



GERÜSTGESTALTUNG
FÜR METALL-KERAMISCHE RESTAURATIONEN

Leitfaden



Das Erstellen von funktionsgerechten, ästhetischen metallgestützten Keramikrestaurationen erfordert sowohl fundiertes Wissen als auch hohe Fertigkeiten. Die Beurteilung von Restaurationen erfolgt häufig nur anhand der Ästhetik. Dies ist für einen funktionellen und dauerhaften Zahnersatz jedoch nicht ausreichend.

Dieser Leitfaden zur „Gerüstgestaltung für metall-keramische Restaurationen“ behandelt die physikalischen und materialtechnischen Eigenschaften der beiden Werkstoffe Legierung und Verblendkeramik, um die komplexen Zusammenhänge aufzuzeigen. Neben den theoretischen Grundlagen wird die Herstellung von zwei unterschiedlichen Gerüstkonstruktionen in Abhängigkeit der Legierungseigenschaften Schritt für Schritt dargestellt. Um das Zusammenspiel zwischen Gerüstwerkstoff und Verblendkeramik zu verdeutlichen, wurden alle Verblendungen halbseitig zurückgeschliffen (siehe Titelbild).

Ziel dieses Leitfadens ist es, Sie bei Ihrer täglichen Arbeit noch besser zu unterstützen.

Übersicht

Gerüststatik	4
Festigkeit von Brückenkonstruktionen	5
Verbindungsstellen von Brückenkonstruktionen	6
Verbindungsstellen / Materialdynamik	7
Verbindungsstellen / Belastungsrichtung	12
Faktoren für die Festigkeit von Legierungen und Metallkeramik	14
Wärmeausdehnungskoeffizient WAK	15
Warmfestigkeit	16
Grundvoraussetzung der Pfeilerpräparation	17
Gerüstgestaltung im marginalen Bereich	18
Funktionelle Gerüstgestaltung für die Verblendkeramik	21
Funktionelle Abstützung der Verblendkeramik	23
Gerüstgestaltung bei Brückenkonstruktionen	24
Übergang von der Legierung zur Verblendkeramik	25
Gestaltung von Brückenwischengliedern	28
Approximalraumgestaltung	32
Gerüstgestaltung aus ästhetischer Sicht	33
Step by Step Anleitung	38
Was tun, wenn ...	48
Literaturnachweis	50

Gerüststatik

Bei kaufunktionaler Belastung wirken auf das Legierungsgerüst Druck-, Biege-, Scher- und Zugkräfte ein. Das keramische Verblendmaterial toleriert jedoch nur begrenzt Torsionsbewegungen des Metallgerüsts.

Im Bereich statisch schwacher Verbindungsstellen zwischen dem Brückenzwischen-glied und den Pfeilerzähnen muss eine ausreichende Gerüstmaterialstärke vorhanden sein. **Denn die Gerüstkonstruktion muss den genannten auftretenden Kräften widerstehen.**

Um optische und funktionelle Aspekte (Hygiene-fähigkeit) nicht zu beeinträchtigen, werden die verstärkenden Gerüstbereiche in die weniger störenden Bereiche gelegt.

Beim Oxidieren und den folgenden keramischen Bränden werden Legierungsgerüste starken Hitzeeinflüssen ausgesetzt. Bei falscher Gerüst-gestaltung und nicht ausreichender Gerüst-wandung kann es durch die Wärmebehandlung der Gerüstlegierung zu einem Verzug und zu einer späteren Passungsungenauigkeit kommen. Die Keramik übt bei der Sinterung und anschließender Abkühlphase eine Druckspannung auf das Gerüst aus. Nur ein ausreichend konstruiertes Gerüst schützt vor einer Deformierung.



Eine Wärmebehandlung kann bei dünnwandigen, zu graziilen Gerüstkonstruktionen zu Deformierungen führen. Dies kann beim Aufbrennen in der Abkühlphase durch eine residuelle Wärmespannung – aufgrund der WAK-Differenz zwischen dem WAK der Legierung und der Keramik – zu erheblichen Problemen des Randschlusses führen.

Nur wenn die Gerüstkonstruktion stabil genug angefertigt werden kann, ist eine Vollverblendung mit Keramik möglich.

Sind diese Platzverhältnisse nicht gegeben, werden die tragenden Bereiche der Verblendkeramikbrücke aus Legierung angefertigt (voll-anatomisch modelliert).



Festigkeit von Brückenkonstruktionen

Die geeigneten Legierungen und ein gezieltes Vorgehen sind so auszuwählen, dass sich stabile Gerüstkonstruktionen für keramische Verblendmaterialien herstellen lassen.

Die Festigkeit des Legierungsgerüsts wird von der Präparation, den Pfeilerzähnen, der Kontur der Pfeilerzähne, der Art der Legierung und von der Gestaltung des Gerüsts beeinflusst.



Brückenkonstruktion mit einer hochgoldhaltigen Legierung



Brückenkonstruktion mit einer Palladium-Basis Legierung

Wichtig ist es, die Eigenschaften der Legierung zu kennen, insbesondere den Elastizitäts-Modul und die 0.2 % Dehngrenze.

Je niedriger der Elastizitäts-Modul und die 0.2 % Dehngrenze sind, desto stabiler müssen die Gerüstwandungen und die Verbinder der Gerüstkonstruktion hergestellt werden.



Besitzt eine Legierung einen grossen Elastizitäts-Modul und eine hohe Dehngrenze, so bedarf es starker Kraft, um die Legierungs-Gerüstkonstruktion zu deformieren.



Edelmetallfreie Legierungen mit einem höheren Elastizitäts-Modul und einer höheren Dehngrenze können bei der Gerüstgestaltung graziler gestaltet werden.

Da edelmetallfreie Legierungen leicht und stärker oxidieren sowie an ihrer Oberfläche ein dunkleres Oxid aufweisen können, müssen diese durch eine dickere Opaquer-Schicht ausreichend maskiert werden.

Verbindungsstellen von Brückenkonstruktionen

Da eine Metallkeramikbrücke aus ästhetischen Erwägungen geplant wird, kommen auf die Verbindungsstellen einer Gerüstkonstruktion besondere Anforderungen zu. Ziel ist es, die Verbindungsstellen so zu gestalten, dass sie einerseits ausreichend stabil sind und andererseits den ästhetischen Ansprüchen genügen.



Die funktionellen Ansprüche einer metall-keramischen Restauration sind immer vor die ästhetischen Ansprüche zu setzen!

Verbindungsvarianten:

- Ein-Stück-Guss
- Geschiebeverbindung
- Fügetechnik:
 - Lötverbindungen vor und nach dem Brand (siehe Lötleitfaden)
 - Laser- und Impulsschweisstechnik-Verbindungen



Der Ein-Stück-Guss ist die gebräuchlichste Methode, um grösste Festigkeit einer Brückenkonstruktion zu erreichen. **Das Gussgefüge muss dabei homogen sein.**

TIPP

Wenn Divergenzen zwischen den Pfeilerzähnen gegeben sind, werden diese durch Geschiebeverbindungen geteilt.

Verbindungsstellen / Materialdynamik

Die Querschnittsform und die Grösse der Querschnittsfläche beeinflussen die Festigkeit einer Brückenrestauration. Für Dentallegierungen wählt man längliche und runde Querschnittsformen, da die Zug- und Druckfestigkeit im Wesentlichen gleich ist.

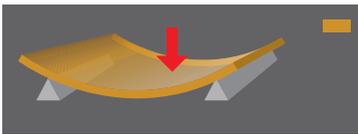
Hinweis

- Die Durchbiegung einer Brücke, die auf zwei Pfeilern ruht, ist von seiner Querschnittsform abhängig
- Die Durchbiegung einer Brücke kann zu extremen Pfeilerbelastungen führen

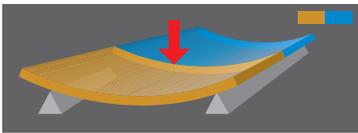


Je grösser die Spannweite zwischen den Pfeilerzähnen, desto grösser die Verformungsgefahr der Brückenkonstruktion.

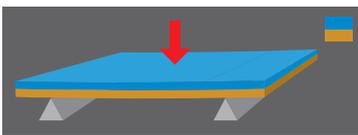
Der Querschnitt des Gerüsts muss insbesondere bezüglich der Abmessung in Beanspruchungs-Richtung ausreichend stark dimensioniert sein. Im Seitenzahn-bereich ist eine ausreichende Höhe der Verbindungsstellen wichtig. Im Frontzahn-bereich ist auch auf eine horizontale Verstärkung in linguale Richtung zu achten.



- Einfache Breite des Verbinders
= einfache Stabilität



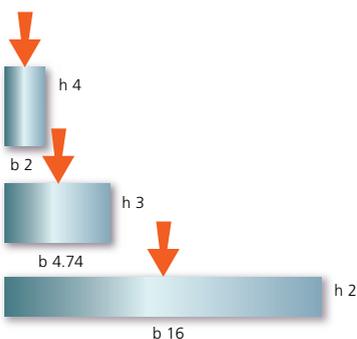
- Doppelte Breite des Verbinders
= doppelte Stabilität



- Doppelte Höhe des Verbinders bei einfacher Breite
= achtfache Stabilität

Hinweis

- Durch die Höhe des Querschnittes des Verbindungselementes wird dem Verformungsgrad entgegengesetzt.
- Durch Verdoppelung der Höhe nimmt der Verformungsgrad um den Faktor 8 ab
- Durch eine Verdoppelung der Spannweite steigt der Verformungsgrad um den Faktor 8



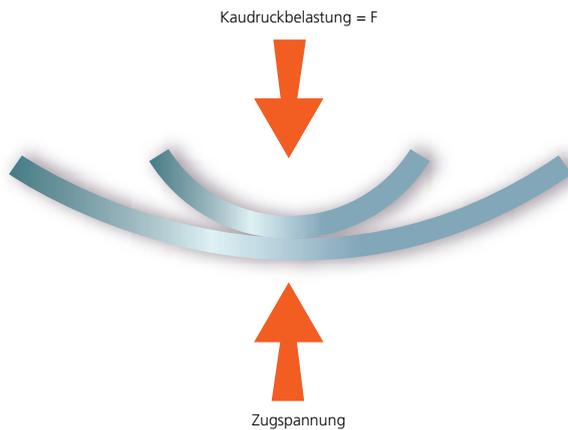
Der Biege­widerstand ist bei allen drei Prüfkörpern gleich gross.



Wichtig: Klinisch gesehen kann die Höhe kaum durch Breite ersetzt werden.



Bei kürzeren Spannweiten von Brückenrestorationen muss der Verbindungsquerschnitt den Minimalanforderungen entsprechen. Bei gleich starker Durchbiegung und der halben Länge des Brückenkörpers ist die Krümmung vervierfacht. Die maximale Zugspannung ist nicht nur abhängig vom absoluten Wert der Durchbiegung, sondern auch von der Krümmung.



Bei verstärkter Krümmung des Brückenkörpers und/oder bei verstärkter Keramikschicht an der Restaurationsunterseite wird die Zugspannung vergrößert.

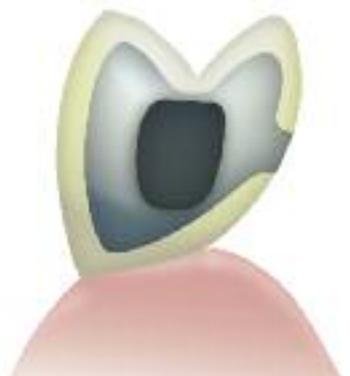
Der Querschnitt der interdentalen Verbindungsfläche hat wesentlichen Einfluss auf die Stabilität der Restauration während des zahntechnischen Arbeitsprozesses und den klinischen Langzeiterfolg nach der Zementierung. Daher muss je nach verwendeter Legierung (speziell bei hochgoldhaltigen Legierungen) der Querschnitt der interdentalen Verbindungsfläche ausreichend dimensioniert sein. Das thermische Verhalten der gewählten Legierung während des zahntechnischen Arbeitsprozesses muss in der Gestaltung berücksichtigt werden.



Einfache Breite des Verbinders = **einfache Stabilität**



Doppelte Breite des Verbinders = **doppelte Stabilität**

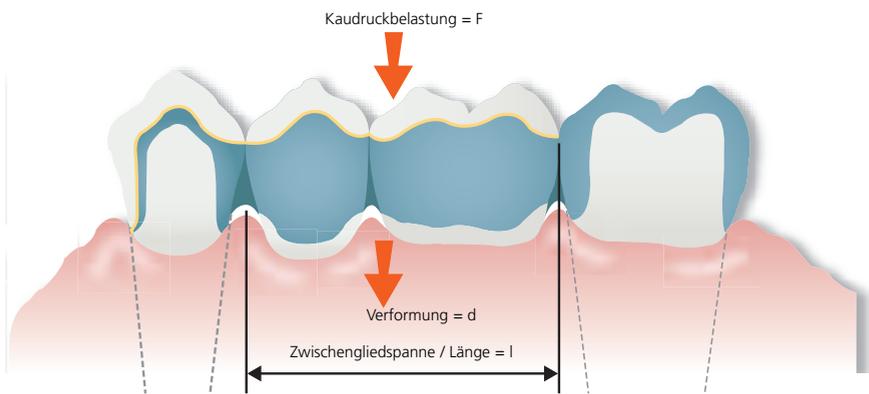


Doppelte Höhe des Verbinders bei einfacher Breite = **achtfache Stabilität**



Verbindungsquerschnitte

Werkstoffe haben eine Grenze der elastischen Verformbarkeit: die Elastizitätsgrenze. Elastizität wird durch den Elastizitätsmodul quantifiziert. Der Elastizitätsmodul beschreibt den Widerstand gegen eine elastische Verformung. Aus Gründen der leichteren Messbarkeit wird die 0.2 % Dehngrenze als technische Elastizitätsgrenze ersatzweise benutzt. Sie liegt jenseits der echten Elastizitätsgrenze, denn bei dieser Beanspruchung wird eine Legierung im Zugversuch schon um 0.2 % bleibend, also plastisch verformt. Zahntechnische Restaurationen müssen in ihren Verbindungsquerschnitten so gestaltet sein, dass sie unter den üblichen Kaukräften die 0.2 % Dehngrenze nicht erreichen.

