



Zusammenfassung

Die Sinterverbundtechnik ermöglicht die Herstellung dauerbelastbarer ästhetischer Vollkeramikronen und Brücken, die aufgrund des Zirkonoxidgerüsts konventionell zementiert werden können. Dieser Beitrag liefert einen Überblick über die wichtigsten Faktoren, die für eine erfolgreiche Anwendung dieser Technologie im zahntechnischen Labor beachtet werden sollten.

Indizes

Sinterverbund, Glaslot, Zirkonoxid, Lithiumdisilikat, Brennkurven, Laborschritte

Erfolgsfaktoren beim keramischem Lithiumdisilikat-Zirkonoxid-Sinterverbund

Jan Hajt6, Uwe Gehringer

Im Sinterverbundverfahren hergestellte vollkeramische Restaurationen aus Zirkonoxid und Lithiumdisilikat stellen eine seit mittlerweile mehreren Jahren bewährte, sichere und dauerbelastbare Versorgungsart dar. Der funktionierende Verbund von Lithiumdisilikat und Zirkonoxid mittels einer Keramik wurde im Jahr 2007 von Beuer und Schweiger für IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Ellwangen) beschrieben.⁶ Seit 2009 sind Sinterverbundkronen und -brücken als zentral gefertigte Infix[®]-CAD Produkte von der Firma biodentis (Leipzig) und seit 2010 unter der Bezeichnung CAD-ON[®] von Ivoclar Vivadent für Chairside- und In-Lab-Systeme verfügbar. Sowohl In-vitro-Studien^{1,7,8} als auch der klinische Erfolg bestätigen die hohe Festigkeit und das Ausbleiben von Chippings solcher Kronen und Brücken. Insbesondere auf Implantaten stellen okklusal verschraubte oder zementierte Zirkonoxid-Lithiumdisilikat-Verbundkronen und -brücken im Gegensatz zu handverblendetem Zirkonoxid eine verlässliche funktionelle und ästhetische Option dar.⁵ Für den Zahnarzt bieten Sinterverbundarbeiten den großen Vorteil der einfachen Zementierbarkeit mit konventionellen Zementen. Darüber hinaus ist eine hervorragende farbliche Anpassung an adhäsiv eingesetzte IPS e.max Kronen, Teilkronen, Inlays oder Veneers möglich, da die oberflächliche Verblendung der Sinterverbundkronen und -brücken aus dem gleichen Material besteht.

Einleitung

Trotz der hohen Zuverlässigkeit und ihrer Vorteile hat sich die Sinterverbundtechnik bis heute noch nicht allgemein im Laboralltag etabliert. Der initiale Herstellungsaufwand ist zwar möglicherweise etwas erhöht, jedoch gegenüber dem Aufwand und den Unannehmlichkeiten für Patient, Zahnarzt und Zahntechniker einer Neuanfertigung von fest im Mund eingesetzten und frakturierten Arbeiten aus Sicht der Autoren gerechtfertigt. Mit entsprechender Erfahrung und Routine sowie dem Einsatz von CAD/CAM-Technologie zum Fräsen nicht nur der Zirkonoxidgerüste, sondern auch von Wachsverblendungen im Lost-Wax-Verfahren oder von direkt geschliffenen Lithiumdisilikatverblendungen, kann sich der Aufwand reduzieren. Die Sinterverbundtechnik mittels DCMhotbond fusio ist grundsätzlich sowohl mit IPS e.max PRESS als auch mit IPS e.max CAD möglich. Die Autoren versorgen alle Patienten seit fünf Jahren zum größten Teil mit Sinterverbundrestorationen und beobachten seitdem so gut wie keine Komplikationen.³ Dieser Beitrag soll im Folgenden einige wichtige Gesichtspunkte erläutern, die bei der Herstellung von Infix PRESS Kronen und Brücken unter der Verwendung von Glaslot (DCMhotbond fusio, DCM GmbH Rostock) zu berücksichtigen sind, um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen.

