



Zusammenfassung

Nachdem sich die Digitalisierung in der Zahntechnik in den vergangenen Jahren zunächst auf die Kronen- und Brückentechnik sowie die Implantatprothetik spezialisiert hat, hält sie nun auch Einzug in den Klammermodellguss. Der Beitrag stellt die komplette digitale Fertigung des Klammermodellgusses vor, die im Hause des Autors so durchgeführt wird.

Indizes

Digitaler Modellguss, Klammermodellguss, virtuelles Design, Rapid Prototyping, 3-D-Drucken, Gießen

Der Arbeitsablauf des digitalen Modellgusses

Andreas Klar

Die Digitalisierung in der Zahntechnik findet zunehmend ihren Platz. Hat sich die Technik in den vergangenen Jahren auf die Kronen- und Brückentechnik sowie die Implantatprothetik spezialisiert, so schreitet sie immer schneller voran. Und wo der Computer erst einmal Fuß gefasst hat, ist er nicht mehr wegzudenken. Als nächstes digitales Betätigungsfeld in der Zahntechnik hat man sich bei R+K CAD/CAM Technologie Berlin mit dem Klammermodellguss beschäftigt. Zwei Jahre lang hat sich das Team mit der Entwicklung und den geeigneten Komponenten auseinandergesetzt.

Im folgenden Beitrag wird die komplette Fertigung, die vollständig im Hause des Autors durchgeführt wird, von Anfang bis Ende vorgestellt.

Zunächst werden Ober- und Unterkiefer-Modell hergestellt und im Artikulator lagebühig eingestellt.

In diesem Fall handelt es sich um ein Oberkiefer-Lückengebiss mit den Restzähnen 16, 15, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26. Für das Design wird bei R+K CAD/CAM Berlin das 3Shape Modellguss Design Modul (3shape, Kopenhagen, Dänemark; Vertrieb Deutschland: R+K CAD/CAM, Berlin) benutzt. Zuerst wird das Modell im Parallelometer ver-

Einleitung

Virtuelles Design eines Klammermodellgusses

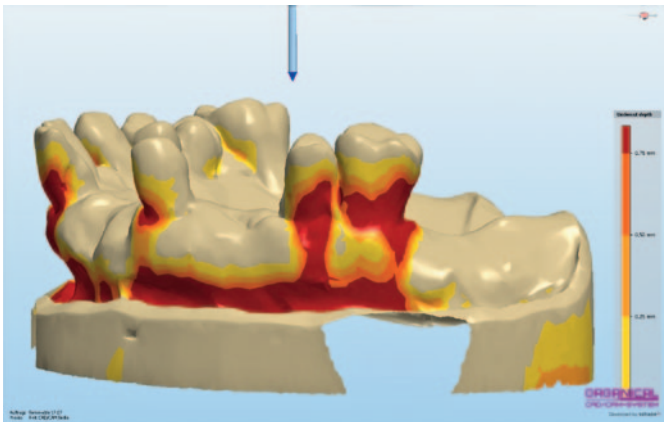


Abb. 1 Das Setzen der Einschubrichtung, farblich dargestellte Unterschnitte nach Ney.

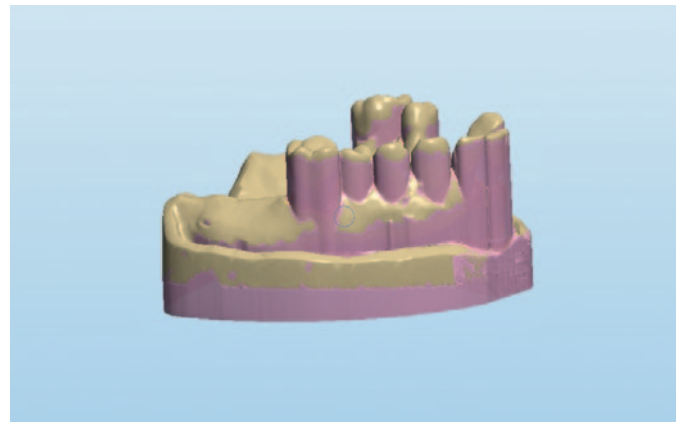


Abb. 2 Die Unterschnitte wurden in Einschubrichtung ausgeblockt.

