www.ztm-aktuell.de

ZAHNTECHNIK MAGAZIN

02
März 2018
22. Jahrgang
ISSN 1433-6197

TECHNIK

Materialien für den 3D-Druck

KOLLEGENTIPP

Die gesamte Farbpalette nutzen

INDUSTRIE-REPORT

„Den Laboren den Rücken stärken“

spitta

IPS e.max®

ZirCAD MT MULTI

Das ästhetischste hochfeste, multitransluzente[1] Zirkoniumoxid

- natürlicher Farb- und Transluzenzverlauf
- bis zu 30 % höhere Biegefestigkeit (850 MPa)[2] und 50% höhere Bruchzähigkeit im Vergleich zu gängigen hochtransluzenten Zirkoniumoxid-Materialien[3]
- für ein Maximum an Effizienz – ästhetisch auch ohne Charakterisierung

Mehr dazu unter:
www.ivoclarvivadent.com/zircad

[1] Aufgebaut aus verschiedenen Materialklassen
[2] Mittlere biaxiale Biegefestigkeit, F&E Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
[3] Materialklasse 5Y-TZP

ivoclar vivadent®
passion vision innovation

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

„IDS-Fasten“ oder: Zeit, einmal inne zu halten

Liebe Leserinnen und Leser,

ein März ohne IDS ist wie ….. –
nun, die Weiterführung dieses Satzes kann jeder für sich ganz individuell vornehmen.
Für mich ist ein März ohne IDS entspannend, denn man muss nicht schon wieder Prospekte und Kataloge wälzen, durch endlose Messehallen hetzen, um ja nichts zu verpassen und vor allen Dingen dann nicht dem gnadenlosen Gefühl der Unwissenheit ausgesetzt zu sein, wenn man gefragt wird, was man von dem einen oder dem anderen Produkt, Werkstoff oder Neuerscheinung so halte.
In diesem März ist also „IDS-Fasten“ angesagt, zeitgleich mit der christlichen Fastenzeit. Beim Erhalt des Aschekreuzes wird man dort gleichzeitig zur Umkehr aufgerufen – ja, was hat das mit der Zahntechnik zu tun?
Vorwärts immer – rückwärts nimmer, so hieß es einmal aus dem Munde Erich Honeckers. Gerade in der digitalen Welt hat man so auch vor lauter Geschwindigkeit kaum mehr Zeit, in den Rückspiegel zu schauen, geschweige denn, sich umzudrehen oder gar zu bremsen.
Aber vielleicht versuchen wir es in diesem dental-neuigkeitenarmen März doch mit Innehalten und Besinnung, nämlich auf das, was gut im eigenen Betrieb, im eigenen Bereich funktioniert, was man (analog) behalten kann und will und wohin man sich gerne (digital) weiterentwickeln möchte.
Lassen Sie mich ein paar Gedanken dazu anbringen: Zahnmedizin und Zahntechnik werden immer eine analog-digital-analoge Fertigungskette haben. Was dabei analog bleiben darf oder digital werden muss, das können wir ganz individuell entscheiden. Am Ende steht ein analoges, reelles Medizinprodukt, nämlich der Zahnersatz für unsere Patienten, der in bestmöglicher Qualität gefertigt werden muss.
Für mich als Zahnarzt ist es wichtig, dass ich meinem Zahntechniker vertrauen kann. Ob die Vollkeramikkrone dabei handgeschichtet, gepresst oder gefräst ist – das ist zunächst egal, wenn es richtig gemacht wurde. Für Sie, als Zahntechniker, ist es wiederum wichtig, gute Arbeitsunterlagen zu erhalten, auch zunächst egal, ob dies eine virtuelle optische oder eine gummielastische Abformung ist.
Und so sollten wir uns in diesem März einfach einmal auf die vermeintlich einfachen Dinge besinnen: die Alginatabformung, die alle Strukturen blasenfrei darstellt, Registrierschablonen, die nicht – der Schwerkraft folgend – haltlos aus dem Oberkiefer fallen, sorgfältig durch den Behandler einartikulierte Modelle, die die okklusalen Beziehungen gut widerspiegeln, und, und, und.
Aber – das ist ja nur analog 1.0!!
Richtig – aber wenn das zur Perfektion gebracht wird, dann schaffen wir es auch zur digitalen dentalen Revolution 4.0.
Aber ohne das „Hänschen klein“ auf dem Klavier geübt und perfektioniert zu haben, werden wir auch keinen Bach, Chopin oder Mozart jemals spielen können. Lassen Sie uns innehalten, um für uns das individuelle Optimum herauszufinden. Was für das eine Labor gut sein mag, muss noch lange nicht im anderen funktionieren. Ob der Zahnersatz mit einem VW Käfer ausgeliefert wird oder im Ferrari gebracht wird: Es zählt nur die Funktionalität und Naturidentität des Zahnersatzes.

Nehmen wir uns also die Zeit des Informationsflutfastens in diesem Jahr in Vorfreude auf die nächste IDS, die vollen Messehallen und Kölschgläser und auf die Frage: Was gibt es denn Neues?
Denn nur wenn wir das Alte beherrschen, können wir das Neue richtig einschätzen.

Ich wünsche Ihnen eine besinnliche Fastenzeit und frohe Ostern!

Ihr

Peter Pospiech

P. S. Gelegentliches Fasten führt uns wieder zur eigentlichen Basis unseres Tuns.

Unser Titelbild stammt aus dem Beitrag „Implantate zur Pfeilervermehrung – die gaumenfreie Hybridprothese“ von Axel Mühlhäuser ab S. 103.

TECHNIK

76 Passt wirklich alles zusammen, was zusammenzupassen scheint? – Materialien für den 3D-Druck
ZT Stephan Winterlik

86 Neues Herstellverfahren von CAD/CAM-Blöcken. Für einen hochwertigen und kostengünstigen Zahnersatz
Dr. Herbert Wolter

92 Teil 4 – Grundlagen, Tipps und Tricks in der KFO: Ausarbeiten und Fertigstellen
ZT Jörg Stehr

99 Zahntechnisch gefertigte Non-Prep-Veneers zur Korrektur einer Zahnfehlstellung
Carola Wohlgenannt

103 Implantate zur Pfeilervermehrung – die gaumenfreie Hybridprothese (Teil 1)
Axel Mühlhäuser

116 Erfahrungsbericht zum Gysi-Wettbewerb: Eine zeitintensive, aber lohnenswerte Möglichkeit
Richard Macke

120 Die Totalprothetik, Teil 2: Die Neuerstellung von A bis Z
ZA Ernst O. Mahnke

127 Werkstoffkunde-Lexikon: Werkstoffprüfung Biegefestigkeit
Prof. Dr. Peter Pospiech

INDUSTRIE-REPORT

128 „Den Laboren den Rücken stärken“: Denseo ist und bleibt Partner der Dentallabore
Susanne Wolf

LABORFÜHRUNG

130 Die Zahntechniker-Ausbildung in Österreich
Nathalie Ottiger

131 Aus 3 mach 1: die neue Mitteldeutsche Zahntechniker-Innung

132 Interview mit ZTM Markus Stork: „In der digitalisierten Welt müssen wir mehr Aufwand für Service einkalkulieren“

KOLLEGENTIPP

135 Praxisorientierte Anwendung des 3D-Drucks im Dentallabor
ZTM Uwe Aupperlen

142 Die gesamte Farbpalette nutzen. Neue dima Material-Discs von Kulzer
ZTM Michael Schreyer

145 Auffüllen statt wegwerfen: Verbrauchte Fräsronden für Aufbissschienen weiterverwenden
Sören Thie

TERMINE

134 Save the date: id infotage dental in Berlin

141 19 Dentalexperten aus aller Welt referieren in Rom

144 Kurstermine 2018 von Kulzer

WEITERE RUBRIKEN

73 Editorial
Prof. Dr. Peter Pospiech

147 Vorschau/Impressum

by Imetric
Swiss 3D Scanning Systems

Denseo®
Innovative Dental Solutions

Tauschen Sie Gestern gegen Zukunft

Denseo bietet Ihnen als Partner von Imetric eine Abwrackprämie für Ihren alten Scanner von **bis zu 2.500 Euro*** beim Kauf eines neuen Imetric Scanners. Hersteller und Typ Ihres alten Scanners sind nicht relevant. Ausschlaggebend für die Höhe der Abwrackprämie ist nur der Scanner-Typ des neuen Scanners von Imetric.

BIS ZU 2.500 € ABWRACKPRÄMIE SICHERN!

*** Diese Aktion gilt für alle Aufträge die bis 30.04.2018 erteilt werden!**
Alle Preise in Euro und zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer und Versandkosten.

Imetric L1
Das Basis-Paket

Optischer 3D-Streifenlicht-Scanner mit hoher Scangenauigkeit für Dental Anwendungen, wie Kronen und Brücken, Modellguss, Prothesen, Inlays/Onlays,etc.

Imetric L1M
Das Allrounder-Paket

Optischer 3D-Streifenlicht-Scanner mit hoher Scangenauigkeit für Dental-Anwendungen, wie Kronen und Brücken, Modellguss, Prothesen, Inlays/Onlays, Abutments und Versorgungen auf mehreren Implantaten

Imetric L1i
Das Professional-Paket

Optischer 3D-Streifenlicht-Scanner mit der derzeit höchsten Scangenauigkeit für Dental-Anwendungen, wie Abdrücke, Kronen und Brücken, Modellguss, Prothesen, Inlays/Onlays, Abutments und Versorgungen auf mehreren Implantaten, hochgenaue Erkennung von Implantatpositionen und deren Ausrichtung durch spezielle Scanadapter

exocad Weltneuheit: mieten statt kaufen!

Alle neuen Scanner werden von einem Fachmann aufgestellt und nach Einweisung Ihrer Mitarbeiter in Betrieb genommen. Auf Wunsch bieten wir Ihnen eine DELL-Workstation inklusive Monitor, Tastatur und Mouse an. **Unter der Denseo-Abwrackprämien-Hotline 06021 451060 erfahren Sie, wie viel Sie für Ihren alten Scanner bekommen. Rufen Sie einfach an!**

Denseo GmbH · **Hotline** 06021 451060 · **E-Mail** info@denseo.de · **www.denseo.de**

Passt wirklich alles zusammen, was zusammenzupassen scheint?

Materialien für den 3D-Druck

Unser Autor Stephan Winterlik beschäftigt sich seit Jahren intensiv mit der additiven Fertigung und dentalen Anwendung. Er nimmt Sie mit auf seine Reise durch die 3D-Druck-Welt, die faszinierend, aber keinesfalls ohne Klippen und Gefahren ist. Verschaffen Sie sich Klarheit und lesen seine Tipps!

Ob man einen 3D-Drucker in seinen Betrieb integrieren sollte oder sogar muss, darauf ist in der Fachpresse bereits hinlänglich eingegangen worden. Aber eine definitive Antwort kann nur jedes Labor für sich selbst geben. Aufgrund meiner Erkenntnisse der vergangenen Jahre kann ich nur unterstreichen, dass es wenig Erfolg verspricht, wenn man einen Drucker wegen nur einer Applikation anschafft. Hier denkt mancher zum Beispiel an einen Drucker für Aligner-Modelle oder einen für Sägeschnitt-Modelle. Diese einseitige Nutzung mag für ein größeres Labor oder Dentalunternehmen schlüssig sein, weil man große Mengen der einen oder anderen Applikation herstellt. Die meisten Laborinhaber jedoch suchen eher nach einem flexiblen Gerät, das trotzdem bzw. gleichzeitig produktiv ist. Aus diesem Grund möchte ich hier das Hauptaugenmerk auf die Materialien und ihre Kombinationsmöglichkeiten sowie Grenzen legen.

Ähnlich wie bei einer Fräsmaschine sollte es auch beim 3D-Drucker normal sein, in verschiedene Materialien und Anwendungen einzusteigen, um nicht nur erste Erfahrungen zu machen, sondern nach kurzer Zeit produktive, standardisierte Arbeitsabläufe zu nutzen und das Angebot des 3D-Drucks natürlich auch zu vermarkten. Allerdings liegt die Tücke wie so oft im Detail. Der 3D-Druck – bzw. die additive Fertigung – trägt ein völlig neues Thema an uns heran, das teilweise neue Problemstellungen aufweist. Wir müssen nicht wie bei einer Fräsmaschine aus einem bereits festen Körper heraus produzieren, sondern vielmehr in einen leeren Raum hinein bauen. Worauf hierbei zu achten ist und welche Visionen bereits in der einen oder anderen Unternehmensschublade schlummern, soll hier im Überblick beleuchtet werden.

Zukunft ist schön und gut – aber besser sollten wir alle eher in der Realität starten und einen Schritt nach dem anderen nach vorne setzen, um auch wirklich wiederholbare, produktive und stabile Applikationen als tägliche Arbeitsweise zu integrieren. Anderenfalls verstricken wir uns im Netz des Wünschens und Hoffens. Wir sollten nicht den Fehler wie so mancher Vertriebsmitarbeiter der Industrie machen und glauben, dass wir alles, was wir heute nicht haben, perfekt verkaufen könnten, wenn wir es hätten. Labore sollten also nicht gegenüber ihren Zahnarztkunden ins Blaue hinein reden und Luftschlösser bauen. Was der Zahntechniker der Praxis anbietet, muss bereits Hand und Fuß haben, erprobt sein und gelingen.

Drucken vs. Fräsen: Unterschiede in der virtuellen Konstruktion

Wer sich fragt, ob man beim Design für ein 3D-gedrucktes Objekt im Vergleich zur Konstruktion für eine Fräsmaschine anders vorgehen muss, dem sei leider als Antwort ein klares „Ja!" gegeben. Den Fehler, Wesentliches aus der bekannten Welt zu übernehmen, machen viele Zahntechniker, die ihre ersten Schritte in diese neue Technik starten. Wer denkt hier nicht an den ersten Umgang mit dem „weißen Stahl" Zirkoniumdioxid als Alternative zur Gusstechnik?

Zunächst sei gesagt: Ein Objekt ist nur dann perfekt druckbar, wenn wir einen geschlossenen Körper (.STL ohne Artefakte) mit entsprechender Wandstärke konzipieren und eine Stützstruktur oder ein Stützmaterial einplanen. Zusätzlich bleibt noch immer die Ungewissheit, ob nicht nur mein Drucker die gewünschte Wandstärke und Randstärke produzieren kann, sondern ob mein Material diese Präzision überhaupt abbilden kann. Auch die Stabilität meiner konzipierten „Frei-Form" oder meiner neuen Applikation ist bis zum Einsatz beim Patienten mit Fragezeichen versehen und beweist sich erst dann. Ich muss zum Beispiel wissen: Bei Material der Klasse 2a muss ich mit einem Lichtofen arbeiten, der durch ein erweitertes Lichtspektrum wirklich bis in die Tiefe alle Stellen erreicht und aushärtet.

Zusätzlich muss eventuell der Winkel meiner Positionierung auf der Bauplattform verändert werden, damit meine Schichten günstiger verlaufen.

Thema Wandstärken

Für den 3D-Druck sind die Wandstärken und die damit verbundenen Stabilitäten eher aus der Erfahrung heraus zu erstellen. Wenn Sie die Limits herausfinden oder Kollegen befragen, die diese herausgefunden haben, dann können auch Sie erfolgreich sein. Nichts ist schlimmer, als wenn wir eine neue Technologie überfordern und diese dann als negativ abstempeln – nur, weil wir nicht das gewünschte Ergebnis erhalten haben. Eine gesunde Portion Realismus und das Hinterfragen von Sachverhalten sind absolut angebracht.

Wir setzen Elektronik ein, um uns das Leben leichter zu machen als vorher mit analoger Technik. Deshalb sollten wir uns ausgiebig nach Softwarelösungen umschauen, die benötigte Hilfen bringen. Dies ist auch für unser Thema der Materialstärken mög-

lich. Aber bisher verfügen nur die wenigsten Dentallabore über eine CAD-Software, die auch Analysen für Bruchgefahren erstellen kann. Vor allem im Bereich des Metall-3D-Drucks sollte eine solche Software unbedingt genutzt werden. Wir können hierbei nicht nur die Nacharbeitsprozesse stark einschränken, sondern auch eventuell eine Hybridproduktion anstreben **(Abb. 1)**. In der Umsetzung bedeutet dies: Wir drucken zuerst unser Metallobjekt und bearbeiten nachträglich die neuralgischen Punkte mit unserer Fräsmaschine. Diese Art der Produktion ist eine große Herausforderung, wird aber bereits von Vorreitern erfolgreich genutzt.

Weitere „Knackpunkte"

Der Hintergrund für diese vorsichtige Herangehensweise bei unterschiedlichen Konstruktionen und Materialstärken ist, dass auch das richtige Material für meine Applikation ausgewählt werden muss. Je nach Material ergeben sich andere Werte.

Ein weiterer Punkt, mit dem man sich im Unterschied zur maschinellen Frästechnik auseinandersetzen muss, betrifft die Support-Gestaltungen am zu druckenden Objekt. In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage: Wie will ich mein Objekt auf der Bauplattform ausrichten, damit ich nicht nur das beste Ergebnis habe, sondern auch die geringsten Verzüge und Nacharbeiten generiere. Auch kleinste Veränderungen können über einen erfolgreichen oder kollabierenden Druck entscheiden. Erfahrung ist hier sicherlich eine große Überschrift. Leider lässt sich da manchmal das berühmte „Trial-and-Error"-Prinzip nicht vermeiden.
Obwohl die Variabilität der Materialien noch lange nicht so breit ist, wie der Fräsbereich sie uns bietet, sehen wir uns in Sachen Material sicherlich einem deutlich größeren Spielraum für Fehler gegenüber, wenn wir in den 3D-Druck einsteigen. Wir finden mehr individuelle Einstellungen und Kombinationen vor, als wir es von einer normalen Fräsmaschine her gewohnt sind.

Der 3D-Druck und das Erreichen der zahntechnischen Ziele

Uns als Zahntechniker interessiert an einem gedruckten Objekt oder einer Applikation dasselbe wie bei anderen Herstellmethoden auch. Im Folgenden greife ich die wichtigsten Aspekte heraus: die Passgenauigkeit, Oberflächengüte und Einsatzmöglichkeiten, die Stabilität und Funktionalität sowie schließlich die Produktivität und Amortisation.

Passgenauigkeit

Die Passgenauigkeit ist wohl eines der höchsten Güter, die wir in der Zahntechnik haben. Meist ist sie auch eines der größten Streitthemen – mit den Fragen: Wer hat wann welchen Fehler gemacht und wer hat welche zusätzlichen Kosten zu tragen? Somit benötigen wir Materialien, die in ihren Eigenschaften gut kontrollier- und beherrschbar sind. Wenn wir ständigen Schwankungen des Druckergebnisses unterliegen, dann können wir keinen Vorteil aus dieser neuen Technologie schöpfen. Als guten Rat möchte ich Ihnen mitgeben: Nehmen wir auch in Bezug auf die Angaben und Variabilität unser Unternehmen in die Pflicht, das uns die Materialien und die Geräte verkauft hat. Die Antwort: „Gibt's nicht" gibt's höchst selten. Passgenauigkeit ist auch im 3D-Druck möglich … nur macht es etwas mehr Arbeit, diese zu bewerkstelligen als bei einem klassischen Hartgipsmodell.

Oberflächengüte

Die Oberflächengüte kann je nach Drucker und Material hohen Schwankungen unterliegen und gibt ein weiteres Streitthema ab. Unterschiede sind augenfällig, wenn man sich gedruckte Schaumodelle und normale Superhartgipsmodelle im Vergleich anschaut. Kurioserweise ist die Rillenbildung, die wir bei den meisten 3D-Druckobjekten prägnant sehen, fast immer ein Problem der Abstimmung zwischen Drucker und Material – und nicht nur der Schichtstärke **(Abb. 2a–c)**. Eine starke Rillenbildung entsteht, wenn das Material beim Bau des Objekts über-

Abb. 2a: Sägeschnittmodell mit 32 µm Schichtstärke aus einem MJP-Drucker. Hier nach Entfernen des mitgedruckten Wachs-Supports.

Abb. 1: Hybridarbeit. Sie entstand nach der virtuellen Konstruktion als Resultat aus dem 3D-Metalldruck und dem automatisierten Fräsakt, um eine hundertprozentige Passung zu erhalten.

Abb. 2b: Sägeschnittmodell mit 60 µm Schichtstärke aus einem DLP-Drucker. Auch hier wurde ein mechanischer Support mitgedruckt, der bereits entfernt ist.

Abb. 2c: Aligner-Modell ohne Support in 100 µm gedruckt.
© Analyselabor, Orthocaps GmbH, Hamm

Abb. 3: Aufbissschiene aus dem 3D-Drucker mit 50 µm Schichtstärke.

sehen, weil die nachträgliche Schrumpfung geringer ist. Eine geringe Kantenschärfe hingegen zeugt von einer Unterbelichtung. Diese ist eher negativ, weil das Material vor dem Belichten leider etwas verschwimmt und somit ungenauer wird, es kann höheren Schrumpfungen ausgesetzt sein. Überschaut man den gesamten Bereich der additiven Fertigung, dann ist nur in den seltensten Fällen der Hersteller des Druckers auch gleichzeitig der Hersteller des Materials. Das hat zur Folge und bedeutet, dass der Anwender selbst sein Material perfekt auf die Lichtstärke des Druckers abstimmen muss. Konkret ist das eine Gratwanderung: Wir wollen ein zügiges Aushärten des Materials im Drucker erzielen, um uns lediglich geringe Schrumpfungen einzuhandeln, aber auf der anderen Seite wünschen wir nur ein leichtes Verschwimmen, um die starken Rillen zu verhindern. Dies hat teilweise Testdrucke in vierstelliger Zahl zur Folge und wird nicht von jedem Anbieter umgesetzt. Die Nanometer des Druckers und die Schichtstärke des Materials spielen hier nur eine untergeordnete Rolle.

Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten sind in vieler Hinsicht begrenzt. Wir als Zahntechniker hätten gerne eine eierlegende Wollmilchsau und somit einen Drucker für wenig Geld, auf dem wir alle erdenklichen Materialien und Applikationen herstellen können. Dieser Wunsch bleibt aus mehreren Gründen heute teilweise noch unerfüllt. Als Erstes müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass wir am Ende ein Medizinprodukt oder medizinisches Hilfsteil produzieren, wenn es nicht nur um Modelle geht. Hierbei müssen wir im Labor als Hersteller auch die Vorgaben der Zulassung und der Haftung beachten. Wenn wir ein Material heranziehen, das für einen entsprechenden Drucker nicht abgestimmt oder zugelassen ist, und wir dann auch noch eine Applikation wählen, für die das Material auch nicht zugelassen ist, dann sind wir es, die zu 100% in der Haftung stehen – und nicht die Hersteller. Zusätzlich ist auch die Gebrauchsanweisung zur Verarbeitung des Materials unbedingt einzuhalten, damit wir am Ende nicht in puncto Stabilität und Verträglichkeit auf dem Bauch landen.

Daraus folgt, dass wir in der Zahntechnik dringend einen Drucker benötigen, der nicht nur mindestens fünf bis zehn sinnvolle Applikationen für uns abdeckt (siehe weiter unten: „Produktivität" und „Amortisation"), sondern auch noch alle erforderlichen Zertifizierungen von Material und Drucker innehat. Die ersten Ankündigungen einiger Hersteller werden uns in diesem Jahr 2018 sicherlich unserem Wunsch deutlich näherbringen. Die verschiedenen Medizinproduktklassen sind über das Bundesministerium genau aufgeschlüsselt und die Kenntnis im Überblick für temporären oder langfristigen Verbleib im Mund nutzbar.

Medizinprodukte

Näheres erfährt man hier:
www.bfarm.de > Medizinprodukte > Abgrenzung /Klassifizierung
www.bundesgesundheitsministerium.de > Themen > Gesundheitswesen > Medizinprodukte > Schaubild

Stabilität

Das Erreichen von Stabilität ist eine klare Vorgabe. Sie wird allerdings von nicht wenigen Nutzern bei der Verarbeitung missachtet. Ein typisches Beispiel aus dem Laboralltag: Wir verarbeiten ein Material, das für eine Bohrschablone konzipiert wurde, aber dieses findet jetzt für eine Aufbissschiene Verwendung **(Abb. 3)**. Es kann dann noch hinzukommen, dass die Verarbeitung vom Drucker bis hin zu einem veränderten Nachhärteprozess (z.B. unterschiedliche Wellenlänge oder Belichtungsdauer) abgewandelt wird. Hieraus kann eine mangelnde Stabilität resultieren und der Zahnarztkunde beanstandet das Produkt.
Dem laborseitigen Vorgehen liegt der Schluss zugrunde, dass eine Schiene aus dem/jedem 3D-Druckprozess im Stabilitätsvergleich mit einer Schiene, die aus einem industriell gepressten Blank herausgefräst wurde, gleichzusetzen ist. Solche Erwartungen treffen aber in der Regel nicht zu.
Mit diesen Stabilitätsreklamationen wenden sich die betroffenen Labore nicht selten an die Hersteller der Materialien oder Drucker. Eine Auswertung einiger Hersteller hat erge-

zolid
DNA GENERATION

AMANNGIRRBACH

NEU

DIGITAL ESTHETICS
DEMO IM LABOR

Erleben Sie die Zolid DNA Generation in einem Labor in Ihrer Nähe!

Lernen Sie unsere hochtransluzenten Zirkonoxid-materialien sowie die wirtschaftlichen Blankvarianten Multilayer und Preshades kennen. Nur kurz zu einem Kollegen fahren und in einer kleinen Gruppe einen ersten Einblick in die Verarbeitung im Ceramill System gewinnen und Informationen zu den verschiedenen Einfärbetechniken in 16 Vita Farben erhalten!

Sichern Sie sich jetzt einen der limitierten Plätze!

Alle Termine und Anmeldung unter:
www.amanngirrbach.com/infotage
oder per Tel: +49 7231 957-100

Amann Girrbach AG | Fon +49 7231 957-100
Fon International: +43 5523 62333-390
www.amanngirrbach.com

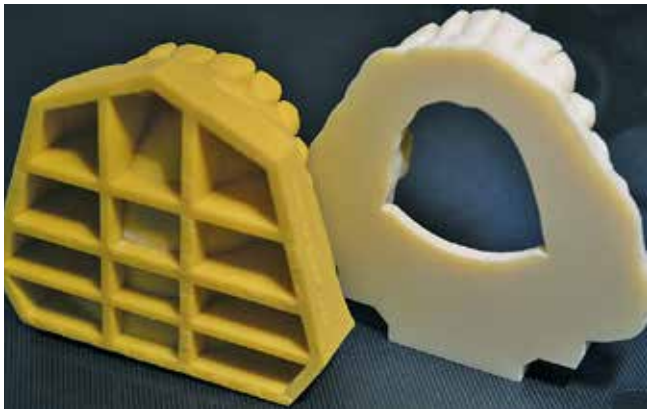


Abb. 4: Vergleich zwischen teilweisem Hohldruck und ausgefülltem Druck. Der Hohldruck kann zu einer Materialersparnis von 20 bis 40% führen.

ben, dass rund 30% der Anrufe täglich auf diese falschen Handhabungen oder Erwartungen zurückzuführen sind. Hier gibt es also noch erheblichen Aufklärungs- und Schulungsbedarf.

Funktionalität

Funktionalität und ein maßvoller Zeiteinsatz sollten selbstverständlich sein. Nach meinen Erfahrungen wird dies aber nicht von allen Herstellern wirklich gelebt. Ein, zugegeben, auf die Spitze getriebenes Beispiel: Bevor ich drucken kann, muss ich meinen Drucker aufwendig wöchentlich kalibrieren, danach durchlaufe ich meinen Druckprozess, der für einen individuellen Löffel drei Stunden dauert, und zu guter Letzt wird das Material unter Schutzgas ausgehärtet. Dies ist nicht als Angriff auf einzelne Hersteller zu verstehen – das Geschilderte soll aber durchaus kritisch zum Nachdenken darüber anregen, wo hier die Funktionalität für die tägliche Anwendung geblieben ist.

Es gibt auch positive Beispiele, die dem „Plug-and-play" sehr nahe kommen. Für mich persönlich fängt die Funktionalität damit an, dass wir in unserer CAD-Software am besten direkt im Hintergrund automatisch die Objekte auf eine oder mehrere Bauplattformen und Drucker platzieren lassen können, ohne aufwendiges Up- oder Downloaden. Einige Hersteller haben bereits für dieses Jahr angekündigt, diese Lösung umzusetzen.

Einen weiteren Punkt möchte ich anführen: Ich will den 3D-Druckprozess mit bekannten Mitteln in meine Räumlichkeiten integrieren können. Dabei wünsche ich mir, dass dies in einem Prozess stattfindet, der jedem Audit bei einer Qualitätskontrolle standhalten würde.

Produktivität

Das Argument der Produktivität wird unter Umständen in dem einen oder anderen Labor vor der Anschaffung außer Acht gelassen. Ich habe für die Anwendung „Aligner" Rechenbeispiele aufgezeigt [1]: Hier kommt ein gedrucktes Modell je nach Drucker auf Kosten von 5,23 bzw. 5,34 Euro, wobei die Materialkosten jedoch um bis zu 40% nach oben oder unten abweichen können. Wir alle sind uns einig, dass wir den 3D-Druck gerne am Anfang ausprobieren wollen, weil er neu ist. Allerdings wollen wir eher früher als später damit Geld verdienen und auch eine gewisse Produktivität vorfinden, was es uns möglich macht, die Technologie standardisiert in unseren täglichen Ablauf zu integrieren. Wenn ich einen halben Tag auf meinen Druck warten muss, dann wird die Kostenkalkulation und Produktivität recht schnell zu einem Negativbeispiel. Aber auch hier ist Abhilfe am Horizont zu sehen und Druckzeiten von deutlich unter 40 Minuten können zur Regel werden. Alle, die sich mit der Kalkulation schwertun, sollten ihren steuerlichen Berater zurate ziehen.

Amortisation

Es ist auch hin und wieder so, dass die Amortisation bei neuen Technologien etwas aus den Augen verloren wird. Meist werden Abschreibungen auf fünf Jahre eingeplant, was auch bei einem 3D-Drucker so gehandhabt werden kann. Bedenken Sie allerdings, dass die Entwicklung in den vergangenen drei Jahren sehr rasant vorangegangen ist und eventuell eine erweiternde Investition nach zwei bis drei Jahren im Raume stehen kann.

Ob Ihr Lieferant nicht nur Händler eines Produktes ist, sondern Hersteller, sollte bei einer Anschaffung nicht außer Acht gelassen werden. Sie wollen ja auch in vier Jahren nicht nur Materialien, sondern auch Service und Ersatzteile erhalten können, wenn benötigt. Finden Sie auch heraus, ob ein Hersteller den 3D-Druck etwa nur als Experiment nutzt, um hier ein zusätzliches Geschäft zu machen.

Dieser erste Überblick sollte die meisten Punkte abdecken und es Ihnen ermöglichen, Fragen zur Qualität von Druckern und Materialien zu stellen.

Wichtige Fragen zur Anwendung

Sie fragen sich sicherlich, wie Sie herausfinden, ob Ihre gewünschte Konstruktion auch im richtigen Material zur gewünschten Qualität und Stabilität produzierbar ist. Dies wird ein guter Druckerhersteller in einem sogenannten Benchmark (Testdruck) für sie beantworten können. Vergessen Sie dabei nicht: Die Passung eines Testdruckes kann nur selten perfekt sein – es kann nämlich sein, dass Sie in Ihrer CAD-Software nur zufällig die richtigen Export-Werte (Spaltmaße) für die Datei gewählt haben. Dies ist normalerweise je nach Drucker mit einigen Testdrucken abzustimmen. Allerdings können Sie die Oberflächenqualität und die Festigkeit des Materials **(Abb. 4)** für Ihre Anwendung auf diesem Wege leicht bewerten.

Wo liegen Grenzen?

Was kann man womit und was nicht? Diese Frage ist nur sehr schwer klar zu beantworten. Der Grund hierfür liegt schlicht in den unzähligen Variations- und Kombinationsmöglichkeiten von Drucker, Material, Anwendung und Anforderung. Im Grunde ist die Limitierung durch die Materialeigenschaften und Zulassungen Ihrem eigenen Einfallsreichtum unterzuordnen. Ich habe in der Vergangenheit bereits viele individu-

kulzer.de

PALA®

Pala® Idealis

Prothetisch neue Zeichen in der Implantat- und Geroprothetik setzen.

Gut aufgestellt in der Implantat- und Geroprothetik – mit Pala Idealis.

- Optimales Abdecken von Tertiär- und Implantatstrukturen durch breite Zahnhälse und hohes Volumen.
- Besserer interdentaler Verschluss und optimale Pflegefähigkeit durch größere Approximalflächen.
- Sicher Aufstellen durch eindeutige Verschlüsselung und hohe Bewegungsfreiräume.
- Ästhetisch und funktionell abgestimmt auf alle Pala Premium- & Pala Mondial-Zähne.
- Hohe Abrasions- und Bruchresistenz durch Nanopearls Material Technologie. Zusätzlich reduziert die spezielle Pala Idealis Morphologie die Initialabrasion.

Mehr Informationen erhalten Sie unter www.kulzer.de/pala oder 0800 4372-522 (gebührenfrei)**.**

Mundgesundheit in besten Händen.

KULZER
MITSUI CHEMICALS GROUP

© 2018 Kulzer GmbH. All Rights Reserved.

elle Lösungen vom Modellguss über eine Zahnspangenkonstruktion (kieferorthopädische Geräte) bis hin zu Provisorien gesehen, die sicherlich nicht patentiert werden können, aber ein gewisses Alleinstellungsmerkmal für ein Labor und die Praxis bedeuten können.
Ratsam ist bei allem, was man konstruiert, dass man mit einem Zahnarzt zusammenarbeitet, der bereitwillig einige neue Wege geht. Ob das Objekt am Ende als Kunststoff-, Kobalt-Chrom- oder gar Titan-Produkt hergestellt wird, bleibt der Anwendung und dem Patienten überlassen **(Abb. 5)**.

Eignen sich manche Materialien besser als andere für dünne Schichten beim Objektaufbau?

Das ist recht sicher zu bejahen. Zur Erläuterung sollte man wissen, dass dunkle und opake Materialien eher eine längere Druckzeit/Belichtungszeit benötigen als helle oder transparente Materialien. Zugleich brauche ich aber eventuell Füllstoffe, die mir die benötigte Festigkeit im Material sicherstellen. Hier gibt es teilweise mit Mikrokeramik gefüllte Materialien, die ähnlich einem Füllungsmaterial aufgebaut sind **(Abb. 6)**. Es ist auch für die Hersteller in der Branche eine echte Herausforderung, nicht nur ein Material mit genügend Festigkeit und Oberflächengenauigkeit, sondern auch Ästhetik und schnellem Verarbeitungsprozess und überhaupt Druckbarkeit zu entwickeln. Wer sich mit diversen 3D-Druckmaterialien befasst hat, hat sicherlich bemerkt, dass nicht nur die Fließfähigkeit unterschiedlich ist, sondern auch die Aufbewahrung. Bei manchen Materialien ist aufwendiges Schütteln vonnöten. Dies kann über „Roller" aus dem Chemielaborbedarf oder per Hand umgesetzt werden.
Für das Endergebnis bezüglich dünner Schichten wird Ihnen ein Testdruck der einzelnen Hersteller Gewissheit bringen können. Wenn Sie kein klassisches Modell zum Testdruck schicken, sondern es wirklich auf die Spitze treiben wollen, dann sollten Sie individuelle Datensätze verwenden. Es gibt verschiedene Testdateien im Internet, die mit kleinen Durchmessern, spitzen Zuläufen oder schrägen Formen die 3D-Drucker dieser Welt herausfordern werden. Schauen sie sich einfach mal um.

