



Zusammenfassung

Die Frage, wie ein Haftverbund zwischen Gerüstmaterial und Verblendung entsteht, ist von großer Bedeutung, da die Gefahr der Randspaltbildung, der Verfärbung bis hin zur Fraktur oder zum Verlust der Verblendung besteht. Anhand eines Fallbeispiels werden die wichtigsten zahntechnischen Schritte für einen optimalen Haftverbund zwischen Kompositen und zwei Gerüstmaterialien gezeigt. Es werden mit NEM und Zirkonoxid zwei werkstoffkundlich ganz unterschiedliche Gerüstmaterialien vorgestellt und verglichen.

Indizes

Haftverbund, Gerüstmaterial, Verblendung, NEM, Zirkonoxid

Das Verblenden von Gerüsten

Annette von Hajmasy

Kronen und Brücken entstehen in der klassischen Herstellungsweise durch eine Kombination von Gerüst- und Verblendmaterial auf noch vorhandenen Zahnstümpfen oder Implantaten. Zu den üblichen Gerüstwerkstoffen zählen Edelmetalllegierungen (EM) bzw. Nichtedelmetalllegierungen (NEM) sowie zahnfarbene Werkstoffe wie Glaskeramik bzw. Zirkonoxid und in neuester Zeit auch Thermoplaste der PAEK-Hauptgruppe, wie PEEK oder PEKK.

Die Frage, wie ein Haftverbund zwischen Gerüstmaterial und Verblendung entsteht, ist nach wie vor von großer Bedeutung, da die Verblendung höchste ästhetische Relevanz hat und maßgeblich zum Erfolg des Zahnersatzes beiträgt. Beurteilungskriterien sind hier Randspaltbildung, Verfärbungsgefahr bis hin zum Verlust der Verblendung oder auch Fraktur der Verblendung.

Grundsätzlich unterscheiden wir in der Zahntechnik zwei klassische Materialgruppen von Verblendmaterialien:

- Kunststoffe, PMMA-basiert
 - ungefüllt auch als Acrylate bezeichnet,
 - Komposite (gefüllt), als Dimethacrylate bezeichnet,
- Glaskeramikeramiken.

Einleitung

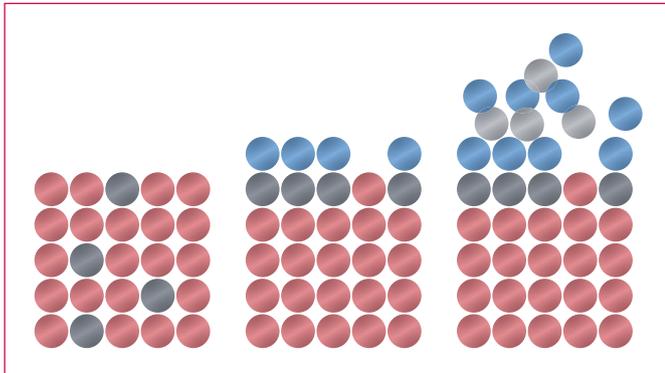
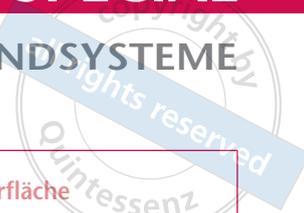


Abb. 1 Schematische Darstellung eines Verbundes zwischen Verblendkeramik und einer EM-Legierung. Nichtedelmetallbestandteile sind grau dargestellt. Sie wandern während des Oxidbrandes an die Oberfläche und bilden mit dem Sauerstoff eine Oxidschicht. Die O-Gruppen binden chemisch an das SiO_2 der Verblendkeramik und erzeugen einen dauerhaften Verbund.

