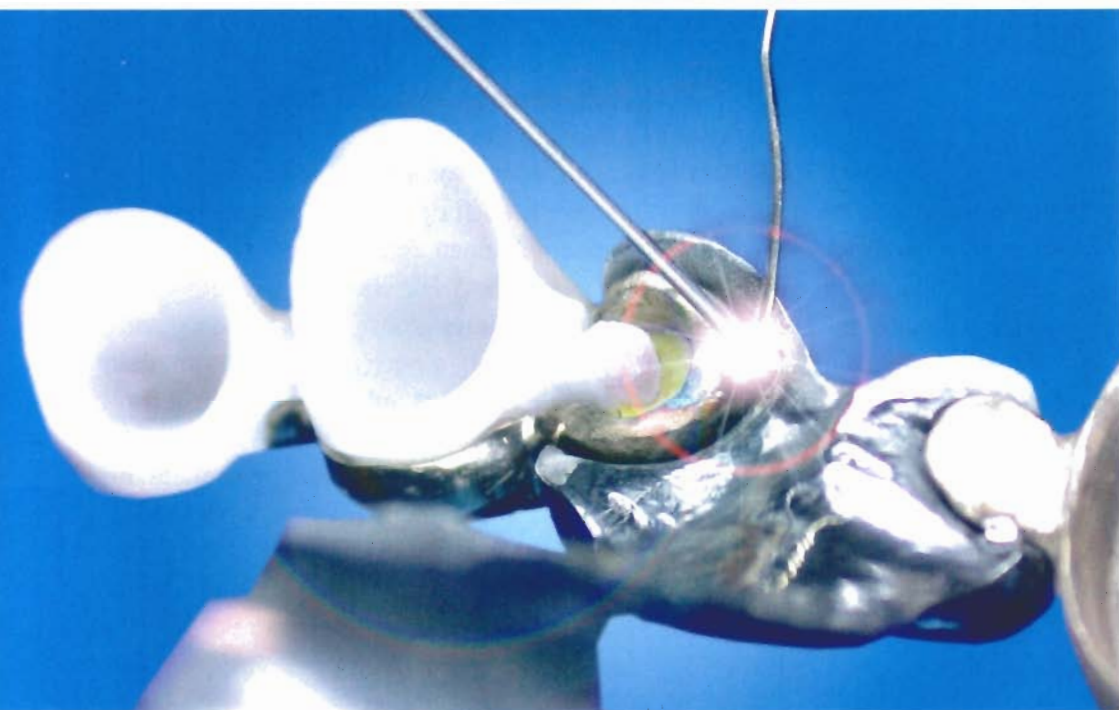




Der Triathlon in der Zahntechnik

Ein Bericht über Zirkonoxid-Galvano und Phaserschweißen

Andreas Hoffmann

Betrachtet man die Wünsche von Patienten, so kann man sicherlich ganz klar den Wunsch der meisten nach weißen Zähnen, die fest im Mund verankert sind, nachvollziehen. Patienten, die immer mehr der Diskussion über die Zusammensetzung einzelner Materialien und ihrer Auswirkung auf den menschlichen Organismus größere Beachtung schenken, werden auch in Zukunft eine hochwertige prothetische Lösung, die nicht nur den normalen Kauzyklen standhält, sondern auch hohen ästhetischen Ansprüchen gerecht wird, vor anderen den Vorzug geben.

Selbstverständlich ist hierbei auch der Wunsch des Labors legitim, mit einer solchen Technologie wirtschaftlich erfolgreich zu sein.

Mit Hilfe der CAD/CAM-Technologie ist man heute schnell in der Lage, Strukturen aus hochwertigen Keramiken, Aluminiumoxid oder Zirkonoxid herzustellen. Ob eine Modellation rechnergestützt oder aus realen Aufwachstechniken besteht, ist hierbei primär erst einmal nebensächlich, sind doch die Erfahrungen aus den metallischen Strukturen und den Möglichkeiten der Gestaltung in keiner Software so perfekt enthalten, da sie doch alle aus dem Kopf eines Zahntechnikers stammen.

Zusammenfassung

Der Einsatz modernster Techniken, die in den betrieblichen Ablauf integriert werden, sollte nicht in überkomplizierte oder in überstrukturierte Zahntechnik münden. Dieser Bericht soll vielmehr zeigen, wie dieser Einsatz sinnvoll ist, wenn wissenschaftliches Know-how der Zahntechnik, verbunden mit Bewährtem und Erprobtem, die Grundlage bildet. Die Richtlinien des Medizinproduktegesetzes mit der entsprechenden Dokumentation dieser Arbeitsverfahren machen es heute leichter, die Verantwortung für solche Techniken zu übernehmen. Der Beitrag beschäftigt sich mit drei verschiedenen Arbeitstechnologien, und zwar mit der Herstellung von Zirkonoxidgerüsten für die Aufnahme von keramischen Verblendungen sowie die Aufnahme von Modellgussstrukturen (Geschiebetchnik), mit der der galvanoplastischen Geschiebeflächen, die in dieser Kombination zwischen metallischen und keramischen Frässtrukturen hergestellt werden, und der damit verbundenen Gusstechnik sowie letztendlich mit der Füge-technologie mittels Plasma-Impulsschweißens.

Indizes

Zirkonoxidgerüst, Modellguss, Galvano, Gusstechnik, Plasma-Impulsschweißen

Einleitung

Der Einsatz von Zirkonoxid in der Geschiebetchnik

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ

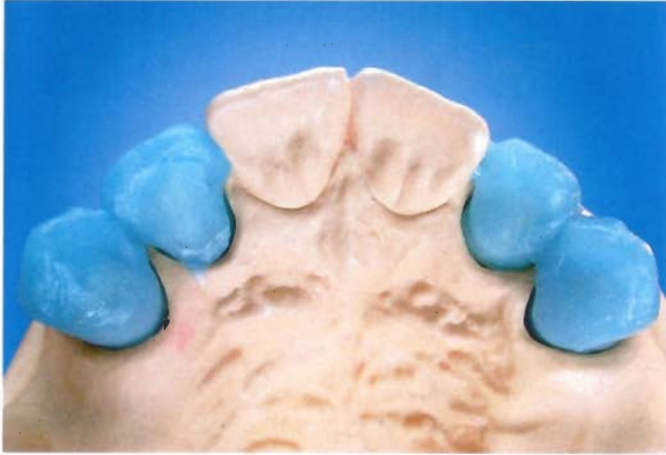


Abb. 1 Das Wax-up im Metacon ermöglicht eine genaue Übersicht darüber, wie viel Platz für die Verblendung und Geschiebefräsung vorhanden ist.



Abb. 2 Das Material lässt sich im gehärteten Zustand optimal am Fräsgesetz bearbeiten.