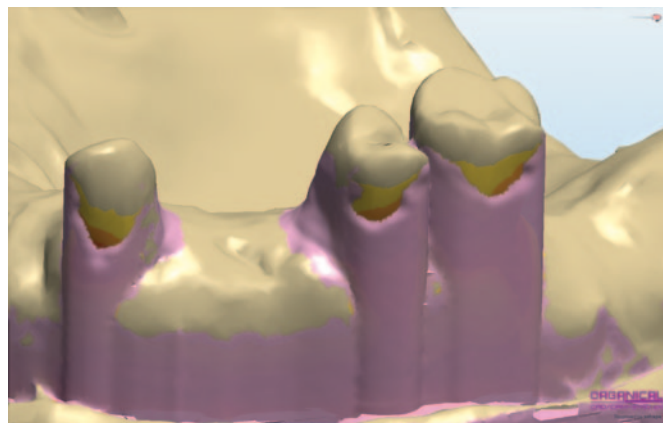


Abb. 3 Die Klammerretentionsgebiete sind freigelegt.

messen, um die Einschubrichtung zu bestimmen und die Unterschnitte festzulegen. Die Einschubrichtung wird mittels eines Stifts am Modell fixiert. Die Festlegung wird im Labor manuell vorgewählt, da die virtuelle 3-D-Betrachtung am PC mitunter irritieren kann. Nachdem der Dental Manager geöffnet und der Auftrag angelegt ist, werden die Klammerzähne und -arten gewählt, die Kunststoffzähne werden markiert und die Art der Basis für Ober- oder Unterkiefer bestimmt.

Das Modell wird nun mit Einschubrichtungshilfe gescannt. Der Scan direkt von einer Abformung ist auch möglich und verkürzt die Fertigungszeit enorm, da direkt mit der Modellation gestartet werden kann.

Die digitale Einschubrichtung wird mithilfe der eingescannten Markierung durch Draufsicht bestimmt. Das Modell kann zur Bestimmung in alle Richtungen bewegt werden und durch die farblich dargestellte Unterschnitttiefe nach Ney liegt eine zusätzliche visuelle Hilfe zur Bestimmung der Einschubrichtung vor (Abb. 1).

Ist diese festgelegt, blockt die Software alle unter sich gehenden Bereiche an den Zähnen automatisch mit dem „virtuellen Wachs“ aus (Abb. 2). Der Klammerverlauf wird daraufhin mit dem virtuellen Wachsmesser freigelegt (Abb. 3). Nun erfolgt die Lage- und Größenbestimmung der Retention durch einfaches Anzeichnen sowie die Auswahl der Gitterform (Abb. 4 bis 6). Die Retention wird automatisch hohlgelegt. Anschlie-

INNOVATIONEN

DIGITALER MODELLGUSS

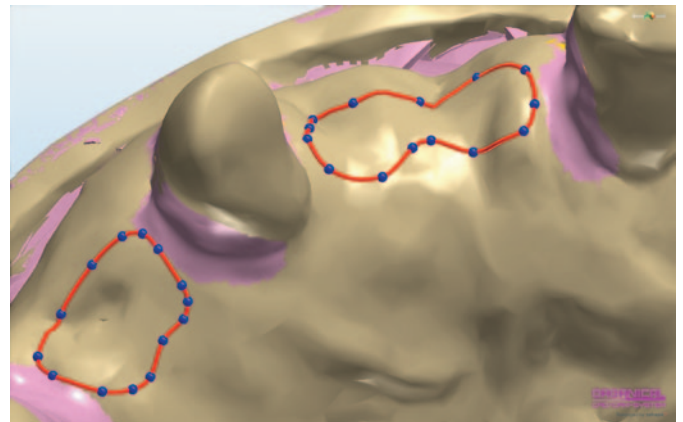
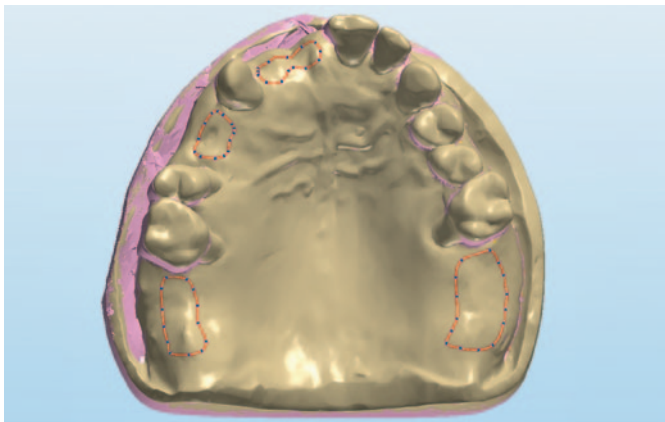


Abb. 4 und 5 Die Anzeichnung für die Sattelretention.