1. Ausreichender okklusaler Freiraum

Es ist die primäre Aufgabe des Zahnarztes, bei der Präparation für einen ausreichenden Platz zur Herstellung einer Krone zu sorgen. Beim Sinterverbund ist vor allem der Raum okkusal und bukkal relevant, da es sich bewährt hat, linguale zervikale Anteile durchaus unverblendet zu belassen (siehe auch Punkt 2). Allerdings ist auch der Zahntechniker nicht ganz aus der Pflicht genommen, dem Behandler ein mangelndes Platzangebot zurückzumelden, um gemeinsam die weiteren Möglichkeiten zu besprechen. Diese sind z. B. Reduzierung am Antagonisten, Unterschreitung von Schichtstärken, Wahl eines anderen Materials oder einer anderen Versorgungsart, komplettes oder teilweises Weglassen der Verblendung, Reduzierung des Stumpfes am Gips und Anfertigung einer Schleifkappe, Nachpräparation und erneute Abformung. Jeder Zahntechniker ist gut beraten, diese Entscheidung nicht ohne Rücksprache mit dem Zahnarzt zu treffen, denn die Wahrscheinlichkeit, genau dasselbe zu tun, wofür sich auch der Zahnarzt entschieden hätte, ist relativ gering. Letztendlich trägt der Zahnarzt nach Abnahme der Arbeit die gesamte Verantwortung und daher ist jede zahntechnische Arbeit auch ausschließlich entsprechend der vom Zahnarzt verordneten Verschreibung auszuführen.

Der Zahnarzt sollte wissen, dass es von Vorteil ist, alle Kanten an den Stümpfen so weit wie möglich abzurunden, um Fräserradiuskorrekturen am Zirkongerüst zu vermeiden, da diese zu einer zusätzlichen Hohllegung und damit Platzbedarf führen.

Bei Implantatarbeiten liegt die Abutment- oder Gerüstgestaltung in der Hand des Zahntechnikers und der Platzbedarf stellt daher kein Problem dar.

Für Sinterverbundkronen sind mindestens 1,5 mm okklusaler Abstand zum Antagonisten erforderlich (Abb. 1), was sich in etwa aus folgenden Werten zusammensetzt:

Zementfuge	0,1 mm
Fräserradiuskorrektur	0,1 mm
Zirkongerüst	0,6 mm
Sinterfuge	0,1 mm
Verblendung	0,6 mm

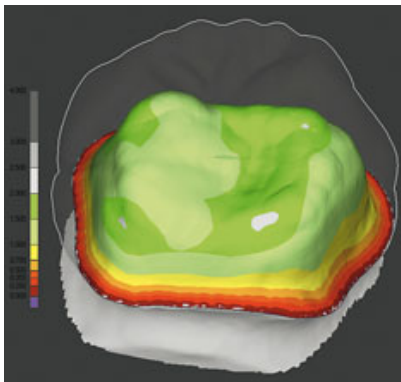


Abb. 1 Eine klinische Kronenpräparation mit mindestens 1,5 mm okklusalem Freiraum (Fräserradiuskorrektur bereits eingerechnet).

Abb. 2 Teleskopierende Gerüstform des eingefärbten Zirkonoxidgerüsts einer okklusal verschraubten Implantatkrone.



Abb. 3 Verbreiteter heller Zirkonrand lingual mit etwas dunklerer Verblendung. Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer stellt ein derartiger Unterschied oral kein ästhetisches Problem dar.

Abb. 4 Die Unterkiefermolarrenkrone aus Abb. 3 im Mund.

Dieser Abstand ist nicht größer, als auch für andere Vollkeramiken oder VMK ideal und klinisch in der Mehrzahl der Fälle auch unproblematisch umsetzbar ist. Für Lithiumdisilikat wird vom Hersteller zwar eine Mindestmaterialstärke von 1,0 mm angegeben, allerdings hat es sich erwiesen, dass bei der Verwendung als Sinterverblendelement aufgrund der stabilen Verankerung auf dem Gerüst 0,6 mm ausreichend sind.