Abb. 3 Die Preci-line-Geschiebepatrize wird mittels Parallelometer an die Modellation angesetzt.

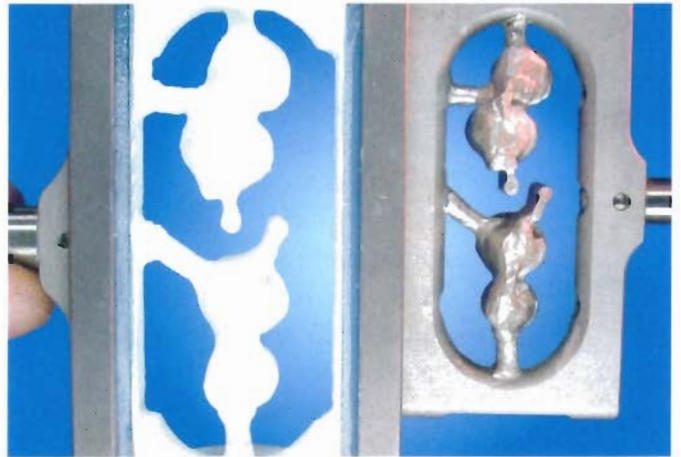


Abb. 4 Die in Wachs modellierten und mit Hilfe der CerconBrain-Anlage der Fa. Degudent umgesetzten Zirkonoxidgerüste mit den Geschiebeteilen. Für die Modellation in Wachs wurden Preci-line-Gleitgeschiebe benutzt.

Somit sind CAD/CAM-Technologien auch nur erst einmal produktionstechnische Umsetzungen, die dem Techniker allerdings die Möglichkeit geben, neue, bislang nicht einzusetzende Materialien für artgleiche Zwecke zu nutzen.

Im vorliegenden Fall, am Beispiel einer in lichterhärtendem Wachs modellierten Struktur (Abb. 1), die ausgearbeitet und gefräst ist (Abb. 2), wird eine primäre Gerüstkonstruktion für eine Kombinationsprothetik geschaffen (Abb. 3). Nachdem aus einer Modellationstechnik die endgültigen Formen aus lichterhärtendem Kunststoff entstanden sind, werden diese Kronen und Teleskope sowie die Geschiebestrukturen an den Kronen mit Hilfe eines Scanrahmens in die für den Laserscanner notwendige Formation gebracht (Abb. 4).

Mit der Cercon-Brain Anlage der Firma Degudent werden die mit einem Silberlack undurchlässig gestalteten Objekte mittels eines Laserscanners Strich für Strich abgetastet. Die im Gerät erfassten Daten werden speziell für den Zirkonoxidgrünling umgerechnet, da beim Fräsen eine bis zu 30 %ige Vergrößerung dieser Formen vonnöten ist.

Erst durch die spätere Sinterung erfährt dieses Brückengerüst oder auch die Krone ihre endgültige Form durch die Sinterschrumpfung.

Um die Problematik des FräSENS an CNC-Anlagen zu verdeutlichen, möchte der Autor mit einem Gedankenbeispiel versuchen, die Rechenwege zur Umsetzung in eine Frästechnik zu veranschaulichen. Betrachtet man das Endprodukt, die Krone oder die gefräste Brücke, so entsteht häufig der Eindruck, dass dieses Objekt aus einem Block gefräst worden ist. Das aber ist die falsche Denkweise, denn dieses Objekt war schon vorher in dem Block, lediglich den gesamten anderen Bereich muss die Maschine vom Block fräsen, so dass die Brücke oder die Krone übrigbleibt. Dieses bedeutet für den Rechenweg natürlich auch, dass die Formen dieser Brücke nicht als Schleifdaten vorliegen, sondern die Errechnung des Umfeldes, das durch aufwändige Frästechnik weggeschnitten werden muss. So können Strukturen, die konische Oberflächen haben, gefräst werden. Da hierbei das vorhandene überschüssige Material strichweise besser abzutragen ist als planparallele Tiefen, sind für einen Fräser schwer zu erreichende Schichtstärken abzutragen.

Mit dem Bewusstsein, dass die vorhandene Krone schon in dem Block steckt, sind einige Arbeitszyklen leichter zu verstehen. Diese haben in der Vergangenheit häufig zu Problemen geführt. So hat man für die äußeren Geometrien von Geschiebestrukturen, abhängig von der Fräsergröße der Maschine, bestimmte Geometrien, die bevorzugt werden.

Nachdem der Grünling aus dem Block gefräst wurde, wird durch das vorsichtige Herausschneiden aus dem Rahmen das Objekt vom Techniker leichter zu manipulieren sein. Zu diesem Zeitpunkt können Ansatzstellen im Bereich der Haltestäbe, die die Kronen im Rahmen fixiert haben, nachgesäubert werden. Ebenso können Flächen- und Formkorrekturen schon zu diesem Zeitpunkt in dem noch relativ weichen Material ausgeführt werden. Danach erfolgt eine Sinterung für sechs Stunden bei 1.350 °C in einem speziellen Sinterofen, wo das Zirkonoxid um eine Volumenmenge von zirka 30 % schrumpft. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur liegt ein hochverdichtetes Zirkonoxid vor (Abb. 5). Dieser Werkstoff ist äußerst stabil und sehr hart. Er lässt sich nur noch mit Diamanten bearbeiten. Um schleiftechnische Formveränderungen durchführen zu können (Abb. 6), ist eine Turbine mit einer hohen Umdrehungsgeschwindigkeit (250.000 U/Min.) und Wasserkühlung unabdingbar.

Um Geschiebeflächen exakt justieren zu können und eine Planparallelität oder eine genaue Oberflächenstruktur zu erzeugen, ist ein manuelles Nachfräsen mit wassergekühlten Diamanten an einer Turbine im Fräsgerät notwendig. Der Autor benutzt für diese frästechnische Nacharbeit die BienAir-Turbine und das Shaping-ceramic-telescops-Set der Firma Hafner (Abb. 7a), welche sich im Fräsgerät, in diesem Fall das Ergo 3 der Firma Degudent, perfekt händeln lässt (Abb. 7b). Mit einer Oberflächenkörnung von 80 µm wird mit dem Optimieren der Fräsflächen begonnen.

