ligaturen aus Zahnseide. **Cave:** Kofferdam liegt zervikal an schlanken Unterkieferzähnen oftmals nicht eng genug an (Pfeil), hier empfiehlt sich eine zusätzliche Abdichtung mit „flüssigem“ Kofferdam-Material (s. auch e). **d** Design des FRC-Gerüsts und anschließende Überdeckung des FRC-Strangs mit einem Opaker. **Cave:** Beim Ersatz von Frontzähnen sollte sich der FRC-Strang möglichst weit inzisal befinden, um Scherkräften ausreichend standzuhalten (Pfeil). **e** Zustand nach direkter intraoraler Modellation des Pontics. **f** Therapieergebnis unmittelbar nach der Behandlung. **g** Anpassung einer passgenauen Interdentalraumbürste zur Reinigung und Demonstration

keine Medikamente ein. Zum Zeitpunkt der Erstvorstellung hatte die Patientin keine Schmerzen, keine Zahnlockerungen und keine erhöhten Sondierungstiefen der Zähne 32 und 41, die eine positive Sensibilität im Kältetest mit Kohlesäureschnee aufwiesen. Da die Restauration an den Klebeflügeln ein Metallgerüst aufwies, kam es an den grauzilen Unterkieferfrontzähnen zu einer ästhetischen Beeinträchtigung, die seitens der Patientin als Einschränkung empfunden wurde (☞ **Abb. 4a**). Sie äußerte den Wunsch einer kostengünstigen, minimalinvasiven und vor allem **zahnfarbenen Restauration** in diesem Bereich.

Der Patientin wurden verschiedene Behandlungsoptionen unter Abwägung der Vor- und Nachteile ausführlich erläutert. Sie wurde darauf aufmerksam gemacht, dass für FRC-Brücken nur mittelfristige Untersuchungen (bis 4,5 Jahre) vorliegen [38] und deswegen keine Langzeitprognose für die Haltbarkeit gegeben werden kann. Andererseits sind FRC-Brücken je nach klinischer Gegebenheit minimal- oder non-invasiv und ermöglichen den vollständigen Zahnhartsubstanzverlust der Zähne 41 und 32.

Für die Patientin stand eine kostengünstige, zahn-schonende und vor allem zahnfarbene Restauration in diesem Bereich im Vordergrund und sie entschied sich unter Abwägung aller Vor- und Nachteile für eine FRC-Brücke. Der zu ersetzende Zahn 31 soll hierbei direkt mittels Komposit intraoral aufgebaut werden.

Behandlungsdurchführung

Zu Anfang wurde die bestehende Restauration entfernt (☞ **Abb. 4b**). Nach Reinigung der Zähne und Bestimmung der Zahnfarbe erfolgte die absolute Trockenlegung der Unterkieferfrontzähne mittels Anlegen von Kofferdam und Ligaturen von Zahn 33 nach Zahn 43 (☞ **Abb. 4c**). Um die korrekte Länge des glasfaserverstärkten Kompositstranges zu bestimmen, wurde die **Lückendistanz** zwischen den lingualen Flächen der Zähne 31 und 42 mit Hilfe eines Gummistreifens und einer Parodontalsonde ausgemessen. Des Weiteren wurden die Oberflächen der Zähne 32 und 41 intraoral angeätzt, abgespült und sanft getrocknet. Ein Primer wurde ca. 20 Sekunden einmassiert und gefülltes Adhäsiv auf die lingualen und approximalen Flächen der Zähne 32 und 41 unter abgedunkelter OP-Leuchte aufgetragen und lichtgehärtet. Eine kleine Menge Flow Komposit wurde auf die linguale Fläche des Zahns 32 aufgetragen, der glasfaserverstärkte Kompositstrang positioniert, unter Zuhilfenahme eines Heide-mannspatels flach angedrückt und initial für ca. 5-10 Sekunden lichtgehärtet. Ebenso erfolgte die Behandlung an Zahn 41. Nach dem Erhärten des faserverstärkten Kompositstrangs, welcher nun das Gerüst für die Überbrückung der Lücke in regio 031 darstellte, erfolgte im Bereich des Brückenzwischengliedes die Überdeckung des Fasergerüsts mit einem Opaker (Monopaque®, Ivoclar Vivadent) (☞ **Abb. 4d**) und