Abb. 5: Totalprothese aus dem 3D-Drucker. Das Material besitzt die Zulassung nach Klasse 2a. Zähne und Basis sind in separaten Arbeitsschritten gedruckt und zusammengefügt worden.

Zwei Möglichkeiten, Testdateien herunterzuladen

www.3dnatives.com/de > Bitte geben Sie in der Suche ein: „Top 10 Webseiten zum 3D Druck Modelle Download im STL Format"

www.3dmake.de > Bitte geben Sie in der Suche ein: „16 Top-Seiten für tolle gratis 3D-Modelle"

Die aufgeführten Links sind als Beispiele zu sehen, eine Haftung wird nicht übernommen.

Was geschieht, wenn man Drucker und Materialien von verschiedenen Herstellern kombiniert?

Im besten Falle passiert augenscheinlich gar nichts bzw. nichts Unerwünschtes. Wenn man sich das Thema aber im Detail anschaut, dann sind nicht nur die Lichtstärke von 385 nm oder 405 nm Wellenlänge sowie der jeweilige Pflegeaufwand unterschiedlich, sondern es differieren auch grundsätzlich die Verfahren. Im Dentalbereich finden wir beispielsweise die Stereolithografie mit Laserstrahl (SLA), die Maskenprojektion (DLP) oder den Materialauftrag aus der

Abb. 6: Einfarbige provisorische Brücke aus nach Klasse 2a zugelassenem Material, mit Mikrokeramik gefüllt.

Abb. 7: Das Modell ist stark verzogen, weil es sich beim Bauprozess von der Plattform gelöst hat.

Düse (Jet-Technologie; „Tröpfchendruck"). Ich habe etwa erlebt, dass bei falscher Wartung der Jet-Technologie sogar die Druckköpfe verstopfen können und eventuell einige Tausend Euro Schadenssumme entstehen können, wenn diese nicht von der Garantie abgedeckt sind.

Vor allem sind die rechtlichen Konsequenzen für den Anwender wichtig. Gehen wir davon aus, dass wir ein Material von Hersteller A auf einem Drucker von Hersteller B in einem DLP- oder SLA-Laserdrucker verwenden und dieses Material dafür weder optimiert noch offiziell zugelassen ist. Dann entbinden wir rechtlich gesehen die Hersteller des Druckers und des Materials von jeglicher Haftung und Garantie. Genau gesagt: Wir als Zahntechniker haften bei defekten Produkten und auch bei Schäden, die bei Patienten entstehen, zu 100%. Dies wird leider von vielen Nutzern immer wieder vergessen, ist aber klar, wenn man sich im Medizinrecht etwas umschaut.

Haftungsfragen ergeben sich auch beim Einsatz des Materials. Selbst wenn ich jetzt ein Material heranziehe, das auf meinem Drucker zugelassen ist, ich aber beispielsweise mit einem nur für Bohrschablonen zugelassenen Material eine Aufbissschiene herstelle, dann kann ich als Zahntechniker haftbar gemacht werden, wenn es zum Schaden kommt: Denn ich habe eine Anwendung abgewandelt. Das wäre ungefähr so, als wenn ich einen alten Benzin-PKW mit Benzin E10 betanke, weil ich weiß, dass dies ein Kraftstoff für Benziner ist. Am Ende kann ich weder den Tankstellenbetreiber noch den Automobilhersteller haftbar machen, wenn der Motor aufgibt oder ich durch mehr Leistung des Autos eventuell einen Unfall baue.

Wir müssen uns alle immer wieder bewusst machen, dass wir nicht nur Techniker sind, sondern Medizinprodukte für Patienten herstellen. Hier muss jeder Beteiligte sicher sein, dass wir unsere Produkte auch gewissenhaft nach den Regeln und Gesetzen produziert haben.

Wenn wir ‚Glück' haben, dann sind die Probleme des nicht zugelassenen Materials offensichtlich, wie Fehldrucke, starker Verzug oder erschwertes Abnehmen von der Bauplattform **(Abb. 7)**. Wenn wir aber Pech haben, dann sind die Probleme so gering, dass für uns kein Problem sichtbar ist. Das kann zum Beispiel bei nicht ausgehärtetem Objektkern der Fall sein. Wir können auch eine toxische Dispersionsschicht erzeugt haben oder einen Verzug der Optik oder ein Aussetzen von wenigen Bauschichten.

Nun kann ich im Internet zu fast jedem Drucker Einstellungsmöglichkeiten finden, wie ich unterschiedliche Materialien doch erfolgreich nutzen kann. Und natürlich haben wir hier auch durchaus positive Erfahrungen gemacht. Leider muss ich zugeben, dass unterm Strich meist eine ganze Menge Zeit dabei investiert wurde. Womöglich habe ich damit weit mehr Geld zum Fenster hinausgeschleudert, als wenn ich eventuell zwei verschiedene Drucker gekauft hätte.

Die sogenannten „Eh-da-Kosten" sind zwar eh da, aber am Ende muss sie schon irgendjemand bezahlen ... und wenn wir selbst es sind, weil wir unsere Freizeit geopfert haben.

VINTAGE PRO

Pure Inspiration

Jetzt kostenfrei testen!

info@shofu.de

SHOFU

www.shofu.de

Was ist bei der Behandlung/Lagerung des gedruckten Objektes wissenswert oder muss beachtet werden?
Fast alle gedruckten Modelle sind einem Ausdünsten, Austrocknen oder Schrumpfen ausgesetzt. Die meisten Materialien sind nicht zur Langzeitaufbewahrung geeignet und wurden eigentlich nur zum Prototypenbau konzipiert. Ausgenommen sind die Materialien der Klassen 1 und 2a. Diese müssen verschiedene Regularien strikt einhalten, um beständig im oder am Patienten genutzt zu werden. Ein Hersteller von Materialien der Klasse 1 oder 2a muss außerdem seine Materialien, teils in Klimaschränken, über viele Jahre beobachten und analysieren, um die Unbedenklichkeit garantieren zu können. Somit sollte ein Hersteller Ihnen sagen können, ob und wie lange Sie verzugsfrei einer Lagerung zustimmen können oder ob Sie eher neu drucken müssen. Bei Modellmaterial oder Wachsmaterial sieht es mit der Schrumpfung teilweise haarsträubend aus. So kann ein Stumpfmodell nach wenigen Wochen eine so große Veränderung durchlaufen, dass mir beim Auf-den-Kopf-Drehen des Modells alle Stümpfe entgegenfallen und keine Passung mehr zu finden ist.

Wo sollte man derzeit bei der manuellen Herstellung bleiben?
Ob sich die manuelle Herstellung von Objekten in einem Labor lohnt oder nicht, ist von verschiedensten Faktoren völlig unabhängig zu betrachten.
Wenn ich zum Beispiel zwei Modellgüsse pro Woche für meine Kunden herstelle, meine zahnärztlichen Kunden mir keine digitalen Dateien zusenden und ich auch sonst kaum digitale Prozesse integriert habe, wird sich ein 3D-Drucker für ein ausbrennbares Material nicht lohnen – das ist sofort einzusehen. Am anderen Ende der Skala gibt es Labore, die sehr stark digital vernetzt sind und zusätzliche Applikationen sehen, mit denen sie sich über ein additives Druckverfahren weitere Vorteile ins Haus holen können **(Abb. 8)**. Hier stellt beispielsweise der Metalldruck eine Ausbaumöglichkeit dar.
Überblickend sehe ich bei kleinen Laboren, die diverse Applikationen jeweils nur in geringen Mengen produzieren, wenig Möglichkeit, gewinnbringend einen 3D-Drucker einzusetzen. Bei einer mittleren bis überdurchschnittlichen Betriebsgröße sollte man sich detailliert seine Prozesse anschauen: Wo hat man entweder sehr hohe Personalaufwendungen oder verzeichnet sehr geringe Margen? Dann kann innerhalb weniger Tage sicherlich genauer geklärt werden, wo ein Einsatz von 3D-Druck realistisch sinnvoll ist und wo nicht.

Abb. 8: Modellguss aus einem DLP 3D-Drucker aus ausbrennfähigem Kunststoff.

Welche Perspektiven wird es bei der Materialausweitung geben?
Ganz klar sehe ich einen großen Schritt bei den Materialien zur Mittel- bis Langzeitnutzung kommen: beispielsweise für provisorische Kunststoffkronen, Prothesenbasen oder Aufbiss- oder Knirschschienen, die hier bereits erwähnt wurden. In diesem Bereich wird es sicherlich auch über die nächsten Jahre immer mehr Möglichkeiten bezüglich Farbe, Stabilität, Einsetzbarkeit und Zulassungen geben.
Bedenken Sie jedoch, dass je nach Materialanforderung nicht nur die Entwicklung und die Tests positiv verlaufen müssen, sondern auch eine Zulassung für Medizinprodukte am Ende stehen muss. Dazu gehört auch, dass in dieser Zulassung der Drucker und das Verfahren enthalten sein müssen, nicht nur die Materialien selbst. Alleine die Zulassung des Materials dauert in aller Regel ein Jahr – und da sind die Entwicklungszeiten noch nicht enthalten. Gehen Sie also davon aus, dass ein Material der Klasse 1 oder 2a rund zwei bis vier Jahre diverse Wege durchlaufen hat, bevor Sie es verwenden können und dürfen. Zudem liegen die Investitionskosten für einen Hersteller schnell, rechnet man alles ein, bei sechsstelligen Summen – und dies bereits, bevor auch nur ein Liter verkauft wurde. Daraus ist zu ersehen, dass ein Hersteller sehr genau prüft, bevor er irgendeine neue Entwicklung startet. Am Ende möchte er damit Geld verdienen und nicht eine Investition und Entwicklung in eine Randapplikation oder eine „nette Idee" verantworten müssen. Zusätzlich werden kleine Unternehmen hier nur schleppend mithalten können.
Zu definitiven Materialien möchte ich sagen: Wir können von einem gedruckten Material, das medizinisch zugelassen ist, zu einem hohen Prozentsatz nicht die gleichen Eigenschaften erwarten, wie sie in der Tiefzieh- oder Frästechnik vorausgesetzt sind. Es gibt Limitierungen durch das Lichthärten (Laser oder Projektor) des Materials – nicht jeder Stoff bzw. nicht jedes Stoffgemisch ist auf die bekannte Weise zu härten. Ich denke, dass jeder Laborinhaber mir zustimmen wird: Es ist wenig sinnvoll, wenn wir für jede Applikation einen eigenen Drucker kaufen und am Ende in den Räumen fünf bis zehn Geräte stehen haben. Und weil das so ist, wird von den Herstellern versucht, auf einem Drucker die größtmögliche Materialvielfalt abzubilden. Bis zu dieser Realisierung brauchen wir leider manchmal etwas Geduld, damit hier auch das Richtige auf den Markt kommt.

Mein Fazit und Ausblick
Wir stehen noch am Anfang dessen, was 3D-drucktechnisch einmal möglich sein wird. In den vergangenen Jahren ha-

ben wir teilweise bereits große Schritte durchlaufen, die zu einer guten Einsetzbarkeit des 3D-Drucks, sprich: der additiven Fertigung, führen. Aber wir müssen realistisch sein und einsehen, dass unser Enthusiasmus und Einfallsreichtum hinsichtlich der Möglichkeiten durch die Zulassungen und Umsetzbarkeiten der Industrie gebremst werden. Beim Thema Metall-3D-Druck sind wir aber bereits in Kobalt-Chrom und Titan deutlich weiter als im Kunststoffbereich. ■

Literaturverzeichnis unter www.ztm-aktuell.de/literaturlisten

3D Systems GmbH
Guerickeweg 9
64291 Darmstadt
stephan.winterlik@3dsystems.com
www.3dsystems.com/industries/dental

ZT Stephan Winterlik

Sales Manager Dental Production 3D Printers EMEA & India bei 3D Systems

1996	Abschluss der Lehre zum Zahntechniker in Berlin
1 Jahr	Tätigkeit als Zahntechniker im gewerblichen Dentallabor in Berlin
2 Jahre	Zahntechniker in einer kieferorthopädischen Fachpraxis in Mainz
8 Jahre	Vertriebsmitarbeiter für ein Dentalunternehmen in Süd-/West-Deutschland
4 Jahre	Vertriebsleitung für ein Dentalunternehmen in Süddeutschland/Österreich
3 Jahre	Internationaler Produktmanager für digitale Zahnmedizin
3 Jahre	Externer Berater und Geschäftsführer für Warenbeschaffung, Optimierungen und digitalisierte Abläufe in Laboren, Praxen und Dentalunternehmen
Seit 1999	über 3.500 Besuche und teils Hospitationen in zahnärztlichen Praxen, Laboren und Kliniken in Deutschland, Österreich und der Schweiz
Seit 2010	Gastreferent und Consultant bei Symposien und Veranstaltungen der Dentalindustrie im deutschsprachigen Raum für digitale Abläufe und Einführungen, Praxismarketing und Praxisneugründung, z.B.: Invisolution (Invisalign Dienstleistungen), Bund deutscher Kieferorthopäden (BDK), Kieferorthopädische Interessengemeinschaft (KFO-IG), Quintessenz, Gemeinschaft Kieferorthopädische Zahntechnik (GK) und mehr
2016/2017	Territory Manager 3D-Drucker Dental für Deutschland, Österreich, Schweiz
Seit 2017	Sales Manager Dental Production 3D Printers EMEA & India (Europa – Naher Osten – Afrika und Indien)

Neues Herstellverfahren von CAD/CAM-Blöcken

Für einen hochwertigen und kostengünstigen Zahnersatz

Im Fokusfeld Automatisierung und Digitalisierung forscht auch das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC. Hier wurde nun ein neues Extrusionsverfahren zur vollautomatisierten Herstellung von dentalen Kompositblöcken zum Patent angemeldet. Die Kompositblöcke sollen kostengünstig gefertigt und für CAD/CAM-Verfahren eingesetzt werden, um modernen und bezahlbaren Zahnersatz zu realisieren. Die Ausgangsmaterialien, spezielle Hybridpolymer- bzw. monomerbasierte Systeme für dentale Anwendungen, werden mit entsprechend hohen mechanischen und ästhetischen Anforderungen optimiert. Hierauf geht im Folgenden Dr. Herbert Wolter vom Fraunhofer ISC näher ein.

Die maschinelle Herstellung bringt als Forderung und Folge mit sich, dass bisher konventionell verarbeitbare Materialien an die neuen Verfahren angepasst werden. Schon jetzt gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher kommerziell verfügbarer dentaler CAD/CAM-Materialien auf Basis von (Glas-, Oxid-)Keramiken, Metallen und Kompositen. Insbesondere die Komposite werden dabei aufgrund ihrer speziellen Materialeigenschaften immer beliebter. Zudem können sie einfacher bearbeitet werden. Insgesamt spart man mit entsprechender CAD-Software bis hin zum CAM-gestützten Fräsen des Zahnersatzes Kosten und Zeit und reduziert Fehlerquellen durch die Vermeidung von manuellen Prozessschritten.

Das Fraunhofer ISC verfügt über eine langjährige Erfahrung in der Materialentwicklung für dentale Anwendungen. Es hat nun ein neuartiges Verfahren zur automatisierten, kontinuierlichen Herstellung von CAD/CAM-Kompositblöcken für die Fertigung von Zahnersatz entwickelt, das sowohl Zeit als auch Kosten spart. Zu ersten Testzwecken verwendete das Fraunhofer ISC zunächst monomerbasierte Systeme, die für den Prozess angepasst wurden.

Bisherige Materialien und Verfahren

Besonders geeignet für die CAD/CAM-Technologie sind kompositbasierte Materialien, da sie im Vergleich zu keramischen Materialien eine geringere Sprödigkeit sowie ein antagonistenfreundlicheres Abrasionsverhalten aufweisen. Außerdem können sie einfacher repariert bzw. be- oder nachbearbeitet werden. Hinzu kommt ein gutes Schleif- und Fräsverhalten im finalen Härtungszustand, was eine einfache Chairside-Applikation ermöglicht. Zum Beispiel kann der Zahntechniker oder Zahnarzt den finalen Zahnersatz direkt im Rahmen der Behandlung in der Zahnarztpraxis fertigen. Dies sind wichtige Voraussetzungen für eine hochwertige und trotzdem bezahlbare Zahnversorgung, da dem Patienten eine zeit- und kostenintensive Behandlung in mehreren Sitzungen erspart bleibt.

Bisher ist ein Großteil der kompositbasierten Materialien allerdings nur für den provisorischen Zahnersatz geeignet, da in Kombination mit der bisherigen Verarbeitung und Formgebung das geforderte komplexe Eigenschaftsprofil nicht realisierbar ist. Da der Prozess der Kompositherstellung und -formgebung meist in separaten und teilweise manuellen Prozessschritten erfolgt, resultiert daraus zudem ein sehr aufwendiges, nicht kontinuierliches und somit sehr arbeits-, zeit- und kostenintensives Gesamtverfahren.

Aktuell werden zur Füllstoffeinarbeitung unterschiedliche Mischverfahren wie z.B. Dreiwalzwerk (kontinuierlich), Planetenmischer oder Speedmixer (beide nicht kontinuierlich) eingesetzt. Aufgrund der notwendigen Kombination der Mischverfahren ist es ein nicht kontinuierliches Gesamtverfahren.

Zur Fertigung von CAD/CAM-Kompositblöcken wird das Materialgemenge bisher in eine entsprechende Blockform gegossen. Hierzu ist eine geringe Viskosität der Materialien notwendig, die wiederum einen geringen Füllstoffgehalt voraussetzt, woraus häufig ungenügende mechanische Eigenschaften resultieren.

Ein hoher Füllstoffgehalt hingegen ermöglicht eine hohe Festigkeit und Abrasionsresistenz, geht in der Regel jedoch mit einer hohen Viskosität der Komposite einher. Diese Komposite können nur durch Kneten oder Pressen, also durch aufwendige Handarbeit, in Form gebracht werden, wobei eine blasenfreie Formgebung nur schwer realisierbar ist.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Fertigung von großen Kompositplatten, die nach der Härtung in die entsprechenden Blockformen gesägt oder geschnitten werden müssen. Neben den mehrteiligen Arbeitsschritten kommen hier noch zusätzliche Kosten durch den erheblichen Materialverlust und teure, schnell verschleißende Sägeblätter hinzu.

Neues, automatisiertes Extrusionsverfahren für die Einzelzahnfertigung

Das Fraunhofer ISC hat jetzt mithilfe des duroplastischen Extrusionsverfahrens – bekannt aus der industriellen Kunststoffverarbeitung – ein kostengünstiges, automatisiertes, kontinuierliches Gesamtverfahren entwickelt, das nun nach ersten Tests optimiert werden soll, um es dann für den großen Fertigungsmaßstab weiter auszubauen.

Hierbei sollen die komplexen Materialanforderungen im restaurativen Dentalbereich erfüllt werden. Ziel ist zunächst die Fertigung von einfarbigen (sogenannten monochromatischen) hochgefüllten Kompositblöcken, die mittels CAD/CAM-Verfahren zu Kronen, Inlays etc. finalisiert werden können.

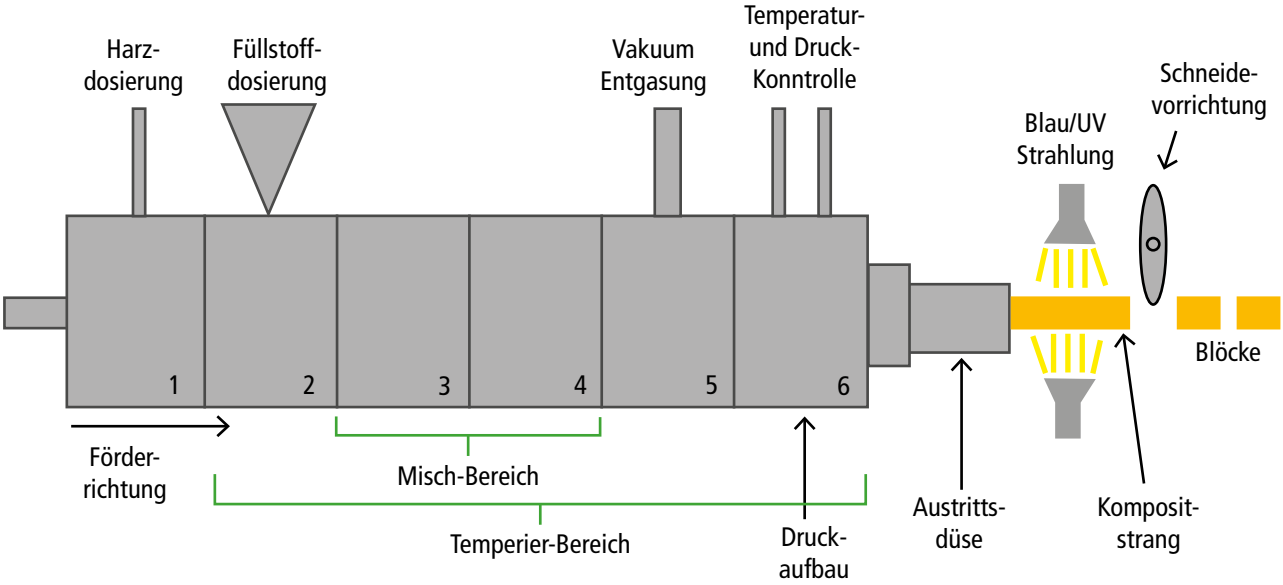


Abb. 1: Vollautomatisierte, kontinuierliche Herstellung von CAD/CAM-Blöcken im Extrusionsverfahren – schematischer Aufbau des Extruders. © *Fraunhofer ISC*

Aufbau des Extruders

Die Extruderanlage **(Abb. 1)** besteht aus sechs miteinander verbundenen gleich langen abrasionsstabilen Gehäuseteilen mit einer zentralen achtförmigen Bohrung, in der zwei ebenfalls abrasionsstabile achsparallele Schnecken mit gleicher Drehrichtung und Winkelgeschwindigkeit laufen. Die Schnecke besteht aus Knet- bzw. Förderelementen mit unterschiedlicher Länge und Steigung, die über die Länge der Schnecke je nach Gehäuseteil die Förderung in Richtung Düse bzw. Homogenisierung der Kompositmassen sicherstellen. Für eine optimale Prozesstemperatur können die Gehäuseteile separat elektrisch beheizt bzw. mit Wasser gekühlt werden.

Das Verfahren bietet die Möglichkeit, auch hochviskose Kompositmassen homogen und blasenfrei herzustellen, um sie mittels einer Austrittsdüse mit rechteckigem Querschnitt (z. B. 12 mm × 14 mm Kantenlänge) in die gewünschte Strangform zu bringen. Durch Temperierung der Anlage auf ca. 30 °C kann eine mögliche vorzeitige Aushärtung durch Überhitzen des Materialgemischs während des Verfahrens vermieden werden. Generell kann der Extruder beheizt bzw. gekühlt werden, um die Prozesstemperatur zu optimieren. Eine kontrollierte Härtung des Materials erfolgt erst beim Austritt des Komposits aus der Extruderdüse durch den Einsatz von Blaulicht oder UV-Strahlung und/oder durch Erhitzen **(Abb. 2)**. Für den kontinuierlichen Transport des Strangs von der Düse weg ist eine Fördereinheit eingerichtet. Eine entsprechende Schneideeinheit zerteilt die gehärteten Kompositstränge dann in CAD/CAM-Blöcke mit der gewünschten Form und Länge **(Abb. 3)**. Diese endgehärteten Blöcke können von Zahntechnikern und Zahnärzten mit der Fräsmaschine bearbeitet werden, um den patientenindividuellen Zahnersatz zu fertigen.

Das Verfahren eignet sich auch für Anwendungen, bei denen zunächst auf eine Härtung verzichtet werden soll. Damit ist eine einfache, gleichzeitig effektive Bereitstellung von hochgefüllten, blasenfreien ORMOCER®- oder monomerbasierten Kompositen denkbar. ORMOCER®e sind anorganisch-organische Hybridpolymere, die vom Fraunhofer ISC als neue Materialklasse ent-

Abb. 2: Neues, automatisiertes Extrusionsverfahren. Hier: Belichtung zur Vor-/Aushärtung des Kompositstrangs. © *K. Selsam, Fraunhofer ISC*

Abb. 3: Zuschneiden des Kompositstrangs zu einzelnen CAD/CAM-Blöcken. © *K. Selsam, Fraunhofer ISC*

Abb. 4: Gehärtetes Komposit mit hoher Transluzenz.
© *K. Selsam, Fraunhofer ISC*

Abb. 5: Umfassende Materialcharakterisierung und Qualitätskontrolle. Drei-Punkt-Biegeversuch zur mechanischen Charakterisierung (Festigkeit/E-Modul) von dentalen Materialien. © *K. Dobberke für Fraunhofer ISC*

wickelt wurden. So besteht die Möglichkeit, das Material direkt nach dem Austritt aus der Extruderdüse in andere Formen, z.B. klassische Kompositspritzen für Zahnfüllungen, abzufüllen, ohne dass zunächst eine Härtung durch UV-Licht oder thermische Verfahren erfolgt. Das noch viskose Material kann dann während der Behandlung modelliert und wie üblich gehärtet werden.

Füllstoffe im Blickpunkt

Für die Evaluierung des neuen Extrusionsverfahrens hat das Fraunhofer ISC bisher klassische Komposite, d.h. monomerbasierte Dentalmaterialien, verwendet. Weitere ausgewählte Materialien sind die langerprobten anorganisch-organischen Hybridpolymere (ORMOCER®e) des Fraunhofer ISC, die bereits als dentale Komposite und Adhäsive über Industriepartner (Dentsply Sirona, VOCO) auf dem Markt erhältlich sind, sowie hybride Partikelmischungen aus funktionalisierten kommerziellen Dentalglas- und Nanopartikeln.

Alle Materialien lassen sich durch die Zugabe von einem oder mehreren Füllstoffen an die jeweilige Anwendung anpassen. Entscheidend für eine gute Verarbeitung von dentalen Kompositen zu hochwertigem Zahnersatz ist außerdem die optimale Viskosität, die wiederum wesentlich vom Füllstoffgehalt des Materialgemischs abhängt. Die Viskosität der Materialgemenge ist durch zusätzliche Temperierung variabel einstellbar und kann im neuen Verfahren flüssig bis pastös gewählt werden. Der Füllstoff kann aus einem einzigen Material bzw. alternativ aus mehreren Füllstoffkomponenten mit unterschiedlicher Größe und/oder Zusammensetzung und/oder Form (z.B. sphärisch, splitter-, faserförmig) in variablen Anteilen bestehen.

Als Füllstoffe lassen sich prinzipiell unterschiedliche Füllstofftypen wie SiO_2-Partikel, Makrofüller aus Glas, Keramik und Quarz verwenden. Weitere Komponenten sind Mikro-

Abb. 6: Abrasionstest am Kausimulator zur Simulation der oralen Belastungssituation. © *K. Dobberke für Fraunhofer ISC*

füller wie Kieselsäure, Hybridfüller aus Makro- und Mikrofüllern sowie Feinsthybridfüller beispielsweise aus Barium- oder Strontium-Glas, um die notwendige Röntgenopazität zu erhalten. Für das Extrusionsverfahren des Fraunhofer ISC sind insbesondere Dentalgläser mit Teilchendurchmessern von ca. < 1 bis 5 µm als Füllstoffe geeignet.
Grundsätzlich muss der Füllstoffgehalt der Komposite so hoch gewählt werden, dass die im Dentalbereich benötigten anspruchsvollen mechanischen Kennwerte (hohe Bruchfestigkeit, Härte und Abrasionsresistenz) realisierbar sind. Gleichzeitig sollen die hohen Anforderungen hinsichtlich Biokompatibilität und eine dem natürlichen Zahn entsprechende Ästhetik gegeben sein.
Erste Tests mit dem neuen Verfahren unter Verwendung von Materialgemischen mit einem Füllstoffgehalt von aktuell ca. 72 Gew.-% zeigten in den Versuchen eine gute Dispergierung des Feststoffes in der kontinuierlichen Phase – der Harzmatrix. Das Material zeigt nach dem Aushärten eine natürlich wirkende Transluzenz und bietet damit eine hohe ästhetische Qualität als Basismaterial für den Zahnersatz **(Abb. 4)**. Verschiedene Füllstoffkombinationen sowie höhere Füllstoffgehalte sollen zukünftig ebenfalls getestet werden. Gleichzeitig hatte das Komposit die benötigte Viskosität, um es mit dem neuen Verfahren zu Kompositsträngen in sehr guter Qualität zu verarbeiten und anschließend thermisch endgültig auszuhärten. Das Anlegen eines leichten Vakuums verhinderte außerdem die Bildung von Blasen im Material.

Umfassende Materialcharakterisierung und Qualitätskontrolle

Für die unerlässliche Qualitätskontrolle des finalen Produkts und für die Evaluierung des Gesamtprozesses werden die mit dem Extruder hergestellten Komposite und CAD/CAM-Blöcke ausführlich charakterisiert und mit Kompositen aus üblichen Herstellungsverfahren und den daraus gefertigten CAD/CAM-Blöcken verglichen.
Die optisch-ästhetische Qualität der Komposite wird mittels Transluzenz- bzw. Farbmessung kontrolliert. Die Biegefestigkeit und der E-Modul werden mittels Drei-Punkt-Biegeversuch **(Abb. 5)** anhand dafür angefertigter Normprüfkörper (Härtung mittels Licht und/oder thermisch) in Anlehnung an ISO 4049 und die Härte mittels Vickers-Härteprüfung ermittelt. Zur Simulation der oralen Belastungssituation werden zusätzlich Verschleißmessungen im Kausimulator **(Abb. 6)** durchgeführt.
Die Beurteilung der Blasenfreiheit und der Füllstoffverteilung der fertigen Blöcke erfolgt anhand von rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen. Abschließend werden aus den hergestellten Blöcken vollanatomische Zahnkronen mittels CAD/CAM-Technologie gefertigt, die ebenfalls hinsichtlich Ästhetik, Homogenität und Blasenfreiheit bewertet sowie einer In-situ-Druckprüfung unterzogen werden, um den maximalen Widerstand gegen senkrecht auftretende Kaukräfte zu ermitteln.

Eigenschaften von dentalen ORMOCER®-Matrixsystemen/-Kompositen

Eigenschaft	Matrixsystem	Komposit
Viskosität	0,1 – 1.000 Pa·s	anpassbar
Füllstoffgehalt	—	bis 87 Gew.-% (75 Vol.-%)
Polymerisationsschrumpfung	2 – 8 Vol.-%	≥ 1,3 Vol.-% / anpassbar
Biege-E-Modul	1 – 4.000 MPa	bis 17 GPa
Biegebruchfestigkeit	bis 130 MPa	bis 180 MPa
Druckfestigkeit	bis 300 MPa	bis 500 MPa
Wärmeausdehnungskoeffizient	50 – 250·10-6 K^{-1} (5 – 50 °C)	≥ 17·10-6 K^{-1}
Elastische Dehnung	bis 130 % (spezielle Matrix)	—
Röntgenopazität	—	310 – 360 % Al

Besonders wichtig für den Dentalbereich sind folgende Aspekte:

- Biokompatibel
- Monomerfrei
- Einstellbarer E-Modul
- Hohe Bruch- und Abriebfestigkeit
- Adaptierbare Ästhetik

Ausblick

Bisherige erste Tests des neuen Verfahrens unter Einsatz eines angepassten Komposits verliefen sehr erfolgreich. Durch den Zusammenschluss der einzelnen Prozessschritte zu einem Gesamtverfahren kann das bisherige kostenintensive, oft mit manuellen Zwischenschritten verbundene Verfahren ersetzt werden. Mit dem vorhandenen Laborextruder sind zudem hohe Stückzahlen pro Zeiteinheit und damit eine hohe Reproduzierbarkeit möglich, sodass der Prozess auch im späteren Produktionsmaßstab sehr effektiv ist.
Im Rahmen zukünftiger Kooperationen mit Industriepartnern will das Fraunhofer ISC den Prozess weiter optimieren und dann im nächsten Schritt für die Umstellung auf den Industriemaßstab anpassen. Geplant ist außerdem die Erweiterung der Herstellung auf polychromatische Kompositblöcke mit Dentin-Schneide-Farbverlauf durch eine Coextrusion von angepassten Kompositen. Entsprechende Projekte bieten den Herstellern von dentalen CAD/CAM-Materialien und -Geräten den Einstieg in eine automatisierte und somit auf Dauer kostengünstige Produktion von CAD/CAM-Blöcken mit entsprechenden wesentlichen Wettbewerbsvorteilen. ■

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
herbert.wolter@isc.fraunhofer.de
www.isc.fraunhofer.de

Dr. Herbert Wolter

Leiter Dental und Mikromedizin

1982	Abschluss Chemiestudium an der Universität Paderborn
1982–1985	Promotion zum Dr. rer. nat., Universität Paderborn
Seit 1985	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC) in Würzburg
1993–2002	Leitung der Arbeitsgruppe „Kompakte Werkstoffe“ am Fraunhofer ISC in Würzburg, Abteilung ORMOCER®e
1994	„Fraunhofer Award“: Auszeichnung für die Entwicklung eines „Amalgamersatzes durch neuartige ORMOCER®-Komposite“
2002–2010	Leitung Kompetenzbereich „Kompakte ORMOCER®e und Komposite“ am Fraunhofer ISC in Würzburg
2010	Aufbau und Leitung des Kompetenzbereiches „Dental und Mikromedizin“; verantwortlich für die Entwicklung von multifunktionellen Silanen und anorganisch/organischen Hybridpolymeren (ORMOCER®en) und (Nano-) Hybridkompositen für restaurative und regenerative Medizin (spez. Dental)

DENTAL KOMPAKT 2018

Das Jahrbuch für Dentalprodukte

Mehr als 2.500 Dentalprodukte zu Zahnmedizin und Zahntechnik direkt miteinander vergleichen – und das alles in einem Werk. So sparen Sie wertvolle Zeit bei Investitionsentscheidungen in der Zahnarztpraxis und im Dentallabor.

Jetzt bestellen:
www.spitta.de/dentalkompakt2018

DENTAL KOMPAKT 2018 – Das Jahrbuch

Nachschlagewerk, über 100 verschiedene Produktvergleiche komplett in Farbe, DIN A4, verstärkter Umschlag, gebunden
€ 50,– zzgl. Versandkosten und MwSt.
Best.-Nr. 1008097112

NEU
Nur € 50,–

spitta

Spitta Verlag | Ammonitenstraße 1 | 72336 Balingen

DENTAL KOMPAKT online

Das Vergleichsportal für Dentalprodukte

www.dentalkompakt-online.de

über 4.000 Dentalprodukte online vergleichen

Ausarbeiten und Fertigstellen

Teil 4: Grundlagen, Tipps und Tricks in der KFO

Unser Autor Jörg Stehr, langjähriger Zahntechniker für Kieferorthopädie, hatte im vorigen Teil seines Fachbeitrages* das Herstellen der Platte bis zum Abheben der Zahnspange vom Gipsmodell und Herauslösen der Platzhalter für die Schraube geschildert. Jetzt steht das große Finale an: Auch hier muss man mögliche Fehlerquellen und Arbeitserleichterungen kennen und erkennen.