Immer feiner werdende Oberflächenschleife mit 40 µm, 15 µm und 8 µm folgen, die Nacharbeitung dieser Flächen erfolgt mit 4 µm. Bei einer Rautiefe von 4 µm bekommen wir hochglänzende Flächen, die keiner weiteren Politur unterzogen werden (Abb. 8). Da diese Keramik nicht oxidiert, kann eine Verarbeitung dieser Geschiebefläche schon vor der kera-

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ

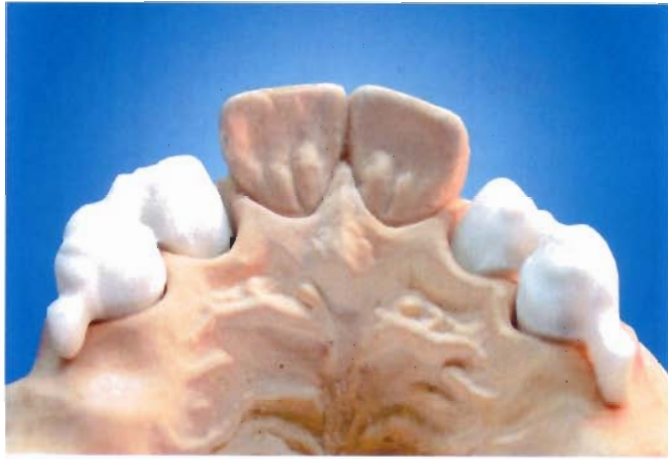


Abb. 5 Die gesinterten Strukturen werden auf das Modell aufgesetzt.



Abb. 6 Die beiden 6er sind als Teleskopkronen vorgesehen. Die Wachsmodellation erfolgt in einem Winkel von 2 Grad, so dass es sich um eine Konustechnik handelt.

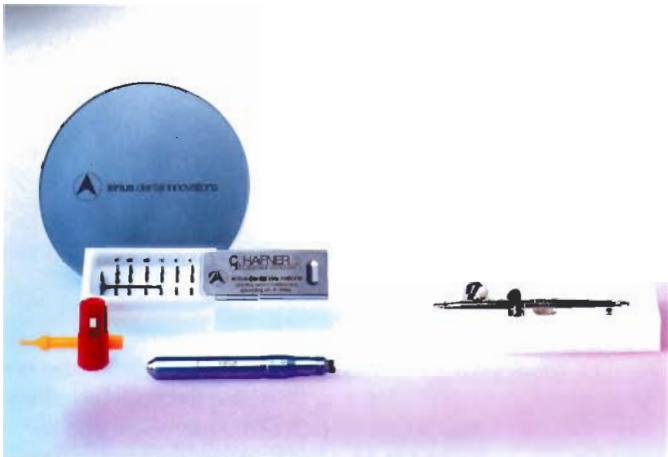


Abb. 7a und b Für das Fräsen werden die Kronen mit einer Lage Zellstofftuch unterlegt, um beim Fräsvorgang einen ausreichenden Feuchtigkeitsfilm im Bereich des Randes zu erzielen. Dies dient der Verhinderung von Frakturen. Zum Fräsen wurde die Bien-Airturbine im ErgoFräsgesät F3 mit dem Frässystem „Shaping ceramic telescops“ (Fa. Hafner, Abb. 7a) benutzt.

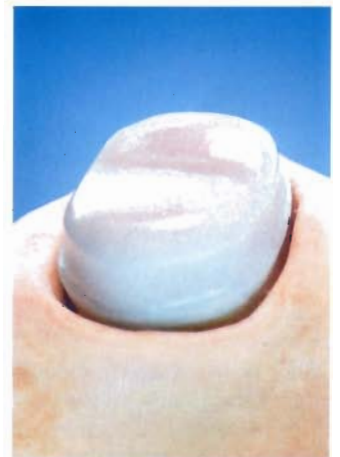


Abb. 8 Bei dem Teleskop können die Friktionsflächen durch das Oberflächenfinish mit einer 4 µm Rautiefe gekörnten Diamantschleiffläche fertig gestellt werden.

mischen Verblendung erfolgen, da ein Oberflächenfinish später nicht wiederholt werden muss (Abb. 9). Dies wäre bei metallischen Strukturen der Fall. Mit einer speziellen Keramik der Firma Vita (Vita D) erfolgt die keramische Verblendung und damit die vestibuläre Formgebung dieser Kronen. Hierbei überzeugt die weiße Grundfläche, die für den Farbaufbau der Keramik mit einbezogen werden kann und nicht durch ein schwarzes Oxyd, das mit Opakern abgedeckt werden muss, um eine zahnähnliche Struktur zu erzeugen.

Nach Herstellerangaben wird diese Keramik konventionell verarbeitet. Im Keramikofen mit spezieller Brandführung arbeitet man wie mit einer gewohnten anderen VMK-

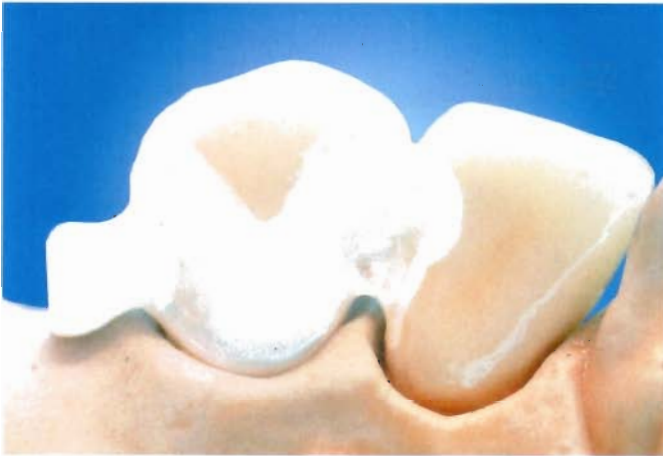


Abb. 9 Nach dem Einbetten der Wachsmodellation erfolgt die keramische Verblendung mit der Vita D (Fa.Vita). Da bei der keramischen Verblendung keinerlei Oxide auf dem Zirkonoxid entstehen, bleibt die gefräste und schon endgültige oberflächenstrukturierende Fräsung bei der Brandführung unbehelligt.



Abb. 10 Die fertig verblendeten, gefrästen und ausgearbeiteten Kronen auf dem Meistermodell. Sehr schön ist die glänzende Oberfläche des Zirkonoxides erkennbar.



Abb. 11 In Lichtwachs modelliert sind die Sekundärstrukturen auf dem Zahn 13 sowie distal über das Kunststoffgleitelement des Geschiebeteiles als auch der Zahn 16 als Sekundärkrone für die Vollverblendung gestaltet.