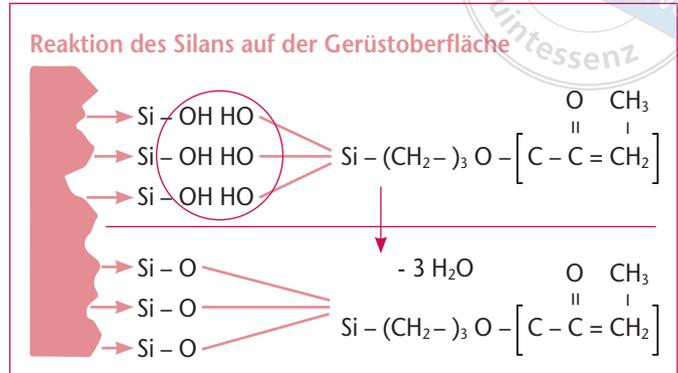


Abb. 2 Schematische Darstellung der Haftung von Verblendkomposit mit Hilfe des Silans. Die Siliziumhydroxidgruppen wurden mit siliziumoxidbeschichteten Partikeln in die Werkstoffoberfläche gebrannt (z. B. Rocatec™, 3M, Neuss). An diese können die OH-Gruppen des Silans binden. Dabei wird Wasser abgespalten und es entsteht eine feste Verbindung zwischen der Gerüstoberfläche und dem Silan.

Die Haftung der Verblendkeramik erfolgt über die Benetzung (hohe Oberflächenspannung), die Abstimmung der Wärmeausdehnungskoeffizienten mit dem Gerüstmaterial (Druckspannung) und den chemischen Verbund zwischen beiden Werkstoffen über die Sauerstoffgruppen. Die chemische Haftung der Verblendkeramik an einer EM-Legierung ist in der Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Die Haftung der Kompositverblendung auf der Metalloberfläche erfolgte bis Mitte der 80er Jahre rein mechanisch durch Retentionsperlen oder Netzstrukturen. Diese Form der Haftung führte oft dazu, dass sich ein Randspalt zwischen Kunststoff und Metall bildete, mit negativen Effekten, wie beispielsweise ästhetische Einbußen beim Kunststoff und Abplatzen der Kunststoff- bzw. Kompositverblendung bei mechanischer Belastung.

Mit der Einführung des Silikatisierens wurde erstmals ein chemischer Verbund zwischen Komposit und Legierung möglich (Abb. 2). Bei diesen Verfahren werden zusätzliche SiO_2 -Gruppen an die Gerüstoberfläche gebracht, die an ein Silan chemisch binden können. Das Silan verbindet sich wiederum mit dem Verblendkomposit. Ein Silan ist also ein Haftvermittler, der an der einen Seite das Gerüstmaterial und auf der anderen Seite die Kohlenstoffgruppen des Verblendkomposits binden kann.

Fallbeispiel Anhand eines Fallbeispiels werden die wichtigsten zahntechnischen Schritte für einen optimalen Haftverbund zwischen Kompositen und zwei Gerüstmaterialien gezeigt. Es werden zwei werkstoffkundlich ganz unterschiedliche Gerüstmaterialien verglichen und vorgestellt, nämlich NEM und Zirkonoxid. Anhand des Beispiels dreier implantatgetragener Restaurationen mit unterschiedlichen Verankerungselementen, verblendet mit SR Nexco (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), einem mikrogefüllten Komposit, sollen die unterschiedlichen Vorgehensweisen und Möglichkeiten dargestellt werden. Alle Restaurationen sind herausnehmbar bzw. bedingt herausnehmbar (Abb. 3 bis 5).



Abb. 3 Oberkieferimplantatgetragenes NEM-Gerüst auf fünf Implantaten, bedingt herausnehmbar, okklusal verschraubt.



Abb. 4 Oberkiefer-Unterkieferimplantatgetragenes Gerüst auf Locatoren; Zirkoniumdioxidgerüst mit PMMA-Basis.



Abb. 5 Oberkieferzirkoniumdioxidgerüst auf zehn Implantaten, bedingt herausnehmbar.



Abb. 6 und 7 Positionierung der Konfektionszähne auf dem Modell.