Noch können wir unser kieferorthopädisches Gerät als Rohling bezeichnen. Dieser muss nun für die weitere Bearbeitung zuerst gesäubert werden.

Ausbrühen

Im ersten Schritt muss man das Wachs, das man zum Befestigen der Drahtelemente und zum Ausblocken des Gipsmodells angebracht hat, wieder von der Arbeit und vom Modell entfernen.

Das geht am besten, indem man alles mit sehr heißem Wasser abspült. Man braucht dabei nicht zu befürchten, dass der Kunststoff weich wird. Dazu müsste man die Arbeit schon für mehrere Minuten in kochendes Wasser legen. Für das sogenannte Ausbrühen eignet sich am besten ein fest installierter Heißwasserbereiter mit einem etwas längeren und beweglichen Wasserhahn, der etwas höher über dem Waschbecken angebracht wird **(Abb. 38)**.

Ich erhitze mir immer ungefähr anderthalb bis zwei Liter Wasser für eine Platte und das dazugehörige Modell. Ein paar wenige Minuten bevor ich die Arbeit aus dem Drucktopf hole, schalte ich den Heißwasserbereiter ein. Das Wasser ist dann heiß, wenn ich mit dem Herausnehmen der Spange aus dem Drucktopf und dem Abheben vom Modell fertig bin. So kann ich ohne Verzug weiterarbeiten.

Ganz wichtig ist es, ins Waschbecken eine Schüssel zu stellen, in der ein Sieb hängt, um das Wasser mit dem gelösten, d.h. flüssigen Wachs aufzufangen. Das Wachs sollte nicht direkt in den Abfluss gelangen, weil sich sonst im Lauf der Zeit der gebogene Siphon und das Abflussrohr mit dem Wachs zusetzen. Zum Ausbrühen lege ich das Gipsmodell in das Sieb in der Schüssel, direkt unter den Wasserhahn des Heißwasserbereiters. Dann halte ich die Arbeit mit einer Zange oder einer großen Pinzette, im Fachhandel erhältlich, oder einer sogenannten Bratenpinzette, die es in Haushaltwarengeschäften gibt, unter das heiße fließende Wasser aus dem Hahn **(Abb. 39)**. Dabei drehe ich die Arbeit so lange hin und her, bis das ganze Wachs entfernt ist. Danach muss ich noch das Modell von den Wachsresten befreien. Da es bereits im Sieb unter dem heißen Wasserstrahl lag, geht dies relativ rasch und einfach: Es ist ja mit erwärmt worden und ein Teil des Wachses wurde beim Ausbrühen der Arbeit schon abgespült.

Damit das Waschbecken wieder frei zum Arbeiten ist, kann man die Schüssel, wenn man möchte, beiseitestellen **(Abb. 40a u. b)**. Beim Abkühlen des Wassers sammelt sich das Wachs an der Wasseroberfläche und wird wieder fest. Das kalte Wasser mit dem wieder erstarrten Wachs gießt man dann später durch das Sieb ins Waschbecken zurück und klopft oder kratzt das Wachs aus dem Sieb in den Mülleimer. Somit ist wieder alles bereit für die nächste Runde.

Abb. 38: Heißwasserbereiter und Ausbrühwanne.

*abrufbar unter www.ztm-aktuell.de/stehr

In vielen Laboren gibt es leider keine Heißwasserbereiter, und das Wasser aus dem normalen Wasserhahn ist meistens nicht heiß genug zum Ausbrühen. Außerdem sitzt ein normaler Wasserhahn oft zu tief im Waschbecken oder der Auslass befindet sich zu nah an der Wand des Waschbeckens, um damit effektiv ausbrühen zu können. Hier muss man sich mit einem Wasserkocher behelfen, wie man ihn aus der Küche kennt. Das ist aber sehr umständlich, und man muss ständig jonglieren. Mit der einen Hand muss man Wasser auskippen und mit der anderen die Arbeit unter den Strahl halten, wobei man das Wasser am besten nicht zu üppig ausgießt oder es zu schnell verbraucht, damit alles Wachs in einem Arbeitsgang entfernt werden kann – und das alles, ohne sich das heiße Wasser über die Finger zu schütten. Der Wasserkocher sollte auch genug Inhalt haben, um alles auf einmal ausbrühen zu können … aber je mehr Wasser man einfüllt, umso mehr Gewicht hat er und umso schwieriger ist das Handling.
Der nachträgliche Einbau eines Heißwasserbereiters scheitert leider oft am Platzmangel über dem Waschbecken oder an der Wasserzufuhr zum Gerät. Aber eines tröstet bei dieser Aktion: Übung macht den Meister.
Nachdem alles ausgebrüht wurde, empfiehlt es sich, die Arbeit noch mit einem Dampfstrahler von den allerletzten Wachsresten zu befreien. Übrigens: Nur mit einem Dampfstrahler das gesamte Wachs zu entfernen, gibt eine Riesenschmuddelei. Da freut sich jeder, der das Waschbecken und die Wand dahinter wieder sauber machen darf.

Ausarbeiten

Im nächsten Schritt wird unser nun vollkommen wachsfreies Werk ausgearbeitet. Dazu muss man einige Sicherheitshinweise beachten, da zum Ausarbeiten rotierende Instrumente, auch einfach Fräsen genannt, zum Einsatz kommen. Die Fräsen bzw. rotierenden Instrumente müssen immer einen langen Schaft zum Einspannen in das Handstück haben; Fräsen mit kurzem Schaft, wie sie am Behandlungsstuhl in den Turbinen eingesetzt werden, halten nicht sehr gut in den Technikmaschinen. Sie können beim Ausarbeiten durch die Fliehkraft herausrutschen und werden dann davongeschleudert, dies birgt Verletzungsgefahr.
Man sollte auch immer mit einer Absauganlage arbeiten und eine Schutzbrille zum Abhalten von Frässpänen tragen. Oder man benutzt eine Schutzscheibe, die am Absaugmaul befestigt ist.
Die Absaugung sollte selbstverständlich groß genug dimensioniert sein und genügend Leistung erbringen, um die Frässpäne auch aufnehmen und absaugen zu können.
Einfache Absaugungen, so ähnlich wie Staubsauger, die unter dem Arbeitsplatz stehen, sind oft sehr laut und werden daher nur ungern und kurz oder gar nicht eingeschaltet, weil die Lautstärke auf Dauer unerträglich ist. Das geht dann zulasten der Lungengesundheit, weil man neben dem Staub und den Schleifspänen, die beim Ausarbeiten austreten, zusätzlich auch durch die entstehende Wärme beim Schleifen ungesunde Dämpfe produziert.
Diese sollten aber, wie in Teil 3 im letzten Zahntechnik Magazin unter „Arbeitsschutz" ausführlich geschildert, ebenso wie die Monomerdämpfe von Aktivkohlefiltern aufgefangen werden.
Die Drehzahl der Technikmaschinen oder Handstücke sollte beim Fräsen und Ausarbeiten von kieferorthopädischen Kunststoffen bei ungefähr 25.000 bis 30.000 Umdrehungen in der Minute liegen. Wenn man eine höhere Drehzahl benutzt, kann sich der Kunststoff zu stark erwärmen und es können sich dadurch Schmelzschlieren oder weiße Streifen bilden.
Abbildung 41 zeigt die Fräsen, mit denen ich hauptsächlich arbeite. Die zwei Fräsen außen links im Bild benutze ich, um Gipsmodelle zu bearbeiten. Dabei dient die dickere Fräse dazu, Kanten zu brechen und störenden und überschüssigen

Abb. 39: Werkzeug zum Gipsen und zum Ausbrühen.

Abb. 40a u. b: Mein Nassarbeitsplatz.

Abb. 41: Meine meistgenutzten Fräsen.

Gips zu entfernen. Die schmale Fräse verwende ich zum Lochbohren für den Schraubenplatzhalter bei den medianen Schrauben und außerdem zum vorsichtigen Vorradieren zwischen den Gipszähnen für die Halteelemente **(Abb. 42)**.
Die dritte Fräse von links hat eine sehr grobe Verzahnung; es ist dieselbe Fräse, die ich zum Gipsbearbeiten nutze. Ich schleife damit meine Arbeiten grob vor.
Danach benutze ich die schmälere konische Fräse (die vierte von links) mit einer mittleren Verzahnung. Damit arbeite ich die Feinheiten aus, wie die Ränder der Platte und den Platz für noch nicht ganz durchgebrochene Zähne. Ich entferne damit auch störende Kunststoffanteile, die die Zahnbewegungen behindern oder Zähne im Durchbruch stören. Dazu muss man die Arbeit immer wieder auf das Gipsmodell setzen und alles kontrollieren. Ganz wichtig ist es, auch darauf zu achten, dass Muskelansätze und Bänder nicht gestört werden. Hier meine ich vor allem das Zungenbändchen in der Unterkieferfront, dem oft wenig Beachtung geschenkt wird. Wenn die Zahnspange dort nicht genügend gekürzt wird, kann das Bändchen gequetscht werden und die Zunge sich nicht richtig bewegen – dies kann Schmerzen verursachen und zu Verletzungen führen. Auch die Okklusion und der Kontakt mit Geräten, die gegebenenfalls im Gegenkiefer eingesetzt sind, müssen beachtet werden. Es sollen hier ebenfalls keine Störungen oder Druckstellen entstehen **(Abb. 43a u. b)**.

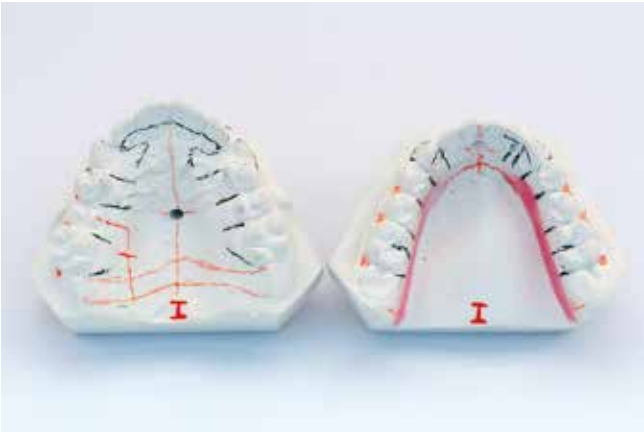


Abb. 42: Ober- und Unterkiefermodelle, interdental radiert und mit angezeichneten Positionen der Drahtelemente.

Abb. 43a: OK-Platte von basal.

Abb. 43b: UK-Platte von basal.

Mit dieser schmalen Fräse entferne ich auch scharfe Grate und Kanten auf der Basalseite der Geräte, vor allem um das Loch des Schraubenplatzhalters herum, um dort Druckstellen und Verletzungen zu vermeiden. Auch interdental um die Drähte herum werden alle störenden Kunststoffanteile entfernt. Dies geschieht möglichst ohne die Drähte anzuschleifen und dadurch zu schwächen.
Die Basalseiten von kieferorthopädischen Geräten werden ansonsten weder beschliffen noch geschmirgelt oder gar poliert. Das ist nicht nötig, da ja durch das Isolieren des Gipsmodells vor dem Aufstreuen schon eine glatte und sogar ganz leicht glänzende Oberfläche vorhanden ist. Außerdem werden durch jedes Bearbeiten der Basalfläche diese Stellen sozusagen hohlgelegt, es entsteht ein minimaler Spalt zwischen Gerät und Schleimhaut oder Zahn. Das kann den Halt oder die Funktion beeinträchtigen.
Wenn dann alle Details und Feinheiten für die Funktion des kieferorthopädischen Geräts ausgearbeitet sind, wähle ich eine dickere Fräse, um die Spangenoberfläche zu bearbeiten und das Gerät in die gewünschte Größe und Form zu bringen sowie auf die optimale Stärke zu schleifen.
Dazu gibt es leider keine genauen Vorgaben. Aber es gibt ein Ziel: Das KFO-Gerät sollte immer so zierlich wie möglich gefertigt werden, um einen angenehmen Tragekomfort zu erreichen, gleichzeitig muss es aber auch stabil genug sein, um beim Einsetzen und Herausnehmen nicht zu zerbrechen oder verbogen zu werden. Auch durch Kau- und Schluckbewegungen sollte die Spange im Mund nicht entzweigehen.
Nachdem dies erledigt ist, bearbeite ich die Oberfläche noch einmal mit einer feiner verzahnten, dicken Fräse, um Details exakter auszuarbeiten und die Oberfläche noch etwas glatter zu schleifen. Das ist nicht unbedingt nötig, aber ich persönlich finde, dass sich das im Finish auszahlt.

Tipp:
Unter dieser Adresse kann man sich ein Video zur Ausarbeitung und Politur anschauen:

www.dentaurum.de/deu/polymerisation-und-ausarbeitung-17511_17967.aspx

Der Sägeschnitt vor dem Schmirgeln und Polieren

Nun hat die KFO-Arbeit ihr endgültiges Aussehen erhalten und ist fast bereit zum Schmirgeln und Polieren. Doch zuvor muss noch der Sägeschnitt für die Schraube gemacht werden **(Abb. 44a u. b)**.

Hierzu kann man eine Handsäge, zum Beispiel eine Bogensäge, verwenden, wie man sie in der Kronen- und Brückentechnik zum Trennen von Gipsstümpfen benutzt. Oder man nimmt eine Laubsäge aus dem Hobby- und Bastelbereich. Dies ist aber sehr anstrengend und zeitaufwendig und man muss gut aufpassen, um einen geraden und sauberen Sägeschnitt zu erhalten. Besser wählt man eine Trennscheibe, wie sie auf Abbildung 41 ganz rechts zu sehen ist. Diese gibt es in unterschiedlichen Durchmessern.

Es empfiehlt sich, für den Sägeschnitt eine Diamanttrennscheibe zu verwenden, die nur am Rand diamantiert ist. Falls die Scheibe komplett diamantbeschichtet ist, kann es passieren, dass man den Sägeschnitt, wenn man nicht aufpasst und das Handstück nicht ruhig hält, beim Trennen immer breiter macht. Außerdem sollte die Trennscheibe Löcher besitzen, die einen kühlenden Effekt ausüben. Sonst kann die Scheibe beim Trennen heiß werden und dadurch den Kunststoff zum „Schmelzen" bringen. In dem Fall könnte dieser an der Trennscheibe hängen bleiben und es entsteht ein ausgefranzter Sägeschnitt mit verschmorten Stellen. Andere Trennscheiben, zum Beispiel vernetzte oder ähnliche, sind ungeeignet. Sie schneiden keinen sauberen Sägeschnitt, sind zu dick oder

Abb. 44a: Aktivator mit Sägeschnitt, Beispiel 1 (im Bild als dunkler Strich vor der UK-Front zu sehen).

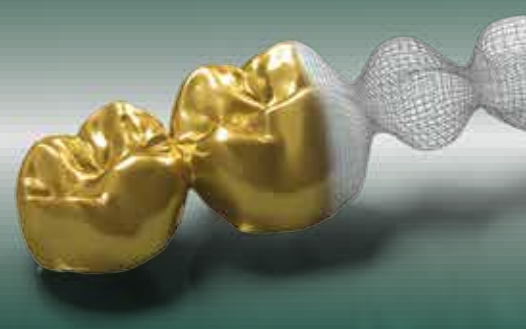
Abb. 44b: Aktivator mit Sägeschnitt, Beispiel 2 (am Übergang vom blauen zum gelben Kunststoff).

FRÄSEN IN EDELMETALL
EINE GENERATION WEITER

Edelmetallfräsen von C.HAFNER ist nicht nur die wirtschaftlichste Art der Edelmetallverarbeitung, sondern auch die Einfachste: Mit unseren variablen Abrechnungsmodellen bieten wir für jedes Labor das passende Konzept:

SMART SERVICE
Fräsleistung im Legierungspreis inkludiert

FLEXI SERVICE
Individuelle Preisgestaltung für Legierung und Fräsen



C.HAFNER
Edelmetall · Technologie

C.HAFNER GmbH + Co. KG
Gold- und Silberscheideanstalt
71299 Wimsheim · Deutschland

Tel. +49 7044 90 333-0
info@c-hafner.de
www.c-hafner.de

zerbrechen sehr leicht, wenn man beim Trennen die Scheibe verkantet.
Beim Trennen für den Schraubenschlitz muss man auch sehr darauf achten, dass man keine Federn, Retentionen oder gar den Labialbogen ansägt bzw. sogar durchtrennt. Das kann im Eifer des Gefechts und bei Anfängern sehr leicht passieren. Deshalb muss man schon beim Biegen der Drahtelemente sehr auf die Lage der Retentionen und Federn achten. Auch sollte man aufpassen, dass man die Schraube oder womöglich den Finger unter dem Gerät, mit dem man die Arbeit hält, nicht ansägt. Lieber stoppt man ein kleines Stück davor.
Das letzte Stück des Kunststoffs bricht dann beim anstehenden Funktionstest der Schraube.
Der Durchmesser der Trennscheibe richtet sich nach der Lage und den Platzverhältnissen des zu trennenden Bereichs. Denn man muss immer darauf achten, vor allem bei den Sägeschnitten für Segmente, nicht über die gewünschte Länge des Schnitts hinaus zu trennen oder gar aus Versehen Kerben an anderen Stellen in den Kunststoff zu fräsen.
Nachdem alle Schraubenschlitze von beiden Seiten bis zum Schraubenkörper getrennt wurden, muss man die Funktionsfähigkeit der Schraube testen. Dazu dreht man diese drei- bis viermal mit dem Schlüssel auf und kontrolliert, ob sie funktioniert. Dabei bricht dann der noch nicht vollständig getrennte Kunststoffteil der Gerätebasis, was man als ein leises Knacken hören kann. Anschließend darf man aber auf keinen Fall vergessen, die Schraube wieder zuzudrehen – aber ohne sie dabei zu überdrehen. Sehr wichtig dabei ist, dass man sich die Zahl merkt, wie oft man den Schlüssel angesetzt hat. Wenn man nämlich zu wenig zurückdreht, klemmt die Platte beim Zurücksetzen auf das Modell und im Mund des Patienten. Wenn man zu oft zurückschraubt, kann man das Gewinde der Schraube überdrehen und so kaputtmachen oder es bildet sich sogar ein Sprung im Kunststoff.
Falls der untere Teil des Platzhalters noch in der Arbeit steckt, lässt dieser sich am einfachsten herauslösen, indem man die Schraube zehnmal aufdreht. Zehnmal Aufschrauben entspricht ungefähr der Platzhalterbreite, mehr aufzuschrauben ist nicht nötig, bei weniger Umdrehungen hat man Probleme mit dem Herauslösen.
Für Segmentschrauben oder sonstige Schrauben, die nur auf der Oberfläche des Modells befestigt wurden, gilt selbstverständlich dasselbe.
Das Bearbeiten der Innenseite des Sägeschnitts ist nicht nötig. Wenn man die Trennscheibe beim Trennen sauber und ruhig führt, ist die Oberfläche der Innenseiten schön glatt. Die Kanten des Sägeschnitts werden an der Oberseite der Arbeit – dort, wo die Zunge gegebenenfalls irritiert werden könnte, – beim Schmirgeln und Polieren automatisch mit abgerundet. Auf der Basalseite wird, wie bereits weiter oben gesagt, außer scharfen Graten und Kanten nichts bearbeitet.

Abb. 45: Selbstgebauter Schmirgelpapierspender.

Schmirgeln

Nun wird noch die Oberseite unserer Spange mit Schmirgelpapier geglättet **(Abb. 45)**. Geschmirgelt wird mit ungefähr 10.000 U/min. Wenn man eine höhere Geschwindigkeit einstellt, fetzt man nur mit den Enden des Schmirgelpapierstreifens über die Arbeit und schmirgelt nicht wirklich.
Für das Schmirgeln von KFO-Kunststoffen eignet sich Korund-Schleifpapier oder Flintpapier mit einer 180er-Körnung am besten. Schmirgelleinen kann man auch heranziehen, diese Streifen lassen sich aber aufgrund ihrer Leinenbasis schlechter abreißen und man kann dabei Fäden ziehen.
Ich benutze zum Schmirgeln Schleifpapierstreifen mit einer Länge von ungefähr 5 cm. Wenn die Außenseite stumpf ist, spanne ich einen neuen Streifen ein. Mit zwei bis drei Streifen ist eine Arbeit dann geglättet. Manche Kollegen benutzen auch längere Streifen, um sie dann Stück für Stück während des Schmirgelvorgangs abzureißen … oder sie lassen das Ende des Streifens durch eine zu hohe Drehzahl langsam „abfetzen". Hierbei hat man aber eine längere Fahne, die dann durch die hohe Geschwindigkeit relativ unkontrolliert über das Gerät schlägt und dadurch auch an Stellen Material abträgt, an denen es gar nicht gewünscht ist.

Abb. 46: Poliereinheit mit Kopfbürste und Hochglanzpoliermittel.

Wenn man möchte, kann man nach dem Schmirgeln die Ränder der Platte und die Drähte noch vorsichtig mit einem nicht zu harten Gummipolierer bearbeiten und glätten. Auch Stellen, an die man später mit der Polierschwabbel schlecht herankommt, weil sie zu eng sind, kann man mit einem Gummierer vorglätten.

Polieren

Im letzten Akt wird nun noch die Oberseite der Zahnspange am Poliermotor auf Hochglanz poliert. Basal wird, wie bereits weiter vorne beschrieben, nicht poliert, um den Sitz des Gerätes nicht zu beeinträchtigen. Dafür benutzt man zuerst Bimssteinmehl oder ein ähnliches Polierpulver, das mit Wasser gebunden wird, damit nichts staubt. Außerdem dient das Wasser zur Kühlung während des Poliervorgangs.

Mit runden Bürsten, die auf einer der beiden Spindeln eines Elektromotors montiert werden, gibt man seiner Arbeit nun den letzten Schliff **(Abb. 46)**. Von der Industrie wird eine riesige Auswahl an Polierbürsten in allen möglichen Dimensionen, Größen, Breiten, Härten und Materialien angeboten. Auch hier muss jeder für sich herausfinden und ausprobieren, womit er am effektivsten arbeiten kann.

Auf jeden Fall dürfen die Borsten der Polierbürste nicht zu hart sein. Am besten orientiert man sich an den Empfehlungen der Hersteller für den jeweiligen Einsatzbereich und testet es aus. Für die Kieferorthopädie stehen zum Beispiel eigens die sogenannten KFO-Schwabbeln oder KFO-Faltenschwabbeln zur Verfügung.

Für enge Stellen wie zum Beispiel den vorderen Teil von bimaxillären Geräten oder für tiefe oder schmale Gaumen gibt es sogenannte Kopfbürsten. Deren Borsten sollten aber ebenfalls nicht zu hart sein. Sonst kann es passieren, dass die Oberfläche des Kunststoffs zu heiß wird und es Schmelzplatten gibt, wenn man mit zu viel Kraft und zu wenig Wasser zum Kühlen arbeitet.

Die Poliermotoren für die Zahntechnik haben normalerweise zwei Geschwindigkeitsstufen: 3.000 U/min. und 1.500 U/min. Ich empfehle zum Polieren von KFO-Arbeiten die niedrigere Geschwindigkeit. Vor allem für Anfänger oder Ungeübte ist dadurch die Gefahr, mit den Drahtelementen in der Polierbürste hängen zu bleiben, etwas geringer und man kann auch besser die Ränder zwischen den Drähten polieren.

Wenn das Vorpolieren mit Bimsmehl beendet ist, wird die Arbeit unter fließendem Wasser gut abgespült und anschließend mit Pressluft trockengeblasen. Jetzt wird die Zahnspange noch mit einer Schwabbel oder einer weichen Polierbürste und einem geeigneten Poliermittel für Kunststoff, das es im Fachhandel gibt, auf Hochglanz poliert.

Ist man mit dem Ergebnis zufrieden, kommt die Arbeit zur Reinigung in das Ultraschallgerät, um anhaftenden Schmutz und Poliermittelreste zu entfernen.

Für das Ultraschallgerät benutze ich wie für den Drucktopf Kondenswasser aus dem Wäschetrockner oder Luftentfeuchter, um mir auch hier das lästige Putzen zu erleichtern. Dazu gebe ich noch etwas Reinigungsmittel für Ultraschallbäder hinzu.

Dreve

Sie drucken das.

DLP-Kunststoff
FotoDent® model 385/405 nm

Für KFO und Prothetik: FotoDent® model ist ein lichthärtender Kunststoff zur Herstellung von dentalen Arbeitsmodellen mittels 385 und 405 nm-LED-basierter DLP-Systeme. Zur obligatorischen Nachhärtung von mit FotoDent® model gefertigten Bauteilen empfehlen wir die Hochleistungslichthärtegeräte PCU LED und LED N_2 – für Bauteile ohne Inhibitionsschicht.

- Abrasionsresistent
- Hohe Form- und Bruchstabilität
- Feuchtigkeits- und lichtbeständig

FotoDent® model 385/405 nm
DLP-Kunststoff

www.dentamid.dreve.de

Was viele nicht wissen: Man muss das Wasser im Ultraschallreinigungsgerät vor dem ersten Benutzen erst „töten". Das heißt, man sollte das Gerät nach dem Befüllen mit Wasser ungefähr 15 min. laufen lassen, damit die Sauerstoffmoleküle aus dem Wasser „herausvibriert" werden. Sauerstoffarmes Wasser reinigt besser.
Durch die schnelle Vibration des Ultraschalls bilden sich zwischen den Wassermolekülen sogenannte Vakuolen, das sind mikroskopisch kleine luftleere Bereiche, die sofort wieder zusammenfallen. Sie erzeugen die Schwingungen, die die Wassermoleküle bewegen und dadurch die Schmutzpartikel von den Oberflächen rubbeln und lösen. Wenn zu viele Sauerstoffmoleküle im Wasser enthalten sind, stören diese die Bildung dieser Vakuolen.
Man sollte das Ultraschallbad während des Betriebs auch nicht zum Händewaschen benutzen. Es wird nicht nur Schmutz von äußeren Oberflächen gelöst, sondern es lösen sich auch organische Gewebeverbindungen, wenn die Hände hineingetaucht werden, zum Beispiel Knochenhaut von Knochen.

Nach ein paar Minuten im Ultraschall-Reinigungsbad wird die Zahnspange herausgenommen, noch einmal kurz abgespült und mit Pressluft getrocknet.

Abschließende Prüfung

Nun folgt der letzte Schritt. Die fertige Arbeit wird auf das Gipsmodell gesetzt und alles noch einmal genau kontrolliert:

- Die Kunststoffbasis muss spaltfrei auf dem Modell sitzen und darf nicht schaukeln.
- Sind alle Drahtelemente dort, wo sie hingehören? Oder müssen sie noch einmal vorsichtig zurechtgebogen werden?
- Liegt der Labialbogen an den Frontzähnen an und verläuft horizontal? Stehen die U-Schlaufen des Labialbogens ab? Sonst können sie Druckstellen und Schmerzen verursachen.
- Sind die Federn funktionsfähig? Stören keine Kunststoffanteile bei deren Aktivierung?
- Die Halteelemente dürfen nicht zu locker sitzen, aber auch nicht zu fest aktiviert sein, um dem Gerät optimalen Halt zu geben, ohne dabei dem Träger Schmerzen zu verursachen.
- Ist die ganze Arbeit schön poliert? Sind keine Riefen oder Kratzer mehr zu sehen?
- Glänzt die Oberfläche streifenfrei?

Somit ist unser kieferorthopädisches Gerät nun fertig und bereit zur Abgabe an den Patienten.

Finish

Der Behandler sollte die wunderschöne neue Zahnspange jetzt ohne Probleme einsetzen können. Er wird den Sitz im Mund prüfen und alles kontrollieren: ob es Druckstellen gibt oder der Patient Schmerzen hat, ob etwas stört oder ob es sonstige Beschwerden gibt.
Nun beginnt die oft lange Zeit der Zahn- und Kieferregulierung. Ist alles bestens gelungen, sehen wir unsere Zahnspange nicht wieder, außer es muss etwas repariert werden.
Wir wissen aber, dass die Patienten am Ende der kieferorthopädischen Behandlung mit neuer Zahn- und Kieferstellung und einem hoffentlich schönen und strahlenden Lächeln durch die Welt gehen werden.

Ausblick

Im fünften Teil der Serie gebe ich weitere Informationen und stelle Tipps und Tricks rund um die Arbeitsvorbereitung sowie zu Werkzeug und Material vor. Außerdem zeige ich Ihnen ein paar Spezialgeräte und spezielle Schrauben und Drahtelemente. ■

Jörg Stehr

Zahntechniker für Kieferorthopädie

1984–1989 Vorpraktikum und Ausbildung zum Zahntechniker im Dental-Labor Schneider in Künzelsau.

1989–1995 KFO-Techniker in einem Praxislabor.

1995–1996 KFO-Techniker im Zahntechnischen Labor der kieferchirurgischen Abteilung im Katharinenhospital in Stuttgart.

1996–2008 KFO-Techniker in verschiedenen Praxislaboren.

Seit 2004 freiberufliche Tätigkeit als ZT für KFO mit eigenem Arbeitsplatz in Stuttgart-Vaihingen.

Seit 1991 Mitglied der „Gesellschaft für kieferorthopädische Zahntechnik e.V." (GK) mit regelmäßiger Teilnahme an allen Seminaren und Veranstaltungen der Gesellschaft, seit 1997 im Beirat des Vorstandes der GK.

Seit 2002 Kursleiter für kieferorthopädische Grundkurse bei Dentaurum in Ispringen.

Laufende Fort- und Weiterbildung durch Besuche von Seminaren und Kursen im In- und Ausland.

Vortrag auf dem „8th International Orthodontic Congress" der „World Federation of Orthodontists" (WFO) und der „British Orthodontic Society" (BOS) vom 27. bis 30. September 2015 in London: „The History of Orthodontics and the Pioneers of the Past – Die Geschichte der Kieferorthopädie und ihre Wegbereiter."

Hauptstraße 58/1
70563 Stuttgart
joerg.stehr@t-online.de
www.kfo-stehr.de

Minimal **wirkt maximal**

Hauchdünn und brillant: Zahntechnisch gefertigte Non-Prep-Veneers zur Korrektur einer Zahnfehlstellung

Im vorgestellten Fall konnte eine kieferorthopädische Behandlung mithilfe laborgefertigter Non-Prep-Veneers umgangen werden. Trotz geringen Platzangebotes wurde mit den eingefärbten Schmelz- und Effektmassen (IPS e.max Ceram Selection) ein brillantes Farbspiel erzielt.

„Weniger ist mehr". Oft ist aber weniger auch schwer. Im Hinblick auf die hohe Nachfrage an minimalinvasiven Versorgungen stehen Zahntechniker in vielen Fällen vor neuen Herausforderungen. So ist beispielsweise durch das bewusste Reduzieren der Invasivität einer Präparation häufig nur wenig Platz für das Herstellen einer ästhetisch-funktionellen Restauration verfügbar. Um trotzdem das natürliche Farbspiel der Zähne zu imitieren, bedarf es entsprechender Keramikmassen und Erfahrung. Mussten bislang aus diversen Keramikpulvern die nötigen Mischungen zusammengestellt werden, ist nun das Vorgehen mit neuen keramischen Massen vereinfacht. IPS e.max® Ceram Selection sind speziell eingefärbte Schmelz- und Effektmassen mit brillanten Farben und natürlich wirkenden lichtoptischen Eigenschaften. Die Pulver sind in zwölf Farben verfügbar und in drei Gruppen eingeteilt. Mit den sechs „Special-Enamel"-Massen kann eine lebendige Transluzenz im Schmelzbereich erzielt werden. Die drei lichtreflektierenden „Light-Reflector"-Effektmassen sind in Bereichen anzuwenden, in denen ein hoher Helligkeitswert erwünscht ist. Hingegen dienen die drei „Light-Absorber"-Massen mit den lichtabsorbierenden Eigenschaften dazu, mehr Tiefenwirkung zu erreichen. Mit dieser Variation an Massen gestaltet sich das Imitieren natürlicher Zähne mit individuellen Charakteristika deutlich einfacher als bisher. Insbesondere bei eingeschränkten Platzverhältnissen und somit bei hauchdünnen Restaurationen (z.B. Veneers) sind die Möglichkeiten beeindruckend.

Patientenfall

Die ca. 40-jährige Patientin wünschte sich eine Korrektur ihrer Zahnstellung **(Abb. 1)**. Sie konsultierte mit diesem Anliegen die Zahnarztpraxis. Eine kieferorthopädische Behandlung lehnte sie aufgrund der zu erwartenden Kosten, der langen Behandlungszeit und der Einschränkungen während der Therapie ab. Ein Kieferorthopäde hatte ihr die Extraktion eines Zahnes im Unterkiefer empfohlen, um den Engstand auszugleichen und die Basis für die kieferorthopädische Behandlung zu schaffen. Dies alles kam für die Patientin nicht in Frage. Ebenso betonte sie, dass für die ästhetische Korrektur keine Zahnsubstanz abgeschliffen werden sollte.

Behandlungsplanung und Mock-up

Gemeinsam wurden die Möglichkeiten einer ästhetischen Verbesserung im Oberkiefer besprochen. Insbesondere die Zähne 11 und 13 waren für die nicht ebenmäßige Zahnreihe verantwortlich. Die Zähne waren von ihrer Achse her nach palatinal geneigt. Die Idee war es nun, mit zwei keramischen Non-Prep-Veneers eine Harmonie der Zahnreihe anzustreben. Basierend auf einem Situationsmodell wurde die idealisierte Zahnstellung mit Wachs erarbeitet **(Abb. 2)** und in „schnelle" Kunststoffschalen (Mock-up) übertragen. Der erste Eindruck nach dem Aufbringen der Schalen überzeugte. Der Aha-Effekt war groß. Die Patientin stimmte dem Vorgehen zu. Der vorhandene Kalkfleck auf Zahn 21 wurde in der Zahnarztpraxis mit Komposit kaschiert.

Herausforderung: Imitation der natürlichen Zahnfarbe

Form und Morphologie der Veneers waren durch das Mock-up definiert. Nun musste die passende Zahnfarbe für die keramischen Massen bestimmt werden. Die Herausforderungen bestanden in einem lebendigen Farbspiel, der „schönen" Transparenz der natürlichen Frontzähne und im geringen Platzbedarf. Wie lassen sich mit einer nur hauchdünnen Schicht keramischer Massen die lichtoptischen Eigenschaften möglichst perfekt imitieren? Die Lösung lag im Schmelz- und Effektmassen-Konzept IPS e.max Ceram Selection. Zunächst wurde die Grundzahnfarbe definiert, wozu ein Farbmuster mit Gingivaschild (Dragon Shade, Drachenberg & Bellmann) diente **(Abb. 3)**. Konventionelle Farbmuster – ohne Zahnfleischanteil – können das Ergebnis beeinträchtigen.
Bereits beim Bestimmen der Grundzahnfarbe wurde klar, dass normale Dentinmassen aufgrund der dünnen Schichtstärke zu wenig

Abb. 1: Ausgangssituation von inzisaler Ansicht.