Um ein störungsfreies Aufbringen der Verblendkomponente auf das Gerüst zu ermöglichen, muss dieses frei von Unterschnitten, sozusagen teleskopierend, im Bereich der Fügefläche gestaltet werden (Abb. 2). Daneben hat es sich als ausreichend bewährt, neben der Okklusal- und Vestibulärfläche lediglich den inzisalen Anteil der Lingualflächen mit Verblendung zu versehen und das Zirkongerüst lingual entsprechend breit zu gestalten. Dies erleichtert die Modellation der Verblendung und das Fügen. Bei der Verwendung von eingefärbtem Zirkonoxid lassen sich Farbunterschiede sehr gering halten, wobei aber auch unterschiedliche Farben von Gerüst und Verblendung lingual von den Patienten nicht als störend empfunden werden (Abb. 3 und 4).

Um ein reproduzierbares ästhetisches Ergebnis zu erzielen, sollte auf eine möglichst gleichbleibende Schichtstärke der Verblendung sowohl okklusal als auch vestibulär geachtet werden. Daher ergibt sich die Form des Gerüsts durch eine gleichmäßige Reduzierung des zuvor angefertigten anatomischen Wax-Ups um 0,6–0,8 mm je nach Platzangebot.

2. Korrekte Gerüstgestaltung

Abb. 5 Kontrolle der gleichmäßigen anatoförmigen Reduktion mit einem Silikon-schlüssel.



Abb. 6 Korrekter Verlauf der Sinterfuge unterhalb des Approximalkontakts.

Dies kann mithilfe eines Silikon-schlüssels kontrolliert werden (Abb. 5). Insbesondere unter Verwendung von HT-3 (High Translucency) Lithiumdisilikat kann eine zu massive Verblendung unbeabsichtigt zu stark in Richtung gräulich-transluzent abgleiten. Andererseits ist es sinnvoll, unterhalb von okklusalen Kontaktpunktbereichen eher etwas mehr Verblendstärke einzuplanen, für den Fall, dass dort okklusal etwas eingeschliffen werden muss.

Schließlich ist bei der Gerüstgestaltung noch besonders darauf zu achten, den Fügespalt nicht genau durch den approximalen Kontaktbereich verlaufen zu lassen, damit bei einer eventuell erforderlichen Korrektur in diesem Bereich die Sinterfuge vom Zahnarzt nicht angeschliffen wird und so mögliche Poren eröffnet werden (Abb. 6, siehe auch Punkt 7).

3. Passgenaue Komponenten

Hohe Passgenauigkeit ist ohnehin eine der Hauptforderungen an gute Zahntechnik. Auch beim Sinterverbund ist ein möglichst gleichmäßiger und geringer Fügespalt für ein gutes Ergebnis wichtig. Daher müssen die fertiggestellten Komponenten sorgfältig auf die Gerüste aufgepasst werden. Im Falle von DCMhotbond fusio wird das Lithiumdisilikat im kristallisierten Zustand mit dem Zirkonoxid im Ofen verbunden, so dass keine Schrumpfung der Verblendschale berücksichtigt werden muss.

4. Verfügen mit eingefärbtem Glaslot

Das DCMhotbond fusio System besteht aus feinstgemahlener Keramik (6 μ oder 12 μ Korngröße) und einem dazugehörigen Liquid (Abb. 7). Es wird genauso wie Glasurmasse angemischt, so dass eine sämige Konsistenz entsteht.

Es empfiehlt sich, das DCMhotbond fusio Glaslot einzufärben (z. B. mit Fancolor wasserlöslichen Farbstiften, CARAN D'ACHE), um eine bessere visuelle Kontrolle zu gewinnen. Zum einen darüber, ob nicht versehentlich Glaslot auf die Kroneninnenseite gelangt ist, zum anderen lassen sich kleine Bläschen und mögliche Fehlstellen durch die Verblendung hindurch besser erkennen.