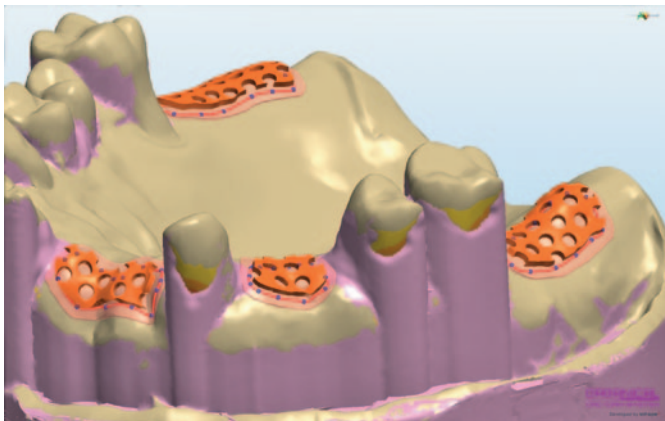


Abb. 6 Die Sattelretention mit Wachsunterlegung.

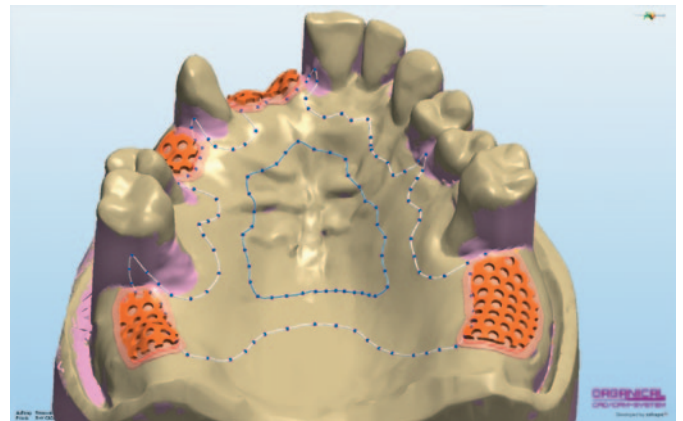


Abb. 7 Die skelettierte Basis ist eingezeichnet.

ßend folgt das Basisplattendesign mit dem großen Verbinder. Bei Bedarf kann jetzt die Basis als Lochplatte designt werden, dieses „Loch“ wird einfach zusätzlich in der Basis angezeichnet (Abb. 7 und 8). Auch kann hier z. B. die Papilla incisiva hohlgelegt werden. Als nächstes werden die Klammern ausgewählt. Für Prämolaren sind dies E- und G-Klammern, für Molaren die E- und G-Klammern, Ringklammern, Okklusionsflächen u. v. m. möglich (Abb. 9). Die Bügel und Klammern sind in Stärke und Höhe, in Dicke und Volumen frei veränderbar. Abschlussränder können separat angezeichnet und mit den Konstruktionselementen verbunden werden. Generell ist es mit dem 3Shape Modellguss Design Softwaretool möglich, alle Konstruktionselemente auch nachträglich zu korrigieren oder rückgängig zu machen. Selbst die Einschubrichtung (1. Schritt) kann am Ende bei der Kontrolle nochmals korrigiert werden. Als letzter Arbeitsgang werden Stabilisierungsstreben in das 3-D-Modell konstruiert (Abb. 13).

Die Modellation verläuft genau so intuitiv wie bei der 3Shape Kronen- und Brückensoftware. Das 3Shape Modellguss Design Modul ist dem Dental Designer angeglichen und ermöglicht ein schnelles intuitives Arbeiten. Die Gesamtkonstruktion wird zum Schluss als Datensatz an den Drucker exportiert (Abb. 11 bis 14).