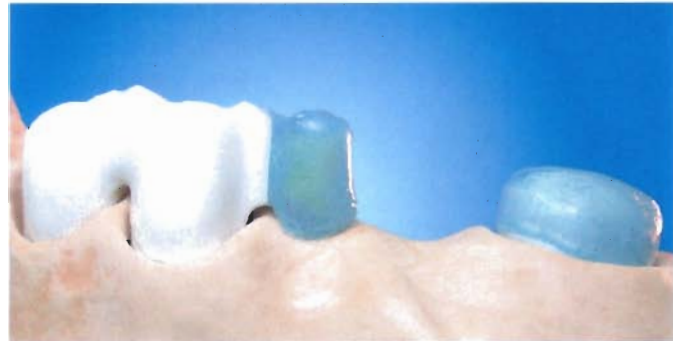


Abb. 12 Aus vestibulärer Sicht kann man den Modellationsbereich, der in Metall dargestellt wird, zum Übergang der noch unverblendeten Kronen perfekt gestalten. Nach dem Ausarbeiten und Beschleifen der ausgehärteten Lichtwachsstruktur bekommen diese Modellationen den für die Modellgussverankerung vorgesehenen Retentionsbereich.

Qualität. Eine kontinuierliche gleichmäßige Produktionstechnik ist damit Standard. Nach der Fertigstellung der keramischen Verblendungen (Abb. 10), erfolgt die Herstellung der sekundären Geschiebestrukturen. Da in diesem Beispiel der Zahn 13 ein extrakoronares Gleitgeschiebe sowie eine umlaufende Fräsung erhalten hat, wird diese Struktur in Edelmetall als Sekundärgeschiebe hergestellt. Ebenso wird mit dem Zahn 16, der als Teleskop (aus Zirkonoxid) gefräst worden ist und somit auch eine sekundäre Goldstruktur erhält, verfahren. Diese beiden separat gegossenen Geschiebeanteile werden in lichterhärtendem Wachs modelliert (Abb. 11), auf Funktion geprüft, ausgearbeitet (Abb. 12) und anschließend eingebettet. Nach der gusstechnischen Umsetzung dieser aus lichterhärtendem Wachs modellierten Strukturen erfolgt ein sehr präzises Umsetzen in die metallische Phase. Wenige Formkorrekturen der Geschiebeflächen zeichnen diese Modellationspraxis aus. Eine exakte Passung, die flächig dargestellt wird, ist von Nöten, damit später keine

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ



Abb. 13 Die für die Arbeit fertig gestellte keramische Primärstruktur ist mit dem gegossenen sekundären Gerüst fertig für den Modellguss vorbereitet.



Abb. 14 Für den Guss wurde Orplid-Keramik 5 der Fa. Hafner verwendet, die sich hervorragend eignet, um Geschiebearbeiten herzustellen.



Abb. 15 Die in Gold gegossenen Strukturen passen perfekt in die Fräsungen.

Druckpunkte in der Geschiebefläche auf die Keramik Wirkung zeigen können. Die flächenhafte Passung eines Geschiebes ist für eine gute Kraftübertragung notwendig. So müssen hier die Expansionswerte für die gusstechnische Herstellung von gegossenen Geschiebeteilen sehr genau eingestellt werden und es bedarf eines hohen Maßes an Fingerspitzengefühl, diese Geschiebe flächig perfekt auszuarbeiten.

Für die spätere Verbindungstechnologie mit dem Phaser sind für den Modellguss dementsprechende Verankerungsbereiche an diese Sekundärstrukturen angehängt worden (Abb. 13). Als Edelmetalllegierung wurde die Orplid-Keramik 5 von der Firma Hafner verwendet, die einen sehr hohen Goldanteil besitzt (Abb. 14). Diese Legierung lässt sich gut für den Bereich der Geschiebetechnik einsetzen und ergibt eine sehr gute Geschiebepassung (Abb. 15).

Eine andere sehr perfekte Möglichkeit, der Verfasser möchte sogar sagen, die perfekte Wiedergabe von Oberflächen, steht dem Techniker mit dem Einsatz der Galvanotechnik zur Verfügung. Im hier dokumentierten Beispiel wurde für den Zahn 23 ebenfalls ein Gleitgeschiebe und eine umlaufende Fräsung gearbeitet. Für den Bereich des Molaren 26 ist eine Teleskopkrone vorgesehen worden (Abb. 16 bis 18). Die Herstellung der Elektroden erfolgt mit Hilfe der original Keramikkrone, welche zuerst zur Befestigung des Drahtteils in der Krone mit einem Elektrodendraht versehen und mit Kunststoff aufgefüllt werden. Nachdem die Elektrodendröhte fest mit den Kronen verankert sind, wird die Leitfähigkeit erreicht, in dem Silberleitlack mit der Airbrush-Pistole in einer sehr homogenen und gleichmäßig hauchdünnen Schicht aufgesprüht wird. Diese Schicht hat eine Stärke zwischen 3 μm und 6 μm . Da beim Sprühen auch Randbereiche, auf denen kein Gold abgeschieden werden soll, erreicht werden, deckt man diese Bereiche mit einem Abdecklack ab und ist somit in der Lage, die Ausdehnung der Goldabscheidung sehr genau zu steuern (Abb. 19 bis 24).