Das Glaslot wird mit Überschuss sowohl auf das Gerüst als auch auf die Innenseite der Verblendung aufgetragen (Abb. 8). Die Fuge soll zirkulär mit einem deutlichen Überschuss versehen sein, da das Material beim Sintern schrumpft. Um die Menge an Flüssigkeit, die im Glaslot enthalten ist, zu minimieren, ist es wichtig, die zusammengefügteten Kronen vor dem Sinterbrand mindestens 20 min bei 380 °C vortrocknen zu lassen.



Abb. 7 DCMhotbond fusio mit 12 µ Korngröße.

Abb. 8 Aufbringen von gelb eingefärbtem Glaslot auf das Gerüst und in die Verblendung.

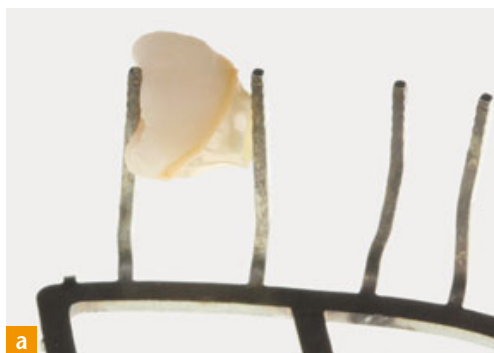


Abb. 9a und b Klemmhalterung der beiden Sinterverbundkomponenten während der Ofensinterung.

Die Verkeilung mit Klammern ist wichtig, da während des Sinterbrandes die im Glaslot enthaltene Flüssigkeit verdampft und entweichen muss. Dies führt zu einem inneren Druck gegen die beiden Teile, die sich dadurch in einigen Fällen auseinanderbewegen können. Bewährt hat sich die Verwendung der Clever Spider (Smile Line, St-Imier, Schweiz, Abb. 9).

5. Mechanische Fixierung mittels Halteklammern

Wie bereits erwähnt, besteht eine der Hauptaufgaben beim Sinterverbund darin, das keramische Lot im Fügespalt so zu versintern, dass verdampfende Restfeuchtigkeit beim Entweichen keine zu großen Fehlstellen erzeugt. Daher ist die Einhaltung der Brandkurve in Abbildung 10 von besonderer Bedeutung.

6. Richtige Brandführung

Eine zu 100 % homogene porenfreie Fügung ist der Erfahrung der Autoren nach dennoch nicht in jedem Fall möglich, was allerdings aufgrund der hohen Verbundkraft des Sinterverbundes keine klinisch relevanten nachteiligen Effekte auf die Gesamtstabilität hat. Die Folge kann aber sein, dass in Einzelfällen sowohl am Randbereich als auch im Inneren der Sinterfuge kleine luftgefüllte Hohlräume verbleiben. Ist dies nicht bekannt und wird damit nicht entsprechend umgegangen, dann stellt dies den Grund für klinische Komplikationen in Form von dunklen Verfärbungen der Hohlräume dar.

Aus dem oben beschriebenen Grund ist es bei der Verwendung von DCMhotbond fusio unerlässlich, die Sinterfuge nachträglich mit einer Glasurmasse und/oder Verblendkeramik rundum zu überschichten und zu versiegeln (Abb. 11). Wird Verblendkeramik verwendet, so hat es sich bewährt, die Verblendung am Rand mit einer minimalen negativen Stufe zu versehen, um Platz für die Masse zu schaffen (Abb. 12).

7. Komplette Versiegelung der Fuge mit Glasurmasse/Verblendkeramik und Kontrolle

T _c	380 °C	V _c	0 %	# 0000001184	10:43:27	00:43:19
				Programm - Professional		WAIT
007	GLASLOT EINZELKRONE			MM:SS		
	Trocknen				20:00	
	Schließen				03:00	
	Vorwärmen	380 °C			02:00	
	Temperatur 1	780 °C	35 °C/min		01:00	
	Temperatur 2	500 °C	45 °C/min		00:30	
GO TO	Temperatur 3	--- °C	--- °C/min		---	
Bilder	VAC (ausfeinhalten)	780 °C	100 %		---	Grafik
Speichern	Programm Edit		Sleep	Programm Start		ESC

Abb. 10 Ofenprogramm zum Sinterbrand.