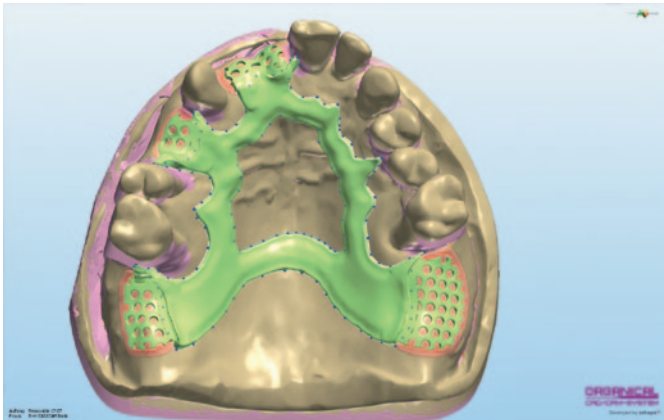


Abb. 8 Die Modellgussbasis.

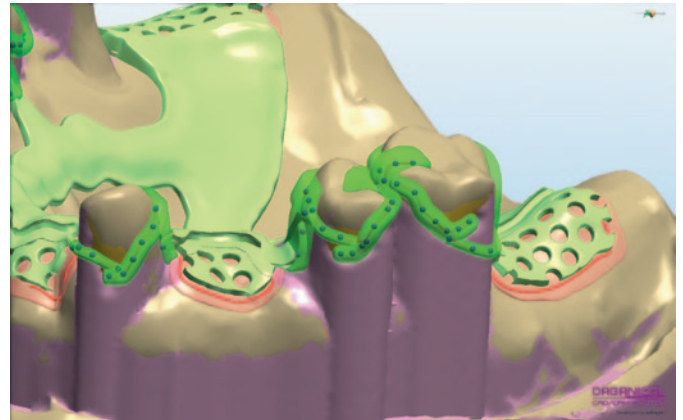


Abb. 9 Die Klammermodellation mit Verbindern zur Stabilisierung beim Einbetten und Gießen.

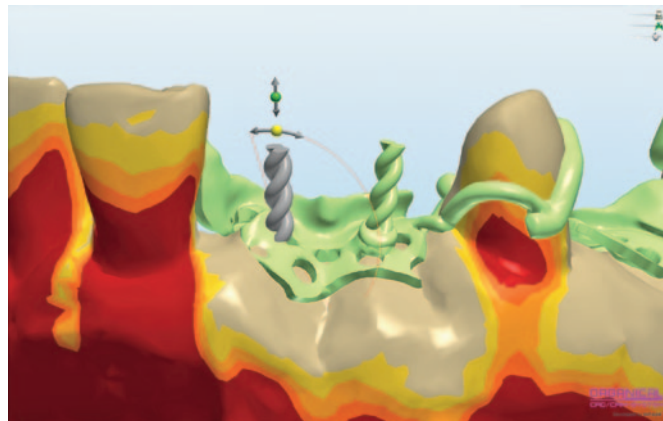


Abb. 10 Das Anlegen der Retentionen für Kunststoffzähne.

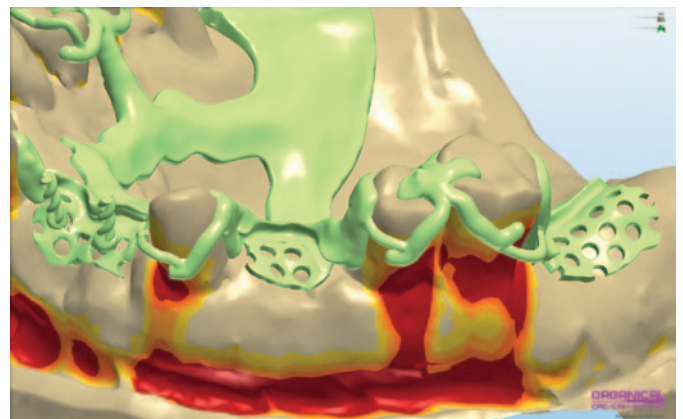
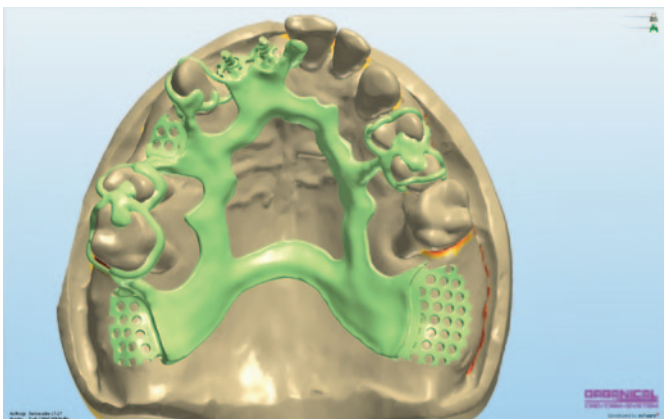


Abb. 11 und 12 Der fertig konstruierte Modellguss.