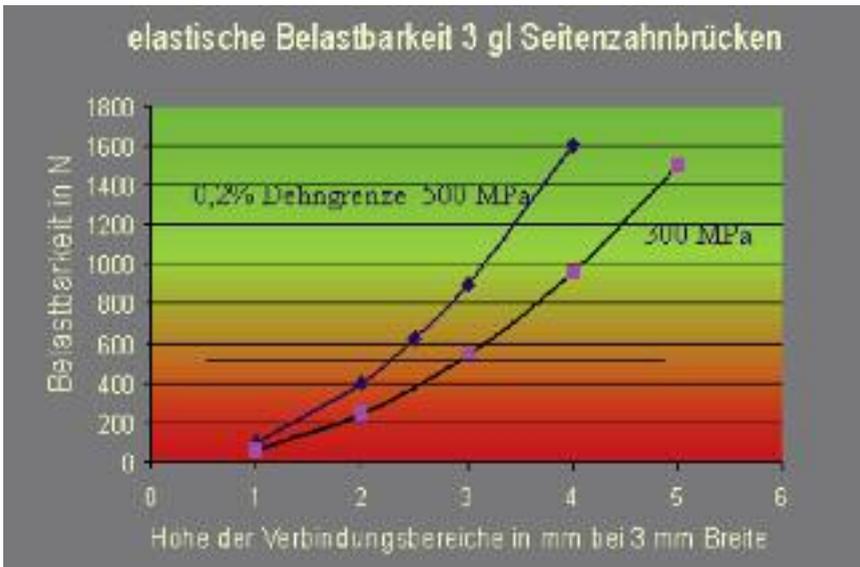


Die in der Tabelle angeführten Verbindungsquerschnitte sind unter Beachtung der physikalischen Daten von Legierungen und Verblendkeramik erstellt. Die Verbindungsquerschnitte sind als Mindestanforderung zu sehen und beinhalten einen zweifachen Sicherheitsabstand zu den geforderten Mindestwerten.

	3-gliedrige Metall-Keramik-Brücke		4-gliedrige Metall-Keramik-Brücke	
Legierung: 0.2 % Dehngrenze				
Belastbarkeit in N Restauration Verbinderquerschnitte in mm	1000 N Prämolaren, Molaren	600 N Frontzähne	1000 N Prämolaren, Molaren	600 N Frontzähne
270 MPa				
360 MPa				
500 MPa				
700 MPa				

Die Dimensionierung der Verbindungsquerschnitte ist abhängig von den physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe.

Da die Kaubelastungen vertikal im Seitenzahnbereich und vertikal/horizontal im Frontzahnbereich unterschiedlich sind, können die Verbindungsquerschnitte ebenfalls anders ausfallen.



Grafische Darstellung der Verbindungsbereiche von zwei Legierungen mit unterschiedlicher 0.2 % Dehngrenze (in MPa), in Abhängigkeit zur Kaukraftbelastbarkeit (in N)

Die Verbindungsquerschnitte werden neben der 0.2 % Dehngrenze zusätzlich von verschiedenen Faktoren beeinflusst:

- Durch den Elastizitätsmodul – je höher der Elastizitätsmodul, desto geringer die elastische Verformung
- Durch die Länge der Spannweite der metall-keramischen Restauration
- Durch die Schichtstärke der Verblendkeramik – je dicker die Schichtstärke der Verblendkeramik, desto grösser die Zugspannung (speziell basal)

Bruch einer metallkeramischen Seitenzahnbrücke



Beispiel einer frakturierten Restauration auf Grund eines unzureichend dimensionierten Verbindungsquerschnittes.



falscher Querschnitt des Metallgerüsts von 1.5 x 2.5 mm = 3.75 mm – vertikal in Biegerichtung nur 1.5 mm!



richtiger Querschnitt

Der Verbinderquerschnitt befindet sich weit unter den geforderten Mindestangaben.

Nur die richtige Dimensionierung des Verbinderquerschnittes gibt ausreichend Stabilität für eine funktionsfähige Restauration.

Für die zahntechnische Herstellung von metall-keramischen Restaurationen ergeben sich folgende Voraussetzungen:

- Nur wenn zwischen Alveolarfortsatz und Antagonisten ausreichend Platz vorhanden ist, kann das Legierungsgerüst auf allen Seiten verblendet werden.
- Bei geringerem Platz wird versucht, die verringerte Höhe durch Breite auszugleichen. Dies ist meistens nicht möglich, ohne die Bedingungen für die Selbstreinigung und die Mundhygiene erheblich zu verschlechtern. Kommt es zu einer Reduzierung der Höhe des Legierungsgerüsts, kann die Stabilität durch eine unverblendete Fläche erreicht werden.
- Girlanden im nicht sichtbaren Bereich der Restauration verstärken die Stabilität.
- Bei Notwendigkeit von mehr Stabilität können im Oberkiefer die palatinale Fläche und im Unterkiefer die linguale Fläche unverblendet bleiben.
- Eine noch weitere räumliche Beengung hat zur Folge, dass eine weitere Aussenfläche unverblendet bleibt. Im Unterkiefer kann es die vestibuläre oder okklusale sein, im Oberkiefer wird es stets die okklusale Fläche sein.
- Lässt sich insgesamt nur der metallische Mindestquerschnitt unterbringen, kann die Brückenrestauration nicht verblendet werden.
- Das Legierungsgerüst darf nicht statisch zu schwach gestaltet werden, um eine fragwürdige Verblendung herzustellen.
- Bei kürzeren Brückenspannen müssen dieselben Mindestanforderungen gegeben sein.
- Eine gleichmässige Keramikschicht ist anzustreben.
- Bei ungleichen Schichtstärken der Keramik sollten die dickeren Schichten stets in der Druckzone liegen.

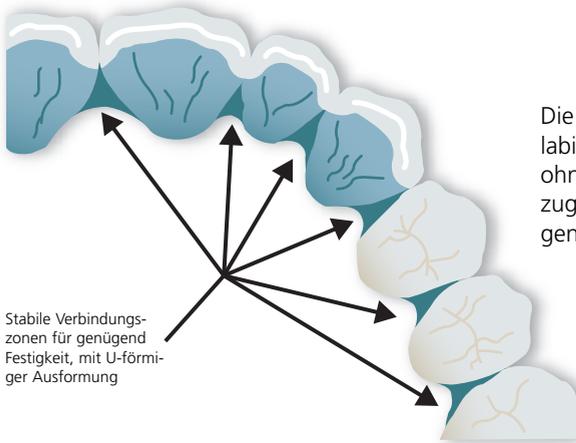


Verbindungsstellen / Belastungsrichtung

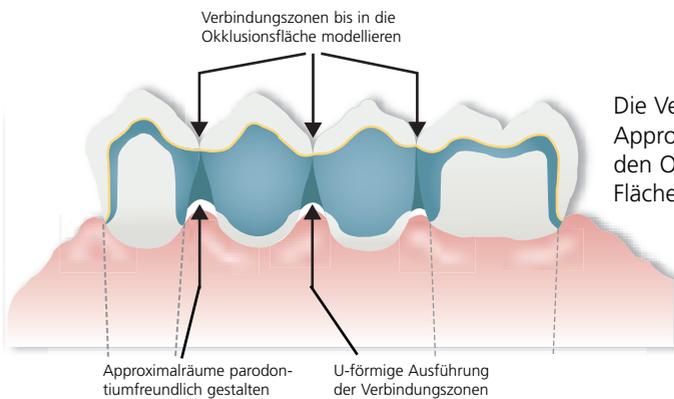
Bei reinen Seitenzahnbrücken treten am stärksten vertikale Okklusionskräfte auf. Bei Brückenkonstruktionen im Frontzahnbereich kommen zusätzlich zu den vertikalen Okklusionskräften in der Interkuspidation bei den Protrusions- und Lateralbewegungen des Unterkiefers auch horizontale Belastungen in sagittaler Richtung hinzu.



Die Gerüst-Verbindungsstellen im Frontzahnbereich in Verbindung zum Seitenzahnbereich müssen daher neben der Höhe des Verbinders auch in horizontaler lingualer Richtung ausreichend stabil konstruiert werden.



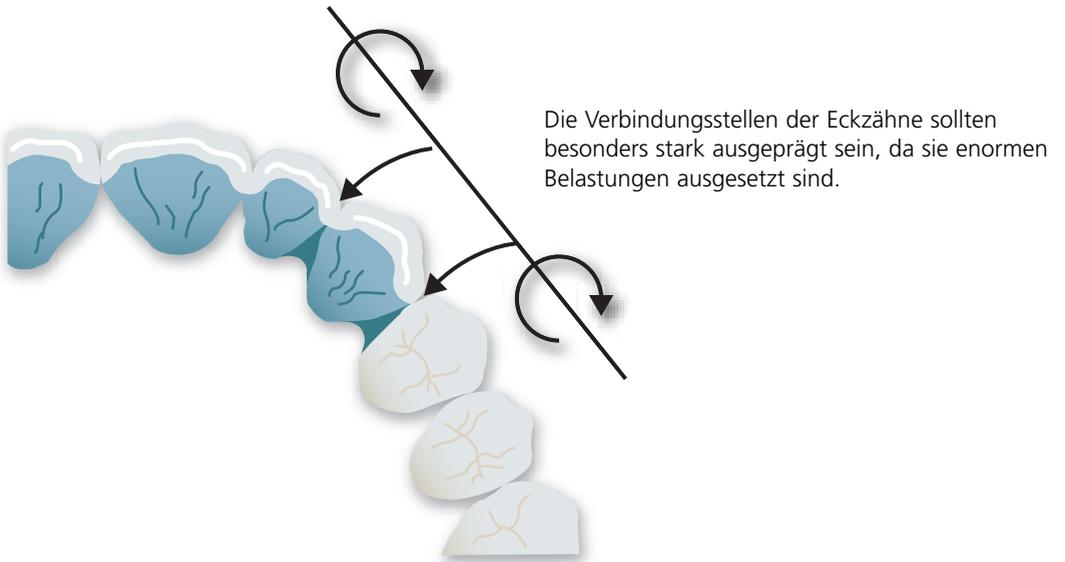
Die Verbindungsstellen soweit wie möglich nach labial/bukkal und okklusal/zervikal ausdehnen, ohne zu sehr in die ästhetischen Bedürfnisse einzugreifen. Die Verbindungsstellen müssen für genügend Festigkeit und Stabilität sorgen.



Die Verbindungsstellen lingual und im Approximalbereich soweit wie möglich bis zu den Okklusionsflächen und zu den labialen Flächen hinziehen.



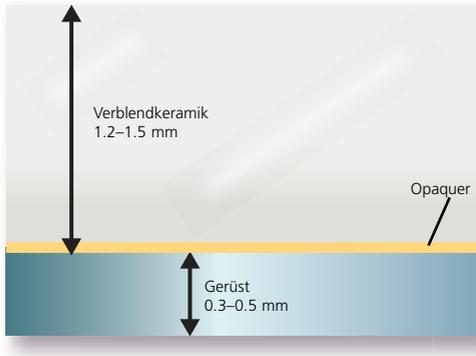
Zu den vertikalen und horizontalen Belastungen treten speziell an den Eckzähnen zusätzliche Belastungen wie Zug- und Torsionsspannungen an den Verbindungsstellen auf.



Die Verbindungsstellen immer ausreichend stabil konstruieren. Im lingualen Bereich zur Gingiva hin mit einer U-förmigen Ausformung gestalten.

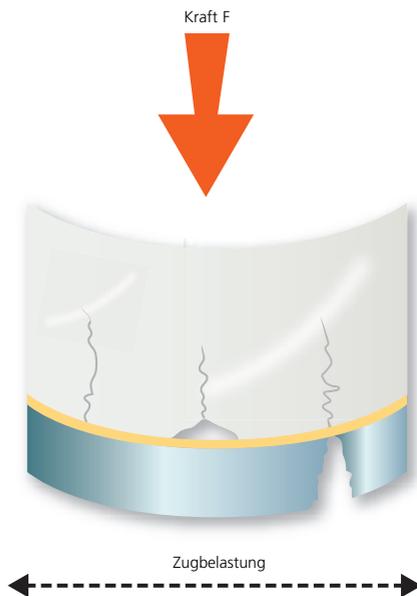
Faktoren für die Festigkeit von Legierungen und Metallkeramik

Die durchschnittliche Dicke bei verblendeten Gerüstkonstruktionen beträgt 1.5–2.0 mm auf der labio-bukkalen Seite. Davon entfallen 1.2–1.5 mm auf die Keramik und 0.3–0.5 mm auf die Legierung. Die Hauptlast der einwirkenden Kräfte (z.B. Okklusionskräfte) wird vom Legierungsgerüst getragen.

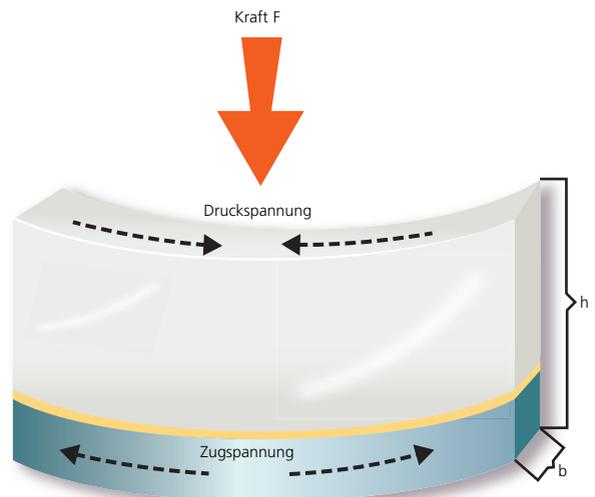


Durch den homogenen Verbund von Legierungen mit Keramikschichten wird nicht nur die Festigkeit von keramisch verblendeten Gerüstkonstruktionen gesteigert, sondern auch die Bruchanfälligkeit der Keramik erheblich reduziert. Diese feste Verbindung von Legierungen und Verblendkeramiken ermöglicht überhaupt minimale Legierungs-Gerüststärken von 0.3–0.5 mm.

Die Festigkeit einer Metallkeramikbrücke hängt zum grössten Teil vom Legierungsgerüst ab, wenn eine Zugbelastung an der Keramikoberfläche zu erwarten ist.



Durch die Krafteinwirkung entstehen an der Oberseite einer Brückenkonstruktion Druckspannungen, an deren Unterseite Zugspannungen. Die Druckfestigkeit der Keramik ist wesentlich grösser als deren Zugfestigkeit. Überschreitet die Zugspannung die Zugfestigkeit der Keramik, kommt es zu Sprüngen und infolge zu deren Bruch.



