

Dentallabor 4.0 oder Zahnwerkstatt: Wo stehen wir?

Keine Frage: Die Digitalisierung in der Zahntechnik hat inzwischen fast alle Bereiche erfasst und wird den Beruf in den nächsten Jahren noch weiter verändern. Dabei steht im Sinne des Patienten im Mittelpunkt, Kreativität und Individualität zu bewahren. Im Folgenden zeigt unser Autor ZTM Wolfgang Bollack auf, welchen Weg er in die virtuelle Welt genommen hat und wie er heute sein zahntechnisch-handwerkliches Können mit digitalen Arbeitsmitteln verknüpft.

Die Implantatprothetik hat mich in die digitale Welt gebracht. Auf diesem Gebiet sahen meine Zahnärzte und ich die größten Vorteile. An den weitergehenden Einstieg dachte ich zunächst nicht – die Beschäftigung mit CAD/CAM-gestützt verarbeitbaren Materialien kam später.

Die Entwicklung der computergestützten 3D-Implantatplanung

Mein Labor ist seit der ersten Stunde – als die neue Technologie der 3D-Implantatplanung in Deutschland eingeführt wurde – dabei. Als wir 1996 mit der Simplex-Planungssoftware begonnen haben – damals noch im Direktvertrieb, später dann von Materialise, heute Dentsply Sirona (A-Salzburg) –, gab es nichts außer dieser Software. Im Rahmen des Backward Planning wurde eine Prothetikaufstellung in röntgenopakes Material überführt und bildete so die Prothetik-Planungsschablone. Diese musste der Patient während der Aufnahme mit dem Computertomographen (CT) tragen. Der hierauf beruhende dreidimensionale Datensatz wurde zur damaligen Zeit noch hauptsächlich bei Radiologen hergestellt. Durch diese neue Technologie konnten erstmals die prothetischen Wünsche wie auch die anatomischen Strukturen in einem Datensatz von allen Seiten her betrachtet werden. Die Datensätze mussten damals noch in speziellen Zentren aufwendig konvertiert werden, damit sie auf einem PC lesbar waren. Das war zu diesem Zeitpunkt alles noch sehr umständlich und etwas exotisch. Doch in der Zwischenzeit wurde viel weiterentwickelt, die 3D-Implantatplanung und Schablonentechnik haben sich als Standardverfahren durchgesetzt.

Das waren die Anfänge

Zu Beginn standen noch keine Übertragungsgeräte zur Verfügung, mit denen man die virtuellen Daten aus der Planungssoftware auf eine Schablone übertragen konnte. Ab 1999 kam dann die erste deutsche Implantat-Planungssoftware coDiagnostiX® von der Chemnitzer Softwareschmiede IVS Solutions AG auf den Markt, heute Dental Wings, Chemnitz. Wir waren eines der ersten zehn Labore, die diese Software – als Mitglied der ProLab-Gruppe – ausgeliefert bekommen haben. Es

handelte sich um einen Ableger einer Neurochirurgie-Software mit einem echten 3D-Modul. Damals eine Weltneuheit! Mit dieser Software konnten wir dann auch CT-Daten direkt vom Radiologen ohne Konvertierung in unseren PC einlesen. Seit dieser Zeit arbeiten wir ausschließlich mit dieser Software. Wir haben alle Entwicklungsstufen miterlebt und zum Teil auch von der zahntechnischen Seite her mit begleitet. In der Schablonentechnik haben wir eigene Weiterentwicklungen vorangetrieben.

2002 war es der Firma med 3D, Heidelberg, als erste gelungen, ein brauchbares Übertragungsgerät, den X1-Hexapod, zu entwickeln. Mit diesem konnten die virtuellen Planungsdaten aus der med 3D-Software auf eine Schablone übertragen werden. Wenige Monate später brachte auch die Firma IVS mit dem gonyX®-Koordinatentisch ein vergleichbares System auf den Markt. Damit war ein weiterer entscheidender Durchbruch in der Schablonennavigation gelungen: Es war nicht mehr wie früher nötig, vor der Erstellung des CTs Titanhülsen als Planungsgrundlage in die Schablone zu setzen, die dann nach der Planung wieder mühevoll korrigiert werden mussten. Stattdessen konnte man mithilfe des Transfertisches gleich die korrekte Implantatposition mittels Titan-Bohrhülse auf die Schablone übertragen. Dazu war es nötig, in der Planungsschablone Titanpins als „Landmarks“ zum Andocken der Planungssoftware zu integrieren.