Abb. 11 Auftragen von Verblendmasse auf die bereits keramisch gefügte Krone.



Abb. 12 Spaltfrei aufgepasste und lose aufgesetzte Verblendung, minimale negative Stufe am Rand durch leicht gekürzten, aber dichten Randbereich.



Abb. 13 Charakterisierung einer okklusal verschraubten Implantatkrone mit Malfarben.

Der korrekte Verlauf des Fugespaltes im Approximalbereich wurde bereits erwähnt aber der Zahnarzt sollte auch wissen, dass die Sinterfuge generell an keiner Stelle angeschliffen werden darf. Außerdem sollten Sinterverbundkronen vor der definitiven Zementierung okklusal eingeschliffen werden, um ein Durchschleifen bis auf die Fügekeramik einer bereits zementierten Arbeit im Mund zu vermeiden. Die klinische Folge einer eröffneten Sinterfuge mit Lunkern sind dunkle Verfärbungen, die sich unterhalb der Verblendung ausbreiten.

Da DCMhotbond fusio bei einer Temperatur von 780 °C versintert, ist es problemlos möglich, nach dem Sinterbrand weitere Korrekturen und Charakterisierungen mit niedrig-brennenden keramischen Massen, Malfarben und Glasurmassen bei 750 °C vorzunehmen (Abb. 13).



Abb. 14 und 15 Überprüfung der kompletten Versiegelung der Sinterfuge mittels Farbpenetrationstest.



Abb. 16 Drei separate Verblendungen mit grün eingefärbtem Glaslot auf Brückengerüst vor dem Sinterbrand.



Abb. 17 Sinterverbundbrücke mit Brückengliedauflage in Zirkonoxid.

Um Gewissheit darüber zu erhalten, dass die Fuge oberflächlich komplett verschlossen ist, ist es empfehlenswert, die fertiggestellte Restauration in eine Farblösung zu tauchen und visuell auf eindringende Farbe zu überprüfen. Die Autoren verwenden hierzu rote Lebensmittelfarbe (Abb. 14 und 15).

Im Falle von Brückenversorgungen ist es mit DCMhotbond fusio möglich, die Verblendungen einzeln aufzubringen (Abb. 16). Dies hat den Vorteil, dass nicht die Höhe im Verbinderbereich reduziert werden muss, um für eine Verblockung der Verblendschalen Platz zu schaffen. Für die Dauerstabilität vollkeramischer Brücken ist eher die Höhe des Verbinders entscheidend als dessen Breite, daher ist anzustreben, diese für die stabile Strukturkeramik (Zirkonoxid) so weit auszudehnen, wie es die anatomische Situation zulässt. Darüber hinaus erlaubt dieses Vorgehen eine deutliche anatomische Separierung der einzelnen Brückenglieder (Abb. 17 und 18).

Die Brückengliedauflagen werden üblicherweise in auf Hochglanz poliertem Zirkonoxid belassen, da dieses von allen Materialien die beste biologische Verträglichkeit in Kontakt mit Weichgeweben aufweist (Abb. 19).²⁴ Auch bei Brücken ist insbesondere darauf zu achten, dass alle Übergänge von Gerüst und Verblendung versiegelt werden. Zirkonoxid als

8. Besonderheiten bei Brücken



Abb. 18 Sinterverbundbrücke mit natürlicher Separation der Einheiten.



Abb. 19 Sinterverbundbrücke 35–37 im Mund.

Gerüstmaterial ermöglicht bei ausreichenden Verbinderquerschnitten von 9–16 mm² die Herstellung auch von weitspännigen Sinterverbundbrücken mit drei Brückengliedern.

Fazit Die Berücksichtigung der hier vorgestellten Kriterien ist entscheidend für die prozesssichere Anfertigung von festsitzenden vollkeramischen Sinterverbundversorgungen. Dass die Anwendung der Sinterverbundtechnologie als ein relativ junges Verfahren für den Erstanwender eine gewisse Lernkurve erfordert, ist nachvollziehbar. Nach fünf Jahren täglicher Erfahrung in mehreren Dentallaboren und entsprechender klinischer Beobachtungsdauer sind den Autoren keine in diesem Beitrag nicht erwähnten Unwägbarkeiten bekannt geworden. Zum Erlernen des tatsächlichen Handlings und des richtigen Umgangs mit den Materialien ist der Besuch von praktischen Kursen auf jeden Fall empfehlenswert.