Für die Festigkeit der Metallkeramik gehören die Verbundkraft an den Grenzflächen, die Festigkeit des Gerüsts sowie die unterschiedliche Wärmeausdehnung der Legierung und der Keramik zu den wichtigsten Faktoren.

Wärmeausdehnungskoeffizient (WAK)

Der Wärmeausdehnungskoeffizient ist ein Mass für die dimensionale Veränderung eines Stoffes unter definierter Temperatureinwirkung.

Der WAK ist eine Einheit, um eine mögliche Legierungs-Keramik-Kombination zu bestimmen.



Der WAK der Verblendkeramik muss grundsätzlich niedriger sein als der WAK der Legierung. Dadurch wird die Verblendkeramik unter Druckspannung gebracht.

Aufbrennlegierungen und Verblendkeramikmassen müssen in den Temperaturbereichen (zwischen 25–500 °C oder 20–600 °C) ähnliche thermische Ausdehnungskoeffizienten haben, um bei Temperaturschwankungen Spannungen in den Grenzbezirken beider Werkstoffe möglichst gering zu halten.

Die Aufbrennlegierungen haben einen geringfügig grösseren Ausdehnungskoeffizienten als die Verblendkeramikmassen. Dadurch entstehen beim Abkühlen nach dem Brand in der Legierung Zugspannungen, in der Verblendkeramik dagegen Druckspannungen.

Gewählt werden Keramikmassen mit einem WAK-Wert der ca. 1 $\mu\text{m} / \text{m k}$ unter dem WAK-Wert der Legierung liegt. Das bedeutet bei klassischen Feldspatkeramiken, dass der WAK-Wert mindestens 5 %, jedoch maximal 10 % unter dem WAK-Wert der Legierung liegen sollte.

Grundsätzlich sind immer die Herstellerangaben zu beachten!

Hoher WAK der Legierung /
tiefer WAK der Keramik

Brennzyklus mit langsamer Abkühlgeschwindigkeit wählen

Tiefer WAK der Legierung /
hoher WAK der Keramik

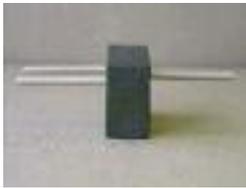
Brennzyklus mit einer hohen Abkühlgeschwindigkeit wählen

Warmfestigkeit

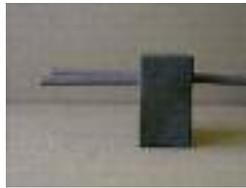
Warmfestigkeit beschreibt die Formstabilität von Werkstoffen unter Wärmeeinwirkung.



Beim Oxidieren und Aufbrennen der Verblendkeramik muss die Legierung eine ausreichende Warmfestigkeit aufweisen, damit sich das Legierungsgerüst, insbesondere bei mehrspannigen Brücken, nicht durchbiegt (sagresistance). Um dies zu vermeiden, wird in der Regel eine Solidustemperatur gefordert, die etwa 100 °C oberhalb der Brenntemperatur der Verblendkeramik liegt.



Stifte vor einer Warmfestigkeitsprüfung.
Dimension der Stifte: Länge 50 mm,
Durchmesser 4 mm



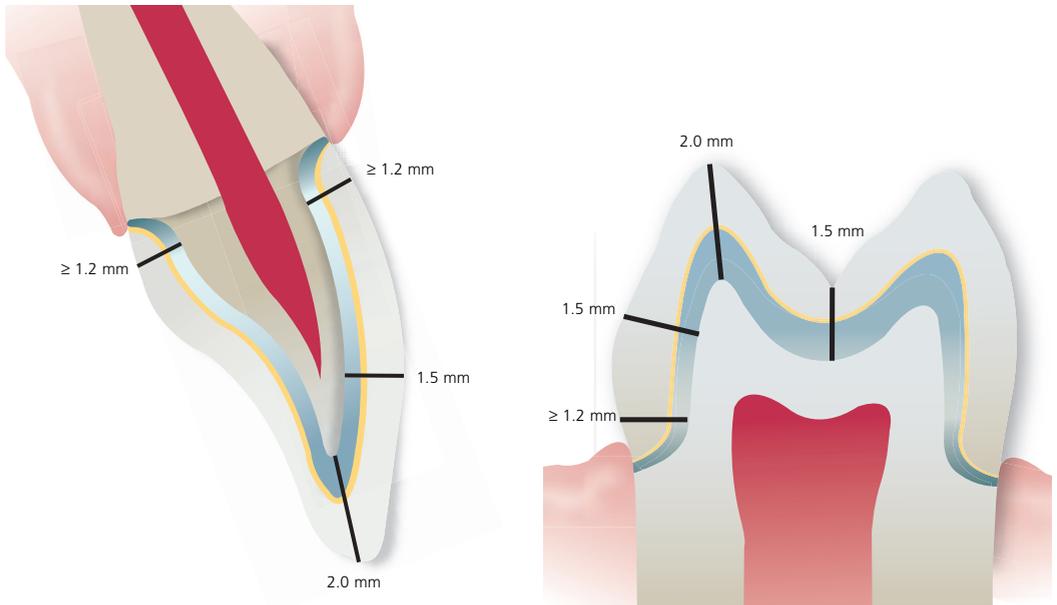
Unter der Schwerkraft verbogene
Metallstifte nach einer 10-minütigen
Wärmebehandlung bei 1005 °C, 50 °C
unter dem Soliduspunkt

Die Warmfestigkeit ist abhängig von der:

- **Zusammensetzung der Legierung:** Im allgemeinen haben hochgoldhaltige Legierungen ohne Metalle der Platingruppe eine geringere Verzugfestigkeit.
- **Gerüstgestaltung:** Je nach Legierungstyp ist eine entsprechend unterstützende Modellation der Gerüstkonstruktion herzustellen. Weite Spannweiten mit massiven Zwischengliedern bedeuten ein höheres Eigengewicht und erfordern daher ein stabiles Gerüst.
- **Dichte der Legierung:** Je höher die Dichte der Legierung ausfällt, desto höher ist auch die Gewichtskraft.
- **Temperatur:** Der Soliduspunkt der Legierung sollte möglichst weit von der Brenn- und Löttemperatur entfernt sein.
- **Dauer der Wärmebehandlung:** Je länger die Wärmebehandlung dauert, desto grösser ist die Gefahr des Verzuges.
- **Oxidbrand:** Um nach den Brennvorgängen ein passgenaues Brückengerüst zu erhalten, muss beginnend mit dem Oxidbrand (wie auch bei den nachfolgenden Bränden) das Gerüst ausreichend abgestützt werden. Alle Pfeilerzähne mit Brennträgerstiften abstützen.
- **Ofenkalibrierung:** Regelmässig den Keramikofen kalibrieren, um eine exakte Temperaturführung sicherzustellen.

Grundvoraussetzung der Pfeilerpräparation

Eine ausreichend stabile und ästhetische metall-keramische Restauration wird durch die Präparation mit ausreichenden Platzverhältnissen geschaffen.



Der Mindestabtrag bei der Präparation beträgt im Mittelteil 1.2–1.3 mm und im inzisalen Teil im Normalfall 1.5–1.6 mm.

Bei konventioneller Zementierung Mindesthöhe des Präparationsstumpfes von 3 mm und Konvergenzwinkel von ca. 6° beachten.

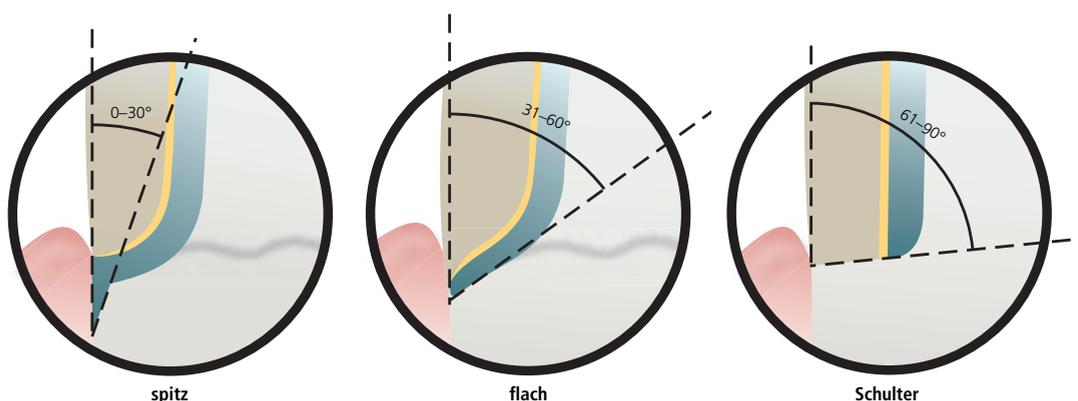
Mehr Platz für die metall-keramische Restauration ist immer als ideal anzusehen und vorzuziehen.



Wenn dieses minimale Platzangebot nicht erreicht wird, weil der Pfeilerzahn nicht stärker reduziert (präpariert) werden kann, ist eine metall-keramische Restauration kontraindiziert.

Präparation im marginalen Bereich:

Je grösser der Randwinkel ist, desto idealer sind die Voraussetzungen, um eine Keramischulter zu realisieren oder den Metallrand sauber mit Keramik zu verblenden. Bei einem kleinen Randwinkel ab 50° kann der Metallrand nur noch durch eine Überkonturierung mit Keramik abgedeckt werden. Ein sichtbarer marginaler Legierungsrand ist dann unumgänglich.



Gerüstgestaltung im marginalen Bereich

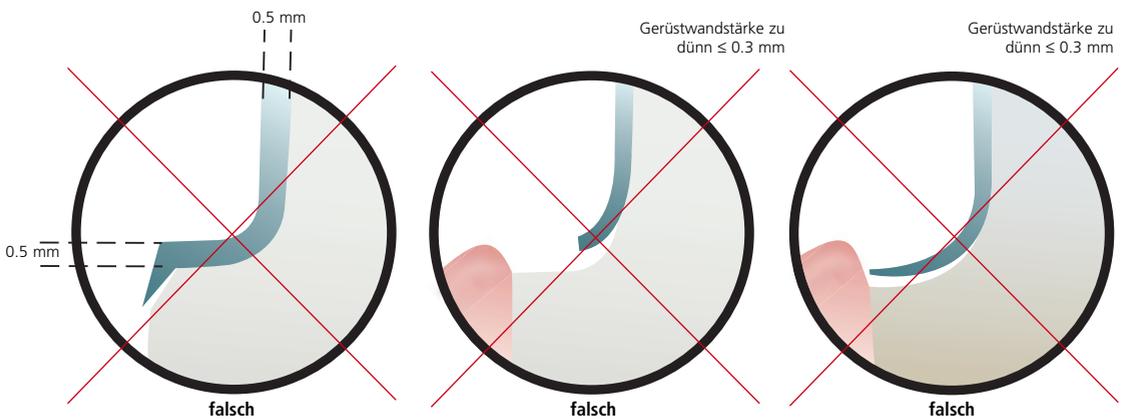
Die Kronengestaltung im marginalen Bereich und die Passgenauigkeit auf dem natürlichen Zahnstumpf haben direkte Auswirkungen auf den parodontalen Gesundheitszustand.

Bei keramischen Verblendungen müssen die Materialien am Kronenrand eine Mindestmaterialstärke aufweisen, um ausreichende Stabilität und Farbwiedergabe zu erlangen.

Die Passgenauigkeit des Legierungsgerüsts muss auch nach mehreren keramischen Bränden bestehen.

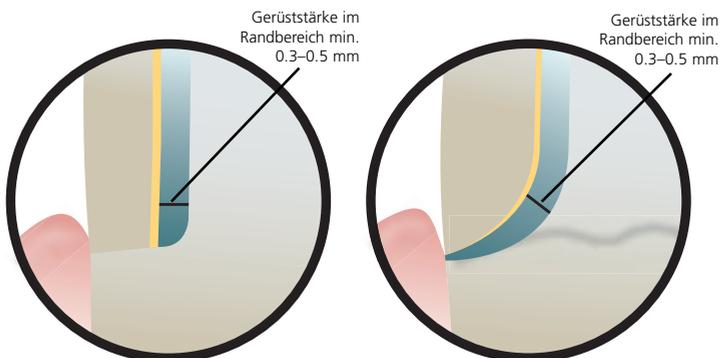
Eine Verformung der Legierung, welche wegen des nur geringen Unterschiedes zwischen Soliduspunkt der Legierung und Brenntemperatur der Keramik (ca. 150 °C) auftreten könnte, muss durch ein stabiles, widerstandsfähiges Gerüst vermieden werden.

Es darf während des keramischen Brennprozesses zu keinem Aufweiten des Gerüsts kommen, speziell im Randbereich.



Für die physiologische Kronenrandgestaltung gilt, dass der Kronenrand:

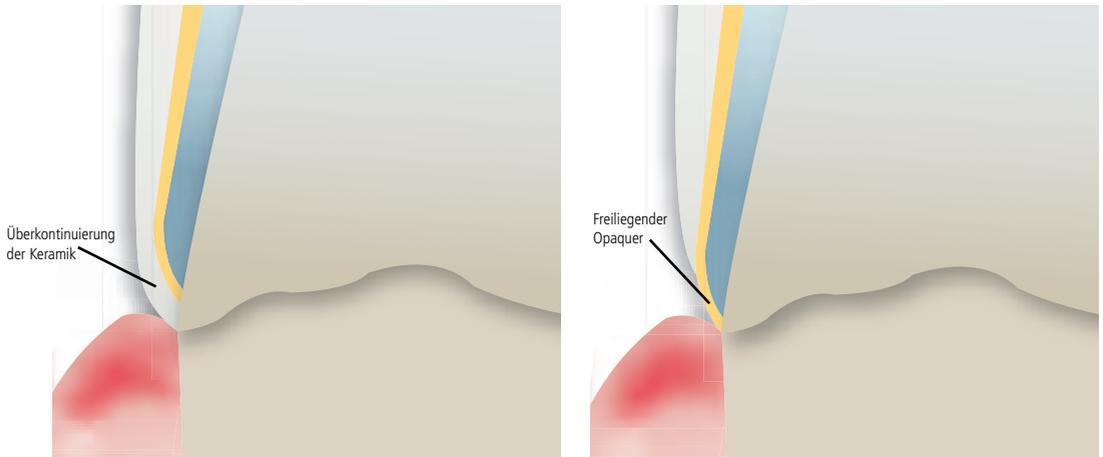
- passgenau der Präparationsgrenze anliegt
- stabil gegen Kaudruckeinwirkungen ist
- permanent verformungsstabil bleibt
- einen glatten, fugenlosen Übergang zum Zahnstumpf bildet
- in Sulcus gingivae verläuft



Nur der definitive Abschlussrand wird dünn auslaufend gestaltet.