FRC-BRÜCKEN

ERMÖGLICHEN DEN
VOLLSTÄNDIGEN
ZAHNHARTSUBSTANZ-
ERHALT

AN SCHLANKEN

UNTERKIEFERZÄHNEN
EMPFEHLT SICH EINE
ZUSÄTZLICHE ABDICH-
TUNG MIT „FLÜSSIGEM“
KOFFERDAM



▲ **Abb. 5**
a, b Kontrolle nach 3 Jahren. Es zeigen sich keinerlei Unterschiede hinsichtlich des Farbtons und der Transluzenz der FRC-Brücke im Vergleich zu den Nachbarzähnen. Die umschriebene Opazität an Zahn 31 wurde zwischenzeitlich ebenfalls mit Komposit überschichtet

BEIM ERSATZ VON
FRONTZÄHNEN SOLLTE
SICH DER FRC-STRANG
MÖGLICHST WEIT
INZISAL BEFINDEN

SPÄTERE THERAPIE-
ENTSCHEIDUNGEN
SIND DURCH DIE
EINGLIEDERUNG EINER
FRC-BRÜCKE UNBEEIN-
FLUSST

anschließend die Modellation des Pontics 31 in multiadhäsiver Mehrschichttechnik (☞ **Abb. 4e**). Das Fasermaterial wurde durchgehend mit Komposit abgedeckt, um Feuchtigkeit Zutritt und Degradation des FRC-Materials während der intraoralen Liegedauer zu vermeiden.

Es schloss sich die Ausarbeitung der Interdentalräume und der Übergänge mittels sichelförmigem Skalpell (Nr. 12) und Finishing Strips an. Abschließend erfolgte die Formgebung und Vorpolutur mit Finierdiamanten, sowie die Hochglanzpolutur mittels Silikonpolierern und Bürstchen (☞ **Abb. 4f**). Ferner wurde eine **Zahnzwischenraumbürste** passender Größe ausgesucht, um die für Zahnseide von inzisal jetzt nicht mehr zugänglichen Zahnzwischenräume 31/41 und 31/32 suffizient reinigen zu können. Die Vorgehensweise bei der Reinigung wurde mit der Patientin eingehend trainiert (☞ **Abb. 4g**).

Kontrolle nach 3 Jahren

Die bisherige Beobachtungsdauer beträgt 3 Jahre. Es zeigen sich keinerlei Unterschiede hinsichtlich des Farbtons und der Transluzenz der FRC-Brücke im Vergleich zu den Nachbarzähnen (☞ **Abb. 5a und b**). Das Kompositmaterial ist randständig und geht stufenlos in die Zahnhartsubstanz über. Funktionelle Einschränkungen sind nicht erkennbar. Die umgebende Gingiva ist reizlos (Sondierungstiefen generalisiert bis 2 mm, kein Bluten nach Sondieren). Das ästhetische

Erscheinungsbild ist sehr gut. Die Patientin nutzt zur Reinigung der Zahnzwischenräume 31-32 und 32-41 täglich eine individuell angepasste Interdentalraumbürste.

Epikrise

Bei der Versorgung von kleineren Lücken, bei denen ein bis zwei Zähne fehlen und die Nachbarzähne weitgehend unversehrt sind, zeigt diese Behandlungsmethode den Vorteil, dass mit ihr maximal Zahnhartsubstanz schonend gearbeitet werden kann. Somit eignet sie sich vor allem für die Behandlung von Kindern und Jugendlichen. Aber auch erwachsene Patienten, bei denen finanzielle oder persönliche Gründe gegen eine invasivere Vorgehensweise sprechen, können mit dieser **minimalinvasiven Behandlungsmethode** vorübergehend/semipermanent versorgt werden [39].