Der Vorteil einer Kompositverblendung im Vergleich zur Keramikverblendung bei implantatgetragener Zahnersatz liegt in zwei wesentlichen Dingen: Komposit zeigt im Vergleich zu der spröden Keramik eine deutlich reduzierte Bruch- bzw. Chippinggefahr, da es ein geringeres Elastizitätsmodul (E-Modul) hat. Des Weiteren kann Komposit intraoral vom Behandler bei eventueller Abrasion des Materials bzw. kleinen Frakturen leichter repariert werden, bzw. verloren gegangene Substanz kann wieder mit Komposit aufgefüllt werden. Ebenso kann das Gerüst auch nach längerer Tragedauer komplett neu verblendet werden. Das in diesen Fällen verwendete Material SR Nexco, ein hoch mikrogefülltes Komposit, zeigt zusätzlich durch seine extrem gute Polierbarkeit eine beständige hochglänzende Oberfläche, die auch nach längerer Tragedauer eine hohe Plaquesistenz aufweist.

Zahnaufstellung

Vor der Anfertigung des Zahnersatzes sollte gemeinsam mit dem Patienten eine zahn-technische Analyse und Diagnostik erstellt werden, um eine möglichst optimale Lösung zu finden. Gerade bei zahnlos gewordenen Patienten ist es essenziell, die Positionierung der Zähne und die Implantatpositionen exakt zu planen (Abb. 6 und 7) und diese in eine

Vorgehensweise

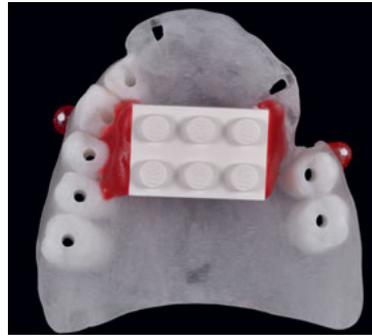


Abb. 8 und 9 Umsetzung des Modells in Bariumsulfat zur Herstellung einer Bohrschablone.

Abb. 10 Umsetzung der Zahnposition in die Implantatposition (Foto: Dr. Pascal Marquardt, Köln).



Abb. 11 und 12 Positionierung der Konfektionszähne im Set-up im zahnlosen Kiefer.

Bohrschablone umzusetzen (Abb. 8 bis 10), um einen individuellen, auf den Patienten abgestimmten, physiologischen Zahnersatz herstellen zu können. Die Herstellung des Zahnersatzes erfolgt nach einem systematisierten und bewährten Ablauf:

- Zahnaufstellung (Set-up oder Mock-up),
- Scannen, Set-up und vollanatomische Umsetzung in einen Kunststoffdummy,
- Reduzierung zur Gerüstkonfiguration,
- Gerütherstellung im entsprechend ausgewählten Material, gefräst per CAD/CAM,
- Verblendung des Gerüsts mit Komposit in der Presstechnik (KomPress).

Grundsätzlich bestehen zur Verblendung eines Gerüsts mit Komposit zwei Möglichkeiten:

- das Komposit portionsweise mit einem Spatel aufzutragen und in die entsprechende Zahnform zu modellieren oder
- eine vollanatomische Zahnform einzubetten und das Gerüst mit Komposit zu überpressen.

Eine patientenkonforme Zahnaufstellung (Abb. 11 und 12) dient immer als Grundlage und zur Dimensionierung der Gerütherstellung und ebenso zur Anfertigung eines

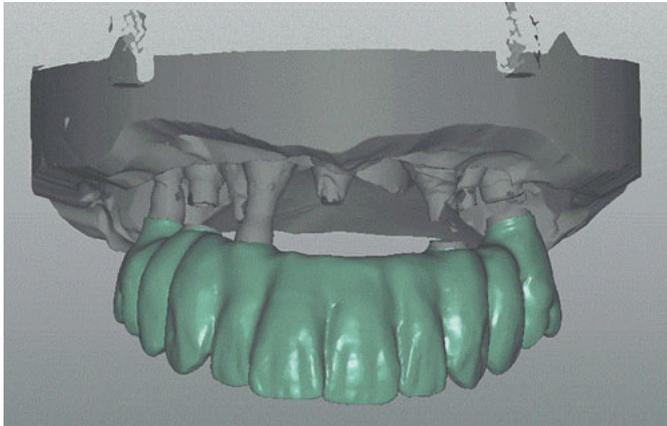


Abb. 13 Scan der vollanatomischen Aufstellung/Set-up.