Wichtig:

Fehlerhafte Kronenrandgestaltung führt zu (Sekundär-) Karies und zu Verletzungen des marginalen Parodontiums.



Das Metallgerüst kann nur durch eine Überkontinuirung mit Keramik verblendet werden.

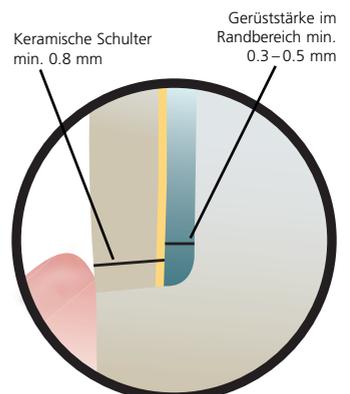
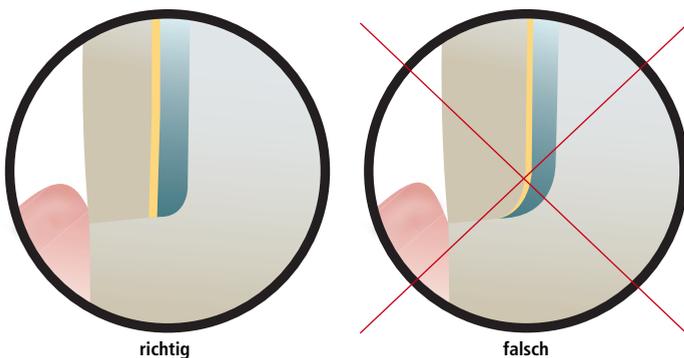
Eine Eliminierung der Überkontur hat ein Freilegen des Opaquers zur Folge.

Die restaurativen Kronenränder sollten so gestaltet werden, dass die natürliche Zahnkontur im Kronenrandbereich und in der Verblendung fortgeführt wird. Unter- und überkonturierte Kronenränder sind zu vermeiden, da sie zu einer Schädigung des marginalen Parodontiums führen können.

Ein sauberer Kronenrandabschluss ist unabdingbar!

Aufgebrannte Keramikschulter

- Stufen- oder Hohlkehlnpräparation
- Der Bereich der Schulter wird vollständig mit keramischer Schultermasse ergänzt
- Bietet optimale Möglichkeiten für einen präzisen Randabschluss
- Eine keramische Schulter erzeugt am wenigsten Spannungen im Zervikalbereich
- Im ästhetisch anspruchsvollen Bereich wird durch die optimalen Platzverhältnisse für das Gerüst und die Keramikschulter eine sehr gute Ästhetik erreicht

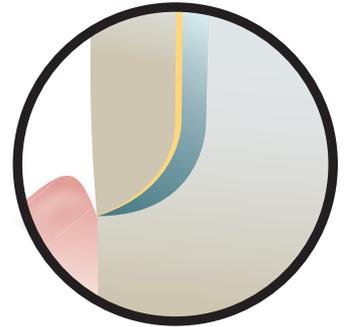


Achtung:

Bei aufgebrannten Keramikschultern ist darauf zu achten, dass das Gerüst und nicht die Verblendung allein auf dem präparierten Zahn abgestützt ist. Das Gerüst genau bis zur Innenkante der Hohlkehln- oder Stufenpräparation kürzen. Dadurch wird ein funktioneller Einbezug der Abstützung des Gerüsts auf dem Zahnstumpf erzielt.

Auslaufender (nicht sichtbarer) Metallrand

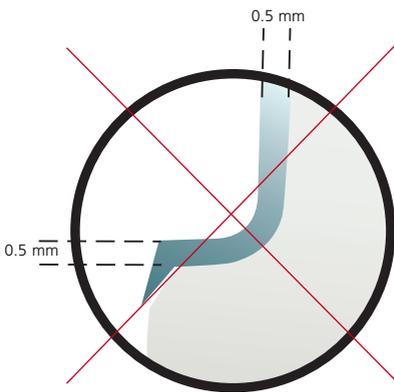
- Stufen- oder Hohlkehhlpräparation
- Der Metallrand wird dünn auslaufend zurückgeschliffen und mit keramischer Masse verblendet
- Durch die Gerüstverstärkung in der Stufe wird ein Aufbiegen durch die Keramik verhindert
- Eine gute Passgenauigkeit wird bei einer Stufenpräparation erreicht
- Der Kronenrand wird bevorzugt leicht subgingival gelegt



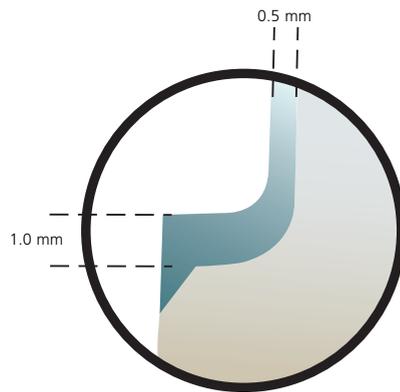
richtig

Metallrand

- Stufe mit Abschrägung oder Hohlkehhlpräparation
- Je nach Breite der Abschrägung der Präparation ist der Legierungsrand im Randbereich sichtbar
- Guter Randschluss ist bei einer Stufe mit Abschrägung möglich
- Sichtbarer Legierungsrand für ästhetisch nicht sensible Bereiche
- Durch Verstärkung der auslaufenden Ränder muss dem durch das Aufbrennen der Keramik bedingten Aufbiegen des Randes entgegengewirkt werden
- Opaquer-Schichtstärke von mindestens 0.25 mm auch im Randbereich mit Keramikmasse abdecken. Freiliegende grobkörnige Opaquermasse führt zu Irritationen der Gingiva und Plaqueansammlungen



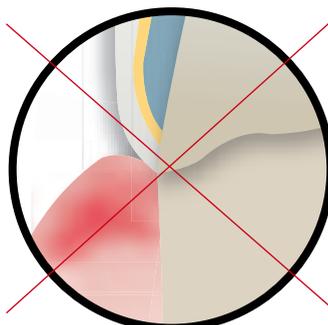
falsch



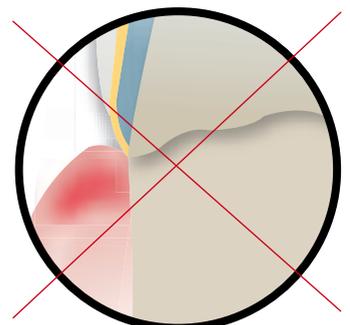
richtig

Tangentiale Grenzlinie

- Wird wie ein verlaufender Rand beschliffen, beschreibt im Idealfall den Wurzelquerschnitt und die Kronenrand-Grenzlinie
- Ist einfach präpariert und bietet den geringsten Zahnschubstanzverlust
- Die Präparationsgrenze ist im Mund und am Arbeitsstumpf nur sehr schwer zu erkennen
- Ein exakter Kronenrand ist kaum herstellbar und dem Zufall überlassen
- Bei jugendlichen Zähnen mit grosser Pulpenkammer anwendbar
- Überkonturierung im Randbereich unterlassen
- Freilegen des Opaquers vermeiden (Irritationen der Gingiva, Plaqueansammlung)



falsch



falsch

Funktionelle Gerüstgestaltung für die Verblendkeramik

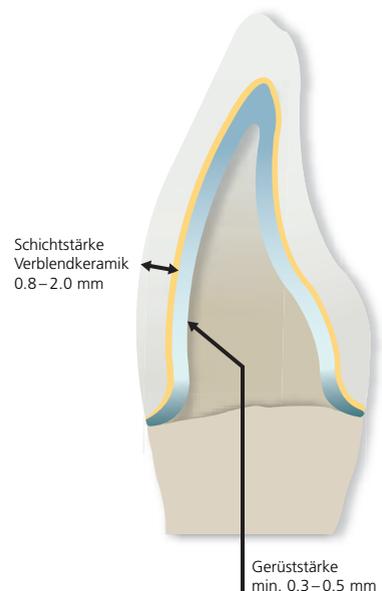
Der Gestaltung des Legierungsgerüsts für die Verblendkeramik kommt grösste Bedeutung zu. Funktionelle und strukturelle Ausgewogenheit der Gerüstkonstruktion entscheiden über Erfolg und Misserfolg der metall-keramischen Restauration.

Die modellierten Kronen- und Brückengerüste sollen immer eine gleichmässige Schichtstärke der Verblendkeramik zulassen. Um eine gleichmässige Farbe der Verblendung zu erzielen, soll die Schichtstärke der keramischen Verblendung 0.8 mm nicht unterschreiten und 2.0 mm nicht überschreiten.

Wenn im Kronenrandbereich diese Schichtstärke wegen der Gefahr einer Überkonturierung nicht möglich ist, muss der Opaquer mindestens mit 0.25 mm Keramischicht abgedeckt sein.

Die Mindeststärke der Gerüstwand muss **nach dem Bearbeiten** bei Einzelkronen mindestens 0.3 mm und bei Pfeilerkronen für Brückengerüste mindestens 0.5 mm betragen.

Die in ihrer Dimension präparierten Pfeilerzähne werden immer durch die aufbauende Wachsmodellation des Gerüsts ausgeglichen.



Unterschiedliche Verblendschichtstärken führen zu unerwünschten Farbdifferenzen und nicht kontrollierbaren Schrumpfungen mit Spannungen in der Keramik.

TIPP

Wenn kein Situationsmodell vorhanden ist, immer ein „Full Wax Up“ des zu wiederherzustellenden Falles modellieren. Dieses wird für die keramische Verblendung gleichmässig proportional reduziert (1 – 1.5 mm; im Umriss kleiner). Die so entstandene verkleinerte Zahnform bildet das statisch tragende Gerüst für die Verblendkeramik.



Legierungsgerüste für keramische Verblendungen müssen folgenden Erfordernissen entsprechen:

- Wachs-Modellation der geeigneten Gerüstkonstruktion
- Verwendung einer passenden Legierung
- Eine kompatible Legierungs-Keramik-Kombination verwenden
- Belastungen der Keramik müssen von der Gerüstkonstruktion abgefangen werden
- Verbindungsquerschnitte des Gerüsts müssen ausreichend stabil dimensioniert sein
- Girlanden verstärken das Gerüst und ermöglichen eine gleichmässige Abkühlung
- Brückenzwischenlieder unterstützend für die Verblendkeramik herstellen und zur gleichmässigeren Abkühlung mit Girlanden gestalten
- Metall-Keramik-Übergänge dürfen nie im Kontakt- oder Gleitbereich liegen
- Das Gerüst soll an der Legierungs-Keramik-Grenze senkrecht (rechtwinklig) zur Keramik stehen (eine Konzentration der Belastung an der Legierungs-Keramik-Grenze wird reduziert und eine Freilegung des Opakers an der Verbundgrenze vermieden)
- Die Gerüstkonstruktion wird so gestaltet, dass eine gleichmässige proportionale Schichtstärke der Verblendkeramik ermöglicht wird
- Für eine natürliche Farbwirkung der Verblendkeramik muss eine Mindeststärke (0.8 mm) gegeben sein
- Die Oberfläche der Gerüstkonstruktion darf keine scharfen Winkel oder Kanten aufweisen– die Gerüstoberfläche muss immer glatt und abgerundet gestaltet werden
- Gegossene Gerüstkonstruktionen dürfen keine Gussdefekte wie Porositäten, Lunker aufweisen
- Gerüstkonstruktionen müssen speziell im Randbereich der Brennbarkeit genügen
- Die tragende Gerüstkonstruktion ist generell so stabil wie möglich zu gestalten

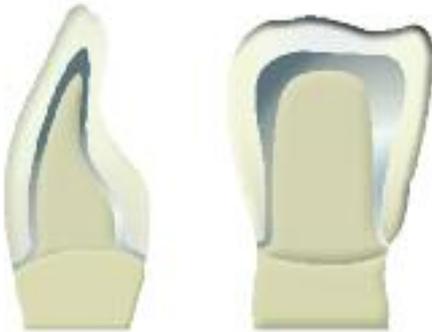


Funktionelle Abstützung der Verblendkeramik

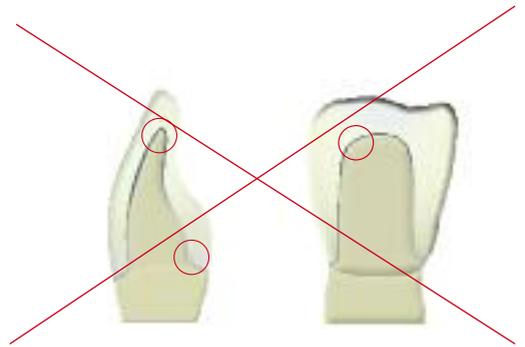
Das Gerüst gibt die verkleinerte Zahnform wieder. Das Gerüst muss inzisal und okklusal unterstützend modelliert werden. Eine gleichmässige proportionale Schichtstärke im Schneide- sowie im Höcker- und Fissurenbereich sollte erreicht werden. So werden die auftretenden Kräfte bei statischen und kaufunktionellen Belastungen vor allem auf das Gerüst und nicht allein auf die Verblendkeramik übertragen.