Durch die Weiterentwicklung der Anfertigungstechniken („Direkte Technik“ oder „Semi-direkte Technik“ [16, 24, 39]) können funktionell, biologisch und ästhetisch hochwertige Brücken hergestellt werden, die den qualitativen Ansprüchen einer laborgefertigten Restauration nahe kommen.

Spätere Therapieentscheidungen sind durch die Eingliederung einer FRC-Brücke unbeeinflusst, jegliche weitere Behandlungsform (Implantat, konventionelle Brücke, adhäsiv befestigte Brücken) kann zu einem späteren Zeitpunkt uneingeschränkt durchgeführt werden.

Fazit für die Praxis

- Unterschiedliche Arten neuartiger faserverstärkter Kompositmaterialien können bei korrekter Indikationsstellung erfolgreich in der restaurativen Zahnheilkunde eingesetzt werden.
- Die materialspezifischen Unterschiede von faserverstärkten Kompositmaterialien (Semi-IPN oder CLP-Matrix) sind ausschlaggebend für das Einsatzgebiet: Semi-IPN Materialien eignen sich gut für Indirekte/Chairside Anfertigungen oder Reparaturen, CLP Materialien für direkte Anfertigungen.
- Die biologischen Eigenschaften faserverstärkter Komposite unterscheiden sich nicht grundlegend von faserfreien Kompositen. Eine Überschichtung von FRC-Materialien mit Flow- oder Restaurationskomposit sollte trotzdem bei allen Materialien erfolgen, um eine intraorale Hydrolyse und Degradation der Fasern zu vermeiden.

Korrespondenzadresse



PD Dr. C. Frese
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde,
Klinik für Mund-, Zahn- und
Kieferkrankheiten
Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400,
69120 Heidelberg
cornelia.frese@med.uni-heidelberg.de

PD Dr. C. Frese absolvierte 2001–2006 das Studium der Zahnmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Seit Oktober 2006 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg. Im Jahr 2007 erfolgte die Promotion, 2010 die Ernennung zur Spezialistin der DGZ in Zahnerhaltung (Präventiv-Restaurativ) und die Ernennung zur Funktionsoberärztin. Ebenfalls 2010 erwarb sie das Zertifikat für Hochschuldidaktik Baden-Württemberg. Die Leitung des Bereichs Patientenaufnahme und Primärversorgung an der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg übernahm sie 2012. 2015 erhielt sie die Venia legendi.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt:

C. Frese, H.J. Staehle und D. Wolff geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie online unter:
springerzahnmedizin.de/wissen-kompakt

ZFP-Literaturstudium

Im Rahmen des Zahnärztlichen Fortbildungsprogramms der Österreichischen Zahnärztekammer (ZFP-ÖZÄK) ist es möglich, durch das Literaturstudium in der stomatologi[e] Punkte für das ZFP zu erwerben.

Nach der Lektüre des ZFP-Artikels beantworten Sie bitte die Multiple-Choice-Fragen. Durch korrekte Beantwortung von mehr als 6 artikelspezifischen Fragen sind 2 Fortbildungspunkte zu erlangen. Diese 2 Fortbildungspunkte werden durch die korrekte Beantwortung von mindestens zwei Drittel der gestellten Fragen erreicht.

Die Auswertungen werden an die Österreichische Zahnärztekammer weitergeleitet, wo die Punkte auf Ihr Fortbildungskonto gebucht werden.

Schicken Sie diese Seite entweder per Post, Fax oder E-Mail an die Redaktion von Springer-Medizin Wien (z. Hd. Susanna Hinterberger), Prinz-Eugen-Straße 8-10, 1040 Wien, Postfach 11, Fax: 01/3302426, E-Mail: susanna.hinterberger@springer.at

Einsendeschluss: 31. März 2017

Internet: Sie haben die Möglichkeit, den Fragebogen unter **SpringerMedizin.at** herunterzuladen.