Abb. 2: Mock-up in Wachs auf dem Modell.

intensiv für eine natürliche Imitation sein würden. Daher sollten die Schmelz- und Effektmassen angewandt werden. Für die zielgerichtete Auswahl der Massen dienten als Referenz selbst hergestellte Farbstäbchen. Unter anderem sollte die cremefarbene Effektmasse IPS e.max Ceram Selection Light Reflector „cream" zum gewünschten Ergebnis führen **(Abb. 4)**. Zudem wurden drei Schmelzmassen ausgewählt. Mit der intensiven Schmelzmasse „aqua" sollte die bläuliche Transluzenz an den Flanken unterstrichen werden **(Abb. 5)**. Die Schmelzmasse „apricot" sollte der Schneide Wärme verleihen, die Tranzparenz unterstützen und das Chroma akzentuieren. Ergänzend wurde die leicht gräuliche, aber trotzdem warme Schmelzmasse „quartz" ausgewählt.

Abb. 3: Bestimmen der Grundzahnfarbe (Dragon Shade, Drachenberg & Bellmann).

Herstellen der Veneers

Auf Basis des Meistermodells wurden feuerfeste Stümpfe der Zähne 13 und 11 gefertigt **(Abb. 6).** Das nachfolgende Wässern der Stümpfe verhinderte, dass die Feuchtigkeit der Keramik beim Schichten vom trockenen Stumpfmaterial aufgesogen wird **(Abb. 7)**. Die Veneers wurden entsprechend der mit dem Mock-up definierten Form in Keramik aufgeschichtet **(Abb. 8)**, ohne Dentinmasse zu verwenden. Als Dentin-Ersatzkern diente die lichtstarke bzw. lichtstabile Effektmasse „cream". Die anderen gewählten Effekt-Schmelzmassen unterstützten das warm-transluzente Farbspiel. Innerhalb kurzer Zeit waren die Veneers in Keramik aufgebaut. Doch nicht nur die Farbwirkung beeinflusst das ästhetische Aussehen. Auch das Einbringen von zarten und augenscheinlich fast nicht sichtbaren Oberflächenstrukturen kann das natürliche Erscheinen der Restauration positiv unterstützen. Daher wurde der Oberflächenmorphologie entsprechend Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet. Bei einem abschließenden Brand konnte die keramische Oberfläche leicht geglättet werden, um sie danach mit einer mechanischen Politur zu verfeinern. Die Politur der Veneers erfolgt behutsam auf manuellem Weg.

Auf der **Abbildung 9** ist ersichtlich, wie die Zähne 13 und 11 in Harmonie mit den Nachbarzähnen gebracht werden konnten.

Abb. 4 u. 5: Auswahl der IPS e.max Ceram Selection-Massen mit Farbstäbchen. Rechts das Farbstäbchen mit der intensiven Schmelzmasse „quartz"; links mit der cremefarbenen und lichtstarken Effektmasse „cream".

Abb. 6: Meistermodell mit Einbettmassestümpfen.

Abb. 7: Wässern der Einbettmassestümpfe.

Abb. 8: Schichten des Veneers 11 mit den IPS e.max Ceram Selection-Massen.

Abb. 9: Die fertigen Veneers auf dem Modell von inzisaler Ansicht.

Abb. 10a: Veneer 11 hat eine Einsetzhilfe an der Inzisalkante, die nach dem Verkleben weggeschliffen wird.

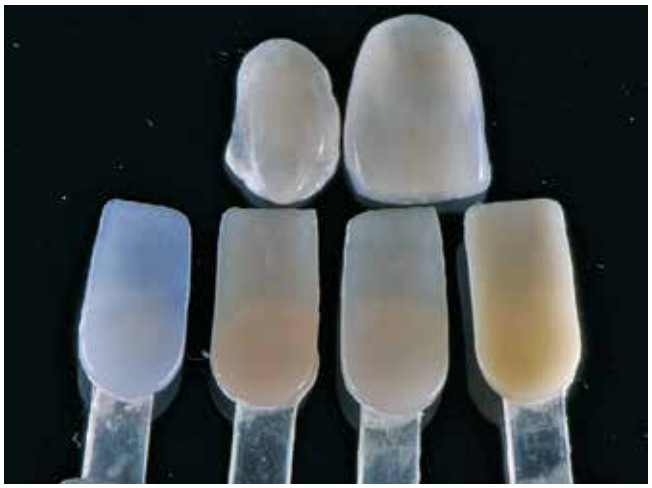


Abb. 10b: Die Veneers zeigen trotz geringer Substanz natürliche lichtoptische Eigenschaften.

ADT

47. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.

31.05.2018–02.06.2018

K3N-Stadthalle Nürtingen

Zahlreiche Vorträge und Workshops zu unseren Schwerpunktthemen:

Advanced Prothetik:
1. Innovative Behandlungskonzepte
2. Metallfrei entscheiden im Team
3. Analog – Digital, was ist ökonomisch?

Highlights:
Festvortrag von Monika Matschnig

ZTM J. Mehrhof, PD Dr. Dipl.-Ing. B. Stawarczyk, ZTM C. Schwerin und viele weitere Referenten

3D-Druck-Forum

FORUM 25
Nachwuchsförderung der ADT

Bis zu 23 Fortbildungspunkte

www.adt-jahrestagung.de

Azubis + Studenten = Freier Eintritt

Auskunft und Informationen
Arbeitsgemeinschaft
Dentale Technologie e.V.
Telefon +49 (0) 6359–3087-87
Telefax +49 (0) 6359–3087-86
ADT-Geschäftsstelle: Marion Becht
becht@ag-dentale-technologie.de

Foto: Prof. Dr. D. Edelhoff, LMU München
www.grafik-brandner.de

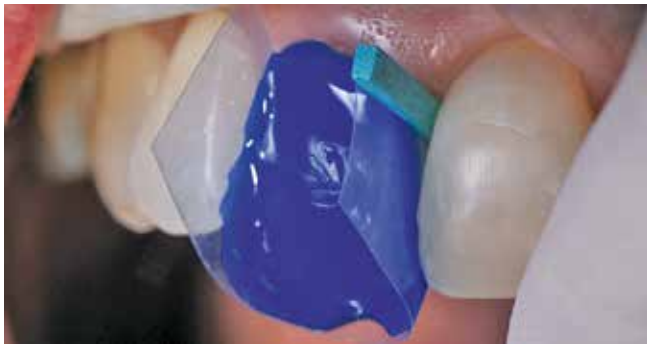


Abb. 11: Konditionieren des Zahnes 11 für die adhäsive Befestigung.

Abb. 12: Situation nach der Eingliederung der Veneers auf den Zähnen 11 und 13.

Abb. 13 u. 14: Abschließende Kontrolle der funktionellen Gegebenheiten. Die Veneers fügen sich natürlich und „unsichtbar" in die Zahnreihe ein.

Bei der ersten Beurteilung der Zahnfarbe im zahntechnischen Labor zeigte sich, dass trotz der nur geringen keramischen Schicht ein natürliches Farbspiel erzielt werden konnte **(Abb. 10a u. b)**. Doch die Wahrheit offenbart sich letztlich im Mund.

Einsetzen der Restauration und Ergebnis

Ein wichtiger Aspekt für den Erfolg von Veneers ist das Einsetzprozedere. Die keramischen Massen können noch so brillant und die Arbeit des Zahntechnikers noch so exzellent sein; wenn die Farbe der adhäsiven Befestigung nicht korrekt ausgewählt wird, ist die Freude am „neuen Lächeln" von kurzer Dauer. Zum Einsetzen der Veneers wurde das Befestigungscomposite Variolink® Esthetik neutral verwendet. Zunächst bestätigte eine Einprobe der Veneers mit Try-in-Pasten das erreichte Behandlungsziel. Nach dem Konditionieren der keramischen Verblendschalen und der Zahnoberflächen **(Abb. 11)** konnten die Veneers eingegliedert werden. Das Ergebnis überzeugte. Die Zähne 13 und 11 fügten sich harmonisch in die Zahnreihe ein **(Abb. 12)**. Die Zahnform orientierte sich an den Nachbarzähnen, wobei eine feine Asymmetrie das natürliche Aussehen unterstützt. Hinsichtlich der lichtoptischen Eigenschaften blieben keine Wünsche offen. Das interne Farbspiel der Nachbarzähne und die Transluzenzen konnten optimal nachgebildet werden. Nach dem Prüfen der funktionellen Kriterien wurde die zufriedene Patientin aus der Praxis entlassen **(Abb. 13 u. 14)**.

Fazit

Grundsätzlich können solche Herausforderungen nur gemeistert werden, wenn der Zahntechniker das lichtoptische Verhalten natürlicher Zähne versteht und ihm die entsprechenden Keramikmassen zur Verfügung stehen. Mit dem gezeigtem Vorgehen ließ sich der Aufwand, die einzelnen Massen selbst zusammenzumischen, umgehen. Die ideal passende Masse konnte direkt „aus dem Topf" herausgenommen werden. Auf diesem Weg wurde der Balanceakt zwischen maximaler Ästhetik und minimaler Invasivität gut und sicher bewältigt. ■

Erstveröffentlichung in der reflect 2/2017 der Ivoclar Vivadent AG (S. 10–15).

Carola Wohlgenannt

Wohlgenannt Zahntechnik OG
Kurze Gasse 2
A-6850 Dornbirn
team@wohlgenannt-zt.com
www.wohlgenannt-zt.com

Implantate zur Pfeilervermehrung – **die gaumenfreie Hybridprothese** (Teil 1)

Ein Gefühl wieder wie mit eigenen Zähnen wollte sie – und selbstverständlich sollte die Versorgung gaumenfrei sein: So wünschte es sich eine Patientin, die im Oberkiefer nur noch über zwei eigene Zähne verfügte. Diese Herausforderung nahm unser Autor Axel Mühlhäuser an. Er schuf eine Versorgung, die sowohl an den natürlichen Pfeilern als auch an drei Implantaten befestigt ist. Hier stellt er seine Arbeit Schritt für Schritt vor.

Ein alltägliches Problem in den Zahnarztpraxen: Über viele Jahre, gar Jahrzehnte, wird ein ehemals hochwertiger Zahnersatz erweitert und veränderten Mundverhältnissen angepasst. Oft wird eine notwendige Neuanfertigung wieder und wieder verschoben, ob aus Kostengründen oder nur aus Angst. Erst wenn aus Gründen von Pfeilerverlust keine ausreichende Funktion bzw. kein Halt mehr gegeben ist, wächst die Bereitschaft für einen neuen Zahnersatz. Soweit hier aber, wie im vorliegenden Fall, nur noch zwei Pfeilerzähne brauchbar sind, verbleibt letztendlich als Lösung nur eine Cover-Denture-Prothese mit entsprechender Ausformung, d.h. im Oberkiefer mit den Ausmaßen einer Totalprothese. Einziger Ausweg, hier eine gaumenfreie Versorgung mit optimaler Haftkraft zu erreichen, ist die Pfeilergenerierung mittels Implantaten. Im dreiteiligen Fachbericht zeigt unser Autor die Anfertigung einer Hybridprothese, auch vor dem Hintergrund der Kostenminimierung.

Einleitung

Die in den vergangenen Jahrzehnten ständig gestiegene Lebenserwartung älterer Menschen führt in der Dentaltechnik zu neuen Aufgabenstellungen bzw. Nachfragen. Ehemals hochwertige abnehmbare Versorgungen sind durch den jahrzehntelangen Gebrauch verschlissen, durch diverse Erweiterungen geschwächt oder durch Pfeilerverlust in der Funktion beeinträchtigt. Gerade im Oberkiefer ist eine sichere Verankerung, auch aus ästhetischen Gründen, besonders wichtig. Soweit hier nur noch ein bis drei Pfeilerzähne bestehen, verbleibt als letzter Ausweg die klassische Cover-Denture-Prothese. Diese ist sicher kosmetisch wie auch funktionell nach wie vor auskömmlich und kann immer wieder unterfüttert und letztendlich bis zur Totalen erweitert werden. Als nachteilig werden hier jedoch von vielen Patienten die oft verminderte Friktion und vor allem die geschlossene Palatinalfläche mit den bekannten Nachteilen wie Fremdkörpergefühl, Sprach- und Geschmacksproblemen gesehen. Soweit es hier keinen oder nur einen geringen Restzahnbestand gibt, kann heute problemlos durch die Implantologie eine notwendige Pfeilerzahl für eine gaumenfreie Versorgung erreicht werden. Somit besteht langfristig, auch bei einem weiteren Pfeilerausfall, die Sicherheit für eine notwendige Friktion. Zusätzlich lässt sich durch prophylaktisch eingebaute Friktionselemente, wie z.B. der TK-Snap-Kasten (Si-tec, Herdecke), beim Pfeilerausfall die Friktion bei Bedarf verstärken. Letztendlich entsteht so eine Versorgung, die den Bedürfnissen der Patienten aktuell entspricht. Aber auch der langfristige Aspekt ist nicht zu unterschätzen: Die Mundhygiene ist bei Teleskopversorgungen, auch bei eingeschränkter Motorik, noch gut zu bewältigen bzw. gar von einer Pflegekraft im Altersheim auszuführen.

Im vorliegenden Fall bestanden nur noch drei Zähne, wobei lediglich 13 und 27 als Pfeiler infrage kamen. Zahn 17 wurde zumindest noch für eine ungewisse Zeit als Stützzone einbezogen. Die Patientin wünschte sich eine gaumenfreie Versorgung mit ansprechender Kosmetik und vor allem sicherem Halt, auch langfristig bei einem eventuellen Pfeilerverlust. Um auf lange Sicht eine sichere Friktion zu gewährleisten, erfolgte die Insertion von drei Implantaten regio 14, 23 und 24 (Camlog, Wimsheim). Unser erster Kontakt mit der Patientin zeigte kosmetisch ein dem Alter der Prothese entsprechendes Bild **(Abb. 1)**: Die Verblendung an 13 war gelb verfärbt und die Prothesenzähne zeigten sich gräulich uniform ohne Leben. Bezüglich der Aufstellung bestand deutlicher Verbesserungsbedarf: Wir fanden eine verschobene Mitte, Zahnachsen nach rechts „fliehend", Schneidekanten zu weit nach bukkal aufgefächert und einen unstimmigen Verlauf.

Abb. 1: Die Ausgangssituation.

Abb. 2: Situationsmodelle.

Anhand der Situationsmodelle **(Abb. 2)** werden sowohl die falsche Achsrichtung, die zu kurze Front im Bereich 11 distal bis 13 als auch der Kreuzbiss regio 45 deutlich. Die rote Einzeichnung 43 zeigt dem Behandler die notwendige Radierung, um später Platz für den idealisierten Schneidezahnverlauf zu erhalten. In der Okklusalansicht im Oberkiefer **(Abb. 3)** wird die extreme Verblendstärke am Teleskop 13 erkennbar. Hintergrund hierfür sind die Palatinallage vom Pfeilerzahn und der Kreuzbiss zu 45 im Unterkiefer.

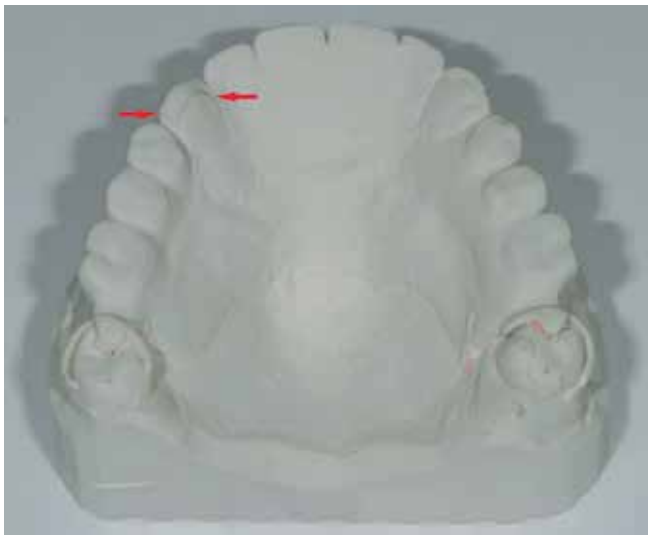


Abb. 3: Verblendstärke 13.

Modell, Primärteleskope und Löffel

Soweit die Abformungen von der Präparation ausgegossen, ausgehärtet und abgehoben sind, versiegeln und härten wir die Stumpfbereiche zum Schutz für die weiteren Arbeitsschritte mit einem speziellen Stumpfhärter **(Abb. 4)** wie z.B. Margidur (Benzer Dental, Zürich; über SW-Dental, Sailauf). Dieser zieht schnell in den Gips ein, versiegelt und härtet die Oberfläche und trägt vor allem nicht auf. Darauffolgend sind die Basal- und Vestibulärflächen zu trimmen. Die Lingualfläche lässt sich sehr gut mit einem SGFA-Fräser **(Abb. 5)** von Komet (Gebr. Brasseler, Lemgo) bearbeiten. Durch die spezielle Form geht dies schnell und effizient, sogar bei noch feuchtem Gips, ohne Verschmieren. Nach dem Säubern sind die Pinbohrungen vorzunehmen **(Abb. 6)**. Hierbei ist darauf zu achten, dass diese nicht zu weit bukkal gesetzt werden und bei mehreren Stümpfen eine parallele Anordnung erfolgt. Nach dem Säubern mittels Druckluft erfolgt das Einkleben der SAM-Stufenpins – hierbei sollte nur wenig Schnellkleber Verwendung finden, um angrenzende Flächen bzw. den Pinsitz selbst nicht zu verschmieren. Abschließend werden die Gipsflächen isoliert und die gelben Hülsen aufgeschoben **(Abb. 7)**. Beim Sockeln stehen je nach Größe des Zahnkranzes verschiedene Sockelgrößen zur Verfügung, idealerweise sollte ringsum ein gleichmäßiger Rand bestehen **(Abb. 8).**

Abb. 4: Zahnkranz abgehoben.

Abb. 5: Bearbeitung des Zahnkranzes.

Abb. 6: Die Pinbohrungen.

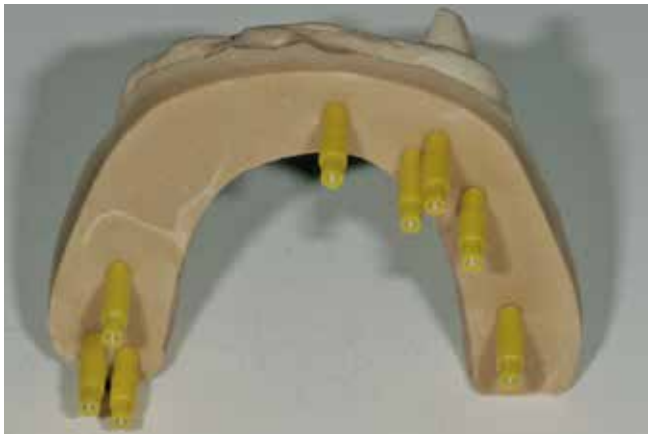


Abb. 7: Pins und Hülsen eingebracht.

Abb. 8: Herstellung des Split-Sockels.

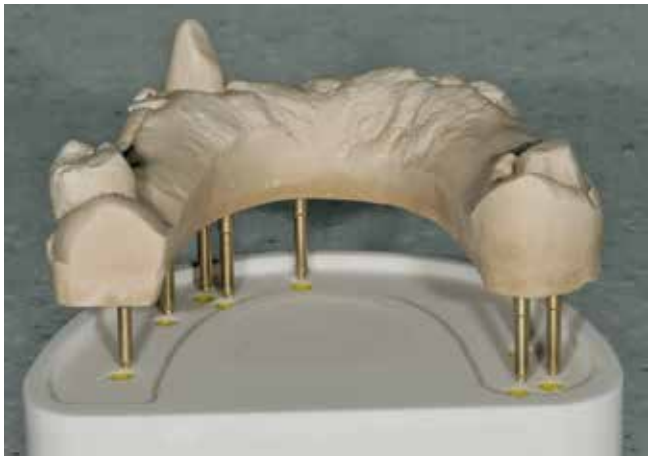


Abb. 9: Zahnkranz abgehoben.

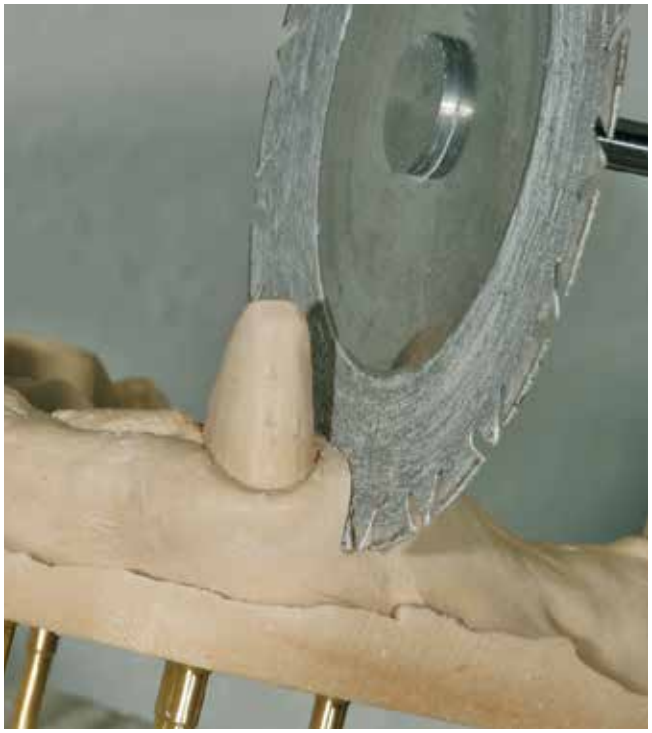


Abb. 10: Extragroße Diamanttrennscheibe.

Dann wird mit Sockelgips bis leicht über den Zahnkranzrand aufgefüllt. Sobald der Sockelgips ausgehärtet ist, kann der Zahnkranz bei einer derartigen Verfahrensweise problemlos und leicht abgehoben werden **(Abb. 9)**. Beim Trennen in die einzelnen Segmente verwenden wir eine extragroße Diamanttrennscheibe (z.B. 987P, Komet), wodurch sich ein perfekter Schnitt ohne zusätzliche Ansatzstellen ergibt. Nunmehr können die Stümpfe zirkulär bis knapp an die Präparationsgrenze beschliffen bzw. reduziert werden **(Abb. 10)**. Abschließend erfolgen noch das Freilegen der Präparationsgrenze

Abb. 11: Stumpf grob vorgeschliffen.

mittels eines Rosenbohrers (z.B. H71EF, Größe 23, Komet) und das farbliche Markieren **(Abb. 11)**. Die Präparationsgrenze sowie die farbliche Markierung schützen wir mit einer dünnen Schicht Margidur-Lack. Soweit notwendig wird nun ausgeblockt und zu guter Letzt der Stumpflack, z.B. Gold- oder Silberspacer, aufgebracht **(Abb. 12)**.

Bei der Festlegung des Einschubs sind axiale Verlängerungen mittels Wachsdraht vom Heilungskappenniveau sehr hilfreich **(Abb. 13)** und geben schon grob eine Gesamtrichtung vor. Mit dem Parallelometer wird nun der definitive Einschub festgelegt, wobei unbedingt auf dünne Randbereiche zu achten ist **(Abb. 14)**. Zudem sind bei Deckprothesen zu stark untersichgehende Kieferbereiche zu vermeiden, da diese sonst bei der Fertigstellung ausgeblockt werden müssen und somit für die Mundhygiene von Nachteil sind. Soweit die Stümpfe gegen Wachs isoliert sind, wird mittels Tauchtechnik ein Wachskäppchen hergestellt und hierauf eine grobe Teleskopform aufmodelliert **(Abb. 15)**. Okklusal und im Randbereich verwenden wir ein weicheres, transparenteres Wachs und für die eigentlichen Fräsflächen ein spezielles Fräswachs. Im weiteren Ablauf erfolgt das Vorfräsen in Wachs **(Abb. 16)**; mit einem Pinsel und Wachsentspannungsmittel lassen sich die Wachsspäne leicht entfernen. Die Stärkeverhältnisse können gut durch die durchschimmernde, hellgelbe Farbe des Tauchwachses kontrolliert werden und somit lässt sich der spätere Fräsaufwand in Gold deutlich reduzieren bzw. wertvoller Legierungseinsatz minimieren. Nachdem die okklusalen Bereiche reduziert sind, erfolgen das Freilegen der Ränder und ein erstes Abheben zur Kontrolle. Abschließend kann der Gusskanal angewachst werden, zusätzliche Retentionsperlen sichern den späteren Halt in der Abformung **(Abb. 17)**.

Abb. 12: Die Stümpfe sind vorbereitet.

Abb. 14: Festlegung der Einschubrichtung.

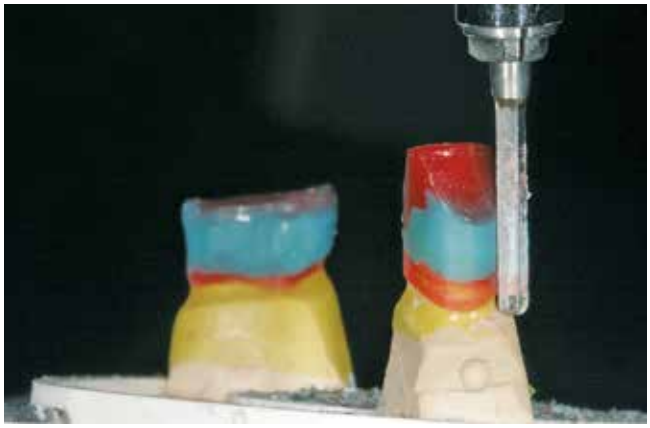


Abb. 16: Fräsen in Wachs.

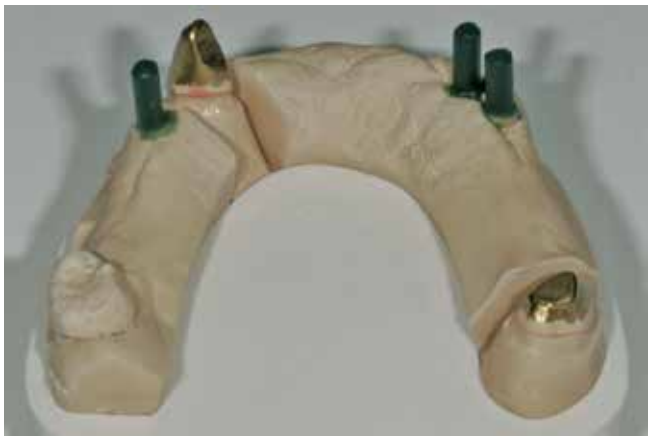


Abb. 13: Die Implantatausrichtung.

Abb. 15: Tauchkäppchen mit Ergänzungen.

Abb. 17: Mit Gusskanälen und Retentionsperlen.

Abb. 18: Angestiftet im offenen Ring.

Abb. 19: Ein perfekter Guss mit der Legierung Argenco Bio Light.

Angestiftet wird im Balkengussverfahren **(Abb. 18)**, eingebettet im Speedverfahren. Beim Ausbetten sollte unbedingt materialschonend verfahren werden, d.h. es erfolgen lediglich ein Abstrahlen mittels Glanzstrahlperlen und niedrigem Druck, die Ultraschallreinigung und das Dampfstrahlen. Nach dem Absäuern zeigt sich ein perfektes, homogenes Gussergebnis ohne Fehlstellen oder Makel **(Abb. 19)**. Der satte, warme Farbton und die Oberflächengüte der Legierung Argenco Bio Light (Argen Dental, Düsseldorf) sprechen für sich. Das Ausarbeiten nach dem Abtrennen erstreckt sich bei einem derartigen Ergebnis lediglich auf kleinste Aufpassarbeiten und das Ausarbeiten der Randbereiche. Zur besseren Retention in der Abformung werden die verbliebenen Gusskanalstummel belassen und lediglich die Kanten gebrochen **(Abb. 20)**. Dabei muss die Reponierbarkeit sichergestellt sein.

Als erklärte Anhänger der offenen Abformung fertigen wir den individuellen Löffel mit dem kaltpolymerisierenden Präzisionskunststoff C-Plast (Candulor, Rielasing-Worblingen). Gegenüber anderen Verfahren oder lichthärtenden Materialien sehen wir hier nach wie vor in der Genauigkeit und geringen Verzugsneigung wesentliche Vorteile. Hierbei kommt auch dem Ausblocken eine besondere Bedeutung zu. Sämtliche untersichgehenden Bereiche sind vorab gänzlich auszublocken, zudem ist auf die Gesamtflächen mindestens eine Wachsplattenstärke aufzubringen. Entsprechend dem Plateau der Heilungskappen wird axial mit einem dicken Wachsdraht entsprechend der Länge der Abformpfosten inkl. Schraube verlängert, um eine ausreichend große Austrittsöffnung für die Schrauben zu erhalten. Die Bereiche der eigentlichen Abformpfosten sind zirkulär zusätzlich stark auszublocken, um eventuelle Abweichungen auszugleichen bzw. dem Anwender einen ausreichenden Spielraum zu ermöglichen. Auch im Bereich der Primärteleskope muss ein ausreichendes Spiel vorhanden sein. Ein stabiler Löffelgriff erleichtert dem Behandler das Lösen der Abformung. Ein derartig gefertigter Löffel **(Abb. 21)** bringt neben der hohen Stabilität die bestmögliche, sichere Fixierung der Abformpfosten und zudem für den Behandler maximal kleine Anpasskorrekturen.

Abformung, Meistermodell und Biss

Soweit die offene Abformung erfolgt ist, können die Laboranaloge eingebracht werden.

Abb. 20: Abgetrennt und aufgepasst.

Abb. 21: Der Löffel aus dem Material C-Plast für die offene Abformung.

Vorab ist der Implantatsitz sorgfältig auf eventuelle Fehlstellen oder Fremdkörper unter dem Stereomikroskop zu untersuchen. Um ein Überdrehen der Abformpfosten zu verhindern, dürfen die Fixierungsschrauben nur von Hand festgezogen werden (Herstelleranweisungen beachten; in diesem Fall: Camlog). Gleichzeitig werden die Modellanalo-ge mit einer Zange gekontert, um eine Torsion im Silikon sicher zu verhindern. Zudem sind die zwei Präzisionskunststoffstümpfe für die Primärteleskope einzubringen und mittels einer dünnen heißen Wachsschicht zu stabilisieren **(Abb. 22)**. Um Verfälschungen der Gingivaanteile auszuschließen, darf nur mit minimalen Wachsmengen gearbeitet werden.

Nunmehr wird die Abformung isoliert und Zahnfleischmaskenmaterial (GI-Mask, Coltène/Whaledent, Langenau) eingebracht **(Abb. 23).** Es ist darauf zu achten, dass eine gleichmäßige Höhe besteht und der Kunststoffstumpf zur sicheren Verankerung zu ca. zwei Dritteln (einschließlich Retention/Schraubenkopf) aus dem Silikon ragt. Die Enden sind nach dem Aushärten zum besseren Halt im Gips rechtwinklig mit einem Skalpell abzuschneiden **(Abb. 24)**. Mit einem feinen Pinsel und etwas Spülmittel sind eventuelle Reste

Abb. 22: Mit Laboranalogen und Präzisionskunststoffstümpfen. Die Stabilisierung erfolgte mit einer sehr dünnen rosa Wachsschicht.

Abb. 23: Zahnfleisch-Silikon ist eingebracht ...

Abb. 24: ... und die Enden sind beschnitten.

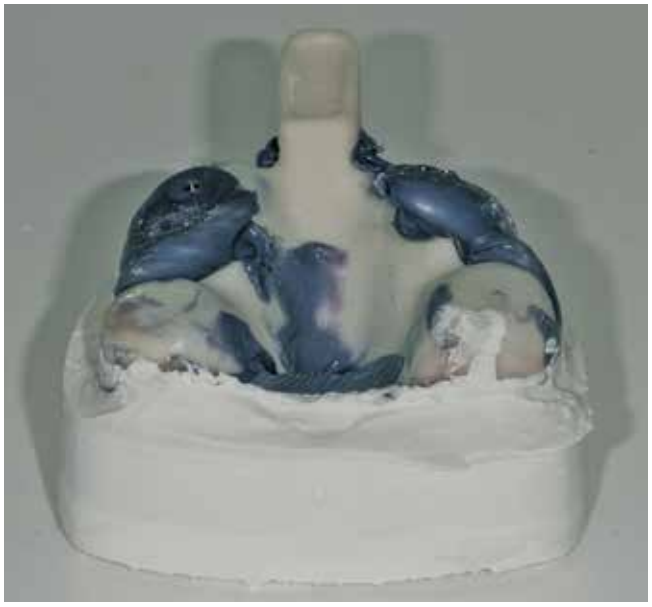


Abb. 25: Ausgegossene Abformung.

der GI-Mask-Isolierung vorsichtig zu entfernen, abschließend ist die Abformung mehrmals mit klarem Wasser auszuspülen. Wie üblich wird die Abformung ausgegossen **(Abb. 25)**, anschließend ein Split erstellt und das Modell getrimmt. Um ein leichtes und exaktes Repositionieren der GI-Mask-Anteile zu gewährleisten, müssen diese nach dem ersten Abheben bearbeitet werden. Hierbei sind mit einem speziellen Fräser für weichbleibende Silikonmaterialien (z.B. GSQ-Fräser, Komet) die Innenkanten abzurunden **(Abb. 26)**.

Nach der Modellreinigung bringen wir nun ein provisorisches Abutment zum Verschrauben ein und blocken die verbliebenen Austrittsöffnungen und die Randbereiche der Primärteleskope großzügig aus **(Abb. 27)**. Mittels C-Plast wird nun eine stabile, verwindungsfreie Bissschablone hergestellt und abschließend anhand einer ersten Vorbissnahme im Artikulator ein idealisierter Wachswall aufgebracht **(Abb. 28)**. Von okklusal sind gut die leichten Impressionen vom Gegenbiss als auch die vorgenommenen Fixierungsrillen ersichtlich **(Abb. 29)**. Wir erleichtern dem Behandler den Ablauf mit dem Gesichtsbogen, indem wir die Bissgabel vorab bereits mit Platinum 85 (Zhermack, Marl) bestücken und im Oberkiefer einbeißen lassen. Nach dem Aushärten wird bis auf leichte Impressionen reduziert, vor allem im Bereich der Teleskope und Heilungskappen, um den Sitz kontrollieren zu können.

Abb. 26: Bearbeiten der GI-Mask mit dem GSQ-Fräser.

Um schon in diesem Stadium erste fundierte Kenntnisse zur Ästhetik zu erhalten, erfolgt bereits bei der Bissnahme eine provisorische Frontaufstellung. Hierzu fertigen wir aus C-Plast eine zusätzliche, reduzierte Basis an **(Abb. 30)**. Die beiden Öffnungen zeigen die Implantatlage und helfen somit bei der bestmöglichen Aufstellung. Anhand der provisorischen Bissnahme kann nunmehr der Frontzahnblock aufgestellt werden **(Abb. 31)**. Bereits jetzt sind die Zähne in der Form etwas idealisiert, im Bereich des Teleskops 13 ist der Prothesenzahn ausgehöhlt, d.h. zur Verblendschale reduziert. Die zusätzliche Aufstellung erfordert zwar einen etwas höheren Zeitaufwand, vermindert aber letztendlich die Fehlerquote, bringt bereits im Vorfeld gesicherte Informationen und spart somit Zeit in der weiteren Ausführung durch weniger Einproben bzw. Umstellungen.