Frontzahnkronen

richtig

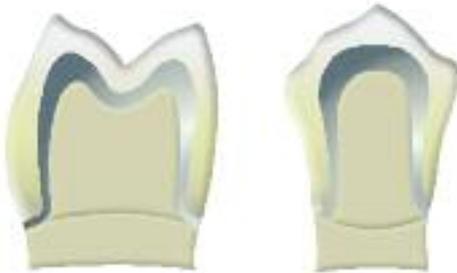


falsch

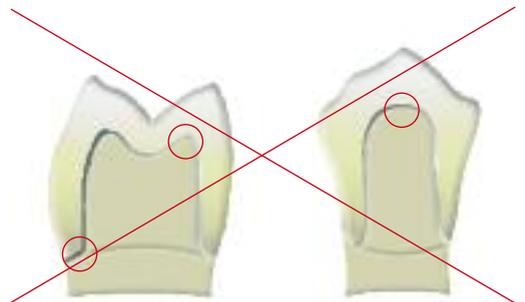


Prämolarenkronen

richtig



falsch

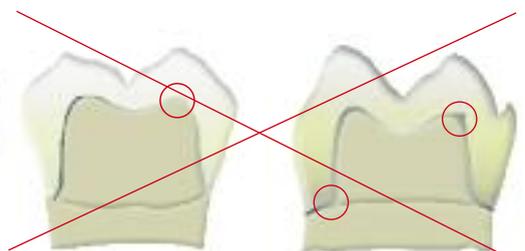


Molarenkronen

richtig



falsch

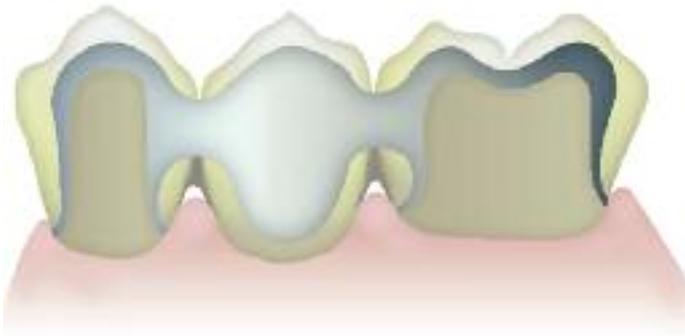


Die Hauptlast der einwirkenden Kräfte, z.B. Okklusionskräfte und Belastungen in labio-lingualer Richtung, werden vom Legierungsgerüst getragen.

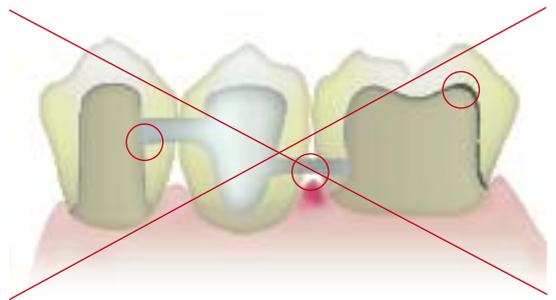
Gerüstgestaltung bei Brückenkonstruktionen

Auf keramische Verblendgerüste wirken während des Brennvorganges thermische und nach der Zementierung kaufunktionelle Belastungen ein. Daher müssen diese Kräfte auf das Gerüst und nicht auf die keramische Verblendung übertragen werden. Speziell bei Brückenkonstruktionen im Bereich der Verbindungsstellen von Brückenpfeilern zu Brückenzwischengliedern muss die Stabilität durch das Gerüstdesign und ausreichende Gerüstmaterialstärke gewährleistet sein.

richtig



falsch



richtig



Übergang von der Legierung zur Verblendkeramik

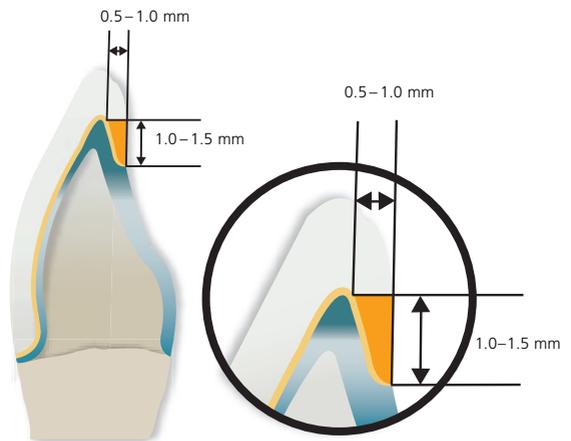
Die Übergänge zwischen dem Legierungsgerüst und der Verblendkeramik müssen eindeutig definiert sein. Die Übergänge der Keramikretentionsflächen dürfen keine scharfen Kanten, Rillen, Winkel, Muldenformationen oder unter sich gehende Stellen aufweisen.



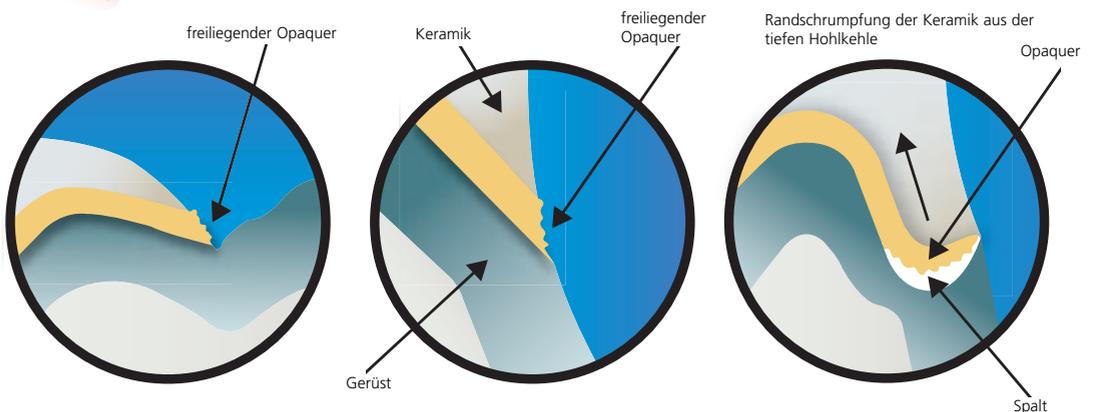
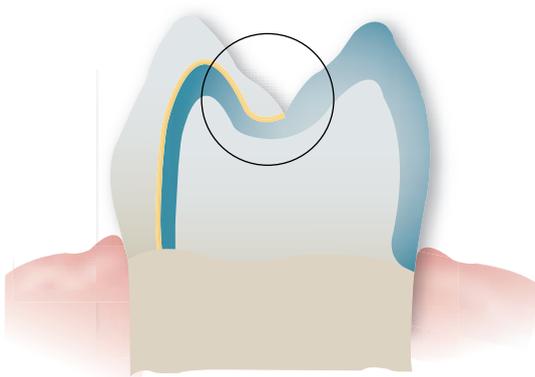
Anforderungen an die Übergangsstellen

- Auf eine ausreichende Schichtstärke im Übergangsbereich achten
- Es sollte zu keinem Freiliegen der Opaquer-Schicht kommen (Plaquerbildung durch grobkörnige, poröse Opaquermasse, Irritation der Gingiva)
- Der äussere Winkel zwischen der Gerüstkonstruktion und der Verblendkeramik soll 90° betragen
- Übergangsbereiche mit konvex verlaufenden Konturen gestalten
- Ein sauberer Übergang sorgt für eine optimale Oberfläche und unterstützt die Politur und Reinigung

Präparation der Hohlkehle



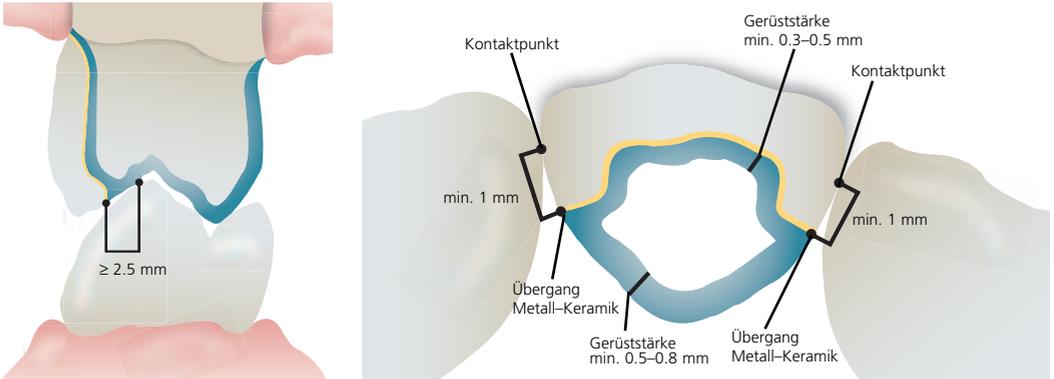
Übergangsstelle Legierung-Keramik – richtig



Okklusale und approximale Kontakte oder Kontakte durch Exkursionsbewegungen müssen entweder rein aus Metall oder rein aus Keramik bestehen.

Okklusale und approximale Kontakte

- Metall-keramische Übergänge müssen okkusal mindestens 2.5 mm und approximal mindestens 1 mm von den Kontakten entfernt sein.

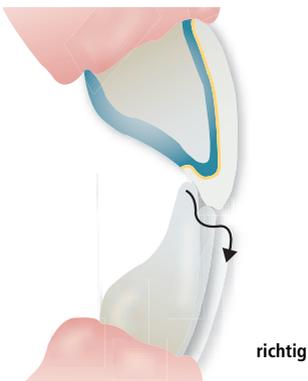


Kontaktpunkt mit anschließender Gleitfläche

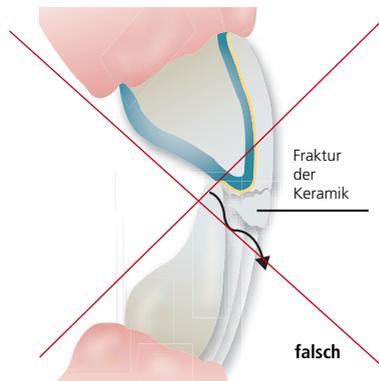
Bei Exkursionsbewegungen des Unterkiefers – geführt durch die Palatinalfläche des oberen Eckzahnes – darf der Übergang zur Gerüstverblendung nicht auf diesem Gleitweg liegen.

Der Übergang Metall-Keramik darf nie auf einer Gleitfläche oder einem Kontaktpunkt liegen. Die Gleitflächen an den Oberkieferzähnen, insbesondere des Eckzahnes, müssen rein in Metall oder rein in Keramik gestaltet sein. Je nach Tiefe des Überbisses wird die palatinale Fläche gestaltet.

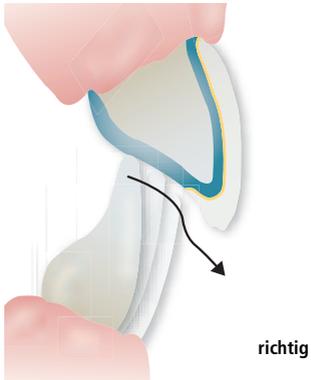
Okklusion an der Inzisalkante Gleitfläche rein an der Keramik



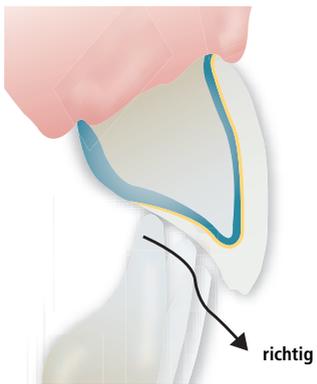
Okklusion am Übergang Metall-Keramik Gleitfläche Metall und Keramik



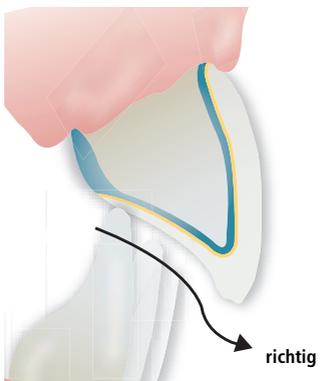
**Okklusion im zervikalen Bereich
Gleitfläche nur auf dem Metallgerüst**



**Okklusion im Mittelteil
Gleitfläche rein an der Keramik**



**Okklusion im zervikalen Bereich
Gleitfläche rein an der Keramik**



Gestaltung von Brückenzwischengliedern

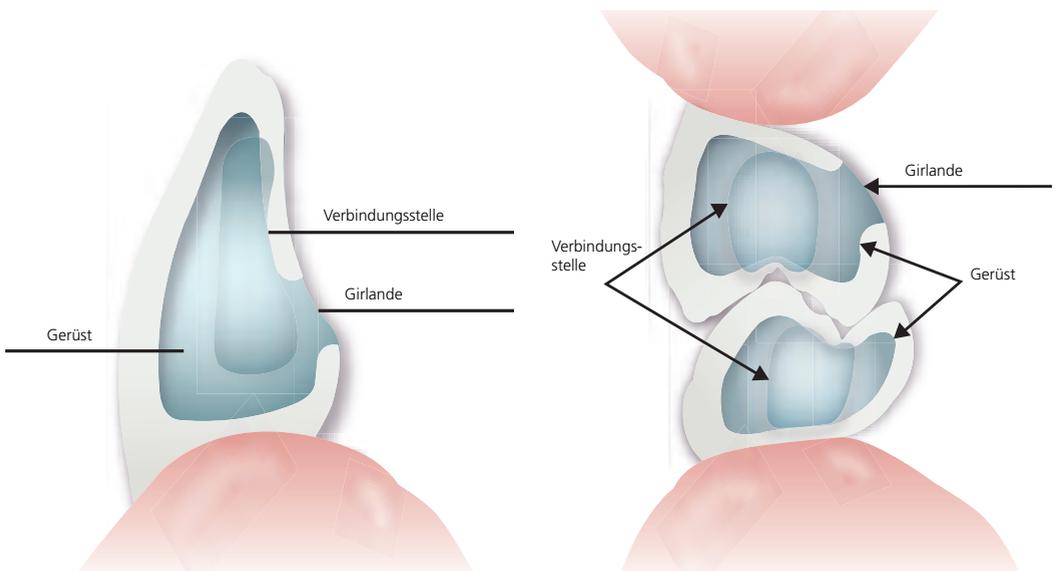
Die Brückenzwischenglieder stellen eine Reduzierung der ursprünglichen Form des zu ersetzenden natürlichen Zahnes unter Beachtung hygienischer, funktioneller und ästhetischer Aspekte dar. Eine adäquate persönliche Mundhygiene und eine individuell abgestimmte Erhaltungstherapie sind Voraussetzung für einen langfristigen Erfolg.



Funktionelle Ansprüche für Brückenzwischenglieder

Die Brückenzwischenglieder werden im Prinzip ähnlich wie die Pfeilergerüste hergestellt. Sie bilden das tragende Gerüst für die Verblendkeramik, dabei sind die gleichen Grundvoraussetzungen anwendbar.