Abb. 14 Umsetzung der Zahnaufstellung in einen Kunststoffdummy.

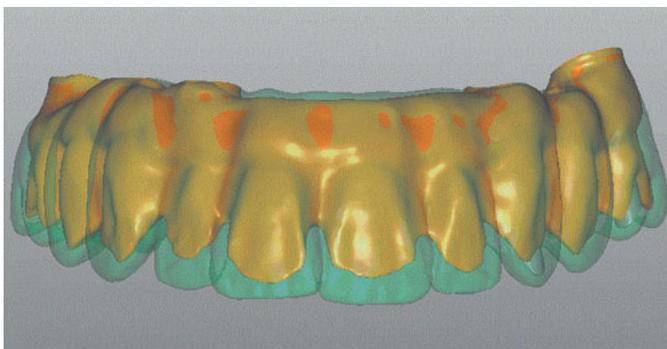


Abb. 15 Reduzierung der vollanatomischen Situation am Bildschirm.

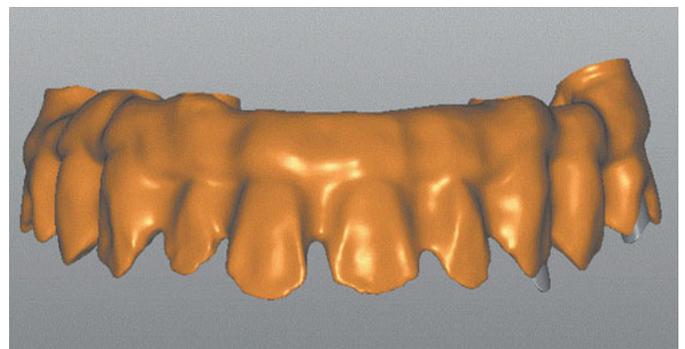


Abb. 16 Gerüstkonfiguration im CAD-Verfahren.

vollanatomisch ausgeformten Kunststoffdummys (Abb. 13 und 14). Dieser kann zum einen für die Einbettung und zum anderen als spätere Ersatzprothese verwendet werden.

Mit Hilfe der CAD/CAM-Technologie werden jetzt Zahnaufstellung und Modell gescannt, zur Gerüstgestaltung wird die Vollanatomie am Bildschirm reduziert (Abb. 15 bis 16) und in den ausgewählten Materialien gefräst.

Überpressen

Die Verblendung des Gerüsts erfolgt nun über die Presstechnik mit Hilfe einer speziellen Küvette (Abb. 17). Die Vorlage einer Zahnaufstellung hundert Prozent exakt in einer per Hand erarbeiteten Kompositverblendung wiederzugeben und herzustellen, ist eine fast unlösbare Aufgabe. Beim Verblenden werden Luft einschließen im Komposit durch die Überlappung des Materials kaum zu vermeiden sein, was wiederum die Homogenität des Verblendkunststoffes reduziert. Die Überpresstechnik schafft hier eine einfache und praktikable Möglichkeit, die Zahnaufstellung exakt, in höchstmöglicher Homogenität, umzusetzen.

Die Überpresstechnik in Komposit (KomPress) hat den Vorteil, dass eine bereits erarbeitete Zahnform in Wachs oder auch eine Aufstellung mit konfektionierten Zähnen nahezu



Abb. 17 Die Küvette SR Nexco Flask.



Abb. 18 Einbetten des Kunststoffdummys mit Knetsilikon (95 Shore).



Abb. 19 Überbetten mit Klarsilikon aus der Kartusche (75 Shore).

Abb. 20a und b Dimensionskontrolle vor dem Verblenden.