Galvanoplastische
Geschlebefflächen

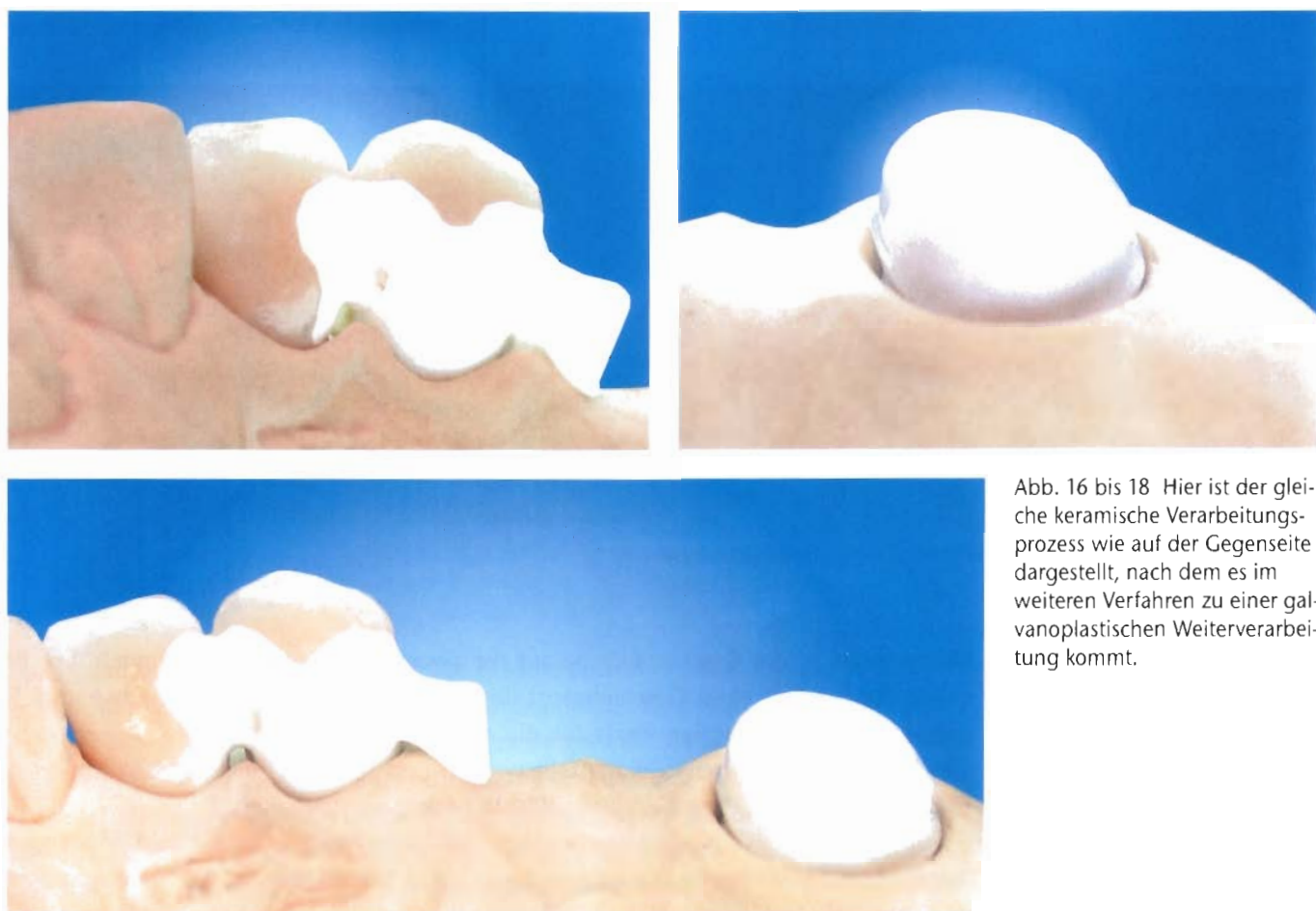


Abb. 16 bis 18 Hier ist der gleiche keramische Verarbeitungsprozess wie auf der Gegenseite dargestellt, nach dem es im weiteren Verfahren zu einer galvanoplastischen Weiterverarbeitung kommt.

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ



Abb. 19 Nach dem Auffüllen der Krone mit Kunststoff und dem Befestigen der Kupferelektrode kann mit Silberleitlack die Kontaktfläche geschaffen werden. Hierbei wird das Sekundärteil aus Kunststoff auf die Patrize geschoben, um gleichzeitig mit einer Goldabscheidung überzogen zu werden.



Abb. 20 Das Teleskop ist ebenfalls mit Kunststoff gefüllt worden. Dabei ist die Elektrode aus Kupfer in der Krone befestigt worden. Hier ist für den weiteren Kontaktierungsbereich lediglich die Leitsilberfläche auf das Zirkonoxidgerüst aufzutragen.



Abb. 21 Mit der Airbrushpistole (Fa. Hafner) wird ein gleichmäßiger Silberfilm auf die Oberfläche gesprayt. Hierbei werden auch die Übergänge der Geschiebeflächen großflächig miterfasst.



Abb. 22 Die Leitfähigmachung der Oberfläche wird mit der Airbrushpistole durchgeführt. Alle Bereiche, die keine Goldabscheidung erhalten sollen, werden mit einem Abdecklack zu den Abscheidungsbereichen begrenzt.



Abb. 23 Der gesprayte Silberleitlack ergibt eine optimale Oberfläche.



Abb. 24 Der Abdecklack schützt die Originalkronen.

Nachdem der Abscheidungszyklus im Galvanobad HF Vario plus (Fa. Hafner) durchgeführt wurde (Abb. 25), werden die Goldanteile aus den keramischen Strukturen gelöst und mit einer Salpetersäure die Goldflächen sauber geätzt. Die 10%ige Salpetersäure bewirkt eine komplette Auflösung des Silberleitlackes, welcher sich an den Innenflächen der Geschiebepassung widerspiegelt. Nun erhalten wir unsere endgültige Feingold-geschiebepassung. Nach dem Ausarbeiten dieser Geschiebeanteile, welches lediglich durch die Reduzierung mit Gummipolieren erfolgt, ist somit die sekundäre Geschiebestruktur perfekt hergestellt (Abb. 26 bis 29).

Mit lichthärtendem Wachs, welches für die Modellgusstechnik schon in Platten und anderen Formen und in für die Modellgusstechnik notwendigen Strukturen angeboten wird, ist es möglich die Herstellung eines Modellgusses in seiner gesamten Produktionszeit erheblich zu verkürzen (Abb. 30). Da hierbei direkt auf dem Meistermodell auf den original Geschiebeteilen modelliert werden kann und eine abnehmbare Modellgussstruktur entsteht, die schon vor dem Guss ausgearbeitet werden kann, ist nach der gusstechnischen Umsetzung dieses Modellgusses eine perfekte Passung auf dem Meistermodell garantiert (Abb. 31). Gummieren und Polieren sind die Hauptausarbeitungsbereiche für diesen Modellguss (Abb. 32).



Abb. 25 Nach dem Bestücken des HELIOFORM Vario plus erfolgt die Abscheidung nach Herstellerangaben.

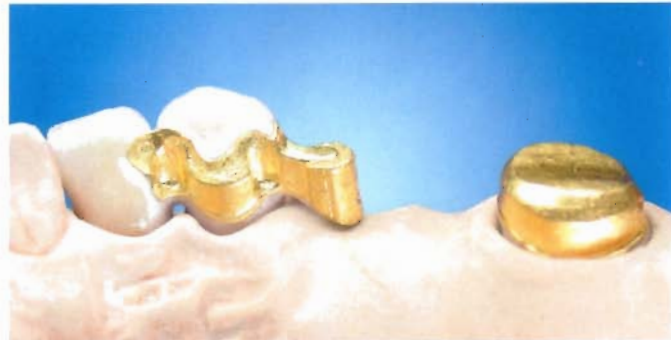


Abb. 26 Nach der Ausarbeitung der Abscheidungen und der Entfernung des Leitsilbers verfügt man über eine sekundäre Geschiebestruktur, die perfekt passt.



Abb. 27 Eine perfekte Abscheidung im feinsten Detail.



Abb. 28 Die Oberfläche spiegelt ohne weitere Nachbehandlung.



Abb. 29 So wie hier zu sehen, hat man in der Kombinationstechnik den perfekten Goldguss und die Passung als Galvanoplastik vorliegen, die zur weiteren Verwendung mit einem Modellguss kombiniert werden.