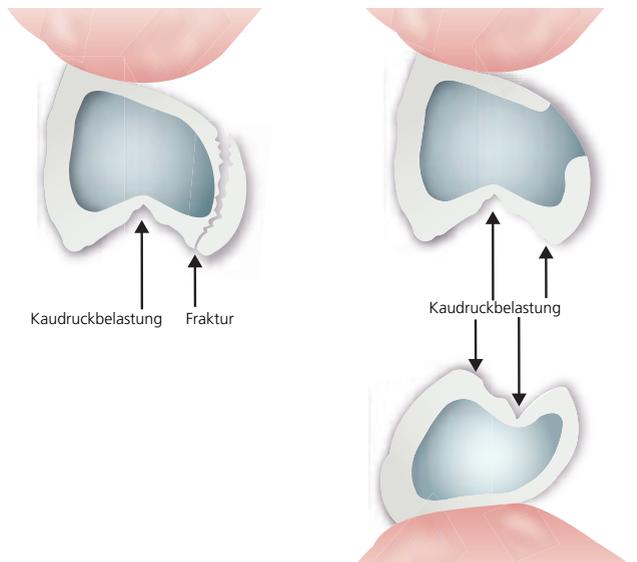
- Das Brückenzwischenglied ergänzt den fehlenden Zahn und trägt die Verblendkeramik
- Die Verbindungsstellen zwischen Brückenglied und dem Brückenpfeiler müssen stabil gestaltet werden
- Eine linguale Verstärkung der Brückenzwischenglieder durch modellierte Girlanden ist je nach Legierungstyp angebracht
- Massive Brückenglieder werden durch Girlanden gleichmässig und somit besser abgekühlt
- Bei den Girlanden ist schon bei der Modellation auf eine konvexe Gestaltung der Brückenzwischenglieder zu achten



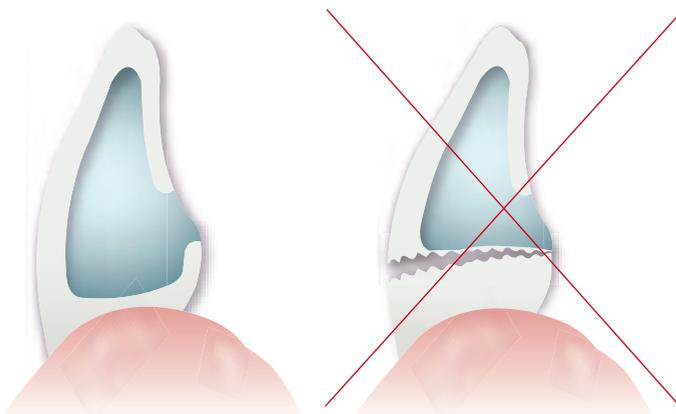
Brückenzwischenglieder 22, 12, 14-16



- Die palatinalen Höcker des Oberkiefers sind durch die Höcker-Fossa-Verzahnung stärker durch Kaukräfte belastet als die lingualen Höcker des Unterkiefers (Normalbiss). Eine Unterstützung ist gerade bei tragenden Höckern palatinal im Oberkiefer wichtig!



- Das Brückenzwischenstück muss die Verblendkeramik an der Basalfläche zur Gingiva hin unterstützen. Ein zu grosser Abstand zwischen Gerüst und Gingiva an der Basalfläche ist zu vermeiden. Scharfe Kanten und Ecken sind abzurunden und auf eine gleichmässige Schichtstärke der Verblendkeramik ist zu achten.



richtig

falsch



- Bei Anhängerbrücken sind die Brückenglieder in ihrer Dimension zu reduzieren. Das angehängte Brückenglied muss durch mindestens zwei Pfeilerzähne getragen werden. Das massive Brückenglied sollte durch eine Girlande gleichmässig abgekühlt werden.



Je kleiner der E-Modul und die 0.2 % Dehngrenze einer Legierung sind, desto eher ist eine verstärkende Girlande an den Brückenzwischengliedern zu empfehlen. Bei massiven Brückenzwischengliedern bietet eine Girlande einen Abkühlbereich, welcher auftretende Spannungen in der Keramik minimiert.

Auflage der Brückenzwischenglieder auf der Gingiva

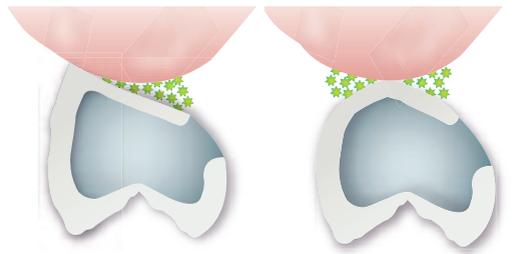
– Schwebelücken

Sind für Mundregionen indiziert, in denen weder ästhetische Qualität noch die phonetische Funktion eine Rolle spielt.



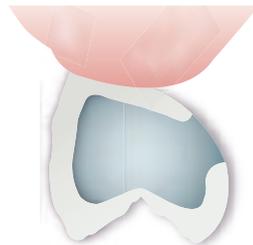
– Punktförmige, tropfenförmige Brückenzwischenglied-Auflage

Das Brückenzwischenglied liegt an der Gingiva nur punktuell auf und hat eine konvexe Form. Die Morphologie und die phonetische Funktion sind bei einer solchen Restauration beschränkt.



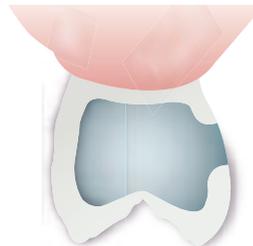
– Reduzierte Brückenzwischenglied-Auflage

Labial und bukkal ähnlich wie ein natürlicher Zahn. Die linguale Form des Brückenzwischengliedes wird bis zur Mitte des Alveolarkammes konvex hineingezogen. Hohe ästhetische Qualität. Selbstreinigung durch eine konvexe Form des Brückenzwischengliedes.



– Sattelaufgabe des Brückenzwischengliedes

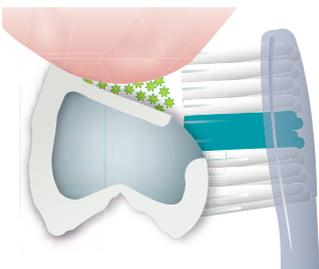
Das Brückenzwischenglied entspricht der natürlichen Form des Zahnes. Hohe ästhetische Qualität, durch das gesamte Ausfüllen des Zahnzwischenraumes. Für die Zunge ein angenehmes Gefühl.



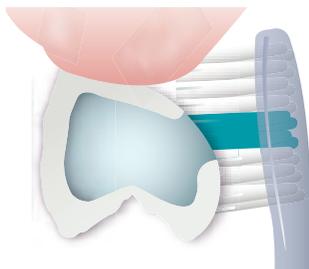
Die Basalfläche des Brückenzwischenliedes sollte wegen des direkten Kontaktes mit der Gingiva aus Keramik bestehen. Glasierte Keramik hat die höchste Biokompatibilität.

Zu vermeiden ist, dass die kritischen Übergänge von Metall zur Keramik mit dem Weichgewebe in Kontakt kommen!

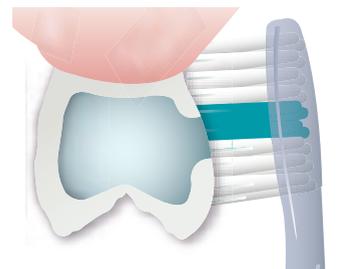
Hygienefähigkeit des Brückenzwischengliedes



Punktförmige, tropfenförmige Auflage



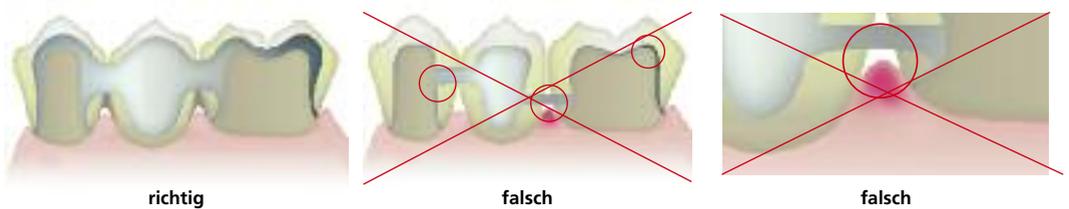
Reduzierte Auflage



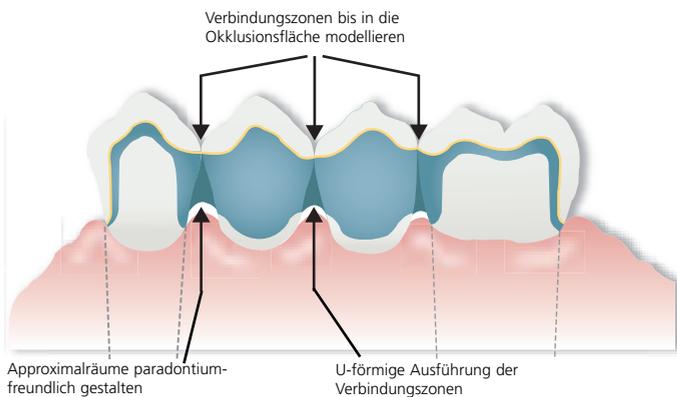
Sattel-Auflage

Approximalraumgestaltung

Wird die klinisch erforderliche Festigkeit einer Brückenrestauration erreicht, müssen auch die Approximalräume klinisch richtig gestaltet werden. Die Gerüstkonstruktion und die Gerüststärke muss daher so gestaltet werden, dass sie sowohl optischen, funktionellen und vor allem parodontal-hygienischen Aspekten entspricht.



- Die Verbindungselemente der Gerüstform sollten im Seitenzahnbereich bis hin zur Okklusionsgrenze ausgedehnt werden
- Eine solche Gerüstgestaltung ermöglicht eine geeignete Approximalraumgestaltung zum Parodontium
- Die Verbindungselemente zum Parodontium hin immer U-förmig und nie V-förmig gestalten
- Das Parodontium darf durch eine zu ausgeprägte Approximalraumgestaltung nicht belastet und dadurch verdrängt werden
- Durch konvex gestaltete Brückenglieder werden die Hygienehilfsmittel in die Interdentalräume geführt



Approximalräume müssen eine adäquate persönliche Mundhygiene und eine individuell abgestimmte Erhaltungstherapie zulassen. Bei der Gerüstgestaltung ist eine ausreichende Öffnung des Interdentalbereiches zu berücksichtigen, damit die Parodontiumhygiene mit Interdentalbürstchen und Zahnseide durchgeführt werden kann. Es sollten keine schwarzen Dreiecke entstehen.

Hygienefähigkeit mit Zahn-Zwischenraumbürstchen



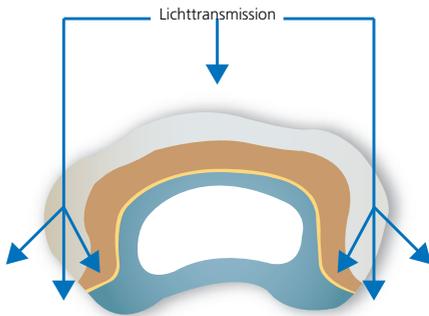
Gerüstgestaltung aus ästhetischer Sicht

Bei der Gerütherstellung muss auf die Lichttransmission (Durchgang von Licht) in der Verblendkeramik geachtet werden.

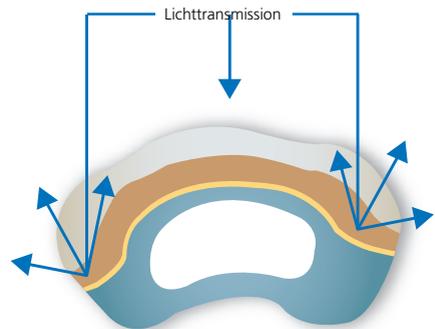
Ästhetische Ansprüche von keramisch verblendeten Restaurationen stehen in direktem Zusammenhang mit der Schichtstärke des Verblendmaterials.



Um eine verhältnismässig hohe Transluzenz an den mesialen und distalen Approximalbereichen sowie in inzisalen Bereichen der Verblendkeramik zu erreichen, ist eine statisch richtig reduzierte Gerüstkonstruktion anzustreben.

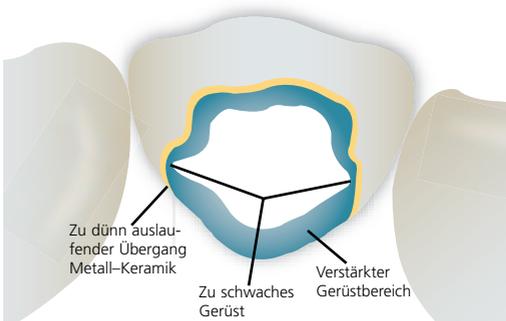
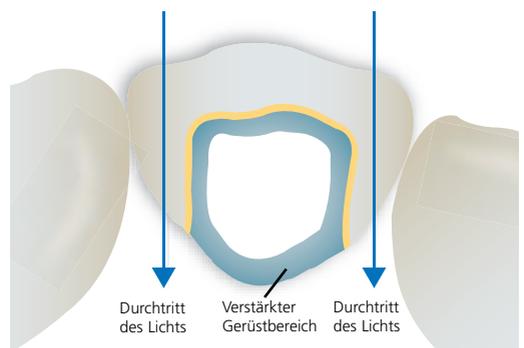
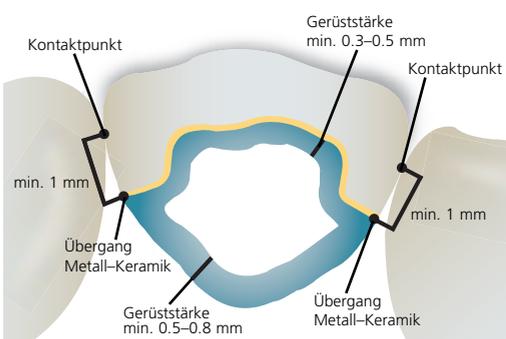


Durch die ausreichende Gerüstreduktion wird das einfallende Licht in den Interdental- und Inzisalbereich begünstigt



Ohne eine Gerüstreduktion wird eine Lichttransmission verhindert

Die Balance zwischen einer statisch ausreichenden und einer ästhetischen Gerüstkonstruktion ist für eine metall-keramische Restauration notwendig.



Um die statischen und ästhetischen Bedürfnisse zu erfüllen, werden die Gerüstverstärkungen in die nicht sichtbaren lingualen Bereiche gelegt.