Abb. 27: Ausgeblockt mit provisorischem Abutment.

Abb. 28: Verschraubte C-Plast-Bissschablone mit Bisswall.

Abb. 29: Mit Bissimpressionen und Retentionen.

Abb. 30: Kleine Aufstellschablone für die Front.

Aufstellung und individuelle Abutments

Die erfolgte Kieferrelationsbestimmung ergab keine nennenswerte Abweichung. Entsprechend wird zuerst der Oberkiefer schädelbezüglich montiert und anschließend der Gegenbiss anhand der Bissschablone eingestellt. Auch bei der provisorischen Aufstellung waren nur leichte Änderungen der Zahnachsrichtung bzw. des Schneidekantenverlaufes notwendig. Diese sind nun entsprechend der definitiven Kieferrelationsbestimmung vorab auszuführen, das Endergebnis ist mittels eines Platinum-Vorwalls zur Übertragung auf die definitive Aufstellschablone zu fixieren.

Jetzt sind die Wachswälle von der Bissschablone zu entfernen, um diese zur Aufstellschablone umzuarbeiten **(Abb. 32)**. Basal, im Bereich der Frontzähne und Seitenzähne, sind die Materialstärken auf ein Minimum zu reduzieren. Die Öffnungen regio 23 und 24 zeigen das Austrittsprofil und dienen der Orientierung bei der Aufstellung. Im weiteren Ablauf wird nunmehr der Frontzahn-

Abb. 31: Erste provisorische Frontaufstellung.

Abb. 32: Definitive Aufstellbasis.

Abb. 33: Reponieren der Zähne mit Platinum-Vorwall.

block auf die definitive Aufstellschablone übertragen; soweit notwendig sind die Prothesenzähne basal zu reduzieren, es darf keinerlei Kontakt bestehen **(Abb. 33)**. Soweit das rosa Wachs im Frontbereich ausgehärtet ist, können die restlichen Zähne ergänzt und die Aufstellung grob ausmodelliert werden. Nunmehr zeigt sich gegenüber der Ausgangssituation ein harmonisches Gesamtbild, Zahn 14 ist wegen der Verschraubung herausnehmbar gestaltet **(Abb. 34)**. Durch das Einkürzen von Zahn 43 im Unterkiefer wurde eine ideale Frontlänge erreicht, der Kreuzbiss regio 45 besteht nicht mehr. Erst in der Okklusalansicht sind die eigentlichen Problembereiche zu erkennen: die weite Palatinallage von Primärteleskop 13 und das über der Kaufläche von Prothesenzahn 26 liegende Niveau von Innenteleskop 27 **(Abb. 35)**. In beiden Fällen wird beim Ausarbeiten des Primärteils in diesen Bereichen auf minimale Materialstärken zu achten sein.

Besonders wichtig bei der Herstellung der individuellen Abutments sind verschiedene Platinum-Vorwälle für den Bukkal- und Palatinalbereich **(Abb. 36)**. Einkerbungen vestibulär bzw. Bohrungen palatinal sichern die unverrückbare, definitive Endlage. Anhand der Vorwälle sind nun die Kunststoffkamine entsprechend einzukürzen bzw. die Okklusalanteile auszuformen **(Abb. 37)**. Bereits jetzt fräsen wir die Kunststoffkamine der angussfähigen Abutments vor, um unnötige, zeitintensive Fräsarbeiten in Gold zu vermeiden und vor allem um den Legierungseinsatz so gering wie möglich zu halten. Mit der Fräse H364R-XE (Komet) lässt sich leicht und effizient die Ausrichtung grob vorfräsen **(Abb. 38)**. Nunmehr wird mit Fräswachs

Abb. 34: Die übrigen Zähne sind ergänzt …

Abb. 35: ... und auch lingual ausmodelliert.

Abb. 37: Kontrolle der Platzverhältnisse.

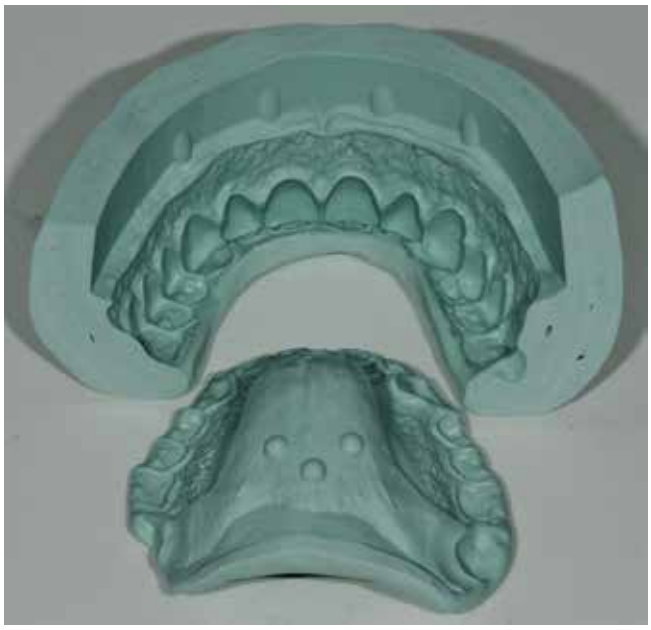


Abb. 36: Der zweiteilige Platinum-Vorwall.

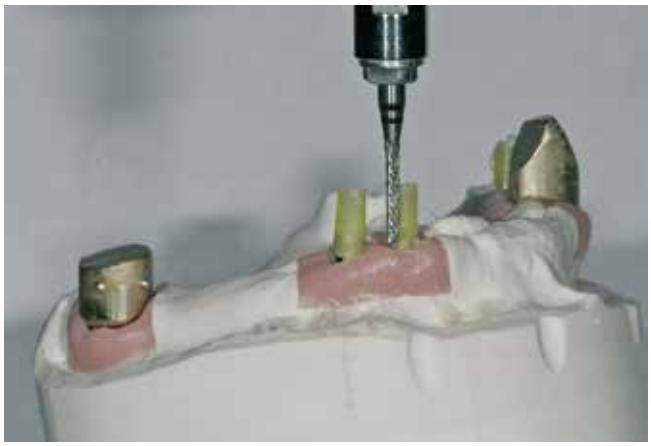


Abb. 38: Vorfräsen der Kunststoffkamine.

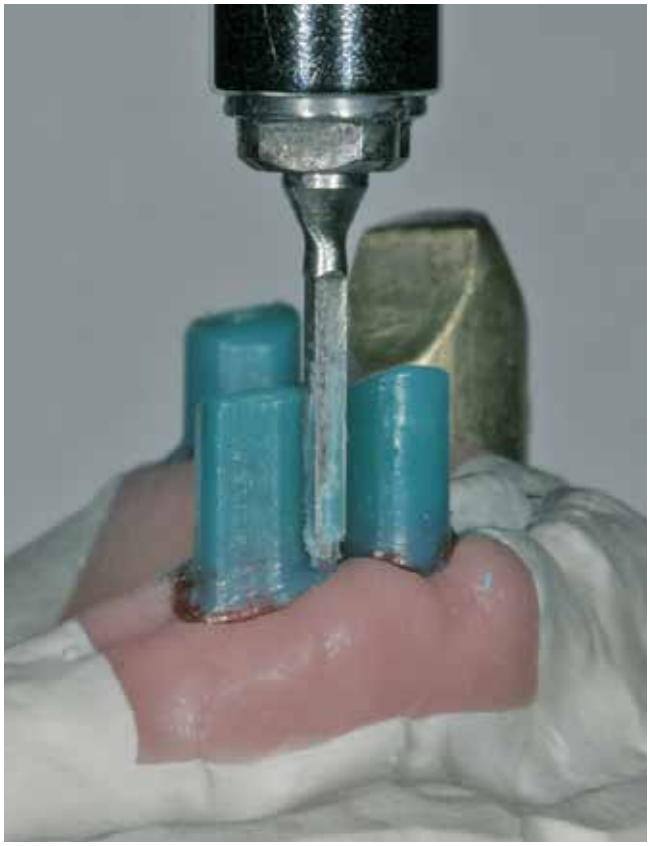


Abb. 39: Das Fräsen in Wachs.

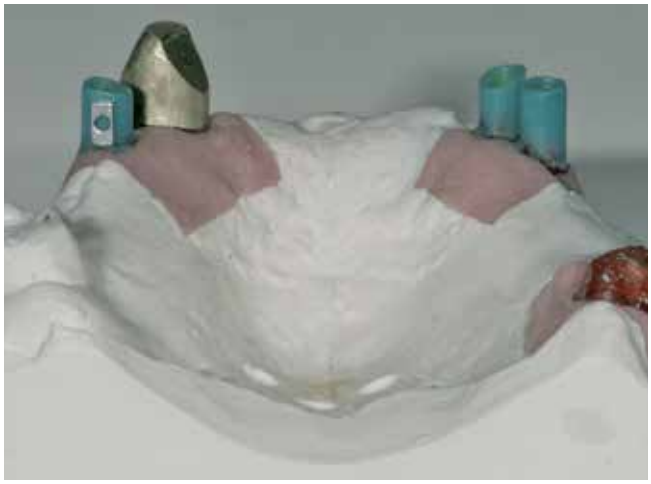


Abb. 40: Lagekontrolle TK-Snap-Kästen.

die eigentliche Abutmentform komplettiert, besondere Aufmerksamkeit ist hierbei bereits auf einen perfekten Übergang zur Gingiva bzw. auf eine entsprechende Stufenausformung im Randbereich zu legen. Anschließend kann in Wachs gefräst werden **(Abb. 39)**; in den Bereichen der späteren TK-Snap-Elemente sollte, soweit möglich, eine plane Fläche für das angussfähige Element vorliegen. Anhand des angussfähigen TK-Elements sind Lage, Ausrichtung und Platzbedarf bereits in diesem Stadium zu kontrollieren **(Abb. 40)**. Um Verwechslungen auszuschließen, sollten vor dem Abheben bukkal kleine Markierungen analog mit dem Modellrand angewachst werden. Vor dem Einbetten sind die Randbereiche unter dem Stereomikroskop sorgfältig auf etwaige Fehlstellen hin zu untersuchen, es dürfen weder eine Überkonturierung zum Implantatsitz noch ein Randspalt vorhanden sein. Abschließend werden die Objekte gründlich von etwaigen Wachs- und Fettresten gereinigt und angestiftet **(Abb. 41)**. Hierbei sollte der Schraubenkanal immer nahezu senkrecht in der Muffel liegen, um Blasenbildung und somit Gussperlen zu verhindern.

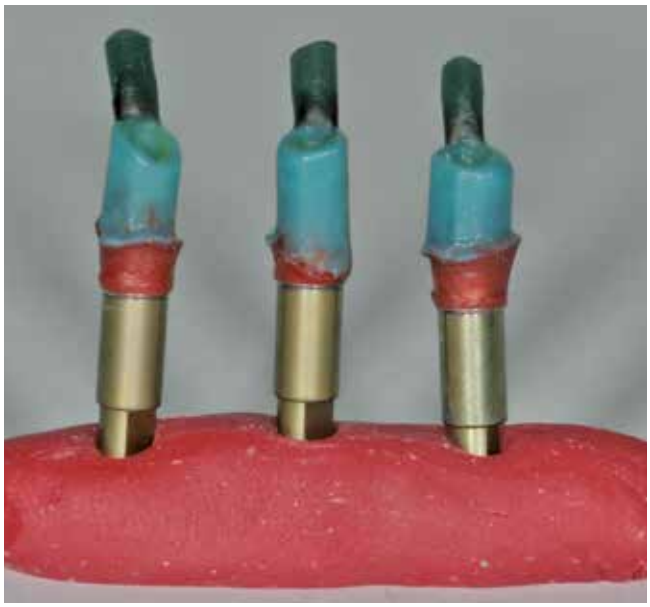


Abb. 41: Angestiftet und gereinigt.

Abb. 42: Ein perfekter Guss ohne Fehlstellen, wieder aus Argenco Bio Light.

Die Haltezeit im Ofen ist bei individuellen Abutments je nach Anzahl um mindestens 15 bis 30 Minuten zu verlängern und die Endtemperatur um mindestens 70 Grad zu erhöhen, um ein sicheres Angießen zu gewährleisten. Ausgebettet wird nur mit Glanzstrahlperlen und minimalem Druck, um Beschädigungen am Implantatsitz zu verhindern. Auch hier zeigt sich nach dem Absäuern ein homogenes und makelloses Gussergebnis mit perfekten Oberflächen und auch angenehmer Farbe **(Abb. 42)**.

Ausblick

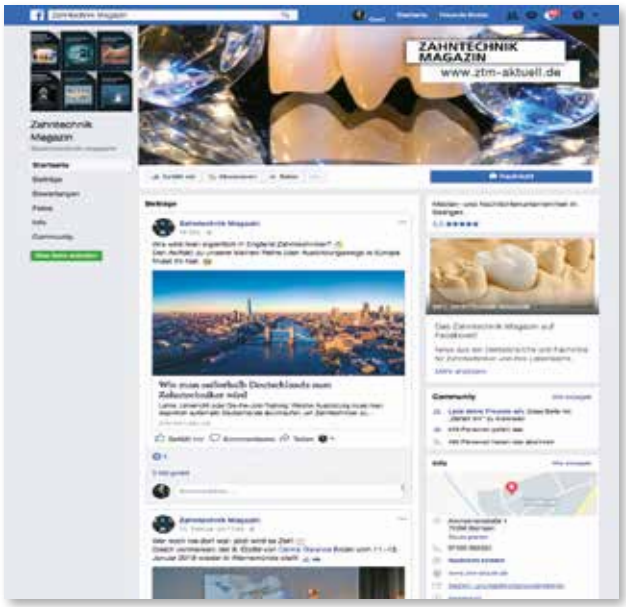
In Teil 2 geht der Autor auf das Ausarbeiten und Polieren ein. Außerdem schildert er das Herstellen der Sekundärteleskope und Tertiärkonstruktion. ■

Dentaltechnik GmbH
Ulrichstraße 35
73033 Göppingen
info@muehlhaeuser-dt.de

Axel Mühlhäuser

1976–1979	Ausbildung zum Bankkaufmann im Bankhaus Gebr. Martin, Göppingen
1979–1982	Ausbildung zum Zahntechniker im Dentallabor Kienhöfer, Heiningen
1982–1999	Techniker in namhaften Laboren
1999–2004	Dentallabor Fehmer, Stuttgart
2002	Gründung der „Unternehmensberatung Zahntechnik“
Seit 2004	selbstständig mit der „Axel Mühlhäuser Dentaltechnik“ GmbH, Göppingen. Schwerpunkte: Abnehmbare Implantatversorgungen, Teleskop- und Kombinationsarbeiten
Seit 2002	anerkannter Autor in nationalen und internationalen Dental-Fachzeitschriften und in Büchern, außerdem Referent (Vorträge und Kurse)
2005	Aufnahme in die „Dental Excellence-Gruppe“

Das Zahntechnik Magazin ist auf Facebook!



- Aktuelle Patientenfälle,
- Tipps zur Laborführung,
- Abrechnungshinweise,
- Veranstaltungstipps,
- News aus der Branche und vieles mehr …

... finden Sie auch auf unserer Facebook-Seite.

Wir freuen uns über jeden Like und sind gespannt auf Anregungen und Kommentare, Kritik sowie Ideen für neue Themen.

Du findest uns auf

www.facebook.com/zahntechnik.magazin

Erfahrungsbericht zum **Gysi-Wettbewerb**

Eine zeitintensive, aber lohnenswerte Möglichkeit

Im folgenden Beitrag beschreibt Richard Macke die Herstellung seines für den Gysi-Preis eingereichten Zahnersatzes im dritten Lehrjahr. Damit wird die in Ausgabe 1/2018 begonnene Serie fortgesetzt, in der Siegerarbeiten und der Weg dorthin von den Auszubildenden selbst vorgestellt werden.

Im Rahmen des Gysi-Wettbewerbs erhält man nur einen Arbeitsauftrag und muss sich von dort ausgehend an alles selbst heranta sten. Für die Lösung der Aufgabe stehen drei Monate zur Verfügung – was keinesfalls üppig bemessen ist, da die Erstellung neben dem normalen Arbeitsalltag erfolgt. Der Auftrag für das dritte Lehrjahr bestand darin, erstens im Oberkiefer auf den Zähnen 16 und 26 Vollgusskronen zu fertigen sowie zweitens eine Modellgussprothese herzustellen, die in Region 14 und 23 Halt bekommen sollte. Dabei waren die dortigen Stümpfe mit Kronen einschließlich vestibulärer Kompositverblendungen zu versorgen. Die Zähne 15, 24 und 25 sollten als fehlend angenommen und durch Kunststoffzähne ersetzt werden. Drittens war für den Unterkiefer eine vestibulär mit Komposit zu verblendende Brücke von Zahn 32 bis 34 mit Zwischenglied an 33 vorgesehen.

Schritt 1: Modellherstellung

Die Modellherstellung war für mich einer der wichtigsten und zeitintensivsten Arbeitsschritte und wird daher hier im Text etwas ausgiebiger ausfallen. Zunächst habe ich unser Lager durchforstet, bis ich ein Modellpaar fand, welches meiner Vorstellung entsprach und weder Füllungen noch andere Makel aufwies. Diese Modelle dublierte ich und goss sie anschließend jeweils dreimal mit Superhartgips aus: einmal für das Situationsmodell, dann zum Heraussägen der zu versorgenden Zähne („OK/UK 2“) und ein letztes Mal zum Radieren der Zähne („OK/UK 3“).

Aus OK/UK 2 sägte ich also die Gipszähne 14, 16, 23, 26, 32 und 35 aus und steckte diese zurück in die Dublierformen **(Abb. 1)**. Für eine möglichst gleiche Ausrichtung fixierte ich die einzelnen Segmente mit Modellierkunststoff an einer Trennscheibe und setzte sie mit dem Parallelometer in ein Fräsmodell aus Artikulationsgips um. In diesem fräste ich die „Wurzeln“ mit einem 2°-Fräser um, damit sie später leichtgängig aus dem Modell herausgenommen werden konnten. Nebenbei radierte ich bei den Modellen OK/UK 3 die Zähne 15, 24, 25 und 33 und nahm das Zahnfleisch etwas zurück, in etwa wie bei einer verheilten Extraktionswunde **(Abb. 2)**. Anschließend wurden beide Modelle dubliert. Die Stumpfrohlinge wurden daraufhin in die Dublierformen gesetzt und diese ausgegossen. Zu-

Abb. 1: Eingesteckte Gipssegmente in den Dublierformen.

Abb. 2: Beschäftigung mit dem Zahnfleisch.

vor musste ich aber dafür sorgen, dass ich die Stümpfe später wieder dem Modell entnehmen konnte. Dazu wurde mir geraten, diese mit Vaseline einzupinseln. Ich bin allerdings kein Fan davon, da die Vaseline eine zu dicke Schicht benötigt, um die reine Isolierfunktion zu erfüllen und sich deshalb formverändernd auf den Stumpfkanal auswirkt. Also habe ich mir etwas anderes überlegt und die Stümpfe in Gips-gegen-Gips-Isolierung eingelegt und anschließend noch hauchdünn mit sehr weichem Wachs eingerieben. Zu meiner Freude ließen sich die Stümpfe bereits mit leichtem Wackeln aus dem Modell entnehmen.
Ein weiteres Fräsmodell half dabei, die Zahnkronen zu präparieren. Die fertigen Stümpfe dublierte ich nochmals und replizierte sie mit Modellkunststoff – was ein großer Vorteil war, da der Stumpf 32 sehr schmal und länglich geworden war.

Theoretisch hätte ich mich jetzt mit den Modellen zufriedengeben können, jedoch war für meinen Geschmack der elfenbeinfarbene Gips etwas zu alltäglich. Deshalb dublierte ich die Modelle ein letztes Mal und goss die Vorgängerformen mit grauem Gips aus. Die Zahnkränze fräste ich sorgfältig heraus, steckte sie zusammen mit den Kunststoffstümpfen in die neuen Formen und goss die Modelle aus, diesmal mit blauem Gips **(Abb. 3)**. Zu meinem Bedauern bildete der blaue Gips beim Trocknen weiße Schlieren, was sich beim zweiten Versuch wiederholte. Das machte mein Traummodell nichtig und ich musste mich mit einem komplett grauen Meistermodell begnügen. Der Rest der Modellherstellung verlief dann wieder ohne große Auffälligkeiten: das Bohren der Löcher für Modellfüße und Magnet und deren Befestigung **(Abb. 4)**, das Gießen der Gipssockelplatte mithilfe einer Dublierfolie und das Einartikulieren. Hiermit fand die Modellherstellung nun wirklich ihr Ende.

Abb. 3: Es wäre schön gewesen, die Gysi-Arbeit auf blauen Modellen abzugeben.

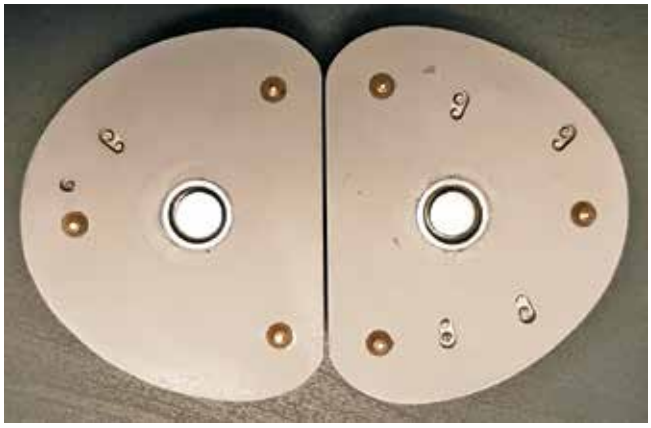


Abb. 4: Die Modellunterseite.

Schritt 2: Oberkieferkronen

Ich wendete mich zunächst den Vollgusskronen zu (regio 16, 26). Dabei orientierte ich mich so genau wie möglich an den Originalzähnen. Ein Knetsilikonvorwall half mir bei der Dimensionierung, damit ich nicht zu groß modellierte.
Die Verblendkronen für 14 und 23 modellierte ich zunächst vollanatomisch, schnitt im Cut-Back die vestibulären Flächen zurück und machte meine Stümpfe auf diese Weise verblendfähig.
Nachdem alle vier Kronen so weit gediehen waren, um sie einbetten zu können, bemerkte ich beim Blick auf meinen Plan, dass die Kronen für meinen Modellguss noch eine Umlauffräsung **(Abb. 5)** benötigten. Das frustrierte mich etwas, da mir dadurch das Tuberculum Carabelli verloren ging und dies den Zahn in meinen Augen unvollständig machte. Aber das war mir immer noch lieber als linguale Klammern, da sich ein solcher Umlauf wenigstens gut in diese und die andere Krone einfügte. Das Fräsen mit dem Fräsgerät an der Wachskrone ging überraschend leicht von der Hand und so war die Umlauffräsung schnell gemacht.
Nun konnte ich die Kronen einbetten, gießen, aufpassen, einschleifen, ausarbeiten und grob vorpolieren. Beim Nachfräsen des Umlaufs schaffte ich es allerdings nicht, die Oberfläche komplett glatt und mackenfrei zu bekommen. Deswegen holte ich mir die feinste Gummierscheibe, die ich finden konnte, und optimierte mit größter Vorsicht die Oberfläche, um möglichst keine untersichgehenden Bereiche zu verursachen. So konnte ich nun alle Kronen auf Hochglanz polieren.

Schritt 3: Unterkieferbrücke

Die Vorgehensweise war dieselbe wie im Oberkiefer: vollanatomisch aufwachsen, zurückschneiden und mit einem Vorwall überprüfen, ob genügend Platz für eine Verblendung vorhanden ist. Vor dem Einbetten hatte ich die Unterseite des Brückengliedes noch einmal dünn mit Zervikalwachs verstärkt, damit später das Brückenglied auch im polierten Zustand flächig aufliegen würde.
Das Aufpassen der Brücke war leider alles andere als schnell erledigt, denn das verstärkte Zwischenglied sorgte dafür, dass die Brücke stark schaukelte. Für das Korrigieren waren eine Menge Geduld und Okklusalspray vonnöten, bis sie endlich richtig saß.

Abb. 5: Die Umlauffräsung für den Modellguss.

Schritt 4: Verblendungen

Kompositverblendungen hatte ich zuvor nie hergestellt, daher konnte ich kaum erwarten, dass alles gleich auf Anhieb klappte. Zunächst habe ich mich an den beiden Einzelverblendungen **(Abb. 6)** im Oberkiefer versucht. An sich unterscheidet sich das Vorgehen vom Schichtauftrag mit Keramik kaum, wenn auch das Material nicht unterschiedlicher sein könnte.

Der Dentinkern war für mich kein Problem, aber bei der Schneide ließ ich mich von den Effektmassen hinreißen. Das führte dazu, dass ich zu viel Blau verwendete, wodurch die Zahnfarbe sehr stark von meinem Ziel abwich. Also schliff ich beide Verblendungen bis auf den Kern zurück und fertigte eine neue, simplere Schneide an, bei der sich die Effekte auf ein kaum merkbares Minimum beschränkten.

Mit der neu gewonnenen Erfahrung im Rücken wollte ich im Unterkiefer jetzt ein paar Sachen in puncto Ästhetik einbauen **(Abb. 7**). Nachdem die standardmäßige Schichtung fertig und alles in Form geschliffen war, legte ich in den Schlifffacetten kleine Verfärbungen und am Vierer einen Kalkfleck ein. Mir schwebte auch noch ein Haarriss vor – leider habe ich ihn aber nicht fein genug hinbekommen, sodass ich ihn wieder weggeschliffen habe.

Abb. 6: Kunststoffverblendete Kronen unter den Klammern.

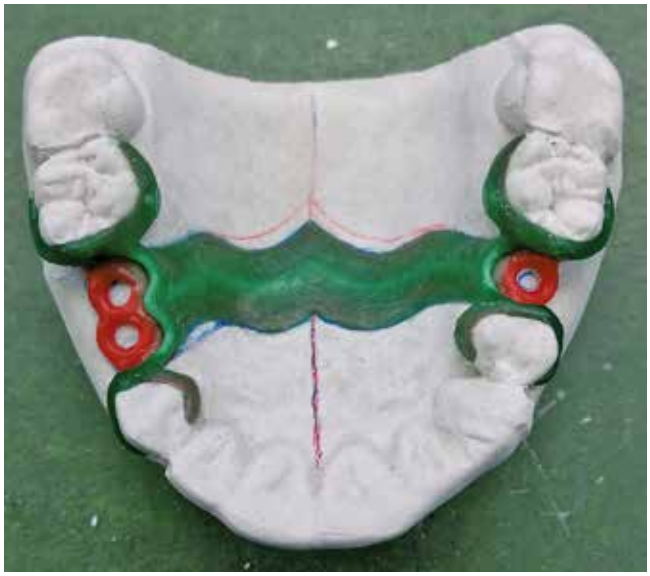


Abb. 8: Die Modellguss-Modellation mit Klammern und Umläufen.

Schritt 5: Modellgussprothese

Der Modellguss ging ganz gut von der Hand, die Modellation mit Wachsteilen **(Abb. 8)** war zügig fertig. Nun hatte ich die Idee, das verloren gegangene Tuberculum Carabelli an die Umlaufarme **(Abb. 9**) anzumodellieren, was sich überraschend gut in die Krone einfügte.

Beim Aufpassen auf die Kronen stellten die Umläufe eine kleine Herausforderung dar. Anfangs saß alles etwas straffer als gewünscht. Ich wollte zudem beim Ausschleifen nicht riskieren, eine Lücke zwischen Krone und Umlauf zu verursachen. Im Anschluss musste ich nochmals gummieren – es waren Schrammen entstanden – und alles überpolieren.

Für die aufzustellenden Zähne wollte ich keine Konfektionszähne benutzen und ich entschloss mich, eigene Kunststoffzähne herzustellen. Dafür fräste ich zunächst die entsprechenden Zähne aus einem der überschüssigen Modelle heraus und dublierte sie. Mit lichthärtendem Kunststoff beschichtete ich die Kauflächen und die Wandungen dünn und ließ alles aushärten; den Rest füllte ich mit zahnfarbenem Autopolymerisat auf.

Abb. 7: Die verblendete Unterkieferbrücke mit leichter Charakterisierung.

Abb. 9: Detail des Modellgusses mit modellierten Tubercula Carabelli an den Umläufen links und rechts.

Bedauerlicherweise entsprach das Ergebnis meinen Vorstellungen nicht, auch weitere Versuche brachten nicht das geforderte Ergebnis. Deshalb habe ich die jeweils besten Exemplare ausgewählt, die vestibulären Flächen wie bei einer Krone zurückgeschliffen und mit Kompositmasse verblendet: Das gab ihnen den gewünschten Charakter **(Abb. 10).**
Nun konnte ich die Kunststoffsättel anlaufen lassen. Um ein Anheben des Modellgusses zu verhindern, presste ich diesen mit einem Silikonkonter und mithilfe eines Split-Fixators ans Modell **(Abb. 11)**.
Nach dem Ausarbeiten der Sättel fräste ich auf der lingualen Seite der Sättel rosa Kunststoff weg und verblendete diesen Bereich ebenfalls, um eine ansprechendere Optik zu erreichen **(vgl. Abb. 9**).

Schritt 6: Finish

Zum Schluss wurden noch einmal alle Einzelteile auf Hochglanz gebracht und und kontrolliert, ob die Funktionalität noch immer gegeben war. Auch die Modelle wurden an den Außenseiten bestmöglich mit feinem Schleifpapier und Wasser geglättet. Und fertig war die Gysi-Arbeit.

Fazit

In meinen Augen soll der Gysi-Preis eine Herausforderung für Auszubildende mit Ehrgeiz sein, die über ihren vorgeschriebenen Rahmenplan hinaus mehr dazulernen wollen. Und es ist auch so, dass man noch viel Weiteres lernen kann: über den Variationsreichtum in der Zahntechnik, über den Umgang mit Rückschlägen, über die eigenen Schwächen und Stärken, aber auch über die Belastbarkeit.
Deswegen fand ich das gesetzte Ziel unseres Ausbilders ganz gut, dass nicht mittendrin aufgegeben wird, sondern die Arbeit auf jeden Fall fertiggestellt wird, egal ob pünktlich zum Abgabetermin oder danach.
Ich persönlich hatte viel Spaß bei diesem Projekt. Und auch wenn es „nur" für den 3. Platz gereicht hat, hat es mich in meinem Können doch um einiges vorangebracht. Ich war aber auch froh darüber, dass zwei weitere Auszubildende mit teilgenommen hatten, dadurch war das Arbeiten in der Freizeit weit angenehmer.

Allerdings finde ich es schade, dass der Wettbewerb noch immer nicht so bekannt ist, wie er es verdient hätte. Mir scheint, dass ihn nur eine Minderheit der Auszubildenden kennt.
Hätte ich die Möglichkeit gehabt, hätte ich auch noch ein weiteres Mal daran teilgenommen. Aber das ist nur dem zweiten Lehrjahr vergönnt, weil der Gysi-Wettbewerb alle zwei Jahre veranstaltet wird. Die nächste Ausschreibungsphase fällt in diesen Sommer, das Zahntechnik Magazin wird berichten. Auch auf www.facebook.com/gysipreis ist dann mehr zu erfahren. ■

Abb. 10: Verblendete Kunststoffzähne mit Charakter.

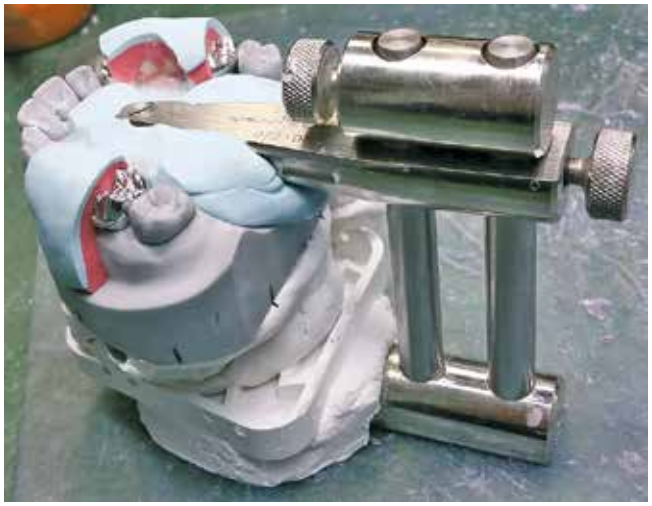


Abb. 11: Modellguss mit Silikonkonter im Split-Fixator zum Stabilisieren.

Richard Macke

Bis 2013	Tilman-Riemenschneider-Gymnasium in Osterode am Harz mit erweitertem Realschulabschluss
2013–2014	Ein Erfahrungsjahr im Einzelhandel
Seit 2014	Ausbildung zum Zahntechniker bei Zahntechnik Northeim Vach, Kiel & Otte GmbH
23. März 2017	Verleihung des 16. Gysi-Preises (3. Platz im 3. Lehrjahr)

Wie ich zur Zahntechnik gekommen bin

Zuerst wollte ich eine Ausbildung zum Orthopädiemechaniker machen. Nach einer Absage suchte ich nach einem Beruf, in dem ich meine Fertigkeiten nutzen konnte. Ich stieß so auf den Beruf des Zahntechnikers, für den ich mich schnell begeistern konnte. Nach Abschluss der Ausbildung in diesem Jahr möchte ich nach Möglichkeit auch meinen Meister machen.

Zahntechnik Northeim Vach, Kiel & Otte GmbH
Merianblick 1 · 37154 Northeim
E-Mail direkt: richard-oha@gmx.de
E-Mail Betrieb: info@zt-northeim.de
www.zt-northeim.de

Die Totalprothetik – ein weites Arbeitsfeld für das Team Zahnarzt-Zahntechniker

Teil 2: Die Neuerstellung von A bis Z

In seinem ersten Teil hat unser Autor Zahnarzt Ernst O. Mahnke geschildert, wie vorhandene Totalprothesen optimiert werden können, um Patienten wieder lebensfroh zu machen. Aber die Geschichte ist damit oft nicht zu Ende: Aufgrund des geschaffenen Vertrauensverhältnisses und durch weitere Aufklärung über Grenzen und Perspektiven der vorhandenen Totalen kann eines Tages der Wunsch auf Patientenseite entstehen, mit neuen Totalprothesen noch mehr zu erreichen. Handelt es sich um gesetzlich Versicherte, schließt der Zahnarzt mit dem Patienten einen entsprechenden Vertrag.