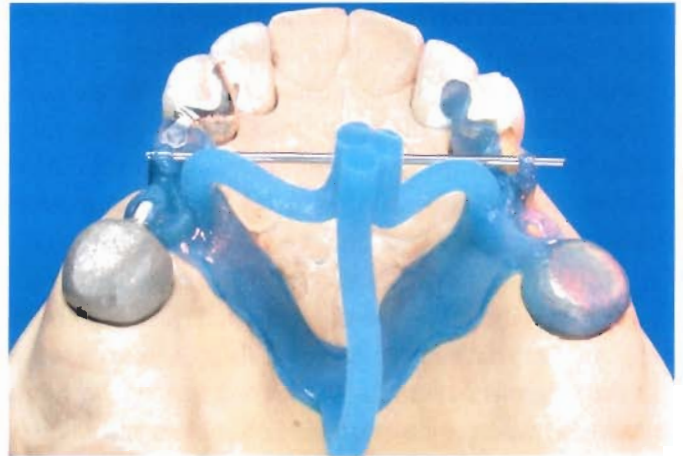


Abb. 30 Aus lichthärtendem Wachs wird direkt über diese sekundären Strukturen der Modellguss modelliert, auspolymerisiert, abgehoben und ausgearbeitet. Anschließend erfolgt die Anstiftung und die Vorbereitung für die Gusstechnik.



Abb. 31 Nach dem Ausbetten des Modellgusses liegt ein fast fertig ausgearbeiteter Modellguss vor, der ohne Probleme in Passung zu bringen ist.



Abb. 32 Der fertig gummierte und polierte Modellguss in Endsituation auf dem Meistermodell.

Fügetechnologie mittels Plasma- Impulsschweißens

Allen Fügetechniken, die in der Zahntechnik Anwendung finden, geht eine gemeinsame Anforderung voraus. Eine ausreichend stabile Verbindungstechnologie muss in der Lage sein, die auf sie wirkenden Kräfte schadlos zu überstehen. Sie sollte nicht in den Belastungszonen liegen, die Kraftumwandlungszonen sind.

Das A und O in der Zahntechnik besteht darin, die auf diese Verbindungstechnik wirkenden Kräfte zu beherrschen. Ein Mix aus verschiedenen Kräften, wie zum Beispiel Torsionskräften, Zugbeanspruchung, Druckscherbeanspruchung oder auch Biegebeanspruchungen, wirkt auf den Zahnersatz ein und diese Kräfte werden in der Regel an solchen Verbindungsstellen in ihrer Art häufig umgewandelt. Genau diese Umwandlungs-

gebiete, in denen Druck und Zugkräfte gewandelt werden, sind häufig in den Bereichen der Verbindungstechnologien wiederzufinden. Das Löten in diesen Bereichen ist in der Zahntechnik durchaus umstritten. Die Fügezonen müssen für Lötungen relativ großflächig sein, um die permanenten Kaukräfte auf Dauer sicher zu übertragen. Genau in dieser Zone ist jedoch häufig wenig Platz.

Das Lötmaterial ist relativ weich und enthält unedle Metalle, die im Mund korrodieren und das Gewebe reizen können. Dies hat auch Folgen für den Patienten, der einen solchen Zahnersatz trägt. Werden Edelmetallteile hingegen verschweißt, gibt es dieses Lötproblem nicht. Die in der Zahntechnik zur Verfügung stehenden Schweißtechniken sind mit dem Mikroimpulsschweißgerät seit der IDS 2003 erweitert worden (Abb. 33). Dieses individuelle Schweißen metallischer Werkstücke, das der Zahntechniker mit einem sehr kleinen Gerät unter einem Stereomikroskop durchführen kann, ergänzt die schon vorhandene Laserschweißtechnik und versetzt viele Kollegen in die Lage, sich mit einem sehr geringen Anschaffungspreis Schweißtechnik in das Labor zu holen. Die Kosten dieses Gerätes liegen bei zirka 6.000,— Euro, so dass sich hier die Investition in einem vertretbaren Rahmen bewegt.

Nun ist die Plasma-Impulsschweißtechnik eine andere Verbindungstechnik als die Laserschweißtechnik. Sie lassen sich am einfachsten dadurch unterscheiden, dass bei einem Laser die Schweißpunkte mit Hilfe von Laserlicht erzeugt werden, welches als Energieträger benutzt wird, um Metalle aufzuschmelzen. Beim Mikroplasmaimpulsschweißen benutzt man hierzu ein Stück eines Plasmastrahls. Die Lichttemperatur eines Plasmastrahls liegt zwischen 20.000 Kelvin und 50.000 Kelvin und bietet somit die Möglichkeit, thermische Energie mit Hilfe des Lichtbogens auf jede bekannte Metallfläche zu projizieren und diese somit problemlos aufzuschmelzen. Das Plasmaschweißen erfolgt dadurch, dass man einem Stück Materie kontinuierlich Energie zuführt. So erhöht sich die Temperatur und das Material geht in der Regel von dem flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Setzt man die Energiezufuhr fort, so wächst die Bewegungsenergie der elementaren Bausteine mit der Temperatur bis zu einem Punkt an, wo mit den Zusammenstößen der Gasmoleküle und Atome, die aus den Elektronen bestehende Atomhülle aufgebrochen wird. So entstehen negativ geladene Elektronen und positiv geladene Ionen. Dieses Gemisch aus neutralen, positiv und negativ geladenen Teilchen bezeichnet man als Plasma, das auf Grund seiner hohen Temperatur elektrische Leitfähigkeit besitzt. Diese Eigenschaft macht das Plasma zu einem besonders leistungsstarken und überaus flexiblen Werkzeug für viele Techniken. In der Zahntechnik sind Plasmaschweißtechniken nicht unbekannt. Sie sind aber auf Grund ihrer hohen Wärmeeinflusszonen sehr problematisch in ihrer Anwendung. Mit dem gepulsten Plasmastrahl ist man in der Lage diese Energie, genau wie bei einem Laser, in der bekannten Verarbeitungstechnik dieser Schweißtechnik zuzuführen.



Abb. 33 Das Mikroimpulsschweißgerät Phaser MX 1.