1:1 in Form und Oberfläche in die definitive Verblendung in Komposit umgesetzt werden kann. Dabei können Luftporenschlüsse, wie sie beim Schichten entstehen, nahezu ausgeschlossen werden, d. h. das Material wird in höchstmöglicher Homogenität verarbeitet.

Der gefräste und aufpolierte Kunststoffdummy wird in einer Spezialkassette (SR Nexco Flask, Ivoclar Vivadent, Abb. 10) mithilfe eines sehr harten Knetsilikons (95 Shore; Pastensilikon, Briegeldental) in den Sockel eingebettet und mit Klarsilikon aus der Kartusche überbettet (75 Shore, Klarsilikon, Briegeldental, Abb. 18 und 19). Nach Aushärten des Silikons werden die Küvettenhälften voneinander getrennt, der Kunststoffdummy, der als vollanatomischer Platzhalter fungiert, wird ausgetauscht gegen das zu überpressende Gerüst. Alle Dimensionen werden mithilfe von Vorwällen erneut überprüft (Abb. 20a und b), dann kann das Gerüst zur Verblendung vorbereitet werden. Hierbei spielt es jetzt keine Rolle, ob es sich um ein NEM- oder ein Zirkonoxidgerüst handelt.

Oberflächenvorbehandlung

Die Vorgehensweisen in der Vorbereitung und bei der Oberflächenvorbehandlung unterscheiden sich entsprechend der unterschiedlichen Gerüstmaterialien.

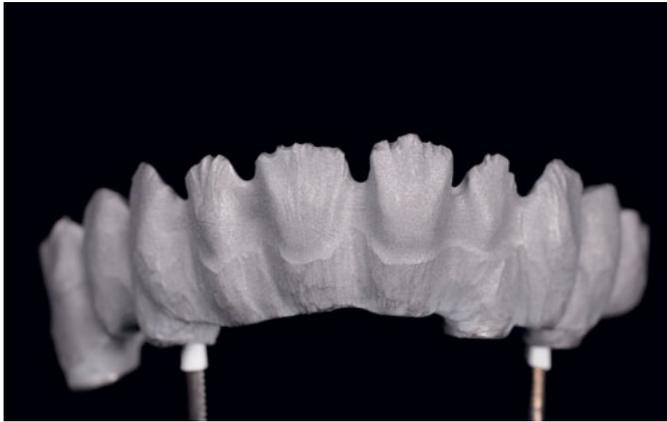


Abb. 21 Abstrahlen des Gerüsts.



Abb. 22 Auftragen des Metallbonders.

Bei beiden Gerüstmaterialien wird die Oberfläche durch Korundstrahlen mit Aluminiumoxid mit der mittleren Korngröße zwischen 100 und 110 μm gereinigt und die Oberfläche für den mechanischen Verbund somit vergrößert. Das Korundstrahlen erfolgt bei beiden Werkstoffen in 45°-Winkel zur Gerüstoberfläche. Der Strahldruck liegt bei NEM-Gerüsten bei 2 bar (Abb. 21), während bei Zirkonoxid ein etwas geringerer Strahldruck von ca. 1 bar verwendet wird. Zirkonoxid, wie auch alle anderen Keramiken, zählt zu den spröden Werkstoffen. Würde der Druck beim Korundstrahlen erhöht, dann besteht die Gefahr, dass leicht Mikrorisse an der Oberfläche entstehen könnten, die später zu einer Totalfraktur der Restauration führen können.

Das NEM-Gerüst wird nach dem Abstrahlen vorsichtig mit Druckluft gereinigt, anschließend wird ein Tropfen des Metallbonders, in diesem Fall SR Link (Ivoclar Vivadent), aufgetragen und mit einem Einwegpinsel leicht verstrichen (Abb. 22). Das Gerüst sollte nicht im Bonding schwimmen. Dieser Metallbinder ist ein dünnfließendes Komposit aus Dimethacrylaten, Alkohol, Ketten und Phosphatester und hat die Aufgabe, mit den sauren Gruppen an die Legierung und den Dimethacrylaten des Verblendkomposites zu binden.