Die Neuerstellung einer Totalprothese ist für alle Beteiligten eine Herausforderung, für den Unterkiefer (TUK) noch mehr als für den Oberkiefer (TOK) – die Kombination TOK/TUK erst recht **(Abb. 1).** Aber wenn man einen schon optimiert versorgten zahnlosen Patienten mit neuen „Dritten" weiterbringen will, so kann man auf dem schon Erreichten aufbauen. Denn mit der Optimierung seiner vorhandenen Totalprothesen haben wir den Patienten funktionell fein abgestimmt. Wir haben im Idealfall die angestrebte Bisshöhe einarbeiten können und er ist neuromuskulär konditioniert. Die wichtigsten Parameter sind herausgearbeitet **(Abb. 2a–e)**, dokumentiert und können mit gesicherten Übertragungshilfen an das Labor übermittelt werden. Zahnfarbe und Zahnform werden beibehalten oder mit der ‚lebenden' Formenkarte neu bestimmt.

Tipp:
Es ist gelebte Zusammenarbeit zwischen Labor und Praxis, wenn der Techniker den Behandlern eine ‚lebende' Formenkarte der Zahngarnituren zur Verfügung stellt **(Abb. 3)**. Dabei liegt die Verantwortung der Zahnauswahl eindeutig in der Praxis. Eine ‚lebende' Formenkarte beinhaltet alle im Angebot befindlichen Zahngarnituren in Form und Farbe und erleichtert am und mit dem Patienten die Wahl.

Abb. 1: Ausgangssituation für die Neuerstellung der TOK und TUK.

Von der Abformung bis zum individuellen Funktionslöffel

Die optimale anatomische Abformung mit dem konfektionierten Löffel, die der Zahnarzt sorgfältig vornimmt, ist die erste Arbeitsgrundlage für das Labor und der Einstieg zum angestrebten Erfolg **(Abb. 4a u. b)**.

Für die Weiterarbeit durch den Techniker kann der Behandler in der Abformung die wesentlichen Prothesenlager anzeichnen.

Mit einem wasserfesten roten Filzstift markiert der Techniker die Mindesteintauchtiefe (ca. 3 mm) am Abformmaterial. Das Modell wird aus Gips Typ 2 (z.B. Snow White Plaster, Kerr Dental, Biberach, oder einem gleichwertigen Montagegips) erstellt.

Die Gipsarbeit gelingt ohne Effizienz- oder sonstige Verluste am besten, wenn der Techniker, der die Abformung ausgießt, auch den Löffel abzieht.

Nach dem Abziehen des Löffels – am absolut sauberen Arbeitsplatz – kann der Gips bis zur übertragenen Farblinie zurückgeschnitten werden **(Abb. 5)**: So ist die Randstärke gesichert vorgegeben.

Auf dem trockenen OK-Gipsmodell werden nun der tiefste Punkt der Umschlagfalte und die dorsale Grenzlinie eingezeichnet **(Abb. 6)**. Hierzu dient am besten ein weicher Bleistift 7B/8B. Eine Zuordnung der Bleistifte mit Beschreibung der Härte und des Anwendungszwecks findet sich unter www.tabelle.info/bleistifthaerte.html. In gleicher Weise markiert man auf dem UK-Modell das retromolare Polster sowie die Sublingualrolle und die Crista mylohyoidea. Als Löffelmaterial wählen wir ein schnellhärtendes Kaltpolymerisat (Kerr Formatray).

Tipp:
Das Modell wird in Trimmerwasser gewässert (isoliert), dann die Umschlagfalte mit einer teigigen Kunststoffwurst aufgefüllt und die Oberfläche mit Monomer benetzt. Die verbliebene Teigmenge wird auf dem mit Mikrofilm isolierten Kerr Rollset ausgerollt, mit scharfer Klinge in Form geschnitten und, von der Front ausgehend, über den Kieferkamm und das Gaumendach aufgelegt. Dabei dürfen keine Lufteinschlüsse verbleiben. Mit Monomer glättet man die Oberfläche und die Übergänge und versäubert schließlich die Überschüsse mit scharfer Klinge. So erleichtert

Abb. 2a: Direktes Bisshöhenmaß.

Abb. 2b: Abstand der Papilla incisiva zur Schneidekante (11/12).

Abb. 2c: Höhenmaß an Zahn 26.

Abb. 2d: Zungenfreiraum: Abstandsmessung 16-26.

Abb. 2e: Vermessung der 1er-Position nach labial.

man sich das Ausarbeiten des Materials nach dem Aushärten des Kunststoffs.

Das Modell wird dann in den Drucktopf gegeben: mit raumtemperiertem – nicht heißem – Wasser.

Tipp:
Es ist wichtig, dass das Wasser zu Beginn nur Raumtemperatur hat. Dies soll die Reaktionswärme des Kunststoffs ableiten, um die Polymerisationsveränderung so gering wie möglich zu halten.

Nach dem Aushärten des Löffels folgen das Abheben vom Modell und das Ausarbeiten. Hierbei ist die Randstärke zu beachten: Sie soll im Seitenzahnbereich 2–3 mm betragen. Zusätzlich stellt man sicher, dass untersichgehende Bereiche im Löffel großzügig entlastet werden, um genügend Platz für die Abformmaterialstärke zu schaffen.
Dieser für die Totalprothetik geschaffene individuelle Löffel ist in der Form und Dimension der Totalprothese sehr ähnlich, nur abgesehen von der Farbe.

Tipp:
Bei untersichgehenden Bereichen ist die Gefahr im nächsten Schritt sehr groß, dass der Gips beim Abheben des Löffels an diesen Stellen bricht. Mehr Platz im Löffel und also mehr Abformmaterial im Löffel senkt das Risiko.

Nun wird der Bisswall aus lichthärtendem Kunststoff nach den Maßen der alten Prothese aufgelegt. An das Aushärten schließt sich das übliche Ausarbeiten an. Der fertige Löffel hat die Form der Prothese – er unterscheidet sich nur in der Farbe. Verfährt man wie beschrieben, hat man nun einen extrem passgenauen Löffel in der Hand. Man kann sagen: Der so erstellte Löffel passt besser als die meisten getragenen Prothesen.
Der UK-Löffel wird in gleicher Weise hergestellt. Hier ist zusätzliche Aufmerksamkeit zu verwenden: Die relevanten Zonen, die bei der späteren Prothese die erforderliche Ventilwirkung provozieren, müssen zuverlässig erfasst werden. Es geht um das retromolare Polster und die anteriore Sublingualregion. Auch im Fall des Unterkiefers gibt der Bisswall die

Abb. 3: Anhand der Formenkarte fiel die Zahnauswahl auf die Frontzahn-Linie Premium 6 (Kulzer, Hanau).

Abb. 4a: Anatomische Abformung des Unterkiefers.

Abb. 4b: Anatomische Abformung des Oberkiefers.

Abb. 5: Unterkiefermodell mit zugehörigem individuellem Löffel ...

Abb. 6: ... und das Gleiche für den Oberkiefer.

Abb. 7: Abformung und Arbeitsmodell für die TUK ...

Abb. 8: ... und das Gleiche für den Oberkiefer.

Abb. 9: Vorbereitung für die Vorzentrik.

A**bb. 10:** Montage der Vorzentrik im Patientenmund und Überprüfung.

Maße und Position der alten Prothese wieder.

Nun sind die individuellen Löffel fertiggestellt, um an die Praxis zu gehen. Sie dürfen in Grenzbereichen leicht überdimensioniert sein.

Während der Einprobe am Patienten werden Korrekturen an den leicht überdimensionierten Löffeln vorgenommen. Kleine Randkürzungen und Entlastungen sind einfacher in der Praxis vorzunehmen, als später im Labor Verlängerungen und Verstärkungen anbauen zu müssen. Mit einem optimalen Abformergebnis kommen die Löffel ins Labor zurück, werden angemessen gewürdigt und entsprechend bearbeitet.

Tipp:
Es dient dem Ablauf zwischen Praxis und Labor, wenn abgesprochen wird, wie dargestellt vorzugehen. Denn wenn die Arbeitsgrundlagen in der Praxis so gut vorbereitet sind, kann die Gegenleistung aus dem Laborergebnis diesen Einsatz widerspiegeln.

Die Herstellung des Meistermodells

Der nächste Arbeitsschritt im Labor besteht aus der Modellherstellung auf Grundlage des individuellen Löffels **(Abb. 7 u. 8)**. Der jeweilige Löffel wird am Rand wieder mit wasserfestem Filzstift markiert, dabei soll die Randtiefe 2–3 mm betragen.

Der Löffel wird in einer Einbetthilfe mit Alginat eingebettet. Nach dem Abbinden des Alginats wird das Alginatbett aus der Einbetthilfe herausgenommen, bis auf die farbige Markierungslinie des Löffelsilikons zurückgeschnitten und mit dem Löffel in der Einbetthilfe reponiert.

Die Modellherstellung erfolgt mit einem Superhartgips (z.B. Kerr Suprastone grün). Die Einbetthilfe sichert unseren Anspruch an die Gipsqualität des Arbeitsmodells und erleichtert die Herstellung des Splitcast mit Konterplatte.

Das sauber vorbereitete Modell wird getrimmt; dabei belassen wir zum Schutz der Umschlagfalte einen gesicherten Modellrand von 3 mm.

Nach dem Abheben der Löffel und der Fertigstellung der Modelle ist oft ein Reponieren der Löffel auf dem Modell nicht möglich, vor allem bei ausgeprägten Kieferkämmen oder Schleimhautduplikaturen. Was ist dann zu tun? Wir befreien den Löffel vom vorhandenen Abformmaterial und benetzen ihn mit Silikon-Haftlack. Das Modell wird gewässert und trockengeblasen. Es folgt das Abpinseln der Löffel mit einem fein fließenden Korrektursilikon und Aufsetzen auf das Modell. Dazu ist das Unterfüttern des Löffels erforderlich – dieser Schritt im Labor sichert in allen Arbeitsbereichen den optimalen Sitz.

Ein starkes Gummiband fixiert die Arbeit, bevor sie in den Drucktopf geht.

Nach dem Aushärten des Silikons werden die Löffelränder versäubert. Jetzt passt der Löffel auf dem Modell, lässt sich problemlos reponieren – und er passt nach wie vor auf die Schleimhaut.

Auf der „Zielgeraden" zur passenden Totalprothese

Nun werden die Löffel zum Registrierbehelf umgearbeitet. Der OK-Bisswall wird in Region der 1er und 6er eingekerbt, um Impressionsretentionen für die Bissgabel zu erhalten. Darüber hinaus wird der UK-Bisswall dachfirstförmig zugeschliffen: messerscharf. Schließlich werden nach vestibulär auf Höhe der 4er/5er Fingerbänke aus Stangen-Abformmaterial (Kerr Impression Compound) aufgelegt. Jetzt erhält der obere Bisswall eine Lage Alu-Wachs (Plattenwachs Alu-Wax Denture, American Dental Systems, Vaterstetten) und wird fest angeschmolzen. Der untere Bisswall wird mit dem „Dachfirst" so ausgerichtet und justiert, dass er bei leicht angehobenem Stützstift gesichert auf das Alu-Wachs trifft. So geht die Arbeit in die Praxis.

Tipp:
Die Vorzentrik ist hier die große Hilfe **(Abb. 9–13)**. Sie ermöglicht der Technik, die Registrierbehelfe für die Arbeitszentrik fein vorzubereiten; dem Behandler erleichtert sie die Arbeit am Patienten – und vermindert so den Aufwand der insgesamt sonst schwierigen Kieferrelationsbestimmung.

Zurück aus der Praxis werden die Registrierbehelfe auf den Modellen mit Mon-

tagegips fixiert und dann zueinander verschlüsselt **(Abb. 14)**. Im Artikulator wird der Stützstift auf +5 mm eingestellt und die verschlüsselten Modelle werden montiert. Nach der Montagekontrolle werden die Verschlüsselung und das Alu-Wachs vom OK-Bisswall entfernt. Jetzt werden aus den Registrierbehelfen Ästhetik-Phonetik-Schablonen. Der Stützstift wird nun auf den ersten Frühkontakt der Bisswälle abgesenkt **(Abb. 15)**.

Der OK-Bisswall wird im Seitenzahnbereich horizontal ausgerichtet und auf Molaren- und Prämolarenbreite zurechtgeschliffen. Der Frontschild wird von palatinal auf Frontzahnstärke ausgeschliffen und es wird die Frontzahnlänge mit horizontalem und vertikalem Überbiss modelliert.

Der UK-Bisswall wird im Seitenzahnbereich entsprechend zurechtgeschliffen, ggf. werden die Wälle mit lichthärtendem Kunststoff in der Form und Höhe optimiert. Die Frontzahnregion wird dem Zahnbogen entsprechend modellierend zurechtgeschliffen. Diese zusätzliche Maßnahme ist eine Privatleistung. Bei gesetzlich Versicherten angewendet, muss sie vorher im Kostenvoranschlag mit GOZ-Positionen mit dem Patienten vereinbart werden.

Die Schablonen gehen im Artikulator in die Praxis. Bei der Einprobe der Ästhetik-Phonetik-Schablonen werden der Sprechabstand, die Lage des Zungenäquators zur Okklusionsebene, der bukkale Korridor (auch Lachkanal genannt) im OK, die Frontzahnlänge und Position der Schneidekanten der OK-Front überprüft – dabei zeigt die Grenze zwischen feuchtem und trockenem Lippenrot der Unterlippe die Maximalposition an **(Abb. 16)**. Die Sprechprobe von S-Lauten („Susi", „Mississippi", „66 Miezekatzen") prüft die Platzverhältnisse im Zungenraum. Gibt es keine Ausspracheprobleme und fühlt sich die Zunge nicht „eingesperrt", wird mit der UK-Schablone der Zungenraum funktionell abgeformt **(Abb. 17)**.

Die innere Mitte wird auf der Schablone mit schwarzem wasserfestem Filzstift eingezeichnet (Lippenbändchen), die äußere Mitte wird, mit Rot markiert **(Abb. 18)**, eingezeichnet (Kupidobogen, Amorbogen). Der Verlauf der Nase gibt dann mit den Ausschlag, welche Mittellinie für den Techniker gelten soll, und wird entsprechend auf dem Frontschild gekennzeichnet.

Tipp:
Oft irritiert die Schablonenstärke hinter dem OK-Frontschild die Zunge. Sigmatismus ist die Folge.
Die Mittellinie sollte sich auch am Nasenverlauf orientieren, sie darf nicht gegenläufig sein.

In der Praxis ist spätestens mit dem Arbeitsablauf „Ästhetik-Phonetik" auch die Zahngarnitur ausgesucht, wie oben beschrieben mithilfe der geeigneten Formenkarten.

Aus der Ästhetik-Phonetik-Schablone wird jetzt im Labor die Aufstellhilfe. Alle relevanten Vorgaben, die für die Aufstellung zu berücksichtigen sind, gibt die Schablone vor.

Die UK-Schablone ist auf dem Modell fest aufgelegt. Lingual isolieren wir den Bisswall und das Abformsilikon mit Mikrofilm. In den Zungenraum legen wir eine Silikonzunge aus einem einfachen angemischten Knetsilikon **(Abb. 19)**. Das Silikon wird auf Seitenzahnniveau und Schneidekantenhöhe zurückgeschnitten. Der Zungenraum ist vom Zungenkonter komplett ausgefüllt. Von außen legen wir vor die UK-Front eine Knetsilikon-

Abb. 14: Das Registrat mit Dachfirstimpressionen.

Abb. 16: Bestimmung der Mittellinie anhand mehrerer Kriterien.

Abb. 11: Die Schablonen wurden anhand der Überprüfung in situ optimiert.

Abb. 12: Im Artikulator wird die zentrische Bissnahme vorbereitet.

Abb. 13: Zentrikregistrat verfeinert.

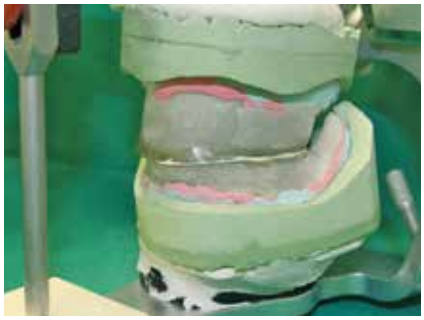


Abb. 15: Das Zentrikregistrat wurde lagegerecht montiert.

Abb. 17: Die Abformung des Zungenraums ist ein wichtiger Schritt für den Erhalt der gewohnten Phonetik und das Tragegefühl der Totalprothese.

Abb. 18: Markierung der inneren und äußeren Mitte.

Abb. 19: Einlegen der Silikonzunge.

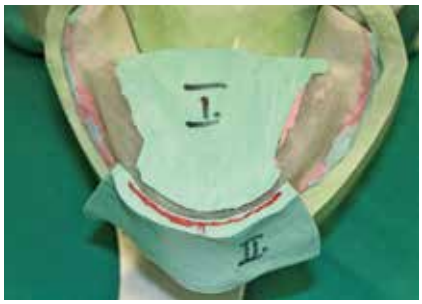


Abb. 20: Zungen- und Frontkonter auf dem Modell.

wurst, die komplette Front wird erfasst. Dann schließen wir den Artikulator und der OK-Frontschild ‚beißt' mit der Schneidekante in das sicher adaptierte weiche Silikon. Sobald das Material ausgehärtet ist, wird die OK-Einbisslinie farblich mit dem Filzstift markiert **(Abb. 20)** und die Mittellinie der OK-Front wird im Konter keilförmig eingeschnitten.
Es fehlt nur noch der Silikonkonter für die Zahnhalsposition der OK-Frontzähne **(Abb. 21)**. Nach seiner Fertigstellung sind alle Aufstellungsparameter gesichert.

Tipp:
Im Labor erleichtert sich die Arbeit, wenn der Techniker kompromisslos wie beschrieben vorgeht. Es verringert sich die Fehlerquote, Korrekturen bei der Einprobe fallen weg oder diese reduzieren sich auf ein Minimum. Die Zähne werden in „Beauty Pink"-Wachs (Integra Miltex, Plainsboro, New Jersey/USA; in deutschen Fachhandeldepots erhältlich) aufgestellt und dann mit weichem Wachs ausmodelliert.

Der nächste und gleichzeitig letzte Arbeitsschritt beginnt mit der Aufstellung **(Abb. 22–25)**. Der OK-Frontschild wird herausgefräst, dann stellen Sie die Front in den unteren Frontkonter und überprüfen die Position mit dem Front-Zahnhalskonter. Jetzt drücken Sie die untere Front gegen den Zungenkonter, sicher in Höhe und Stellung nach lingual. Nun werden die UK-Seitenzähne gegen den Zungenkonter gedrückt, wobei sie sich in Höhe und Position an der Silikonzunge orientieren. Die OK-Seitenzähne werden dagegen positioniert. Wenn alles fein abgestimmt ist, ist Ihre Aufstellung fertig.

Nun steht wieder eine Einprobe in der Praxis an: mit der funktionellen Abformung der Tuberwangentasche und der Wangentasche. Damit ist alles getan, um die Prothesen im Labor fertigstellen zu können. Es folgt das Einbetten in der Küvette **(Abb. 26)**. Hier zieht man zwei Gipskonter heran, die danach das Ausbetten erleichtern.

Tipp:
Sehr wichtig: Die Prothesen, die remontiert werden, dürfen nicht reokkludiert werden.

Nach dem Ausarbeiten werden die polymerisierten Prothesen zu Registrierbehelfen. Im Labor werden die Modelle so weit zurückgeschliffen, dass sich die

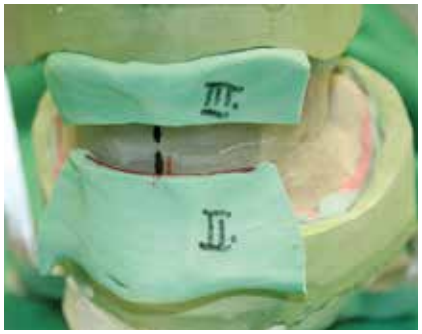


Abb. 21: Front- und Halskonter von lingual.

Abb. 22: Wie üblich werden zuerst die Oberkiefer-Frontzähne aufgestellt.

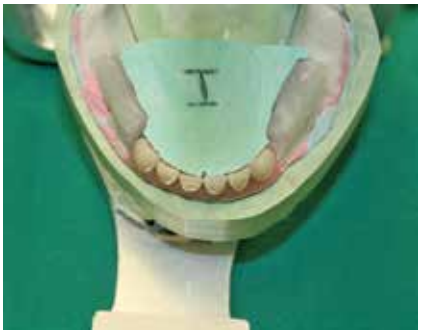


Abb. 23: Es folgt die Aufstellung der Unterkiefer-Front, unter Berücksichtigung des Zungenraumes.

Abb. 24: Aufstellung der Unterkiefer-Seitenzähne.

Abb. 25: Überprüfung der Gesamtaufstellung im Artikulator.

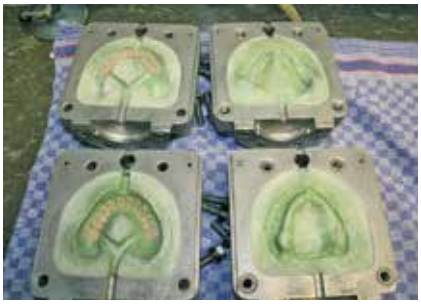


Abb. 26: Einbettung der aufgestellten Zähne.

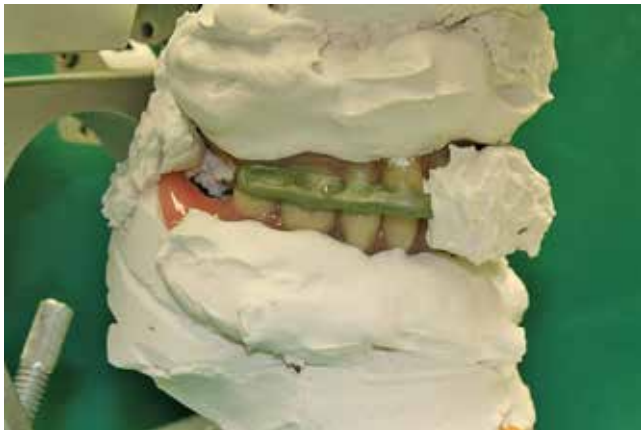


Abb. 27: Die Montageverschlüsselung im Artikulator. Für diese Arbeit und die Remontage gilt: In dieser üppigen „barock" anmutenden Art wird in Praxen oft Gips aufgestrichen – nicht sparsam und bilderbuch-schön wie im Studium gelernt. Die Bilder geben das Alltagsgeschäft wieder.

Abb. 28: Die abschließende Remontage und Überprüfung, bevor die Arbeit der Praxis überstellt wird.

Prothesen schaukelfrei gesichert repositionieren lassen. Auf die untere Zahnreihe wird eine Lage Alu-Wachs aufgelegt und fest verschmolzen – es darf später kein Speichel unter das Wachs gelangen. Im Prämolarenbereich werden nach vestibulär Fingerbänke, wieder aus Kerr Impression Compound, aufgelegt **(Abb. 27)**. Es erfolgt noch die Trennung des UK-Modells vom Splitcast, bevor die Arbeit an die Praxis geliefert wird.

Dort wird mit dem zentrischen Registrat die Remontage vorbereitet **(Abb. 28)**. Die Prothesen werden montiert, nachdem sie auf den Modellen mit Typ-2-Gips fixiert und zueinander verschlüsselt wurden. Nach der Montagekontrolle werden die Prothesen entschlüsselt.

Im Artikulator wird der Stützstift auf Höhe des ersten Frühkontakts eingestellt und die Kalibrierung notiert. Jetzt kann die Relation der Zähne zueinander nach einem praxisbewährten Okklusionskonzept eingeschliffen werden. Bewährt hat sich, die Prothesen unbalanciert mit einer gesicherten Front-Eckzahn-Führung einzuschleifen. Bei Distalbiss wird ein Gruppenkontakt der Prämolaren installiert. Totalprothesen können nicht im Mund des Patienten eingeschliffen werden, diese leider verbreitete Gewohnheit ist absolut verboten. In der Praxis erfolgt jedoch die Überprüfung, der Patient führt Kaubewegungen aus, macht Aussprache-übungen und betrachtet sich im Spiegel **(Abb. 29)**.

Abschließende Bemerkungen und Bewertung

Wenn ein Patient so weit gekommen ist, dass er zahnlos ist und keine Implantatinsertionen, womöglich noch mit Augmentationen, möchte oder erhalten kann, stellen sich Totalprothesen als die beste Lösung dar ... wenn sie denn passgenau und funktionsgerecht sind. Hier liegt die Krux für den Patienten und die Praxis. Entweder verhindert die klinische Situation mehr Tragekomfort – oder aber die Fähigkeiten des Behandlers reichen für eine funktionsgerechte Versorgung nicht aus, was nicht selten der Fall ist.

Der hier geschilderte außerordentliche Behandlungsaufwand für eine funktionsoptimierte Prothese kann nur mit zusätzlichen Honorarleistungen aus der GOZ erbracht werden. Der Kostenvoranschlag muss vor der Behandlung entsprechend erstellt und vom Patienten akzeptiert werden. Die hohe Zahl der Totalprothesenträger lohnt jedoch den Aufwand an mehr fachlichem Einsatz unbedingt. Bewährt hat es sich, dass Zahnarzt und Zahntechniker gemeinsam eine adäquate Fortbildung besuchen, bestimmt kommt dann der entscheidende Motivationsschub.

Abb. 29: Patient mit neuer TOK-TUK. Die gut eingestellte Funktion und Ästhetik werden ihm eine Bereicherung sein.

Auch die digitale Totalprothese verspricht Unterstützung. Fräsgeräte, Prothesenbasis-Rohlinge und Zähne werden bereits von etlichen Herstellern angeboten. Ich bin gespannt, wie uns diesbezüglich Firmen wie Amann Girrbach, Dentsply Sirona, Ivoclar Vivadent, Kulzer, Merz Dental, Straumann (im Cares-Workflow) und die Vita Zahnfabrik oder auch DentalPlus mit Polyan-Werkstoff in die Zukunft führen wollen. ■

Mein Anliegen

Seit gut 40 Jahren setze ich mich mit der Problematik der Totalprothese auseinander. Dank der vermittelten Systematik durch meinen Lehrer Alexander Gutowski wurden die Erfolge immer größer – aber es wuchsen auch die Ansprüche an meine Behandlungsabläufe. Es war nicht immer einfach, die Labore für diesen Mehraufwand an Zeit und Material zu begeistern, Geduld auf allen Ebenen war gefordert. Aber rückblickend muss ich feststellen:
Es hat sich gelohnt!
Mit dieser Methode der funktionsorientierten Behandlung, nicht nur in der Totalprothetik, heben wir uns nach wie vor von den gängigen Lehrmeinungen der meisten Hochschulen ab, und leider hält auch die Zahntechnik gern an eingefahrenen Methoden fest. Der Aufruf zu mehr Qualitätsbewusstsein verhallt zu gern.

In diesem Sinne wünsche ich allen, die sich – und die Prothetik – verbessern wollen, die entsprechenden Partner und den erhofften Erfolg.

Ihr Ernst O. Mahnke

ZA Ernst O. Mahnke

Praxisgemeinschaft Mahnke

Studium der Zahnheilkunde in Göttingen, Mainz, Hannover
1976 Staatsexamen
Assistentenzeit in fortbildungsorientierter Praxis
1979 Niederlassung in eigener Praxis

Arbeitsschwerpunkte: CMD-Diagnostik und -Therapie, funktionsgerechte Zahnheilkunde und Totalprothetik

Fortbildungen: Totalprothetik 1980–1992 intensiv bei Prof. A. Gutowski, Schwäbisch Gmünd
Endodontie bei Dr. H. Rocke, Freiburg
Parodontologie bei Prof. M. Dragoo, Los Angeles/USA
CMD bei Prof. A. Buhmann, Berlin, und PD Dr. O. Ahlers, Hamburg

Eigene Fortbildungsangebote:
Lehrer der APW (Akademie Praxis und Wissenschaft)
Berufsschulfachkundeunterricht
Seit 1989 Referententätigkeit mit Demo- und Arbeitskursen in eigener Praxis und mit externen Veranstaltern

Praxisgemeinschaft Mahnke
Danziger Straße 25
31582 Nienburg (Weser)
praxis@zahnarztteam-nienburg.de

Sie haben
Kritik?
Anregungen?
Oder Fragen?

Dann schreiben Sie uns unter
redaktion@ztm-aktuell.de

Werkstoffprüfung: **Biegefestigkeit**

Bei der Prüfung der Biegefestigkeit wird ein normierter Prüfkörper unter eine Biege-/Zugspannung gesetzt. Trotz Normierung kommt es aber durchaus auch zu stark unterschiedlichen Messdaten. Dies kann verschiedene Ursachen haben.

1. Prüfkörperherstellung

Gerade bei den sprödharten Werkstoffen wie den Keramiken spielt die Gefügequalität eine wesentliche Rolle. An jeder Pore oder jedem Gefügedefekt kann es zu Spannungsüberhöhungen kommen und damit zur Bruchauslösung. Deshalb ist eine sorgfältige Probenpräparation sehr wichtig, die aber so geschehen sollte, wie es dem tatsächlichen Alltagsgebrauch entspricht. Das heißt, für die zahnärztlichen Werkstoffe sollten die Bedingungen des zahntechnischen Labors Anwendung finden.
Das Ziel des Prüfers muss es ja sein, für den Anwender realistische Daten zu generieren, damit dieser tatsächlich eine fundierte Aussage bekommt, sodass er auch die korrekte Materialwahl treffen kann.

2. Prüfbedingungen

Es gibt auch Unterschiede in den Ergebnissen, wenn die Prüfparameter variieren: So spielen die „Umweltbedingungen" eine Rolle: Temperatur, Feuchtigkeit und verschiedene Kraftanstiegsgeschwindigkeiten können die Resultate stark beeinflussen. Man nähert sich eher den realen Bedingungen, wenn unter Feuchtigkeit (Mundhöhle), adäquater Temperatur (37 °C) und langsam ansteigender Drucklast (0,5 mm/min) geprüft wird. Dann sind die Festigkeitswerte geringer, aber man nähert sich eher einem Worst-Case-Szenario.

3. Prüfmethodik

Bei der Prüfung der Biegefestigkeit gibt es verschiedene, durchaus genormte Möglichkeiten, die zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Man unterscheidet drei wesentliche Verfahren:
Der Dreipunktbiegeversuch **(Abb. 1)**, der Vierpunktbiegeversuch **(Abb. 2)** und der biaxiale Biegetest **(Abb. 3)**. Allen ist gemeinsam, dass quasistatisch ein Druckstempel eine ansteigende Kraft bis zum Bruch einbringt.

Abb. 1: Dreipunktbiegeversuch: Stäbchenförmiger Prüfkörper mit mittiger Lasteinleitung, die ein sehr umschriebenes Volumen belastet.

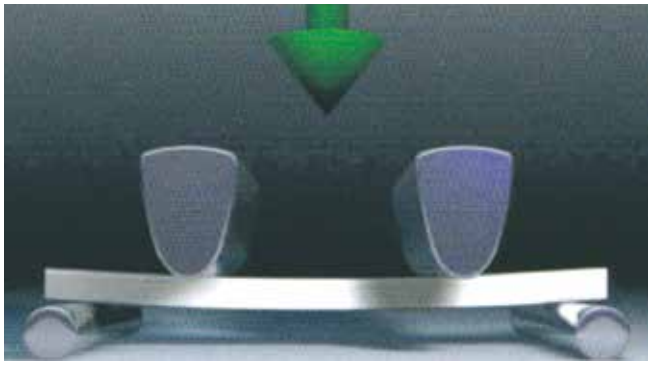


Abb. 2: Vierpunktbiegeversuch: Die zwei Druckstempel schließen ein größeres Belastungsvolumen ein.

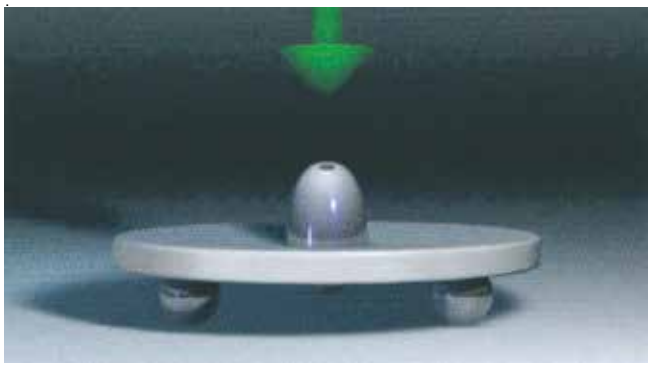


Abb. 3: Biaxialer Biegetest: Hier wird ein scheibenförmiges Plättchen belastet. Die Auflage ist auf drei Punkten, die dreieckförmig angeordnet sind, und der Druckstempel kommt mittig auf dem Plättchen auf.

Der Unterschied liegt in dem belasteten Volumen. Die Biegefestigkeit hängt von der Defektverteilung innerhalb des Werkstückes ab. Diese ist nicht normal-, sondern asymmetrisch verteilt, was mit der sogenannten Weibull-Statistik berechnet wird.
Beim Dreipunktbiegeversuch wird nur ein geringes Volumen der Stempellast unterzogen. Damit ist die Wahrscheinlichkeit der Häufigkeit von Defekten geringer als z.B. bei dem Volumen unter den beiden Druckstempeln des Vierpunktbiegeversuches. Damit bekommt man mit dem Dreipunktbiegetest um bis zu 20% höhere Biegefestigkeitswerte. Auch beim biaxialen Biegetest wird ein größeres Volumen betrachtet, was eher „schlechtere", aber dafür reellere Werte erbringt.
Für den Anwender (Zahnarzt oder Zahntechniker) gilt es deshalb, bei angegebenen Daten genau hinzuschauen, wie diese generiert wurden. Im Zweifelsfalle sollte man eher mit den geringeren Werten rechnen. ■

Prof. Dr. Peter Pospiech

Alle Teile des Werkstoffkunde-Lexikons finden Sie unter www.ztm-aktuell.de/werkstoffkunde-lexikon

„Den Laboren **den Rücken stärken**“

Denseo ist und bleibt Partner der Dentallabore

Fortschreitende Digitalisierung, Preisdruck, Auslandszahnersatz, der Trend zu mehr Chairside-Lösungen – viele gewerbliche Dentallabore kämpfen täglich um das Überleben, mancher spricht schon gar von einem „Laborsterben“ in Deutschland. Einer, der sich mit seiner Geschäftsstrategie gegen diese Entwicklung stellt, ist Ismail Yilmaz mit seinem Unternehmen Denseo GmbH aus Aschaffenburg.

Mit der „Denseo Fee“ fing 2007 alles an, erzählt Denseo-Inhaber und -Geschäftsführer Ismail Yilmaz, dann folgte schnell das erste patentierte Produkt des Unternehmens. Die Denseo High Quality Glasur (HiQ). Diese dringt beim Brennen tief in die Keramik ein und soll so durch eine hochverdichtete Oberflächenversiegelung für eine extra robuste Zahnoberfläche sorgen.
Es entfallen lange Poliervorgänge nach dem Einschleifen (bis zu 80% Zeitersparnis) und als besonderen Clou bietet Denseo für seine Partnerlabore eine sogenannte **„Bürgschaftsgarantie“** an. Mit ihr garantiert das Aschaffenburger Unternehmen die Übernahme des zahnärztlichen Honorars mit bis zu 300 Euro pro keramischer Verblendkeramik/Presskeramik, wenn es innerhalb von 6 Jahren nach Festeingliederung zu Abplatzungen, Chippings oder Brüchen an der mit der HiQ-Glasur veredelten Keramik kommt.