Vor allem auf Implantaten stellen Zirkonoxid-Lithiumdisilikat-Kronen aus der Sicht der Autoren derzeit die sicherste, ästhetischste und funktionellste vollkeramische festsitzende Versorgungform dar, sei es in Form von Einzelkronen oder Brücken.

Die Möglichkeit, konventionell zu zementieren, verlangt vom Zahnarzt keine Umstellung der von der Metallkeramik gewohnten Vorgehensweise. Vollkeramische Kronen und Brücken wirken natürlicher und lebendiger als Metallkeramik und die Zahnstümpfe werden nicht durch ein Metallgerüst verschattet. Dunkle Ränder bei Kronen sind eines der Hauptbedenken von Patienten bei Überkronungen. Durch den zweischichtigen Aufbau von Sinterverbundarbeiten wird bei richtiger Farbwahl der Materialien (eingefärbtes Zirkonoxid, HT-, MT- oder LT-Lithiumdisilikat) der natürliche Aufbau von Zähnen zu einem gewissen Grad nachgeahmt, sodass diese sehr natürlich wirken. Nicht zuletzt ermöglicht das Pressen der Verblendungen die exakte und rationelle Umsetzung funktioneller Kauflächenmorphologie nach diagnostischen Wax-ups. So ist eine zuvor geplante und beabsichtigte Kontaktpunktverteilung sehr genau möglich. Die vorgestellte Technik stellt daher aus Sicht der Autoren die derzeit hochwertigste zahntechnische Versorgungsform im festsitzenden Bereich dar, wobei das Motto „Safety First“ am entscheidendsten ist, in dem Sinne, dass das Risiko von Frakturen so gering wie möglich sein soll. In dieser Hinsicht deuten die bisherigen Beobachtungen darauf hin, dass die Sinterverbundtechnologie bei korrekter Verarbeitung und Anwendung auch dem jahrzehntelangen Standard der Metallkeramik überlegen ist.

KERAMIKEN

1. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W and Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings – a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater J 2009;25:121–128.
2. Degidi et. al: Inflammatory Infiltrate, Microvessel Density, Nitric Oxide Synthase Expression, Vascular Endothelial Growth Factor Expression and Proliferative Activity in Peri-Implant Soft Tissues Around Titanium and Zirconium Oxide Healing Caps. J Periodontol 2006;77:73–80.
3. Hajtó J, Frei S, Gehringer U: Vollkeramische Seitenzahnrestorationen – Das Nonplusultra. das dental labor 2011;59:676–683.
4. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A.: Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. J Periodontol 2004;75(2):292–296.
5. Schwarz S, Schröder C, Corcodel N, Hassel AJ, Rammelsberg P.: Retrospective comparison of semipermanent and permanent cementation of implant-supported single crowns and FDPs with regard to the incidence of survival and complications. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14 Suppl 1: e151–158.
6. Schweiger, J, Beuer, F, Eichberger, M: Sinterverbundkronen und -brücken: Neue Wege zur Herstellung von computergefertigtem Zahnersatz. Digital Dental News 2007;1:14–21.
7. Tinschert J, Natt, G, Braumüller D, Cfer R, Wolfart S: Festigkeitsverhalten von Sinterverbundsystemen. d dental praxis 2011;28:4–11.
8. Tinschert J, Natt, G: Festigkeitsverhalten von Infix-Brücken mit CAD/CAM-gefertigten Keramikverblendungen. DIGITAL_DENTAL.NEWS 2012;6:28–38.

Literatur



Dr. Jan Hajto

Briennerstr. 7
80333 München
E-Mail: hajto@hajto.de

ZT Uwe Gehringer

Frauenstr. 11
80469 München
E-Mail: uwe@madeby-ug.com