Mittels einer Wolframelektrode wird die Kontaktstelle erreicht. Der zu verschweißende Anteil ist ebenfalls kontaktiert und bei der Kontaktsituation wird ein elektrischer Fluss erzeugt. Ein aus der Düse austretendes Argongas schützt den zu schweißenden Bereich vor negativen Einflüssen. Ähnlich wie bei einem Laser können Zeiten zwischen 5 Millisekunden und 30 Millisekunden für den Lichtbogen vorgewählt werden. Die Intensität des Stromzuflusses lässt ebenfalls einen regelbaren Faktor entstehen. Somit können für die verschiedenen Metalllegierungen und Metalle in der Zahntechnik genaue Schweißpunkte erzeugt werden, die sich nur darin von einer Laserung unterscheiden, weil die Art und Weise, wie die Energie zu Verfügung gestellt wird, unterschiedlich ist. Die Vorgehensweise der punktförmigen Aufschmelzungen, auch im Bereich der unterschiedlichen Materialkomponenten, ergibt eine punktuelle Schweißung, welche im Gegensatz zu einer permanent anstehenden Energiequelle ein verzugfreies Schweißen wesentlich einfacher ermöglicht. Durch das Verblocken von gegenüberliegenden punktuellen Schweißungen ergibt sich somit ein Abstandshalter und weitere Schweißpunkte können nur in die Tiefe der Schweißung hinein kontrahieren. Es erfolgt Punkt für Punkt eine perfekte Verschweißung der zu fügenden Bereiche (Abb. 34 bis 41). Auch besteht die Möglichkeit, Zulegmaterial mit abzuschmelzen und somit auch materialfüllend zu arbeiten. Hierbei entstehen dann die Möglichkeiten, modellierend in die Metallstrukturen einzugreifen. Viele aneinander gereichte Schweißpunkte ergeben damit eine gleichmäßige kontinuierliche Schweißraupe, die in ihrer Tiefenleistung vorherbestimmbar ist (Abb. 42 bis 47).

Abb. 34 Die geschlebeartigen Umfassungen der Goldgussstrukturen sind ideal zum Schweißen vorbereitet.

Abb. 35 Ein erster Schweißpunkt wird an der distalen Stelle der endständigen Geschiebepassung, zwischen Modellguss und Geschiebe, okklusal angesetzt.

Abb. 36 Zu dem Zeitpunkt, wo die Plasmaelektrode sich vom Werkstück zurückzieht, setzt sich der Plasmastrahl über das Argon fort und führt zu einer punktuellen Verschweißung, ähnlich wie beim Laserschweißen.



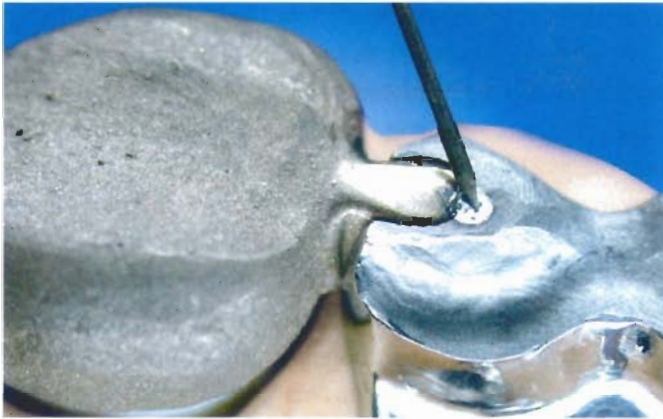


Abb. 37 Mesial-okklusal an dem geschiebeartigen Zapfen des Sekundärteleskops erfolgt ein Schweißpunkt.



Abb. 38 Weitere Schweißpunkte werden gegenüberliegend platziert. Damit wird die Geschiebestruktur des Modellgusses räumlich geographisch fixiert.

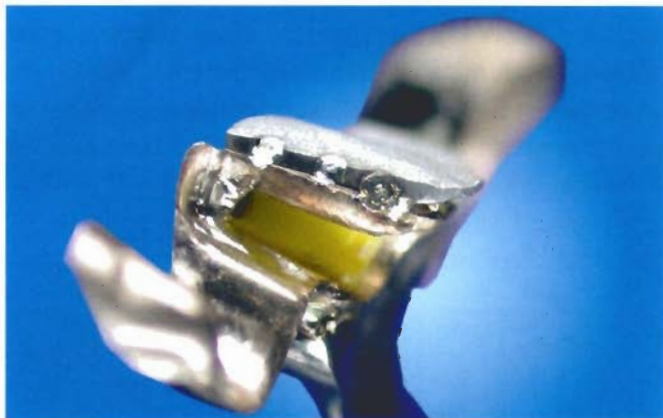


Abb. 39 In kurzen Abständen erfolgt ein Punktverschmelzen zwischen den beiden Legierungen und führt zu einer Hybridschweißung. Da die Wärmeeinflusszonen sehr gering sind, müssen die Kunststoffanteile aus den Geschieben nicht entfernt werden, denn es erfolgt keine Überhitzung.



Abb. 40 Mit dem okklusalen, gegenüberliegenden Schweißen der Geschiebestrukturen an den Modellguss werden die Schweißzwischenräume immer enger gestaltet.



Abb. 41 Okklusal ist die Teleskopkrone fertig eingeschweißt in den Modellguss.

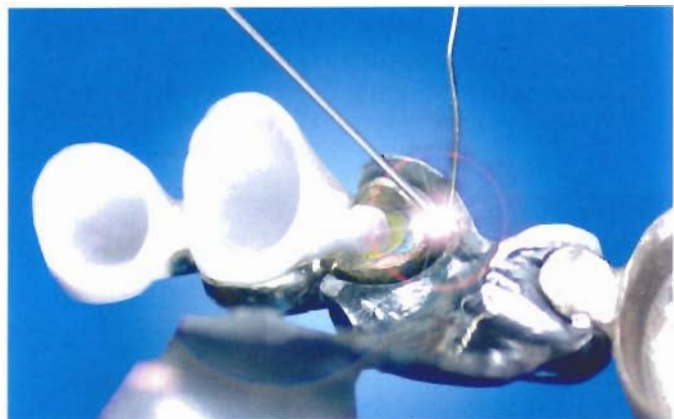


Abb. 42 Im basalen Bereich ergibt sich häufiger ein etwas größerer Spalt, welcher unter Zuhilfenahme von Golddraht überbrückt wird, der durch Aufschmelzen eine Lücke überbrückbar macht (ähnlich dem Laserschweißen).

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ



Abb. 43 Nach dem Beenden der Plasmaschweißung verbindet der Golddraht punktuell beide Bereiche Gold und Chrom-Kobalt miteinander.



Abb. 44 Punktuelle, viele kleine Schweißpunkte unter Zuhilfenahme von Zulegematerial ermöglichen eine spannungsfreie Einschweißung dieser Geschiebestruktur.