Bei gegossenen NEM-Gerüsten werden üblicherweise noch zusätzlich Retentionen angebracht. Bei einem gefrästen Gerüst ist das weniger gut möglich. Es ist zwar durchaus möglich, mechanisch Unterschnitte an den entsprechenden Stellen mit einer Trennscheibe einzubringen, allerdings zeigen viele In-vitro-Untersuchungen, dass der chemische Verbund durch den Metallbinder vollkommen zuverlässig und ausreichend ist.

Nach drei Minuten Einwirkzeit wird das Gerüst noch einmal sorgsam trockengeblasen, um allen Flüssigkeitsüberschuss zu entfernen. Danach wird die erste Schicht SR Nexco Opaker aufgetragen und 20 Sekunden ausgehärtet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die erste Schicht extrem dünn aufgetragen wird, ähnlich eines Wash-Brandes in der Keramik (Abb. 23). Im zweiten Schritt wird der Opaker deckend aufgetragen und nun vollständig ausgehärtet (Abb. 24).

Für das Zirkonoxidgerüst gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen. Die erste ähnelt dabei dem für Metallgerüste: Abstrahlen des Gerüsts, Auftragen des Bonders SR Link (Abb. 25), Opaker in zwei Schritten auftragen. Durch den Auftrag des Opakers wird die



Abb. 23 1. Opakerauftrag/Wash.



Abb. 24 2. Opakerauftrag, deckend.



Abb. 25 Auftragen des Bonders SR Link auf das Zirkoniumgerüst.



Abb. 26 Auftragen des Wash-Opakers.



Abb. 27 Auftragen des deckenden Opakers.

Benetzbarkeit des Zirkonoxids verbessert (Abb. 26 und 27). Für die Haftung der Kompositverblendung auf dem Zirkonoxidgerüst ist ein Bonders mit sauren Phosphatgruppen (SR Link) zwingend notwendig.



Abb. 28 Brennen des ZirLiners (Ivoclar Vivadent) bei angegebener Brenntemperatur.



Abb. 29 Abstrahlen der gebrannten ZirLiner-Oberfläche mit Aluminiumoxid 110 µm/1,5 bar.



Abb. 30 Ätzen der gesamten Keramikoberfläche.



Abb. 31 Auftragen von Monobond Plus.

In der zweiten Variante wird im ersten Arbeitsgang auf das Gerüst eine sehr dünne Schicht Keramik aufgetragen und nach Herstellerangaben gebrannt, entweder ein farbneutraler Liner, Dentin- oder hauchdünne Schultermasse (Abb. 28). So wird unter anderem die Benetzbarkeit der Zirkonoxidoberfläche verbessert. Außerdem wird bei diesem Vorgehen eine ätzbare Oberfläche geschaffen, die möglichst wenig aufträgt.

Die gebrannte Oberfläche wird im nächsten Schritt bei ca. 1,5 bar um 110 µm abgestrahlt (Abb. 29), gesäubert und nach Herstellerangaben mit neunprozentiger Flusssäure geätzt (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Abb. 30). Im Anschluss wird die Oberfläche sorgfältig gereinigt und vollständig getrocknet. Durch das Ätzen der aufgetragenen Verblendkeramik mit Flusssäure wird eine retentive Oberfläche für den mechanischen Verbund erzeugt. Dabei werden vor allem Silikatkristalle herausgeätzt.

Jetzt wird zur Vorbereitung des Haftverbundes Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) aufgetragen (Abb. 31). Dieses 60 Sekunden einwirken lassen, den Überschuss vorsichtig verblasen. Monobond Plus ist ein Silan, das saure MDP-Monomere enthält. Diese Monomere können sehr gut am Zirkonoxid binden.



Abb. 32 Auftragen des Nexco Liners clear.



Abb. 33 Platzieren des vorbereiteten Gerüsts auf dem Sockelsilikon: **a** auf Metall, **b** auf Zirkon.