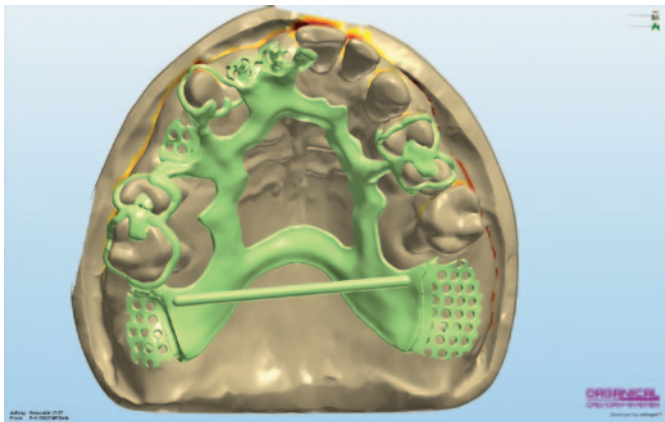


Abb. 13 Der fertig konstruierte Modellguss mit Modell und Supportbalken.



Abb. 14 Der fertig konstruierte Modellguss ohne Modell mit Supportbalken.

Wie funktioniert aber ein 3-D-Drucker? Das 3-D-Drucken ist eine sogenannte „Rapid Prototyping“-Technologie, die nicht spanabhebend, sondern materialaufbauend ist. Ursprünglich vom MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt, ermöglicht sie es, ein reelles Teil direkt aus CAD-Daten herzustellen. Zuerst wird der 3-D-Datensatz virtuell in waagerechte Scheiben zerschnitten, die dann eine nach der anderen gedruckt und gehärtet werden, bis das 3-D-Objekt fertig vorliegt. Im Prinzip ist es wie beim klassischen 2-D-Drucker: Die Düsen, die flüssigen Kunststoff (oder Wachs) abgeben, funktionieren wie die eines Inkjet-Bürodruckers. Durch die Überlagerung der Schichten mit einer definierten Dicke nimmt das 3-D-Objekt auch in der Höhe Form an.

3-D-Drucken mit 3D Systems

3D Systems (Rock Hill, SC, USA) benutzt auch andere Technologien, um 3-D-Teile herzustellen. Einerseits gibt es die Stereolithografie, in welcher ein flüssiger Kunststoff durch einen Laserstrahl lokal Punkt für Punkt und Schicht für Schicht polymerisiert (gehärtet) wird. Des Weiteren können mit dem ähnlichen 3-D-Lasersinterverfahren, in welchem Pulver anstelle flüssigen Kunststoffs eingesetzt wird, Teile aus Metall, Kunststoff, Keramik oder Komposit direkt hergestellt werden. Diese Prozesse werden nicht nur für einzelne Prototypen eingesetzt, sondern auch für kleine Serien.

Einfach zu handhaben, kosteneffizient (sehr gutes Qualitäts-/Preis-Verhältnis) und von der Größe her für ein Labor bestimmt, werden 3-D-Drucker auch durch Designer, Ingenieure oder Künstler benutzt, um Konzepte und Produkte im Volumen zu schaffen, sodass diese dann umso schneller auf den Markt gelangen. Die Anwendungen sind zahlreich: von der Architektur über Design bis zur Industrie. Es ist ein ideales Werkzeug, um Konzepte zu visualisieren, Ergonomie zu überprüfen, Luftkanal-Tests durchzuführen, Prototypen und Modelle für Verkauf und Marketing usw. herzustellen. R+K CAD/CAM Technologie Berlin ist offizieller Deutschlandvertreiter für diesen 3-D-Printer der Firma 3D Systems.

Der 3-D-Datensatz wird in die mitgelieferte Software des Druckers importiert und der Modellguss auf der Druckplatte positioniert. Anschließend wird der Druckprozess gestartet. Nach einer Aufwärmphase von ca. 30 Minuten beginnt der Drucker zu arbeiten. Je nach Höhe der Konstruktion dauert der Druckprozess zwischen vier und sechs Stunden. Zur Unterstützung freistehender Bereiche wird zuerst weißes Supportmaterial

Abb. 15 Das fertig gedruckte Kunststoffgerüst.