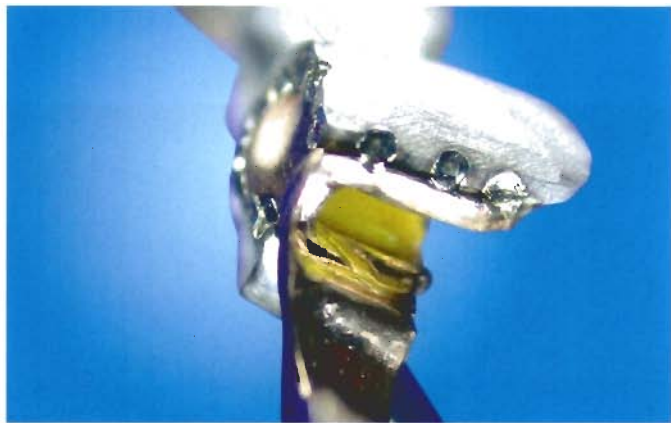


Abb. 45 Auch im buccal-interdentalen Bereich erfolgt eine Verschweißung der Modellguss- und Goldbereiche miteinander, um eine stabile Verblendfläche zu erhalten.



Abb. 46 Okklusale Ansicht der fertig geschweißten Geschiebeflächen im Modellguss.



Abb. 47 Die im approximalen Tiefenbereich geschweißte Verbindung zwischen Teleskop und Modellguss.

Anders verfährt man bei der Galvanoplastik, die in den Modellguss eingeklebt wird. Durch das Abstrahlen der Goldoberfläche erhält man ein relativ großes Retentionsgebiet, dass dem Kleber eine bessere Angriffsfläche bietet. Ebenso wird mit den Modellgussteilen verfahren, welche direkt mit den Goldflächen verklebt werden sollen (Abb 48 und 49).

Das Aufstrahlen mit Aluminiumoxid erhöht auch hierbei die Retentionsgebiete und bietet dem Kleber somit eine bessere Oberflächenverklebung. Die vom Autor im Test durchgeführten Klebungen haben alle große Schwachstellen, wenn es um die direkte Verbindung zwischen metallischen Fügezonen geht. In der Regel haben die bis heute auf dem Markt befindlichen Kleber mehr eine verblockende Eigenschaft als eine klebende Wirkung. So können unter Umständen glatte Metallflächen nach der Klebung durch das Verbiegen von Goldteilen relativ leicht getrennt werden, was dann zum Verlust der Geschiebeflächen führt.

Versuche, einen passenden Kleber zu finden, der eine hohe Haftkraft besitzt, waren erfolgreich und werden zur Zeit vom Autor in einem Anwendungstest durchgeführt und erprobt. Das getestete Material verfügt über eine relativ lange Verarbeitungszeit, die es



Abb. 48 Die Galvanoplastik wird mit Aluminiumoxid aufgestrahlt. Ebenso verfährt man mit den Modellgussklebeflächen, die als Wurfpassung über die Galvanik greifen.



Abb. 49 Der Modellguss soll spannungsfrei die Galvanostruktur umfassen und diese nach dem Verkleben stabilisieren.

ermöglicht, spannungsfrei auch komplexe Verklebungen durchzuführen. Es ist selbsthärtend und bietet die Möglichkeit, so hohe Haftungswerte zu erreichen, dass man nicht in der Lage ist, Schubverteilungsarme aus der einmal durchgeführten Verklebung wieder zu lösen. Auch bei mechanischen Deformationen ist eine Trennung der Goldfläche von der Modellgussfläche nur durch Ausreißen kleinster Goldpartikel erreichbar (Abb. 50 bis 57).

Nun erfolgt die konventionelle Verblendung der vorhandenen Kragefassung und des Teleskops 26 (Abb. 58). Ebenso wird auf der mit Edelmetallen gefügten Seite verfahren und der Techniker kann die Arbeit verblendtechnisch fertig stellen (Abb. 59 bis 62)

KOMBINIERTER ZAHNERSATZ



Abb. 50 Ein Kleber, der zur Zeit vom Autor getestet wird, zur Einklebung der Goldstrukturen in den Modellguss.



Abb. 51 Die Vorbereitung des Verklebens. Alle zu verklebenden Anteile werden mit dem Kleber konditioniert. Hierbei erfährt die Galvanoplastik nach dem Abstrahlen eine direkte Beschichtung mit Kleber mittels eines Pinsels.



Abb. 52 Auch die Innenflächen der tertiären Modellgussstruktur werden vollflächig mit Kleber benetzt.



Abb. 53 Nach dem Aufsetzen des Modells erfolgt ein vollflächiges Verkleben sämtlicher zu fügenden Teile.



Abb. 54 Der im zervikalen Bereich entstehende Überschuss drängt sich aus der Fügezone heraus.



Abb. 55 Der Materialüberschuss aus der Klebung zwischen dem Zugverteilungsarm und der Geschiebefläche.



Abb. 56 Das überschüssige Material kann zu 90 % durch das Abstreichen mit einem Pinsel entfernt werden.



Abb. 57 Die fertig konditionierte Fläche härtet aus, was eine gewisse Zeit dauert, so dass keine Eile vonnöten ist.



Abb. 58 Nach dem Aushärten und Verschleifen der Überschüsse erfolgt die Konditionierung in gewohnter Weise, in diesem Fall die Verblendungen.

Für den Patienten bedeutet diese Art der zahntechnischen Dienstleistung ein Höchstmaß an Ästhetik, da ein Maximum an natürlicher Zahngestaltung möglich ist. Beim Einsatz der metallischen Werkstoffe kann die Vielzahl von Legierungsbestandteilen auf das notwendige Minimum beschränkt werden. Perfektion und Erfahrung werden hier zusammen gebracht und bieten somit die Möglichkeit, zum Wohle des Patienten mit dem Einsatz neuer Werkstoffe schon vorhandene Strukturen in der Zahntechnik zu verbessern.

Drei Disziplinen in einer Arbeit, nämlich Kronen und Geschiebe aus Zirkonoxid, sekundäre Geschiebe aus Goldlegierung und Galvanoplastiken sowie Fügetechnologien mittels Klebungen und Schweißtechniken, bilden neue Standards in der Zahntechnik.

Fazit



Abb. 59 Die Modellation der Prämolaren kann frei aufgebaut werden und ergibt zu den Kronen ein gemeinsames und durch den Schichtungseffekt ein gleichmäßiges Bild.



Abb. 60 Die fertig ausgearbeitete Verblendfläche des Modellgussanteils inklusive der Teleskoptechnik.



Abb. 61 Die fertig ausgearbeiteten Prämolaren und die Teleskopkrone mit dem Goldguss.



Abb. 62 Die fertig ausgearbeitete Struktur auf dem Meistermodell.

Weiterführende Arbeitsabläufe werden als Ausbildungs- und Schulungsmaßnahmen vom Autor angeboten. Dadurch können sich interessierte Techniker in das Ineinandergreifen modernster Technologien schnell und perfekt einarbeiten.

Adresse des Verfassers

ZTM Andreas Hoffmann
1. Dentales Service Zentrum GmbH & Co. KG
Ludwig-Erhard-Str. 7b
37434 Gieboldehausen
E-Mail: info@1dsz.de