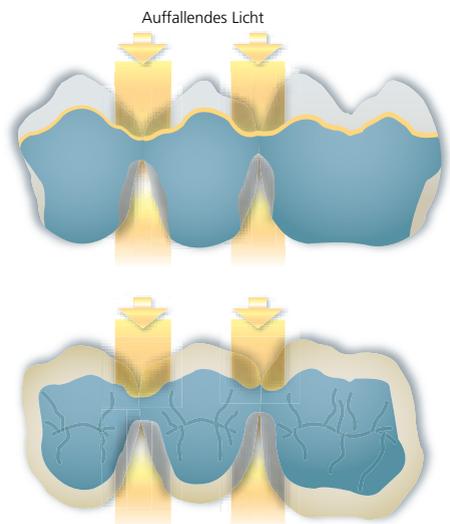
TIPP

Um eine ausreichende Lichttransmission zu erreichen, bedarf es bestimmter Grundvoraussetzungen:

- Hohlkehle oder Stufe 1–1.2 mm
- Minimaler Platzbedarf für die Verblendkeramik von 0.8 mm
- Okklusal keramisch verblendet, Schichtstärke mindestens 1.5 mm
- Gerüststärke minimal 0.3–0.5 mm je nach Legierungstyp und Konstruktion des Gerüsts
- Optimal reduzierte, jedoch ausreichend stabile Gerüstkonstruktion

Wird die Gerüstkonstruktion zu weit in den approximalen und okklusalen Bereich gezogen, bilden sich deutliche Schatten.

Durch eine korrekte Gerüstreduktion wird eine Schattenbildung in den Approximal- und Okklusalbereichen der Verblendkeramik vermieden.



Um eine Lichttransmission zu erreichen, wird die Gerüstkonstruktion gezielt reduziert.

Wichtig!

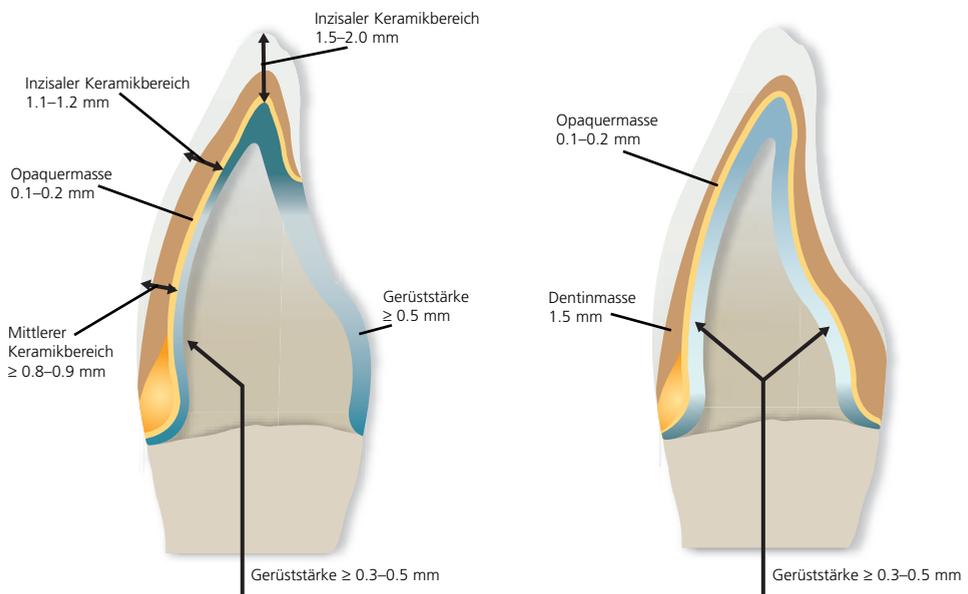
- Die Gerüstreduktion darf nicht zu einer unzulässigen Schwächung führen
- Approximale und okklusale Platzverhältnisse sowie der Legierungstyp sind hierbei zu berücksichtigen



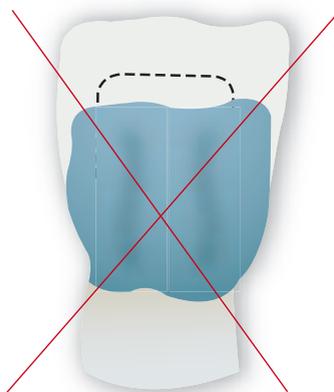
Um eine ästhetische Restauration zu erreichen, sollte die Gerüstkonstruktion im lingualen Bereich nicht zu weit in den inzisalen Bereich modelliert werden.



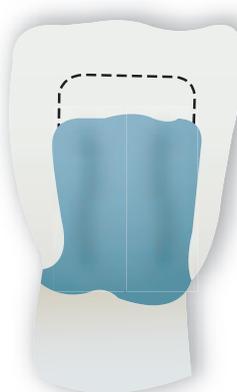
Die Gerüstkonstruktion muss die Verblendkeramik stützen, wird jedoch zur Herstellung ästhetischer Restaurationen weitgehend und statisch vertretbar reduziert.



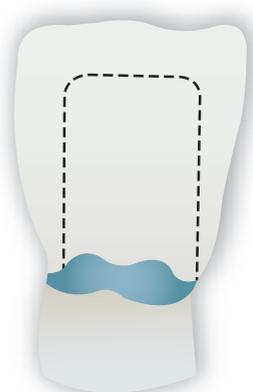
Gerüst- und Verblendkeramikstärken für ästhetische Restaurationen



falsch



richtig



richtig

Palatinale und linguale Gerüstgestaltung

Zur Erreichung einer guten Ästhetik den Legierungsrand nicht zu stark vertikal erhöhen!

Im sichtbaren Restorations-Bereich sollte aus ästhetischen Gründen auf einen Legierungsrand verzichtet werden. Eine Hohlkehle mit unsichtbarem Metallrand oder noch besser eine Keramikstufe wird hierbei zur Erreichung der ästhetischen Ansprüche angewendet.

Im weniger sichtbaren Seitenzahnbereich kann ein Legierungsrand meist subgingival angewendet werden und trägt zur Abstützung der Verblendkeramik bei.

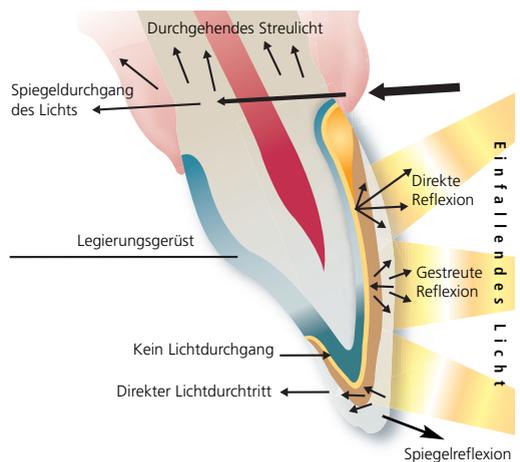


– Eine natürliche Tiefenwirkung wird erreicht, wenn das Licht tief in die Verblendkeramik eindringen oder durchdringen kann = Transluzenz.

- Bei einer Restauration mit niedriger Transluzenz wird das Licht stärker gebrochen. Die Lichtstrahlen werden stärker reflektiert, anstatt die Verblendkeramik zu durchdringen.

Die Gerüstkonstruktion trägt massgeblich zur Reproduktion von transluzenten Restaurationen bei. Bei metall-keramischen Verblendungen ist die Grenzlinie an den approximal-inzisalen und lingualen Flächen zu berücksichtigen. Die Grenzlinien sollten so weit wie möglich in den lingualen Bereich verlegt werden. So wird eine Eindunkelung der Verblendkeramik durch das in einem bestimmten Winkel einfallende Licht verhindert.

Einfallendes Licht wird bei metallkeramischen Restaurationen durch die Opaquer-Schicht und letztendlich durch das Metallgerüst reflektiert. Je nach Winkel des einfallenden Lichts entstehen an den approximalen Oberflächen Schatten. Diese Schatten können wiederum durch eine Optimierung bei der Reduzierung der Gerüstkonstruktion minimiert werden. Durch eine optimale Gerüstkonstruktion wird das Licht je nach einfallendem Winkel mehr oder weniger reflektiert.



Reflexion und Durchgang des einfallenden Lichtes

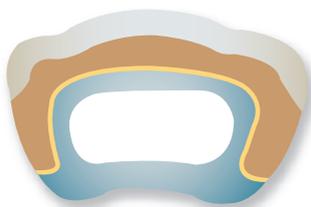
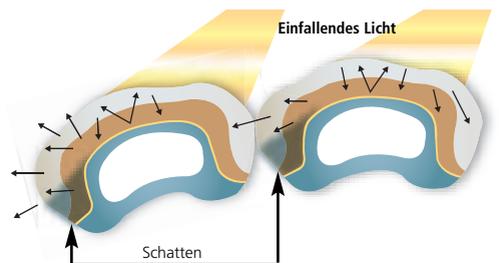




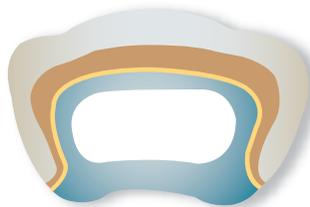
Streuung des Lichtes – zur Reflektion oder Refraktion (Lichtbrechung) kommt es in einer transparenten Substanz, wenn ein Licht darin auf eine andere Substanz mit einem unterschiedlichen Brechungsindex trifft.



Einfallendes Licht wird durch die Opaquermassen-Schicht direkt reflektiert und das reflektierte Licht gestreut. Ein Durchtritt des Lichts findet in den inzisalen und approximalen Bereichen der Verblendkeramik statt.



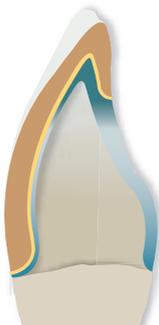
Konventionelle Keramikschichtung



Ideale Keramikschichtung



Natürlicher Zahn



Umhülleffekt bei metallkeramischen Restaurationen



Transluzenz mit Tiefenwirkung wird mit genügend aufgetragener (transluenter) Keramikmasse erreicht. Genügend Keramikmasse bedeutet, dass die Direktreflektion der Opaquer-Schicht genügend reduziert wird.

Step-by-step Anleitung

Ausgangssituation der metall-keramischen Restauration

Unter Zuhilfenahme der Abformung wird als Arbeitsgrundlage z.B. ein Meistermodell oder Sägeschnittmodell hergestellt. Die Präparation wird vorsichtig freigelegt und angezeichnet. Ein Sealerauftrag dient zur Gipsstumpfhärtung, darf aber zu keiner Volumensveränderung führen. Anschliessend kann ein Distanzlack aufgetragen werden.



Herstellung eines Meistermodells oder Sägeschnittmodells, im Stratos 300 mittelwertig einartikuliert



Stümpfe mit aufgetragenem Sealer und Distanzlack

Die Herstellung eines Legierungs-Gerüsts für metall-keramische Restaurationen wird auf den nächsten Seiten für zwei verschiedene Varianten aufgezeigt.

Gerüsterstellung

Vollständige Modellation

Das Gerüst gibt die verkleinerte, anatomische Zahnform wieder (zahnformunterstützende Modellation). Dadurch kann die Verblendkeramik in einer gleichmässigen Schicht aufgetragen werden und wird somit ausreichend abgestützt. Es empfiehlt sich grundsätzlich eine vollständige Modellation und Herstellung von Silikonschlüssel zur Kontrolle der Platzverhältnisse.



Vollanatomische Modellation der Zahnform von okklusal, labial...



...bukkal und palatinal

Modellation / Reduzierung

Während der Modellation muss darauf geachtet werden, dass Einzelkronen eine Mindeststärke von 0.3 mm und Brückenpfeiler 0.5 mm nach dem Ausarbeiten aufweisen. Diese Angaben sind Voraussetzungen für die Stabilität des Legierungs-Gerüsts.



Herstellung von Silikonschlüssel zur Kontrolle der reduzierten Modellation für das Legierungs-Gerüst



Schrittweise kontrolliertes Reduzieren der modellierten Frontzähne, ...



... der Prämolaren ...





... und Molaren



Fertig modelliertes Wachsgestüt



Für den konventionellen Balkenguss angestiftetes Wachsgestüt



Gegossenes, homogenes Legierungs-Gestüt

Bearbeitung der Legierungs-Gerüste

Die gegossenen Legierungs-Gerüste werden vorsichtig ausgebettet, abgestrahlt bzw. abgesäuert und auf das Modell aufgepasst. Nach dem Abtrennen erfolgt die Bearbeitung der Legierungs-Gerüste mit Hartmetallfräsern und/oder keramisch gebundenen Schleifinstrumenten. Girlanden verstärken das Legierungs-Gerüst mit geringeren physikalischen Werten und ermöglichen eine gleichmässige Abkühlung.



Gerütherstellung für Palladium-Basis und edelmetallfreie Legierungen



Unterstützte Gerütherstellung für hochgoldhaltige und Gold reduzierte Legierungen

Aufpassen und Kontrolle auf dem Meistermodell



Ausarbeiten mit Hartmetallfräsern und/oder keramisch gebundenen Schleifinstrumenten

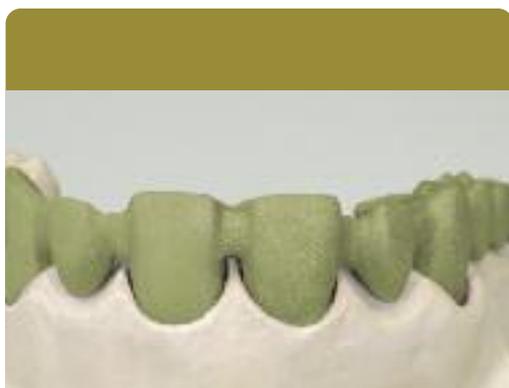


Kontrolle der Platzverhältnisse mit dem Silikonschlüssel ...



... für eine gleichmässige Schichtstärke der Verblendkeramik

Nach dem Bearbeiten das Legierungs-Gerüst sorgfältig mit Aluminiumoxid Al_2O_3 abstrahlen. Der Strahldruck ist vom Legierungstyp abhängig, daher die Angaben der Legierungshersteller beachten. Nur reines Einwegstrahlmittel verwenden.



Nach dem Bearbeiten sorgfältig abgestrahtes Legierungs-Gerüst von labial, ...



... von bukkal ...

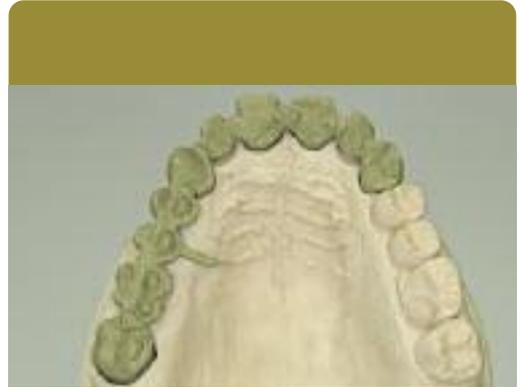


... und von palatinal.