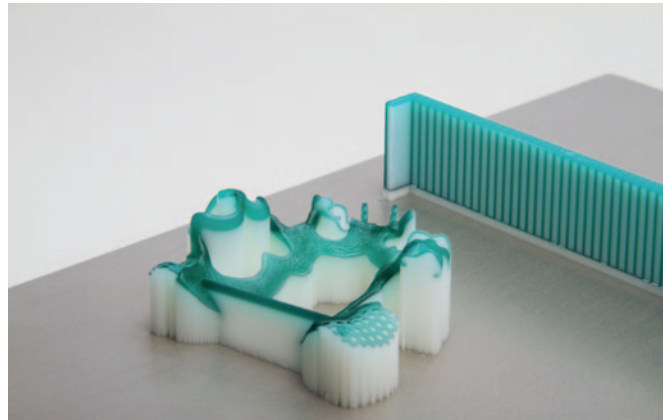


Abb. 16 3-D-Plottern mit dem DP 3000 von 3D-Systems.

(Wachs) gedruckt, danach das grüne Baumaterial aus Kunststoff für den 3-D-Modellguss (Abb. 15). Dieses Material lässt sich hervorragend beim Guss ausbrennen. Die Druckqualität beim DP 3000 beträgt im Feindruck 20 µm (Abb. 16).

Nach dem Druck muss nun das Baumaterial vom Supportmaterial befreit werden. Über die verschiedenen Schmelzpunkte beider Materialien lassen sich diese, bei thermischer Erwärmung, einfach voneinander trennen.

Die Kombination von Druckqualität und Ausbrennfähigkeit ist bei diesem Gerät zurzeit einzigartig.

Gießen Gegenüber dem üblichen Modellgussverfahren lässt sich der 3-D-Modellguss wie eine Brücke gießen. Die Anstiftung erfolgt, wie in Abbildung 17 gezeigt, ohne „verlorenen Kopf“ mit einem 3,5-mm-Wachsdraht. Als Muffelring wird im Labor eine Pappmanschette verwendet. Als Einbettmasse wird eine speed Präzisionseinbettmasse für Kronen und Brückentechnik für den CAD/CAM-Guss verwendet. Vorgegangen wird hier nach den Vorgaben des Herstellers.

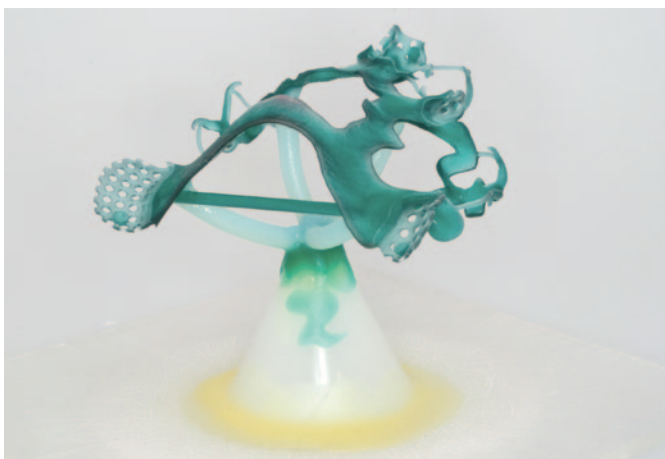


Abb. 17 Die Vorbereitung zum Guss.



Abb. 18 Der Modellguss nach dem Gießen.

DIGITALER MODELLGUSS

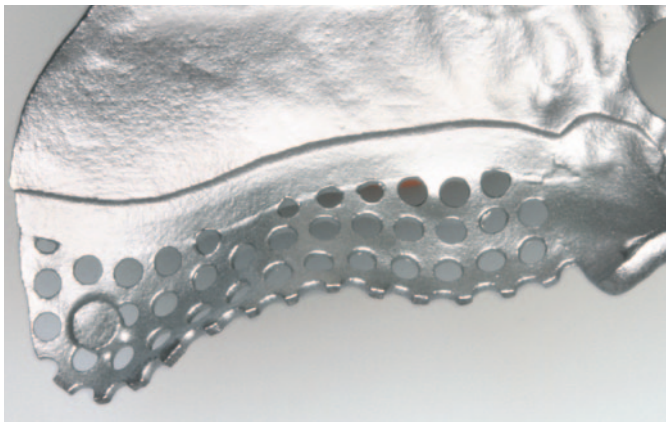


Abb. 19 Der Oberflächenvergleich des CAD/CAM-gefertigten Modellgusses gegenüber dem von Abb. 20 (nach dem Guss abgestrahlt).