? **Was war das erste Einsatzgebiet faserverstärkter Kompositmaterialien in der Zahnheilkunde?**

- ☐ Verblockung von Zähnen
- ☐ Verstärkung von Prothesenbasen
- ☐ Wurzelkanalstifte
- ☐ Plastisches Restaurationsmaterial
- ☐ Knochenersatzmaterial

? **Auf dem Dentalmarkt sind etliche FRC-Materialien mit unterschiedlichen Typen von Fasern erhältlich. Welcher Fasertyp gehört nicht dazu?**

- ☐ E-Glass
- ☐ S-Glass
- ☐ R-Glass
- ☐ F-Glass
- ☐ Polyethylen-Fasern

? **Welche Monomere befinden sich in einer Semi-IPN Matrix?**

- ☐ PMMA und UDMA
- ☐ Bis-GMA und UDMA
- ☐ PMMA und TEGDMA
- ☐ Bis-GMA und TEGDMA
- ☐ PMMA und Bis-GMA

? **Für welche klinische Anwendung eignen sich FRC-Materialien mit einer quervernetzten Matrix besonders gut?**

- ☐ Direkte Restaurationstechniken
- ☐ Reparaturen von FRC-Brücken
- ☐ Indirekte Restaurationstechniken
- ☐ Chairside Herstellung von FRC-Brücken
- ☐ Vorgefertigte Wurzelkanalstifte

? **Wozu kann es bei fehlender intraoraler Übersichtung der FRC-Materialien mit Kompositmaterial kommen?**

- ☐ Chippingfraktur
- ☐ Debonding
- ☐ Hydrolyse
- ☐ Zahnfraktur
- ☐ Allergische Reaktion

? **Wie ist die Faseranordnung im Bulk Fill Material, das für den Kernaufbau tief zerstörter Zähne verwendet werden kann?**

- ☐ Unidirektional
- ☐ Orthogonal
- ☐ Bidirektional
- ☐ Zufällig
- ☐ Intersektional

? **Worauf beruht bei einem direkten intraoralen Herstellungsprozess die Verbindung von Restaurationskompositen und FRC-Materialien in der Regel?**

- ☐ Auf der Anwesenheit der sog. Sauerstoffinhibitionsschicht
- ☐ Auf der Anwesenheit der sog. Monomerinhibitionsschicht
- ☐ Auf der Anwesenheit der sog. Matrixinhibitionsschicht
- ☐ Auf der Anwesenheit der sog. Polymerinhibitionsschicht
- ☐ Auf der Anwesenheit der sog. Silanisierungsschicht

? **Wo sollte das FRC-Gerüst bei der Herstellung einer FRC-Brücke im Frontzahnbereich platziert werden?**

- ☐ Möglichst weit medial
- ☐ Möglichst weit inzisal
- ☐ Möglichst weit zervikal
- ☐ Möglichst weit bukkal
- ☐ Möglichst weit approximal

? **Bei der Planung um Umsetzung von Therapiekonzepten unter Einbeziehung von FRC-Materialien ist die Orientierung der Fasern ausschlaggebend für das Indikationsfeld. Wofür eignen sich Fasern mit unidirektionaler Orientierung im Faserstrang?**

- ☐ Für Reparaturen von Veneers.
- ☐ Zur internen Verstärkung direkter Kompositaufbauten.
- ☐ Zur Herstellung von bukkalen Verblockungen bei Trauma-Zähnen.
- ☐ Zur Herstellung von Retainern nach KFO-Therapie.
- ☐ Zur Verstärkung von Veneers.

? **Wie kann eine zusätzliche Abdichtung des Kofferdams an grazilen Frontzähnen im Unterkiefer durchgeführt werden?**

- ☐ Klebewachs
- ☐ Optosil
- ☐ Alginat
- ☐ Flüssiger Kofferdam
- ☐ Adhäsiv