Mit Girlanden ...



... verstärktes Legierungs-Gerüst.



Fertig bearbeitetes und gründlich gereinigtes Legierungs-Gerüst zum Oxidieren



Das Legierungs-Gerüst auf dem Brenngutträger auf allen Pfeilerzähnen gut abstützen und nach Angaben des Legierungsherstellers oxidieren

Die Verblendkeramik nach Verarbeitungsanleitungen verarbeiten und schichten.

Opaquerbrand



Die erste Opaquerschicht (Wash) mit einem Pinsel dünn auftragen



Die zweite Opaquerschicht vollständig und deckend auftragen



Fertig opaquierte Legierungs-Gerüste



Nach dem Anbringen von Schultermassen sowie dem Schichten mit Dentin-, Schneide- und Impulsmassen, werden die metall-keramischen Brände mit einem Glasurbrand abgeschlossen. Die sichtbaren Legierungs-Bereiche werden bearbeitet bzw. geätzt und abschliessend mit handelsüblichen Gummierern und Polierpasten poliert.

Fertig gestellte metall-keramische Restauration



Metall-keramische Restauration von palatinal ...



... ohne und mit verstärkenden Girlanden



Bukkal nicht sichtbares
Legierungs-Gerüst

Palatinal verstärkendes
Legierungs-Gerüst



Was tun, wenn ...

FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN	LÖSUNGEN
<p>Froschaug</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rückstände von Schleifkörpern ■ Zu hoher Arbeitsdruck ■ Überlappungen ■ Strahlmittel ■ Poröser Guss ■ Flussmittel auf der Legierungsoberfläche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nur empfohlene Schleifkörper verwenden ■ Empfohlene Umdrehungsgeschwindigkeit beachten ■ Gerüst mit den Schleifkörpern immer in eine Richtung bearbeiten ■ Nur sauberes Einwegstrahlmittel verwenden ■ Nur homogene saubere Gussobjekte verblenden ■ Gründliches reinigen der Legierungsoberfläche nach dem Löten
<p>Frakturen und Sprünge in der Keramik</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nicht ausreichend dimensioniertes Gerüst ■ Wärmeausdehnungskoeffizient WAK Legierung/Keramik nicht abgestimmt ■ Verwendung von nicht abgestimmten Loten ■ Falsche Gerüstgestaltung ■ Ungleichmässige Keramikschicht auf dem Metallgerüst ■ Unsachgemässe Abkühlung (Temperaturschock) ■ Scharfe Ecken und Kanten am Gerüst 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gerüststärken von min. 0.3–0.5 mm beachten ■ Wärmeausdehnungskoeffizienten WAK Legierung/Keramik auf Kompatibilität prüfen (Normal- Kurz- Langzeitabkühlung) ■ Nur eine abgestimmte Legierung–Lot Kombination verwenden ■ Immer ein Wax-up modellieren, Silikonschlüssel ■ Gerüst unterstützend gestalten, dass die Keramik in gleichmässiger Schichtstärke aufgetragen werden kann ■ Auf richtige Brennparameter achten ■ Scharfe Ecken und Kanten am Gerüst abrunden
<p>Falsche Gerüstgestaltung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Keine Unterstützung der Verblendkeramik ■ Zu dünnes Gerüst ■ Keine unterstützende Girlande 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Keramik gleichmässig durch eine richtig dimensionierte Gerüstgestaltung unterstützen ■ Stabile Gerüstgestaltung min. 0.3–0.5 mm ■ Eine Girlande unterstützt beim Brennvorgang das Gerüst und trägt zu einer gleichmässigen Abkühlung bei
<p>Gerüst hebt sich ab, Verzug</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Keine korrekte stabile Gerüstgestaltung ■ Verbindungsstellen zu schwach ■ Keine unterstützende Girlande 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gerüststärken von min. 0.3–0.5 mm beachten ■ Verbindungsstellen vor allem vertikal ausreichend dimensioniert gestalten ■ Eine Girlande unterstützt die Gerüstkonstruktion
<p>Falsche Zwischen- glied- und Verbindergestaltung parodontal</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Keine Hygienefähigkeit durch verschliessen der Interdentalräume ■ Verbinder zu nahe an der Gingiva, V-förmig ■ Übergang Metall-Keramik nicht korrekt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wax-up modellieren um bestmögliche parodontalhygienische Restauration herzustellen ■ Verbinder hygienefreundlich U-förmig gestalten ■ Metall-Keramikübergänge dürfen nicht im Bereich der Gingiva liegen

FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN	LÖSUNGEN
--------	-------------------	----------

Unsaubere Übergänge Metall-Keramik



- Übergang Metall-Keramik nicht im rechten Winkel
- Freiliegender Opaquer
- Poröse Übergangsstellen Metall-Keramik
- Metall-Keramikübergang an der Gingiva
- Metall-Keramikübergang im Antagonisten-Bereich

- Übergang Metall-Keramik im rechten Winkel gestalten
- Opaquer muss mit Keramik überbrannt sein
- Saubere Übergangsstellen Metall-Keramik gestalten
- Metall-Keramikübergang darf nicht im Bereich der Gingiva liegen
- Metall-Keramikübergang darf nicht am Antagonisten-Kontaktpunkt liegen (mind. Abstand okklusal 2.5 mm und approximal 1 mm)

Verbindungsstellen nicht korrekt



- Verbindungsstelle nicht ausreichend stabil
- Verbindungsstelle vertikal zu nieder
- Verbindungsstelle interdental V-förmig
- Zu wenig Platz für eine metallkeramische Restauration

- Durch ein Wax-up ausreichend dimensionierte Verbindungsstellen modellieren
- Die vertikale Verbindungsstelle kann kaum durch horizontale Verbreiterung ersetzt werden (weitere Legierungsflächen)
- Verbindungsstelle interdental immer U-förmig gestalten
- Je nach Platzbedarf, kann das Gerüst keramisch verblendet werden. Bei zu geringen Platz müssen Flächen unterstützend in Metall gestaltet werden

Brüche von metallkeramischen Restaurationen



- Zu dünne Verbindungsstellen
- Legierungstyp für weitspannige Brücken kontraindiziert
- Unhomogenes poröses Gussobjekt

- Verbindungsstellen je nach Legierungstyp ausreichend gestalten
- Geeigneten Legierungstyp für weitspannige Brücken verwenden (Indikation beachten)
- Nur saubere, homogene Gussobjekte verwenden

Abplatzungen von Keramik



- Falsche nicht richtig dimensionierte Gerüstgestaltung
- Abkühlverhalten nicht beachtet
- Hitzestau bei massiv dimensionierten Brückenzwischenmitgliedern

- Wax-up modellieren, richtig dimensioniertes Gerüst herstellen, welches eine gleichmässige Keramikschichtung zulässt
- Je nach Legierungstyp, WAK-Wert und Grösse der Restauration, Langzeitabkühlung
- Massiv dimensionierte Zwischenmitglieder mit einer Girlande zur leichteren Abkühlung modellieren

Literaturnachweis

Eichner, K., Kappert, H.F.:
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung, Band 1 Grundlagen
und ihre Verarbeitung. Stuttgart 2000

Hohmann, A., Hielscher, W.:
Lehrbuch der Zahntechnik, Band 1. Berlin 1985

Hohmann, A., Hielscher, W.:
Lehrbuch der Zahntechnik, Band 2. Berlin 2001

Hohmann, A., Hielscher, W.:
Zahntechnik in Frage und Antwort. München 1995

Mc Lean, J.W.:
Wissenschaft und Kunst der Dentalkeramik, Band 2. Berlin 1981
The science and art of dental ceramics Vol. 2, Chicago, Quintessenz
Publishing Company Inc., 1980

Knischewski/Rau.:
Grundwissen für Zahntechniker 1, Werkstoffkunde Metalle.
München 1984

Marxkors, R.:
Lehrbuch der Zahnärztlichen Prothetik. Köln 2000

Schwickerath H.:
Verträglichkeit von Dentallegierungen unter besonderer
Berücksichtigung „alternativer“ Verfahren zur Diagnostik. Köln 1998

Dr. Strietzel, R.:
Die Werkstoffkunde der Metall-Keramik-Systeme. München 2005

Strub, J.R., Türp, J. C., Witkowski, S., Hürzeler, M.B., Kern, M.:
Curriculum Prothetik, Band 2. Berlin 1999

Uebe, HD.:
Grundwissen für Zahntechniker 13, Handbuch des Kronen- und
Brückenersatzes. München 1996

Yamamoto, M.:
Metallkeramik – Prinzipien und Methoden von Makoto Yamamoto.
Berlin 1986
Metal Ceramics - Principles and Methods of Makoto Yamamoto.
1985, Quintessenz Pub.

Ivoclar Vivadent – worldwide

Ivoclar Vivadent AG

Bendererstrasse 2
9494 Schaan
Liechtenstein
Tel. +423 235 35 35
Fax +423 235 33 60
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Pty. Ltd.

1 – 5 Overseas Drive
P.O. Box 367
Noble Park, Vic. 3174
Australia
Tel. +61 3 9795 9599
Fax +61 3 9795 9645
www.ivoclarvivadent.com.au

Ivoclar Vivadent GmbH

Tech Gate Vienna
Donau-City-Strasse 1
1220 Wien
Austria
Tel. +43 1 263 191 10
Fax: +43 1 263 191 111
www.ivoclarvivadent.at

Ivoclar Vivadent Ltda.

Alameda Caiapós, 723
Centro Empresarial Tamboré
CEP 06460-110 Barueri – SP
Brazil
Tel. +55 11 2424 7400
Fax +55 11 3466 0840
www.ivoclarvivadent.com.br

Ivoclar Vivadent Inc.

1-6600 Dixie Road
Mississauga, Ontario
L5T 2Y2
Canada
Tel. +1 905 670 8499
Fax +1 905 670 3102
www.ivoclarvivadent.us

Ivoclar Vivadent Shanghai

Trading Co., Ltd.
2/F Building 1, 881 Wuding Road,
Jing An District
200040 Shanghai
China
Tel. +86 21 6032 1657
Fax +86 21 6176 0968
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.

Calle 134 No. 7-B-83, Of. 520
Bogotá
Colombia
Tel. +57 1 627 3399
Fax +57 1 633 1663
www.ivoclarvivadent.co

Ivoclar Vivadent SAS

B.P. 118
F-74410 Saint-Jorioz
France
Tel. +33 4 50 88 64 00
Fax +33 4 50 68 91 52
www.ivoclarvivadent.fr

Ivoclar Vivadent GmbH

Dr. Adolf-Schneider-Str. 2
D-73479 Ellwangen, Jagst
Germany
Tel. +49 7961 889 0
Fax +49 7961 6326
www.ivoclarvivadent.de

Wieland Dental + Technik

GmbH & Co. KG
Schwenninger Strasse 13
D-75179 Pforzheim
Germany
Tel. +49 7231 3705 0
Fax +49 7231 3579 59
www.wieland-dental.com

Ivoclar Vivadent Marketing

(India) Pvt. Ltd.
503/504 Raheja Plaza
15 B Shah Industrial Estate
Veera Desai Road, Andheri (West)
Mumbai, 400 053
India
Tel. +91 22 2673 0302
Fax +91 22 2673 0301
www.ivoclarvivadent.in

Ivoclar Vivadent s.r.l.

Via Isonzo 67/69
40033 Casalecchio di Reno (BO)
Italy
Tel. +39 051 6113555
Fax +39 051 6113565
www.ivoclarvivadent.it

Ivoclar Vivadent K.K.

1-28-24-4F Hongo
Bunkyo-ku
Tokyo 113-0033
Japan
Tel. +81 3 6903 3535
Fax +81 3 5844 3657
www.ivoclarvivadent.jp

Ivoclar Vivadent Ltd.

12F W-Tower, 1303-37
Seocho-dong, Seocho-gu,
Seoul 137-855
Republic of Korea
Tel. +82 2 536 0714
Fax +82 2 596 0155
www.ivoclarvivadent.co.kr

Ivoclar Vivadent S.A. de C.V.

Av. Insurgentes Sur No. 863,
Piso 14, Col. Napoles
03810 México, D.F.
México
Tel. +52 55 5062 1000
Fax +52 55 5062 1029
www.ivoclarvivadent.com.mx

Ivoclar Vivadent BV

De Fruittuinen 32
2132 NZ Hoofddorp
Netherlands
Tel. +31 23 529 3791
Fax +31 23 555 4504
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Ltd.

12 Omega St, Rosedale
PO Box 303011 North Harbour
Auckland 0751
New Zealand
Tel. +64 9 914 9999
Fax +64 9 914 9990
www.ivoclarvivadent.co.nz

Ivoclar Vivadent Polska

Sp. z o.o.
Al. Jana Pawla II 78
00-175 Warszawa
Poland
Tel. +48 22 635 5496
Fax +48 22 635 5469
www.ivoclarvivadent.pl

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.

Prospekt Andropova 18 korp. 6/
office 10-06
115432 Moscow
Russia
Tel. +7 499 418 0300
Fax +7 499 418 0310
www.ivoclarvivadent.ru

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.

Qlaya Main St.
Siricon Building No.14, 2nd Floor
Office No. 204
P.O. Box 300146
Riyadh 11372
Saudi Arabia
Tel. +966 11 293 8345
Fax +966 11 293 8344
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent S.L.U.

Carretera de Fuencarral n°24
Portal 1 – Planta Baja
28108-Alcobendas (Madrid)
Spain
Telf. +34 91 375 78 20
Fax: +34 91 375 78 38
www.ivoclarvivadent.es

Ivoclar Vivadent AB

Dalvägen 14
S-169 56 Solna
Sweden
Tel. +46 8 514 939 30
Fax +46 8 514 939 40
www.ivoclarvivadent.se

Ivoclar Vivadent Liaison Office

: Tesvikiye Mahallesi
Sakayik Sokak
Nisantas' Plaza No:38/2
Kat:5 Daire:24
34021 Sisli – Istanbul
Turkey
Tel. +90 212 343 0802
Fax +90 212 343 0842
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Limited

Ground Floor Compass Building
Feldspar Close
Warrens Business Park
Enderby
Leicester LE19 4SE
United Kingdom
Tel. +44 116 284 7880
Fax +44 116 284 7881
www.ivoclarvivadent.co.uk

Ivoclar Vivadent, Inc.

175 Pineview Drive
Amherst, N.Y. 14228
USA
Tel. +1 800 533 6825
Fax +1 716 691 2285
www.ivoclarvivadent.us