Abb. 20 Ein konventionell gefertigter Modellguss (nach dem Guss abgestrahlt).

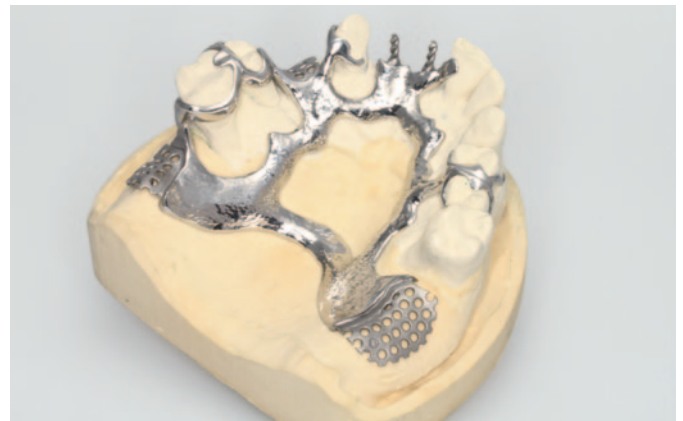


Abb. 21 und 22 Der fertige, digital gefertigte Modellguss auf dem Modell.

Die Muffel kann im Speedverfahren wie auch im konventionellen Modus verwendet werden. Der Guss erfolgt über eine Hochfrequenzschleuder mit Vakuum. Als Legierung verwenden wir die spezielle Klammermodellgusslegierung Vitallium 2000 von Elephant, Hamburg. Die Oberflächengüte und Homogenität des Gusses entspricht der Qualität eines üblichen Modellgusses (Abb. 18 bis 20).

Nach dem Guss wird der Modellguss elektrolytisch gegläntzt und in einer Spezialmaschine oberflächenverdichtet. Anschließend erfolgt das übliche Aufpassen, Ausarbeiten und Polieren (Abb. 21 bis 24).

Nach einer längeren Testphase der perfekten Herstellung dieser „neuen“ Möglichkeiten ist man bei R+K CAD/CAM Berlin schon ab November 2010 in die Produktion von Patientenarbeiten eingestiegen. Die einfache Handhabung, die enorme Zeitersparnis und die sehr gute Passung haben nicht nur die Techniker, sondern auch die Kunden überzeugt.

Nun ist es möglich, auch den Klammermodellguss über CAD/CAM-Technologie herzustellen. Die Lösung über das 3Shape Modellguss Design Modul, additive 3-D-Druckverfahren mit dem DP 3000 Drucker von 3-D-Systems und dem klassischen Dentalguss

Fazit



Abb. 23 und 24 Der fertige Modellguss.

ermöglicht eine neue Dimension im zahntechnischen Labor. Rationelles Design, nach gewisser Übung in 15 Minuten, und ein schlanker Fertigungsprozess, der materialsparend und umweltschonend ist (kein Duplikatmodell mehr), ermöglichen heute ein gezieltes Arbeiten über CAD und eine qualitativ hochwertige Umsetzung über additive Fertigungsprozesse. Keine übermodellierten Strukturen mehr, die durch Anwachsen und Wegschleifen manchmal viel Zeit und Geld im Labor kosten.

Zudem ist der CAD/CAM-Klammermodellguss die Vorbereitung für weitere Entwicklungen. Die Verbindungselemente an Kronen sind im nächsten Update von 3Shape enthalten und die Sekundärteile sind in Vorbereitung. Also ist der CAD/CAM-gefertigte kombinierte festsitzend-herausnehmbare Zahnersatz nicht mehr weit.

Und denken wir mal weiter: Wenn zukünftig die Erfassung der kompletten Mundhöhle über Scanner möglich ist, kann uns der Zahnarzt entsprechende Daten zur Verfügung stellen und wir können kombinierten Zahnersatz über CAD/CAM-Technologie noch einfacher herstellen.



ZTM Andreas Klar
und das Organical Team
R+K CAD/CAM Technologie
GmbH & Co. KG
Ruwersteig 43, 12681 Berlin
E-Mail:
andreas.klar@cctechnik.com