Ismail Yilmaz, Firmengründer und Geschäftsführer der Denseo GmbH.

Das deutsche Dentallabor muss wieder wettbewerbsfähiger werden

„Den Laboren den Rücken stärken“, die Zahntechniker in Deutschland wieder „wettbewerbsfähiger“ machen, dafür schlägt sein Herz, das ist ihm wichtig und so formuliert Ismail Yilmaz sein übergeordnetes Unternehmensziel. Dieses erreicht er durch eine Vielzahl an monetären Anreizen für das Labor und Prozessoptimierung in den zahntechnischen Arbeitsabläufen. Die wichtigsten Faktoren dabei für die Produktentwicklung: Zeiteffizienz und Vorsprung durch Technik. Dabei sprudeln regelrecht auch nach 10 Jahren Unternehmensgeschichte bei dem Firmengründer und seinen Mitarbeitern noch die Ideen zur Umsetzung.
„Wir sind zum Beispiel die einzige Firma in Deutschland, die Implantate nicht an den Zahnarzt, sondern ausschließlich an die Dentallabore verkauft“, sagt Yilmaz. Damit wird das Labor zum zentralen Ansprechpartner für den Zahnarzt und erhält Zugang zum Umsatz und Gewinn des jährlichen Implantatgeschäfts von rund 400 Millionen Euro. Die Haftung für das Laborimplantat liegt aber ausschließlich beim Hersteller, die Dentallabore müssen dafür nicht in die Verantwortung gehen. Der Zahnarzt bestellt bei seinem Laborpartner alle notwendigen Komponenten zur Implantation, also z.B. die Implantate, Bohrer, Gingivaformer, Abdruckpfosten sowie chirurgische und prothetische Trays; alle chirurgischen Elemente inklusive Gingivaformer und Abformpfosten werden als Ein-Patienten-Teile geliefert, Bohrer zudem einzeln steril verpackt.
Abgerechnet werden im Anschluss nur die benutzten Teile in einer Komplettrechnung, diese kann der Behandler direkt an den Patienten weitergeben. Vorteile sind u.a. eine gefestigte Beziehung zwischen Labor und Praxis mit direkter 1:1-Kommunikation ohne Beteiligung eines Dritten (z.B. der Industrie), die schnelle Lieferung als Labor vor Ort (v.a. lohnenswert, wenn ein Implantat z.B. durch Herunterfallen nicht mehr verwendbar ist und der Patient im Stuhl sitzt). Darüber hinaus ist praxisseitig keine Vorfinanzierung mehr nötig, genauso wenig wie Lagerflächen und es entstehen

keinerlei Verluste mehr durch den Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums.
Umgesetzt wird dieses Konzept gemeinsam mit Argon und deren K3 Pro-Implantat – eine von vielen starken Vertriebskooperationen, die Denseo pflegt, u.a. auch mit Bien Air, DEKEMA, Evonik, Imetric, Yeti Dental und vielen anderen namhaften Herstellern. Das Produktportfolio beinhaltet u.a. Blanks aus verschiedenen Materialien wie Zirkon in allen 16 Vita-Farben, NEM, Wachs, PMMA oder PEEK. Dazu kann man bei Denseo die passenden Fräser für fast alle Maschinentypen kaufen. Auch die Fräsanlagen selbst kann man direkt bei Denseo bestellen. Abgerundet wird der CAD/CAM-Bereich mit Scannern vom Schweizer Hersteller Imetric, dazu passend werden DELL-Rechner geliefert, wenn gewünscht. Als CAD-Software vertreibt Denseo die exocad Software, die man nicht nur kaufen, sondern auch mieten kann.

Firmensitz von Denseo in Aschaffenburg.

Lasermelting statt Fräsen?

Für den Aschaffenburger Unternehmer liegt die wettbewerbsfähige Zukunft der Labore nicht mehr im Fräsen, sondern im Lasermelting von NEM; Grund sind die steigenden Rohstoffpreise (etwa wie bei Kobalt, von 25.000 Euro auf 62.000 Euro pro Tonne innerhalb eines Jahres), geschuldet dem wachsenden Markt an Elektromobilität und dem damit einhergehenden Mehrbedarf an Kobalt.
Als Produktlösung präsentierte Yilmaz im vergangenen Jahr zur zehnjährigen Jubiläumsfeier die Lasermelting-Anlage Denseo 250W Pro. Zeit- und materialeffizient kann die Anlage laut Yilmaz bis zu 80 Teile in 4 Stunden aus 120 Gramm NEM-Pulver produzieren und sei mit einem Einführungspreis von 99.999 Euro konkurrenzlos am Markt.

Enger Kundenkontakt

98% aller Aufträge der rund 6.600 Kunden aus Deutschland kommen per Telefon in die Firma, einen Außendienst oder Webshop gibt es nicht. Ismail Yilmaz setzt auf persönlichen Kundenkontakt, jeder Anrufer hat die Möglichkeit, wenn er möchte, sich direkt zu ihm durchstellen zu lassen. „Ich möchte, dass meine Kunden nicht nur wissen, wem die Firma gehört, ich will, dass sie auch mit mir reden können, wenn der Schuh irgendwo drückt", so Yilmaz weiter – die persönliche Begegnung pflegt er u.a. durch die Fortbildungsreihe der „Wissensdinner" (nächster Termin: 09.03.2018 in Kitzbühel).
Eine ausgeklügelte Software (CRM) im Hause Denseo, mit ausführlichen Dokumentationen über jeden einzelnen Kundenkontakt seit Unternehmensgründung, hilft dabei, sämtliche Daten bei Anruf sofort auf dem Bildschirm zu haben, verschlankt so den Bestellprozess und unterstützt die individuelle Kundenberatung.
„Wie möchte ich als Kunde behandelt werden?" ist stets die Prämisse von Ismail Yilmaz; bei Kundenunzufriedenheit etwa erstattet er den Originalpreis für Geräte und Materialien zurück und gewährt nach individueller Absprache die „Rechnung auf Wunsch". Hier erhält der Kunde seine Bestellung nur mit Lieferschein, bei Gefallen kann er anschließend die Rechnung anfordern und begleichen. Bei Nichtgefallen erhält er keine, so einfach kann kundenorientiertes Arbeiten sein.

Aktion: Abwrackprämie für Ihren Scanner

Unter dem Motto „Tauschen Sie gestern gegen Zukunft" gibt es bis zum 30.04.2018 eine Abwrackprämie für Scanner – unabhängig von der Marke – von bis zu 2.500 Euro beim Neukauf eines Denseo Imetric Scanners.

Nähere Informationen direkt unter Tel.: 06021-451 060.

Susanne Wolf

Denseo GmbH
Stengerstraße 9 · 63741 Aschaffenburg
Tel.: 06021 45106-0· Fax: 06021 45106-29
info@denseo.de· www.denseo.de

Wie man außerhalb Deutschlands zum Zahntechniker wird

Die Ausbildung in Österreich

Der Beruf des Zahntechnikers wird nicht nur in Deutschland ausgeübt, sondern europaweit. Doch wie genau gestaltet sich die Ausbildung in anderen Ländern? Gibt es Unterschiede in den Tätigkeiten, Ausbildungsdauer und -anforderungen? Im Rahmen unserer kleinen Serie „Wie man außerhalb Deutschlands zum Zahntechniker wird" wollen wir einen Blick auf unsere Nachbarländer und deren Regelungen rund um die Zahntechniker-Ausbildung werfen.*

Heute soll sich alles um das gern besuchte Ski- und Wanderparadies südlich von Deutschland drehen – liebes Österreich, wie läuft das eigentlich bei euch mit den Zahntechnikern?

Das Aufgabenspektrum der österreichischen und der deutschen Ausbildung ist nahezu identisch: Der Azubi erlernt alles von der Fertigung und Reparatur von Zahnersatzteilen, über die Verwendung verschiedener Materialien, bis hin zu Kundenumgang, Präzision, Zeitmanagement und Teamfähigkeit. Die Ausbildung findet dual statt, also in der Berufsschule und im Labor. In beiden Ländern gibt es nach der eingegangenen Bewerbung einen Aufnahme- bzw. Eignungstest.
In Österreich ist für die Bewerbung der Abschluss der 9. Klasse die Mindestvoraussetzung; hierzulande hingegen gibt es keine rechtliche Vorschrift – jedoch stellen die Betriebe in der Praxis überwiegend Absolventen mit Hochschulreife oder mittlerem Bildungsabschluss ein (Quelle: Bundesagentur für Arbeit). Auch in der Ausbildungsdauer herrschen Unterschiede: In unserem Nachbarland sind 4 Lehrjahre vorgeschrieben, hier nur 3,5.

Die Lehrabschlussprüfung

Am Ende der Ausbildung müssen sich die Lehrlinge in Österreich der „Lehrabschlussprüfung" unterziehen. Hier wird in der theoretischen Prüfung Wissen zu Fachkunde, Fachrechnen und Fachzeichnen abgefragt. Dies erfolgt schriftlich. In der praktischen Prüfung müssen binnen 24 Stunden zwei Arbeitsproben hergestellt und anschließend in einem Fachgespräch vor der Prüfungskommission Fachwissen unter Beweis gestellt werden. Das deutsche Äquivalent, die „Gesellenprüfung", wird ebenfalls in zwei Teilen vollzogen. Im praktischen Teil bleiben dem Azubi 27 Stunden, um drei Prüfungsstücke anzufertigen, und anschließend insgesamt fünf Stunden, um eine Arbeitsprobe durchzuführen. Das weitere Fachwissen wird ebenfalls in einer schriftlichen Prüfung abgefragt. Hierzulande ist es vorgeschrieben, vor Ende des zweiten Lehrjahres eine Zwischenprüfung durchzuführen, um einen Einblick in den Leistungsstand der Lehrlinge zu bekommen; in Österreich entfällt diese.
Auch das Erlangen des Meistertitels ist in beiden Ländern möglich. In Deutschland kann man die Prüfung direkt nach bestandener Ausbildung absolvieren und auch in Österreich ist nur die Volljährigkeit eine notwendige Voraussetzung.
Seit Kurzem haben österreichische Zahntechniker nun auch die Möglichkeit, ihr Handwerk mit einem akademischen Abschluss zu krönen: An der Danube Private University gibt es seit Beginn des Jahres den postgradualen Masterstudiengang „Master of Science Dentale Technik". In Deutschland ist dies schon seit ein paar Jahren möglich. So bietet beispielsweise die FH Osnabrück seit 2006 den Bachelorstudiengang „Dentaltechnologie" an, der die Möglichkeit zur Masterqualifikation schafft.

Fortbildung an der Akademie für Österreichs Zahntechnik

Auch in unserem Nachbarland setzt sich eine Innung für die Interessen der Labore ein – die „Österreichische Bundesinnung der Zahntechniker" hat es sich zur Aufgabe gemacht, den Berufsstand bestmöglich zu repräsentieren. Sie besteht aus 9 Landesinnungen bzw. Fachvertretungen.

*Teil 1 unter www.ztm-aktuell.de/england

Mit der „AÖZ" – der Akademie für Österreichs Zahntechnik – hat die Bundesinnung eine Anlaufstelle für alle, die sich zahntechnisch weiterbilden wollen, erschaffen. Denn auch in Österreich findet ein Wandel der Zahntechnik statt und es kommen stetig neue Methoden und Materialien auf den Markt. In der AÖZ in Baden kann man in modern ausgestatteten Räumen Kurse rund um die Zahntechnik belegen und seinen Horizont und Wissensschatz erweitern lassen. Das haben die Innungen Deutschlands und Österreichs also gemeinsam – den Willen, das zahntechnische Handwerk mit einem vielfältigen und zeitgemäßen Kursangebot zu unterstützen und eine fachliche Weiterbildung zu garantieren.

Die Arbeit am Patienten ist erlaubt

Im Sommer 2012 war es dann in Österreich so weit: Eine Gesetzesnovelle erlaubte fortan geprüften Zahntechnikermeistern Anpassungsarbeiten direkt am Patienten durchzuführen, wenn dies in der Praxis des Zahnarztes geschieht. Die österreichischen Zahntechniker sahen dies als Gewinn für den Berufsstand – wird Deutschland nachziehen?

Die Rahmenbedingungen der Ausbildung unterscheiden sich also in beiden Ländern etwas, aber eines ist sicher: Sowohl österreichische als auch deutsche Zahntechniker-Lehrlinge bekommen im Labor dieselben hochwertigen Fähigkeiten beigebracht und sind am Ende ihrer Ausbildung in der Lage, ihr Handwerk präzise und sorgfältig auszuführen. Die Berufsschule unterstützt die Azubis ebenfalls, ihr Wissen zu festigen und zu vertiefen.
Dem Prinzip der dualen Ausbildung sei Dank – sie schreitet als beispielhaftes Bildungsformat heran! ■

Nathalie Ottiger

Aus 3 mach 1: die neue Mitteldeutsche Zahntechniker-Innung

Die gut 8.000 am Markt befindlichen zahntechnischen Labore in Deutschland konnten sich bisher in 20 Innungen – regional nach Betriebssitz – organisieren. Drei von diesen Zahntechniker-Innungen haben zum 01. Januar 2018 Geschichte geschrieben und wurden ein großes Ganzes. Die Zahntechniker-Innungen Berlin-Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Westsachsen sind zu einer gemeinsamen Innung, der Mitteldeutschen Zahntechniker-Innung (kurz MDZI) fusioniert.

Die Gründe für eine solche Fusionsentscheidung liegen auf der Hand: Die Themen des Zahntechniker-Handwerks, die bei der Interessenvertretung an vorderster Stelle zu stehen haben, sie sind ganz überwiegend nicht regional, sie sind für alle gleich, egal, wo man Zahntechniker ist: Verdrängungswettbewerb durch Auslandszahnersatzanbieter, Praxislabore, die den Namen nicht verdienen, und Industrie; eine erdrückende Preispolitik durch die Krankenkassen(verbände); immer mehr kostenintensive Auflagen und Regularien, die alle einzuhalten selbst bei höchster Gewissensanstrengung kaum gelingt, weil es schlicht so viele sind, dass man garantiert irgendetwas nicht ausgehängt, aktuell vorgehalten, ausreichend dokumentiert oder geschützt hat.
Aufgabe der Innung ist hier, die Interessen der Zahntechniker an geeigneter Stelle zu Gehör zu bringen und sich mit aller Kraft dafür einzusetzen, Schlimmeres zu verhindern und positive Entwicklungen durchzusetzen. Aufgabe der Innung ist aber auch, den Mitgliedern Unterstützung bei der Umsetzung gesetzlicher Regelungen, sei es aus dem Arbeitsschutz, dem Datenschutz, dem Medizinprodukterecht oder sonstigen Rahmenbedingungen, zur Verfügung zu stellen. Dies erfordert gut organisierte und auch personell gut aufgestellte Innungen!

In mehreren Innungsversammlungen wurde mit den Mitgliedern über eine Fusion gesprochen und sich letztendlich mit überwältigender Mehrheit dafür entschieden. Die Innungen hatten hierbei die Intention, den Mitgliedern die volle Arbeitskraft und Kompetenz aller Mitarbeiter der einzelnen Geschäftsstellen der fusionierenden Regionen zur Verfügung zu stellen. Ebenso haben die Ausweitung und Aufwertung des aktuellen Dienstleistungsangebots einen hohen Stellenwert und können mit einer Zusammenarbeit aller Mitarbeiter einfacher erzielt werden. Auch können mittel- und langfristig Kosteneinsparungen im Ehren- und Hauptamt zum Tragen kommen. Neben all diesen Argumenten für eine Fusion steht selbstverständlich auch ein großer und wichtiger Aspekt für das Zahntechniker-Handwerk: Durch eine größere Innung verstärkt sich die Kraft und Lautstärke, mit der die Innungen ihre Anliegen bemerkbar machen können. Und das braucht unser Handwerk!

Mitteldeutsche Zahntechniker-Innung
Obentrautstr. 16–18 · 10963 Berlin
info@mdzi.de · www.mdzi.de

Hier reicht ein einziger Presskanal pro Restauration: zahlreiche Arbeiten (Celtra Press, Dentsply Sirona Prosthetics) frisch aus dem Muffelofen. © *für alle Bilder: Storck*

„In der digitalisierten Welt müssen wir **mehr Aufwand für Service** einkalkulieren"

Digitale Technologien gelten in vielen Bereichen als „game changer", sie verändern komplett die Spielregeln des Markts. Wie sich das einzelne Labor in der neuen Welt seine Stellung im Wettbewerb sichert, erläutert im Folgenden ZTM Markus Stork, Dental-Art-Specialists, Braunschweig.

Herr Stork, in der Zahnheilkunde jagt ein Umbruch den anderen. Welche Veränderung haben Sie als besonders einschneidend empfunden?

Den Einstieg in die Verarbeitung von Keramik als Gerüstwerkstoff. Das war in vielerlei Hinsicht ein großes Plus, ging aber auch zulasten der bis dato vorherrschenden Werkstoffe. Heute ist Keramik unser Tagesgeschäft, und die Arbeit am Monitor als eine Haupttätigkeit gehört dazu.
Ich erinnere mich noch, wie ich einst, als Teilnehmer einer großen Eventveranstaltung, die Präsentation der Zukunft miterlebt habe: Da stand sie – die erste CAM-Anlage, die Zirkoniumdioxid im Grünzustand verarbeiten konnte, eine Maschine namens „Cercon Brain" zusammen mit dem Sinterofen „Cercon Heat". Damals war ich schwer beeindruckt von der Inszenierung der Show. Danach gab es Buffet und die beiden Hauptdarsteller „Cercon Brain und Heat" standen dort „zum Anfassen". Meine Gedanken waren: DAS hätte ich auch gern, aber nur die ganz großen Big Player unserer Branche werden es sich leisten können. Schließlich wird Zirkoniumdioxid, das „weiße Gold", nur eine Zusatzoption zu unserem Gold/Keramik-Tagesgeschäft werden. Ich denke, niemand – nicht mal die Industrie selbst – konnte an diesem Abend auch nur ahnen, dass dieses System und der neue Keramikwerkstoff den Beginn einer Revolution markierten, die unsere gesamte Branche für immer verändern würde. Und einige Jahre später stand dieses Equipment plötzlich doch in unserem Labor – als potenziell lukratives Zusatzgeschäft, Positionierungs- und Prestigetool im Wettbewerb. Wie wir heute alle wissen, zeigte sich schon bald, dass dieses Zusatzgeschäft rasend schnell zum Ersatzgeschäft wurde und mit dem scheidenden Hochgoldmarkt auch immer mehr Bunsenbrenner erloschen. Stattdessen entstehen immer mehr Monitorarbeitsplätze und prägen unser Tagesgeschäft.

ZTM Markus Storck

Was bedeutet das für den Patienten? Wie können Sie heute seinen Bedürfnissen nach einer besseren, schnelleren und höherwertigen Versorgung entgegenkommen?

Für viele traditionelle zahntechnische Verfahren braucht man eine jahrelange Erfahrung. Erst dann kann man sie wirklich perfekt ausführen. Das ist nach meiner Erfahrung anders, wenn z.B. die präprothetische Planung inklusive eines Wax-ups am Bildschirm erarbeitet wird. Sicher, auch dafür braucht man qualifizierte Mitarbeiter, und man braucht auch mindestens einen erfahrenen Zahntechniker. Unter diesen personellen Voraussetzungen lässt sich die Arbeit aber heute flexibler auf mehrere Schultern verteilen. Damit können wir Aufträge oft schneller und mit höherer Erfolgssicherheit ausführen als vor zehn oder zwanzig Jahren.

Allerdings ist durch den Switch von der konventionellen zur digitalen Zahntechnik auch der Anspruch auf Kundenseite gewachsen. Wo wir früher eine Arbeit in mehreren Schritten und mit verschiedenen Anproben perfektioniert haben, soll sie heute auf Anhieb passen und eine Top-Ästhetik aufweisen.

Welcher aktuellen Innovation trauen Sie für die Zukunft zu, Sie beim Erfüllen dieser gestiegenen Ansprüche besonders spürbar zu unterstützen?

Ich traue der Print-Technologie noch viel zu. Allerdings arbeiten die verfügbaren 3D-Drucker bisher nicht schnell genug. Das birgt die ganz reale Gefahr, aus Zeitgründen nur halbe Modelle herzustellen bis zum Niveau des früheren Klipp-Klapp-Okkludators.
Bei allem Vortrieb in der Entwicklung neuer Fertigungsverfahren, ob subtraktiv oder generativ, darf niemand einen Rückschritt in unserem über Jahre erworbenen Wissen zu funktionsparametrischen Einflüssen in Kauf nehmen! Auch wirtschaftliche und anwendungstechnische Gesichtspunkte dürfen mit jeder neuen Verfahrenstechnik nicht aus den Augen gelassen werden. Die Margen werden immer enger gesteckt und bieten schon lange keinen Platz für Zeit- oder Arbeitskraft-Ressourcenverschwendung. Dies durch „Weglassen" zu kompensieren, wäre selbstverständlich grundsätzlich der falsche Ansatz.
Damit zurück zum 3D-Printer: Ich weiß, dass Industriesysteme schon hundertmal schneller drucken. Zu den Anwendungsgebieten, die auch zahntechnische Labore über kurz oder lang erobern werden, zählen z.B. die Modellherstellung – einschließlich virtuellem Artikulator –, die Bissregistrierung und vor allen Dingen die Herstellung von herausnehmbarem Zahnersatz bis hin zur digitalen Totalprothese. In all diesen Bereichen arbeitet das Gros unserer Betriebe heute klassisch-handwerklich – noch.

Welche Entwicklungen halten Sie denn für aktuell schon greifbar, die ein Labor jetzt voranbringen?

Hier sehe ich vor allen Dingen Werkstoffinnovationen der jüngsten Zeit. Für mich steht dabei extra transluzentes Zirkoniumdioxid, voreingefärbt in allen VITA Classical-Farben, ganz oben und ebenso pressfähiges zirkoniumdioxidverstärktes Lithiumsilikat. Dieses setze ich für ästhetisch extrem anspruchsvolle Arbeiten ein. Hohe Transluzenz, Fluoreszenz und Opaleszenz, ein ausgeprägter Chamäleoneffekt und noch dazu eine höhere Festigkeit als bei vergleichbaren Werkstoffen – das hat bei unseren Kunden eine Begeisterungswelle ausgelöst. Das Material bringt von sich aus eine große Brillanz mit. Wir integrieren beim Design Mamelonstrukturen in das Gerüst und brauchen später nur noch den Schneidebereich zu ergänzen, was gegenüber einem aufwendiger verblendeten Käppchen die Festigkeitsreserven erhöht. Darüber hinaus habe ich auch hier die Erfahrung gemacht, dass schon junge Zahntechniker zu ästhetisch überzeugenden Ergebnissen kommen.

Monolithische Frontzahnkrone an 21 aus extra transluzentem Zirkoniumdioxid (Cercon xt, Dentsply Sirona Prosthetics) auf dem Modell.

Ästhetisch stark: Prämolarenkrone aus extra transluzentem Zirkoniumdioxid (Cercon xt) mit Malfarben charakterisiert.

Ein pressfähiges Material – ist das „retro"?

Es kommt doch nicht darauf an, ob ich traditionell-handwerklich oder digital arbeite oder ob ich beides kombiniere, indem ich z.B. zunächst in Wachs fräse und anschließend konventionell weiterarbeite. Entscheidend ist das zahntechnische Ergebnis. Und vergessen wir nicht: Hier wird uns die Möglichkeit geboten, alle Zahntechniker – ob älterer oder jüngerer Generation – mitzunehmen.
Als technikaffiner Mensch machen mir digitale Verfahren ausgesprochen viel Spaß. Auch erweitere ich damit mein Werkstoffspektrum und arbeite deutlich effektiver. Darum halte ich mein Labor auf dem Stand der Technik, wobei ich speziell beim 3D-Druck noch zuwarte und auf die nächste Gerätegeneration setze.

Wo liegen womöglich Grenzen und Gefahren digitaler Verfahren?

In vielen Bereichen von Industrie und Handwerk müssen sich die Akteure die Frage stellen: Wie wenden wir einen reinen Preiswettbewerb ab, der sich nicht zuletzt durch Überkapazitäten an Fertigungsautomaten verschärfen kann?
Da sage ich: Mein Kunde muss wissen, warum er ausgerechnet mich beauftragt. Er muss spüren, dass er bei einer Brücke aus meinem Hause keinerlei Einschleifarbeiten mehr vorzunehmen braucht und dass Farbe und Gesamtästhetik einfach stimmen. Dazu fahre ich bei vielen Arbeiten zur Praxis, mache digitale Aufnahmen, spreche Form, Farbe und funktionelle Details im Vorfeld ab und fertige zum Beispiel gegebenenfalls Mock-ups an. In der digitalen Welt müssen wir mehr Service bieten, dafür auch einen höheren Aufwand einkalkulieren und an dieser Stelle erfahrene Mitarbeiter einsetzen. Denn sie sind in der Lage, Menschen mit ihren Bedürfnissen, Erwartungen und Ängsten zu verstehen und dies in jede zahntechnische Arbeit hineinzukommunizieren. So wird der betreffende Mitarbeiter zum Dreh- und Angelpunkt; er verbindet Patient, Praxis- und Labor-Team und sorgt damit letztlich für den Erfolg jeder Restauration.

In welchen Bereichen kann das einzelne Labor sich heute differenzieren? Bitte geben Sie uns doch ein Beispiel.

Eine Möglichkeit, sich unterscheidbar zu machen, sehe ich im Bereich der Total- und Teilprothetik. Gegenüber standardisierten Zahnbibliotheken können wir als Zahntechniker eigene Formen anlegen bis hin zu Ausführungen mit patientenindividueller Morphologie, gnathologisch abgestimmt auf das – meist höhere – Alter der Patienten.
Diese Überlegungen führen mich weiter zu den allgemeineren Fragestellungen: Wie funktioniert der Kauapparat? Warum stehen Störungen in diesem Bereich mit Migräne oder Rückenschmerzen in Zusammenhang? Die Zusammenarbeit mit Orthopäden und Experten aus anderen Fachrichtungen eröffnet uns die Möglichkeit einer ganzheitlichen Betrachtung des einzelnen Patienten. Standardantworten gibt es hier nicht.
Bei alldem habe ich mir zum Ziel gesetzt, eine qualitativ hochwertige Zahntechnik mit Unikaten für den einzelnen Patienten zu schaffen – und dies in der digitalisierten Welt von heute. Denn auch hier kommt individuellen Arbeiten die höchste Wertschätzung zu. ■

Das Interview führte Christian Ehrensberger, Frankfurt am Main

Save the date: **id infotage dental in Berlin**

Endlich ist es so weit – nach nunmehr drei Jahren Pause findet am 14. April (Samstag) die nächste regionale Dentalfachmesse in Berlin statt. Veranstalter und Aussteller laden Zahnärzteschaft, Zahntechniker sowie deren Personal auf das Messegelände am Funkturm.

Der Informationsbedarf des Fachpublikums in der Hauptstadt-Region ist riesig. Daher präsentieren sich mehr als 140 Aussteller aus Industrie und Handel auf den id infotagen Berlin und freuen sich darauf, den Messebesuchern ihre Produkte und Dienstleistungen live vorzuführen. Die gesamte Angebotspalette aus allen dentalen Bereichen für Praxis und Labor ist vorhanden – von Altbewährtem bis zu hochinnovativen Neuerungen.
Darüber hinaus bieten die id infotage dental den Besuchern ein interessantes Rahmenprogramm. In der dental arena präsentieren Experten praxisnahes Wissen zu aktuellen Themen, deren Inhalte für Praxis- und Laborinhaber direkt umsetzbar sind.

www.infotage-dental.de

Praxisorientierte Anwendung des 3D-Drucks im Dentallabor

Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung hat sich die Aupperlen Dentaltechnik GmbH (Kirchheim) für die Anschaffung des 3D-Druckers Freeform PRO 2 der Fa. Asiga entschieden. Für welche Indikationen und mit welchen Materialien er im Laboralltag zum Einsatz kommt, beschreibt im Folgenden ZTM Uwe Aupperlen.

Die Digitalisierung in der Zahntechnik ist in den vergangenen Jahren mit einer enormen Geschwindigkeit vorangeschritten, sodass es für Laborinhaber oftmals schwer ist, mit der Entwicklung Schritt zu halten. Darum ist es wichtig abzuschätzen, welche Möglichkeiten im Labor Sinn machen. Falsche Wege und Investitionen können sich fatal auswirken.

Seit unserer Gründung 1989 stellen wir nun seit ca. 28 Jahren zahntechnische Arbeiten her. 2007 hielt der erste Scanner Einzug in unser Labor und ein neues Zeitalter begann. Im Laufe der Jahre erweiterten wir unseren CAD/CAM-Bereich durch verschiedene Scanner und Fräsanlagen. Um Letztere zu entlasten und weitere Arbeitsabläufe in die digitale Fertigung zu nehmen, hatten wir uns entschlossen, die Möglichkeiten eines 3D-Druckers zu nutzen. Hier haben wir uns für den offenen 3D-Drucker der Firma Asiga Freeform PRO 2 entschieden, welcher zum Aushärten der Materialien ein UV-LED-Licht verwendet. Die von Asiga genehmigten und abgenommenen Materialien der Firma DETAX (Ettlingen) erfüllen die Ansprüche des Medizinproduktegesetzes und runden die Produktionslinie ab. Zum Einsatz kommen:

- Freeprint® ortho UV zur Herstellung von Schienen und verschiedenen Schablonen u.v.m.
- Freeprint® tray UV zur Herstellung von individuellen Löffeln und Basen für Bissnahmen
- Freeprint® cast UV zur Herstellung verschiedener Gussobjekte
- Freeprint® temp UV zur Herstellung von temporären Kronen und Brücken
- Freeprint® model UV zur Herstellung von Dentalmodellen

Für die Endhärtung der im Ultraschallbad mit reinem Isopropanol gereinigten Objekte kommt das Xenonblitzlichtgerät Otoflash G171 mit Schutzgasatmosphäre der Firma NK-Optik (Baierbrunn) zum Einsatz. Die verschiedenen STL-Files der entsprechenden Arbeiten für den 3D-Druck generieren wir wie bisher in unseren offenen 3shape- und Zirkonzahn-Systemen mit der dazugehörenden Software.

Um die Medizinprodukthaftungs-Klassifizierung Klasse IIa für die Bohr-, Röntgen- und Aufbissschienen zu erhalten, ist es unbedingt notwendig, den vorgeschriebenen Ablauf genauestens einzuhalten. Die nachfolgenden Bilder und Erläuterungen geben einen Einblick, in welchen Bereichen der 3D-Druck in unserem Labor zum Einsatz kommt.

Aufbissschienen

Die im „Zirkonzahn Aufbiss Schienen Modul" erstellte und okklusal adjustierte Schiene kann in 20 bis 40 Minuten erzeugt werden **(Abb. 1)**. Das mit der „Asiga Composer Software" platzierte Objekt wird per Netzwerk an den 3D-Drucker übermittelt und gedruckt. Diese Software ermöglicht die Platzierung einzelner oder mehrerer Objekte bzw. Schienen. Die Größe der Plattform des Druckers gestattet in unserem Fall die Setzung von bis zu 6 parallel ausgerichteten Aufbissschienen. Die Anzahl der Objekte ist abhängig von der Höhe der Schiene und deren Platzierungswinkel zur Druckerplattform **(Abb. 2)**. Je spitzer der Winkel zur Plattform gewählt wird, desto länger werden die polymerisierten Schichten durch das Objekt, und die Druckzeit verkürzt sich.

Die fertig gedruckten Schienen aus Freeprint® ortho UV werden zum Lösen der Objekte zusammen mit der Druckplatte aus dem Drucker herausgenommen **(Abb. 3)**. Mit einer Spachtel werden diese einfach von der Druckplatte getrennt. Diese Objekte werden ebenfalls mit Isopropanol zweimal 3 Minuten im Ultraschallbad gereinigt. Durch das Reinigen löst sich die klebrig glänzende Schicht und die Schienen werden matt **(Abb. 4)**. Nach dem Endhärten im Otoflash G171 **(Abb. 5)** können die Support-Strukturen entfernt werden. Die Schiene wird auf das Modell gesetzt, fein eingeschliffen und auf Hochglanz poliert – hierfür sollten 25 bis 40 Minuten eingerechnet werden. Weitere Anpassungen können mit dem Modellierkunststoff Freeform® vorgenommen werden.

Zum Ausarbeiten der Schienen greifen wir auf die üblichen rotierenden Instrumente wie Fräsen, Rosenbohrer, Gummierer usw. zurück. Auch hier gilt: Je genauer die Vorarbeit, umso einfacher lässt sich Hochglanz – mit rotierenden Bürsten samt Bimsmehl und danach mit einer Politur auf Hochglanz schwabbeln – erreichen.

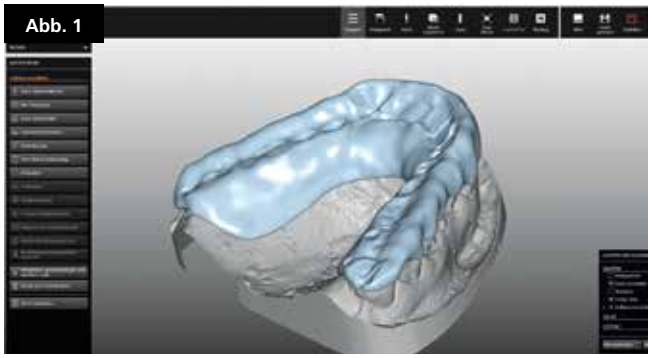


Abb. 1

Abb. 3

Abb. 2

Abb. 4

Abb. 5

Röntgen-/Bohrschablonen und navigierte Bohrschablonen

In der „3shape Implant Studio Software“ werden mithilfe von DVT-Aufnahmen (digitale Volumentomografie) Röntgen- und Bohrschablonen erstellt **(Abb. 6 u. 7)**. Diese ermöglichen eine exakte Lagebestimmung und damit auch eine präzise Setzung der geplanten Implantate.