Unmittelbar im Anschluss an die Einwirkzeit des Monobond Plus wird Heliobond (Ivoclar Vivadent) dünn aufgetragen, mit Druckluft leicht verblasen und für 60 Sekunden mit einer Handlampe oder einem Quickgerät ausgehärtet. Heliobond ist ein dünn fließendes Komposit, das überwiegend aus den Dimethacrylaten Bis-GMA und TEGDMA besteht. Seine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen binden an die des Verblendkomposits und verbinden die beiden Komponenten dauerhaft.

Nun wird SR Nexco Liner (Ivoclar Vivadent, Abb. 32) aufgetragen und ausgehärtet. Es ist darauf zu achten, dass wirklich der Liner, nicht der Opaker verwendet wird. Es empfiehlt sich, den farblosen Liner zu wählen, um die Farbgebung nicht in eine unerwünschte Richtung zu beeinflussen. Es ist einfacher, die Farbe beim Sintern des Zirkonoxidgerüsts über eine Einfärbung zu steuern. Die entstandene Inhibitionsschicht wird nach der Härtung mit einem Schaumstoffschwämmchen entfernt, dann ist das Gerüst bereit zur Kompositverblendung.

Verblendung

Das Gerüst wird im Sockelteil platziert (Abb. 33a und b), der Konter der Küvette mit dem entsprechenden Dentin befüllt, beide Küvettenhälften vorsichtig aufeinandergesetzt,



Abb. 34 Dentinpressung auf a Metall und b Zirkon.



Abb. 35a und b Reduzierung des Dentinkerns im Cut-Back und Individualisierung.

verschraubt und ins Lichthärtegerät gestellt (Abb. 34a und b). Nach der Aushärtung wird zur Aufnahme der Schneideschicht ein Cut back im Dentin vorgenommen, nach Bedarf wird mit unterschiedlichen Transpa- bzw. Schneidemassen der Dentinkern noch zusätzlich individualisiert (Abb. 35a und b).

In einer zweite Pressung wird jetzt die Schneide aufgetragen, in der gleichen Vorgehensweise wie bei der Dentinpressung, im Anschluss kann das nun mit Schneide überpresste Gerüst entnommen, ausgearbeitet und poliert werden. Falls notwendig, wird in einem letzten Arbeitsgang noch zusätzlich der Gingivaanteil, ebenfalls aus Komposit, per Hand aufgetragen (Abb. 36a und b), gehärtet und abschließend die komplette Arbeit poliert (Abb. 37a und b).

Egal, für welche Verblendtechnik man sich entscheidet, Kuvette oder per Hand: Das Wichtigste für eine lange Lebensdauer der Verblendung ist eine sorgfältige Vorgehensweise bei der Vorbereitung und Durchführung des Haftverbundes zum Gerüst. Denn damit „fällt oder hält“ die Verblendung. Praktischer Tipp: Die fertig verblendete Arbeit sollte mit Ultraschall mit entsprechenden Reinigungsmitteln oder und mit einem Zahnbürstchen und

Fazit



Abb. 36a und b Auftrag des Gingivaanteils per Hand.



Abb. 37a und b Fertig verblendete Arbeiten auf Metall- bzw. Zirkonoxidgerüsten.

Reinigungsmittel mechanisch gereinigt werden. Die Arbeit sollte nach Möglichkeit nicht mit dem Dampfstrahler bearbeitet werden. Gerade bei beispielsweise Teleskoparbeiten ist der Randbereich der Doppelkronen eine extrem kritische Zone. Hier treffen NEM-Gerüst und Verblendung in äußerst dünnen Schichten aufeinander. Durch die extrem starke Erhitzung der Legierung beim Abdampfen wird sich beim Abkühlen durch den unterschiedlichen WAK der beiden Materialien im Zweifelsfall schon der erste feine Randspalt bilden, die Lebensdauer der Verblendung beeinträchtigen und sie einer vorzeitigen Verfärbungsgefahr aussetzen.



ZTM Annette von Hajmasy

Kaltenbacher Weg 13
83355 Erlstätt
E-Mail: kontakt@hajmasy.de