Abb. 6

Abb. 7

Abb. 8

Abb. 9

Abb. 10

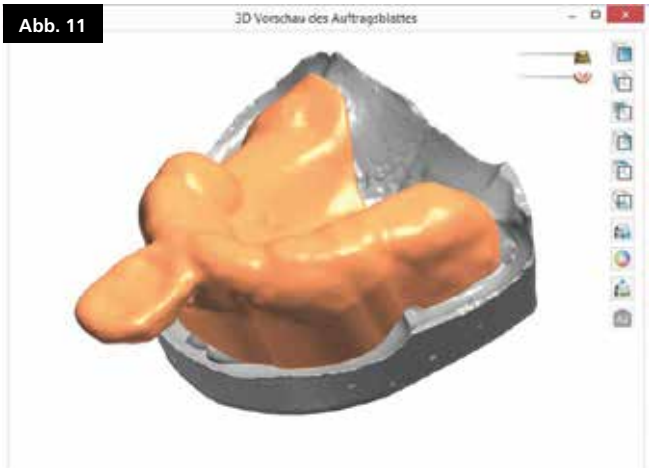


Abb. 11

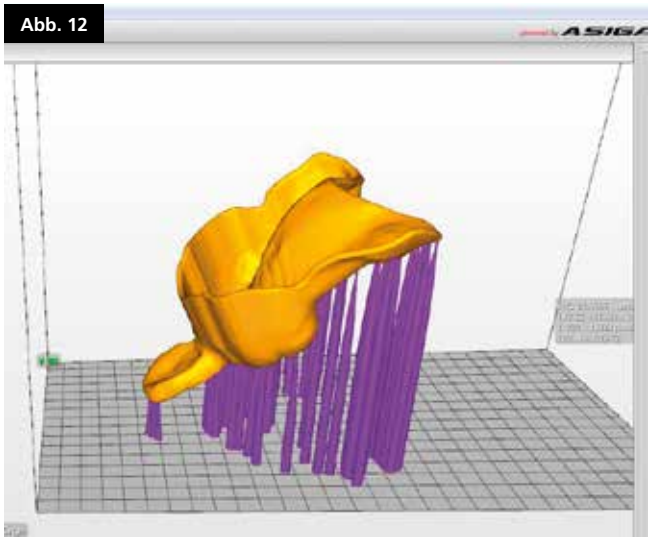


Abb. 12

Die Schablonen werden auf die gleiche Weise wie die Schienen platziert, mit Freeprint® ortho UV gedruckt **(Abb. 8)** und anschließend von der Druckplatte entfernt und gereinigt. Ein Ausarbeiten auf Hochglanzniveau ist hier nicht unbedingt notwendig. Die Schienen können – nach dem Endaushärten und der Support-Entfernung – ohne Probleme passgenau auf die Modelle aufgelegt werden. In die UK-Röntgenschablone **(Abb. 9)** können nun die ausgewählten Röntgenhülsen eingebracht und damit auch DVT-Aufnahmen erstellt werden. Diese dienen anschließend als Grundlage zur Erstellung der Bohrschablone.
Auch in der OK-Bohrschablone **(Abb. 10)** können nun die entsprechenden Guide-Bohrhülsen eingebracht werden. Das navigierte Setzen der Implantate kann nun geplant werden.

Löffel und Basen für die Bissnahme

Der im 3shape-System erstellte, individuelle Löffel wurde in ca. 10 Minuten mit dem Dental Designer **(Abb. 11)** erzeugt, mit der „Asiga Composer Software" **(Abb. 12)** platziert und per Netzwerk an den 3D-Drucker gesendet. Nachdem der Druck mit Freeprint® tray UV fertiggestellt wurde, fährt die Plattform nach oben und die Druckerplatte kann mitsamt den Löffeln entnommen werden **(Abb. 13)**. Nach dem Ablösen der Objekte werden diese mit Isopropanol zweimal je 2 Minuten im Ultraschallbad gereinigt, die Support-Strukturen abgetrennt und anschließend im Xenonblitzlichtgerät mit 2.000 Lichtblitzen endgehärtet. Nun können die Löffel wie üblich mit wenigen Schliffen fertiggestellt werden.

Abb. 13

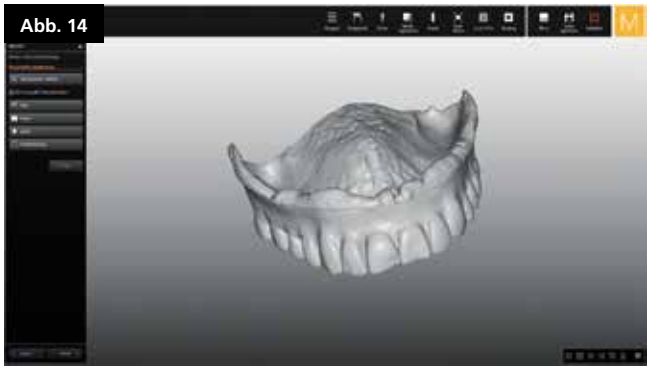


Abb. 14

Abb. 15

Duplikatprothese

Eine Oberkieferprothese wird mit dem Zirkonzahn-System **(Abb. 14)** eingescannt und via 3D-Drucker nachgebildet **(Abb. 15)**. Dies ermöglicht eine Implantat-Abdrucknahme bei gleichzeitiger Übernahme der bestehenden Bisslage **(Abb. 16)**. Parallel können alle Informationen der seit Jahren getragenen Prothese in die neue Arbeit einfließen. **Abbildung 17** zeigt den Weg vom zahnlosen Kiefer über eine dupliert gedruckte Prothese für die DVT-Aufnahme bis hin zur navigierten Bohrschablone mit eingesetzten Guide-Hülsen zur Implantation.

Prototypen

Der vorläufig erstellte Zahnersatz wird vor Fräsung der finalen Arbeit im 3D-Drucker gefertigt **(Abb. 18 u. 19)** und

Abb. 16

Abb. 17

Abb. 18

Abb. 19

anprobiert. Es können so Änderungen vorgenommen, Patientenwünsche respektiert und gegebenenfalls Fehler erkannt und behoben werden, damit der finale Zahnersatz alle Wünsche und Anforderungen erfüllt **(Abb. 20)**.

Kronen, Brücken und Einstückgerüste

Im 3shape- und im Zirkonzahn-System werden die STL-Daten für den darauffolgenden Guss erstellt, konstruiert wird mit der Modellier-Software eine 12-gliedrige Brücke **(Abb. 21)**. Der daraus entstandene STL-Datensatz wird mit dem rückstandsfrei ausbrennbaren Kunststoff Freeprint® cast auf die vorher beschriebene Weise gedruckt **(Abb. 22)**. Nachdem die Brücke auf die übliche, zuvor beschriebene Weise gereinigt wurde **(Abb. 23)**, kann sie auf konventionelle Art eingebettet und gegossen werden. Nach dem Ausarbeiten der passgenauen Brücke wird diese nach dem Oxidbrand und anschließendem Abbeizen mit einem Opaker grundiert und zur keramischen Verblendung vorbereitet **(Abb. 24)**.

Auf diesem Weg können auch Modellgüsse erstellt werden. Im Modellgussmodul von 3shape wird eine Modellgussplatte designt **(Abb. 25 u. 26)**. Nachdem der Datensatz mit dem rückstandslos ausbrennbaren Kunststoff Freeprint® cast UV gedruckt wurde, steht auch dieses Objekt zum Einbetten und Gießen bereit **(Abb. 27 u. 28)**.

Provisorische Kronen und Brücken

Über das „Brücken-Modellierprogramm" wird eine 13-gliedrige Brücke erstellt (**Abb. 29)** und auf unserem Asiga Freeform Drucker mit Freeprint® temp UV (Medizinprodukt der Klasse

Abb. 20

Abb. 22

Abb. 23

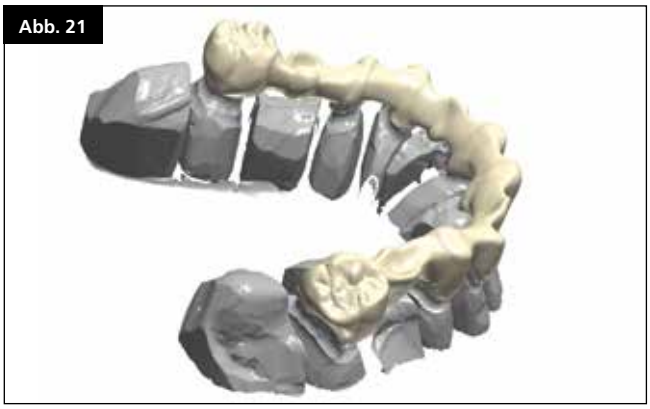


Abb. 21

Abb. 24

Abb. 25

Abb. 26

IIa) gedruckt **(Abb. 30)**. Nach dem immer wiederkehrenden, gleichen Reinigungsvorgang erscheint die Brücke, befreit vom Restkunststoff, matt. Die Supports können entfernt und die Brücke auf das Modell aufgesetzt werden **(Abb. 31)**. Nun wird sie nach den üblichen, bekannten Methoden bearbeitet und erhält durch die finale Politur den abschließenden Glanz. Jetzt

Abb. 27

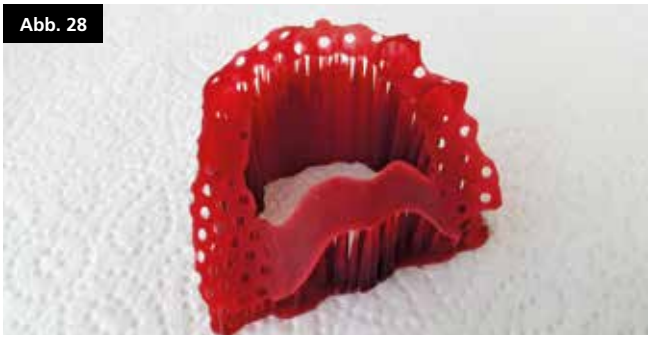


Abb. 28

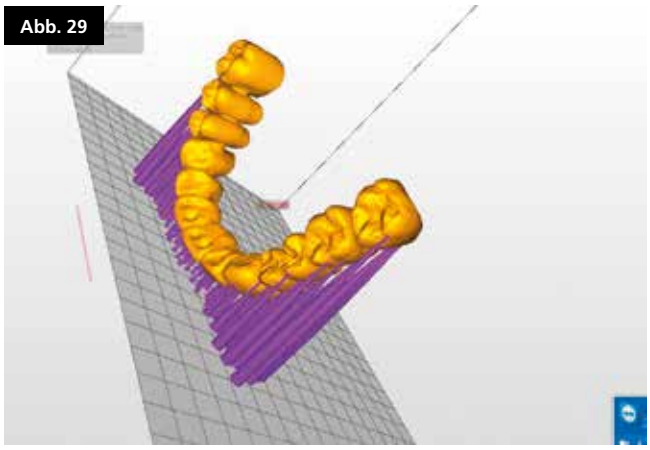


Abb. 29

Abb. 30

Abb. 31

Abb. 32

Abb. 33

Abb. 34

Abb. 35

ist die Brücke als provisorischer Zahnersatz einsetzbereit **(Abb. 32)**. Eine Individualisierung vor der finalen Politur, die den abschließenden Glanz verleiht, kann mithilfe des smartrepair® Systems (DETAX) vollzogen werden.

Modelle und Arbeits-/Meistermodelle

Mit dem „Modellbuilder" von Zirkonzahn kann aus einem digitalen Abdruck ein Modell mit herausnehmbaren Stümpfen digital erstellt werden. Der Datensatz wird zur Abarbeitung an den Drucker gesendet und mit Freeprint® model UV gedruckt. Der fertig gedruckte Zahnkranz mit den dazugehörigen Stümpfen kann nun von der Platte gelöst, gereinigt und zum Endhärten in das Lichtpolymerisationsgerät gelegt werden **(Abb. 33)**. Aus einem Datensatz kann mit dem „Modellbuilder" von Zirkonzahn zeitgleich – während die Brücke aus Zirkon erstellt und gefräst wird – ein Modell mit herausnehmbaren Stümpfen kreiert und gedruckt werden. **Abbildung 34** zeigt das fertige Modell mit Brücke, **Abbildung 35** Modell und Brücke zerlegt. ■

Herstellerangaben zu den verwendeten Produkten sind im Beitrag integriert.

ZTM Uwe Aupperlen

Geschäftsführer Aupperlen Dentaltechnik GmbH

Aupperlen Dentaltechnik GmbH
Teckstr. 17
73230 Kirchheim
info@dentaltechnik-aupperlen.de
www.dentaltechnik-aupperlen.de

19 Dentalexperten aus aller Welt referieren in Rom

Zum vierten Mal bietet Ivoclar Vivadent ein großes internationales Experten-Symposium (IES) für Zahnärzte und Zahntechniker an. Nach den erfolgreichen Symposien 2012 in Berlin, 2014 in London und 2016 in Madrid wird sich das 4. IES zum ersten Mal über zwei Veranstaltungstage erstrecken.

Unter dem Titel „Advanced digital and esthetic dentistry" berichten 19 renommierte internationale Referenten am 15. und 16. Juni 2018 von ihren Erfahrungen mit digitaler und ästhetischer Zahnheilkunde. Die Referenten gewähren faszinierende Einblicke sowohl in ihre Tätigkeit an akademischen Institutionen und Universitäten als auch in ihre praktische Arbeit. Die Teilnehmer erleben nicht nur hochkarätige Präsentationen mit zahlreichen innovativen Inspirationen für ihre tägliche Arbeit. Sie haben auch Gelegenheit, ihre Erfahrungen auszutauschen und sich mit Kollegen aus aller Welt zu vernetzen. Als Vorsitzende des 4. IES fungiert Prof. Antonella Polimeni, Sapienza-Universität Rom.
Zu den Vortragsthemen gehören u. a. „Herausforderung ästhetische Zone: Nachahmung der Natur und Reproduzierbarkeit in der täglichen Praxis" (Associate Prof. Dr. Stefen Koubi, Hilal Kuday), „Digitale und ästhetische Zahnheilkunde: Realität oder Fiktion?" (Dominique Vinci), „Von der virtuellen Restauration zur realen Ästhetik" (Dr. Andreas Kurbad), „Funktion und Ästhetik in der abnehmbaren Prothetik: analoge Verfahren und digitale Perspektiven" (Dr. Pietro Venezia et al.) und „Quo vadis, Zahnheilkunde?" (Oliver Brix).

Neu: parallele Breakout-Sessions

Parallel zu den Vorträgen finden zum ersten Mal Breakout-Sessions zu verschiedenen Topthemen statt. Diese sind online wie auch vor Ort buchbar. Wer sich bis zum 19. März für das Symposium registriert, erhält einen Frühbucherrabatt. Die Kongresssprachen sind Italienisch und Englisch. Die Vorträge werden simultan auf Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch und Russisch übersetzt. Das 4. Internationale Experten-Symposium findet im Auditorium Parco della Musica statt – im Herzen von Rom.

www.ivoclarvivadent.com/ies2018

Die **gesamte Farbpalette** nutzen

Neue dima Material-Discs von Kulzer

Der Hanauer Hersteller Kulzer hat sein Zirkoniumdioxid-Sortiment für die digitale Fertigung im Labor erweitert: Neu ist das Material dima Zirconia HTE (highly-translucent esthetic). Parallel dazu wurde das Angebot an dima Mill Zirconia HT Discs erweitert, sodass Anwender nun beide Materialien in 16 Dentinfarben nutzen können. ZTM Michael Schreyer hat bei der Farbabstimmung mitgewirkt und die neuen Materialien getestet.

Als ich vor einigen Jahren in die digitale Fertigung eingestiegen bin, habe ich mich für ein geschlossenes System entschieden – ein Fehler, wie ich heute weiß. Ich war an die Materialien des Herstellers gebunden und hatte wenig Spielräume zum Experimentieren. Vor ungefähr zwei Jahren bin ich dann auf das offene cara System mit der Fräsmaschine cara Mill 2.5 umgestiegen. Hier kann ich alle Materialien und Frässtrategien frei wählen. Viele Firmen stimmen ihre Zirkon-Discs nur in den sieben wichtigsten Grundfarben genau ab – bei den dima Mill Zirconia HT und HTE stimmen alle 16 Farben exakt mit der VITA-Palette überein. Beide Materialien zeichnen sich für mich durch ihre gute Fräsbarkeit und eine hohe Kantenstabilität aus, ich verwende sie für verschiedene Indikationen. Für Teleskoparbeiten, weitspannige Brücken sowie Vollverblendungen nutze ich gerne dima Mill Zirconia HT mit 41% Transluzenz. Das neue, ultrahochtransluzente Material HTE (49%) eignet sich dagegen gut für vollanatomische Seitenzahnkronen, aber auch für die Cut-Back-Technik. Anhand zweier Beispiele zeige ich, wie ich die Materialien einsetze.

Abb. 1: Hochtransluzentes Zirkoniumdioxid nach dem Sintern: Der Aufbau des natürlichen Zahns wird durch die lichtoptischen Eigenschaften des Materials imitiert.
Nachweis für alle Bilder außer Abb. 5: © Kulzer/Michael Schreyer

Abb. 2: Das HeraCeram Adhesive 750 sorgt für Fluoreszenz aus der Tiefe des Zahns.

Abb. 3: Es ist hilfreich, sich Form, Mamelonstruktur, Leisten und Bänder vor der keramischen Schichtung anzuzeichnen.

Vestibulär reduziert: Wenig Masse, viel Ästhetik

In der CAD-Software reduziere ich die Frontzahnkrone zunächst vestibulär um 0,4 mm und fräse sie in der cara Mill aus einer dima Mill Zirconia HT Disc in der Farbe A3. Schon im gesinterten Zustand ist das natürliche Verhältnis aus opaquem Dentinkern und transluzenter Schneide zu erkennen **(Abb. 1)**. Um die Fluoreszenz aus der Tiefe zu erhöhen, brenne ich zunächst HeraCeram Zirkonia Adhesive 750 auf **(Abb. 2)**. Im Anschluss erstelle ich eine einfache Dentin-Schneide-Schichtung mit der Keramik HeraCeram Zirkonia 750. Die Oberflächenstruktur zeichne ich mir gerne grob an **(Abb. 3)**. Da die Farbintensität des Gerüstes dank der dima Dentinfarben bereits recht hoch ist, lege ich zur finalen Sättigung nur ein wenig Chromadentin nach. Danach vervollständige ich Form und Farbverlauf mit der

Abb. 4a u. b: Die fertige Krone von lingual und labial: Nach der Dentin-Schneide-Schichtung werden charakteristische Merkmale mit Malfarben angelegt.

Opalschneidemasse OS2 sowie ein wenig Opaltranspamasse OT Ice im oberen Schneidebereich. Nach dem Glanzbrand individualisiere ich die Krone zusätzlich mit den HeraCeram Stains universal Malfarben. Den Zahnhals dunkle ich mit Umbra ab und lege darüber ein leichtes Band mit Ivory ein. Im Schneidebereich setze ich zudem Akzente mit der Malfarbe Orange **(Abb. 4a u. b)**.

Monolithisch: Kleiner Aufwand, große Wirkung

Während die Zirkoniumdioxide bis zur dritten Generation noch mehr auf hohe Biegefestigkeiten anstelle von ästhetischen Ansprüchen setzten, sind gerade die hochtransluzenten Zirkonmaterialien heute wegen ihrer geringeren Biegefestigkeit und der Ästhetik dem Lithium-Disilikat sehr nahe. Im Gegensatz zu diesem kann ich HTE **(Abb. 5)** jedoch trocken verarbeiten, und Behandler können Kronen nach Wunsch auch zementieren. Damit die Oberflächenstruktur von Beginn an fein ausgearbeitet ist, wähle ich 0,6 mm als Fräsparameter **(Abb. 6)**. Ich trenne die Kronen vorsichtig von den Fräsverbindern und sintere das Material wie gewohnt bei 1.450 Grad Celsius. Im Anschluss raue ich die Oberfläche mit Diamantschleifpapier an und trage ganz wenig Malfarbenliquid auf, das ich direkt wieder verblase **(Abb. 7)**. So nehme ich der Oberfläche die Spannung und verhindere einen Perleffekt. Zervikale und interdentale Bereiche passe ich mit der Bodystain-Farbe BS-A an und führe einen Farbfixurbrand durch **(Abb. 8)**. Den Schneideverlauf charakterisiere ich mit einer Mischung aus EN Pearl und EN Polar. Für die

Abb. 5: dima Mill Zirconia HTE ist ultrahochtransluzent. © *Kulzer*

Abb. 6: Bei den cara Mill Fräsmaschinen lassen sich Fräsparameter individuell einstellen. Mit 0,6 mm erhalten Zahntechniker feinste Oberflächenstrukturen.

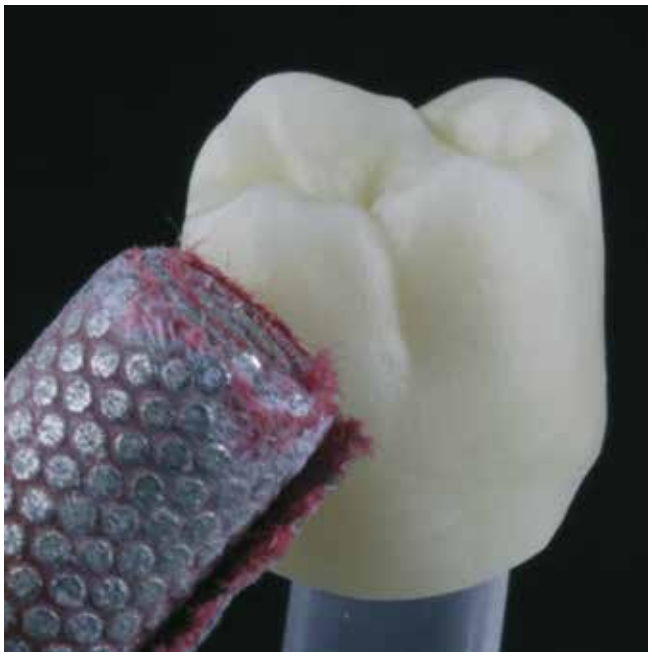


Abb. 7: Die Oberfläche wird zunächst mit Diamantschleifpapier ausgearbeitet.

Abb. 8: Mit der Malfarbe BS-A lassen sich zervikale und interdentale Bereiche anpassen.

Abb. 9: Die fertige mit HeraCeram Stains universal individualisierte Seitenzahnkrone.

Höckerspitzen verwende ich Ivory, in die Zentralfissur lege ich etwas Umbra ein – und schon bin ich am Ziel **(Abb. 9)**.

Viele Farben, viel Spielraum

Meine Erfahrung zeigt, dass ich mit beiden Materialien zum einen wirtschaftliche monolithische Versorgungen erstellen kann, die dank Malfarben sogar im Frontzahnbereich ihre natürliche Wirkung entfalten. Zum anderen habe ich alle Freiheiten, in der Cut-Back-Technik Keramikschichtungen auf hohem Niveau zu verwirklichen. Dabei kommt mir das Zusammenspiel der Materialien zugute. Die Keramiklinie HeraCeram Zirkonia 750 ist genau wie die Malfarben exakt auf das Fräsmaterial abgestimmt. Die präzise Farbeinstellung und die lichtoptischen Eigenschaften, die nun noch näher an den echten Zahn herankommen, beeindrucken mich bei dima Zirconia HT und HTE gleichermaßen. ■

ZTM Michael Schreyer

Herstellerangaben zu den verwendeten Produkten sind im Beitrag integriert.

Kurstermine 2018 von Kulzer (Auswahl)

Thema	Termin	Referent	Kursort
Altersgerechte Schichttechnik - Der feine Unterschied zwischen 18 und 80	15.–16.03.	ZTM Björn Maier	Berlin
cara Print 4.0 – 3D Druck zum Anfassen	11.04.	Technischer Fachberater, Kulzer	Bayreuth
Optimierung von vorhandenen Totalprothesen	14.04.	ZA Ernst O. Mahnke	Münster
	14.07.		Stuttgart
PalaVeneer-Facettentechnik kombiniert mit Kombi- und Implantatarbeiten	20.04.	ZTM Dieter Ehret	Viernheim
Digital meets Ästhetik – mit cara Multilayer zur perfekten Krone	04.05.	ZT Thomas Backscheider	Hanau

www.kulzer.de/kursprogramm

Auffüllen statt **wegwerfen**

Verbrauchte Fräsronden für Aufbissschienen weiterverwenden

Bei der subtraktiven Fertigung bleibt immer der Rondenrest zurück und vergrößert das Müllvolumen. Sören Thie berichtet hier von einer Lösung für PMMA-Blanks, die gleichzeitig die Umwelt schont und Materialkosten im Labor reduziert.

In unserem digitalen Fertigungszentrum werden hochwertige 98er-PMMA-Scheiben verwendet, die Platz zum Fräsen von zwei Aufbissschienen bieten. Sind diese Schienen herausgefräst, ist die Ronde erschöpft und wird normalerweise entsorgt. Als wir dieses Verfahren bei uns einführten (auf Ceramill Motion 2 Geräten, Amann Girrbach, Koblach/Österreich), stellten wir schnell fest, dass dabei viel Abfall anfällt. Wir fanden, das sei zu viel Abfall, wenn man bedenkt, dass der Blank danach noch prozentual Platz für bis zu zwei weitere Schienen bieten würde – eine enttäuschende Verschwendung.

Wir sind auf der Internationalen Dental-Schau 2017 auf eine ganz einfache Lösung gestoßen. Am Stand des Unternehmens AcrylX wurden wir auf den Zwei-Komponenten-Acryl-Kunststoff reBlanX® aufmerksam. Mit diesem kostengünstigen Pulver-Flüssigkeits-System kann man verbrauchte CAD/CAM-Rohlinge selber im Labor auffüllen.

Das Material wurde bestellt und der erste Fräsblank versuchsweise aufgefüllt. Aber während der Blank im Drucktopf bei 55° C Wassertemperatur polymerisierte **(Abb. 1)**, standen einige Fragen im Raum: „Wie verhält sich das Material?" –

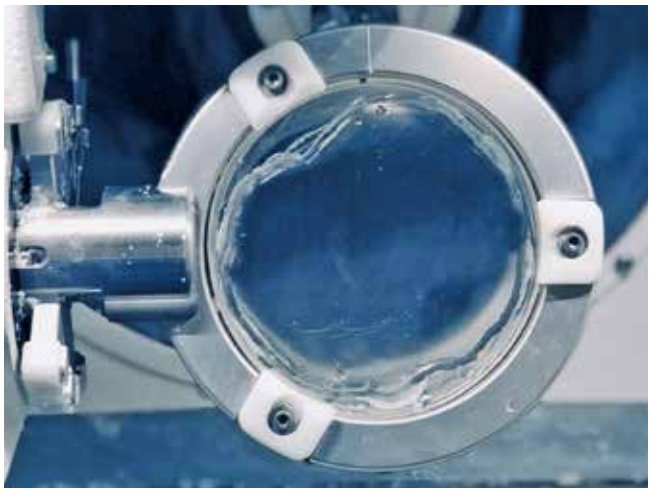


Abb. 1: Der aufgefüllte Blank direkt aus dem Drucktopf, blasenfrei und absolut hochtransparent.

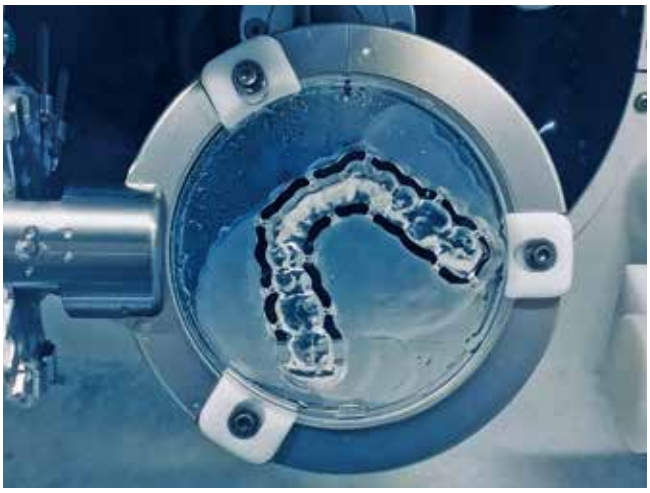


Abb. 2: Aus dem eingefüllten und gehärteten reBlanX® herausgefräste Schiene.

Abb. 3: Verbrauchter Refill-Blank, bereit zur Auffüllung.

Abb. 4: Frisch befüllter Blank vor der Polymerisation.

„Gibt es eine feste Verbindung mit dem Fräsausschnitt?" – „Und wie lässt sich dieser Werkstoff maschinell fräsen?" Wir waren erstaunt, welches Ergebnis erarbeitet wurde. Die Ronde, die vor dem Auffüllen nur noch für den Abfall vorgesehen war, ließ sich nun wieder vollwertig verwenden. Unserer Meinung nach weist das Material sogar bessere technische Eigenschaften auf als das ursprüngliche Blankmaterial. Zudem handelt es sich dabei um einen als Medizinprodukt der Risikoklasse IIa zugelassenen Kunststoff mit der Indikation für herausnehmbare Aufbissschienen mit kumulierter Langzeitanwendung.

Vorgehen

Um beim späteren Fräsen nur in einem Material zu bleiben, wird die Kavität eines bereits ausgefrästen Blanks etwas ausgeweitet bzw. es werden zwei Kavitäten vereinigt. Nun gießt man den Hohlraum mit dem angerührten reBlanX® aus. Bereits ausgefräste Bereiche werden durch den hochtransparenten Werkstoff lückenlos geschlossen. Beim Polymerisieren verbindet sich das neue mit dem Rohlingsmaterial übergangsfrei und homogen. Während der anschließenden 24-stündigen Wasserlagerung sinkt der Restmonomergehalt auf < 1% und ist somit für den Patienten geschmacksneutral. Nach dem Nesten arbeitet die Frässpindel nur im gehärteten Acryl **(Abb. 2)** und der ursprüngliche Blank sorgt für die Stabilität und Halterung.

Fazit und Ausblick

reBlanX® ermöglicht es, ausgefräste hochwertige klare PMMA-Blanks wieder vollständig aufzuwerten **(Abb. 3 u. 4)**, mehr noch, es sorgt dafür, zugleich mit einer Materialersparnis kostengünstiger hochwertigere Schienen zu fertigen.

Für klare Fräsblanks sind zudem Farbkonzentrate in den Farben Rosa, Rot, Magenta, Hellblau, Neonrot und Neonorange erhältlich, weitere Farben sind bereits in der Entwicklung. Hieraus lassen sich farbige Schienen nach individuellem Kundenwunsch herstellen.

Das Acryl-Kunststoff-System steht auch für rosa Prothesenbasis-Blanks zur Verfügung. Dadurch kann die Farbpalette im Vergleich zu den herkömmlich verfügbaren Blank-Farben deutlich erweitert werden – und das inklusive geaderter Varianten. ■

Sören Thie
Thie & Söhne Dienstleistungs-Service GbR
Fontanestr. 1
15827 Blankenfelde
www.thiesa-dls.de

Vertrieb:
AcrylX® GmbH
Industriestraße 7
61191 Rosbach-Rodheim
www.acrylx.com

Die nächste Ausgabe der **ZTM** erscheint am 10. April 2018

TECHNIK

Eine chirurgisch und prothetisch starke Herausforderung: Patientenfall mit freiliegenden Zahnhälsen

ABRECHNUNGSTIPP

Wie rechne ich eine 4-gliedrige Brücke aus Zirkon mit Gesichtsbogenregistrierung (GKV und PKV) ab?

LABORFÜHRUNG

Dr. Hans-Ludwig Dornbusch gibt Tipps zum Absetzen der Kosten für das häusliche Arbeitszimmer

Impressum

»ZTM«, ZAHNTECHNIK MAGAZIN
www.ztm-aktuell.de,
www.facebook.com/zahntechnik.aktuell

Verlag
Spitta Verlag GmbH & Co. KG,
Ammonitenstraße 1, 72336 Balingen,
Postfach 10 09 63, 72309 Balingen,
Tel.: 07433 952-0, Fax: 07433 952-111
E-Mail: info@spitta.de

Chefredaktion
ZTM Andreas Hoffmann,
E-Mail: andreas.hoffmann@spitta.de;
Prof. Dr. Peter Pospiech,
E-Mail: peter.pospiech@spitta.de

Redaktion
Susanne Wolf, Tel.: 07433 952-420, Fax: 07433 952-442,
E-Mail: susanne.wolf@spitta.de

Ständige Mitarbeit
Dr. Gisela Peters,
Dr. Antje Merz-Schönpflug

Redaktionsbeirat
ZTM M. Anger, ZTM J. Freitag, Prof. Dr. S. Hahnel,
ZTM W. Hebendanz, Dr. D. Hellmann, ZT U. Koch,
ZTM H.-D. Kraus, Dr. U. Mahlke, A. Mühlhäuser,
ZTM C. Schumann, ZTM T. Uferkamp, ZTM C. Weber

Anzeigenleitung
Josefa Seydler, Tel.: 07433 952-171,
E-Mail: josefa.seydler@spitta.de

Anzeigenverkauf
Heike Müller-Wüstenfeld, Tel.: 07433 952-356,
E-Mail: heike.mueller-wuestenfeld@spitta.de

Abo-Verwaltung
Tel.: 07433 952-0
Jahresabonnement 50 Euro zzgl. MwSt.

Bezugsmöglichkeiten
Bestellungen nehmen der Verlag und alle Buchhandlungen im In- und Ausland entgegen. Sollte die Fachzeitschrift aus Gründen, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, nicht geliefert werden können, besteht kein Anspruch auf Nachlieferung oder Erstattung vorausbezahlter Bezugsgelder.

Leserhinweis/Datenschutz
Ihre dem Verlag vorliegenden Adressdaten werden unter strikter Einhaltung der Datenschutzvorschriften gespeichert, zur internen Weiterverarbeitung und für verlagseigene Werbezwecke genutzt. Fremdunternehmen werden Ihre Adressdaten zur Aussendung interessanter Informationen zur Verfügung gestellt. Sofern Sie die Speicherung und/oder Weitergabe Ihrer Adressdaten nicht wünschen, so teilen Sie uns dies bitte schriftlich an die Verlagsadresse oder per E-Mail an datenschutz@spitta.de mit.

Urheber und Verlagsrecht
Für unverlangt eingesendete Manuskripte, Abbildungen und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung. Mit Annahme eines eingereichten Manuskriptes gehen das Recht der Veröffentlichung sowie die Rechte zur Übersetzung, zur Vergabe von Nachdruckrechten, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken oder Internet, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien an den Verlag über. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz festgelegten Grenzen ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Alle in dieser Veröffentlichung enthaltenen Angaben, Ergebnissen usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Verlages oder der Autoren. Sie garantieren oder haften nicht für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten (Produkthaftungsausschluss).
Mit anderen als redaktionseigenen Signa oder mit Verfassernamen gezeichnete Beiträge geben die Auffassung der Verfasser wieder, die der Meinung der Redaktion nicht zu entsprechen braucht. Gekennzeichnete Sonderteile liegen außerhalb der Verantwortung der Redaktion.

Redaktionelle Hinweise
Unter der Rubrik „Produkt-Highlight" veröffentlichte Artikel wurden mit freundlicher Unterstützung der Dentalindustrie erstellt; die Firmenbezeichnung ist im Beitrag ersichtlich. Die im Text genannten Präparate und Bezeichnungen sind zum Teil patent- und urheberrechtlich geschützt. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises bzw. des Zeichens ® oder ™ darf nicht geschlossen werden, dass kein Schutz besteht.
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung (z.B. Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter) verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

Copyright Spitta Verlag GmbH & Co. KG, Gerichtsstand Stuttgart

Druckauflage
10.000 Exemplare, 8 Ausgaben jährlich, 22. Jahrgang, zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 21/2017

Satz
www.b-2-h.de

Druck, Verarbeitung, Versand
F&W MEDIENCENTER, Kienberg

Unser Herz schlägt für 3D-Druck!

SHERAprint ist blitzschnell und präzise mit vielen Materialien und einem Plus an Prozesssicherheit.

SHERA®
WERKSTOFF TECHNOLOGIE

Mehr Infos unter www.shera.de