Der Weg bis heute

Eine weitere Entwicklungsstufe wurde durch die Verbreitung des Volumetomographen (DVT) in Zahnarztpraxen erreicht. Bei den herkömmlichen Computertomographen waren aus strahlenhygienischen Gründen immer nur sehr eng begrenzte Einzelkiefers-Aufnahmen möglich. Mit einem DVT wird durch das Cone-Beam-Verfahren aber immer der ganze Schädel aufgezeichnet. Aufgrund dessen konnten wir einen alten Wunsch von Implantologen erfüllen, bei bimaxillären Versorgungen Bilder in Schlussbisslage zu erhalten. Unser Labor hat hierfür ein eigenes Schablonenverfahren entwickelt: Mit diesem ist es möglich, bereits im DVT-Datensatz die perfekte Zahnbeziehung von OK zu UK in Schlussbisslage darzustellen (Abb. 1 u. 2). Solche Ansichten sind nur im

digitalen Datensatz möglich. Dadurch hat der Implantologe eine deutlich bessere Planungsgrundlage für die Winkelung und Positionierung der Implantate aus prothetischer und statischer Sicht.

Die vorläufig letzte Entwicklungsstufe bei der SchablONENTEchnik betrifft komplett computergestützt gewonnene Schablonen (Abb. 3). Diese kommen vor allem bei kleinen Zahnlücken zum Einsatz, bei denen man keine Prothetik-Planungsschablone braucht, oder z. B. bei Locator- bzw. Stegarbeiten, die keine genaue Implantat-Zahn-Zuordnung erfordern. Hier wird ein DVT ohne Schablone erstellt, ein Modell der Zahnsituation eingescannt und das Ergebnis in den 3D Datensatz hineingefügt („gemacht“). Wenn nötig, wird die Restauration digital am PC designt und die Schablone, nach Fertigstellung der Planung, direkt an den Drucker geschickt.

Die Gestaltung von individuellen Abutments aus Titan, manuell und digital

Ein weiterer wichtiger Schritt der Digitalisierung wird mit der Herstellung individueller Abutments gegangen (Abb. 4). Je nach Einsatzgebiet nutzen wir verschiedene Vorgehensweisen: komplett händisch aufgewachst oder per Klicks modelliert. In jedem Fall wird das Design des Abutments bei uns im Labor entwickelt und dieses im Mund anprobiert.

Wer individuelle Abutments herstellen will, braucht detaillierte Kenntnisse der Gingiva. Würde man beispielsweise den Alveolenhügel nicht richtig ausformen – zu flach –, käme es hier zur Schattenbildung. Die Schleimhaut erscheint dann dunkler, was häufig falsch interpretiert wird: Man glaubt, das Abutment schein durch, was meist jedoch nur eine Lichtreflexion ist. Gerade im Frontzahnbereich ist auch darauf zu achten, dass der Gingivarand nicht durch eine zu dick ausgeformte Krone hochgeschoben wird. Perfekte Ästhetik entsteht nur, wenn zwischen natürlichem Nachbarzahn und Implantatkrone absolute Symmetrie herrscht. Nicht nur in Form und Farbe selbstverständlich, sondern vor allem auch im Verlauf des Gingivarandes.

Titanabutments

Große Vorteile bietet die Digitalisierung bei der Entwicklung individueller Titanabutments für Galvanoteleskope. Ich sehe insbesondere drei Gründe:

1. bei zu dicker Gingiva, wenn konfektionierte Abutments in der Bauhöhe nicht ausreichen;
2. bei Implantatpositionen, die nicht in idealer Lage zum Zahnersatz stehen;
3. um bei unterschiedlichen Implantat-Typen und Durchmessern sowie unterschiedlichen Implantatausrichtungen eine gemeinsame Einschubrichtung und einen fest definierten Konuswinkel zu erzielen.

Diesbezüglich kommen bei uns im Labor typische Patientenfälle vor. Das beste Beispiel: Bei stark atrophiertem Kieferkamm des Oberkiefers steht der prothetische Zahnbogen weit vor dem vorhandenen Knochenange-

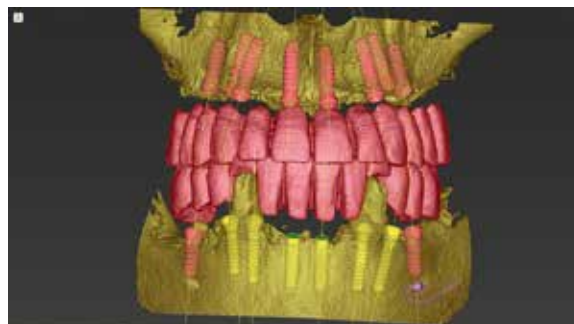


Abb. 1: Als der Volumetomograph aufkam, wurde es möglich, bereits im Datensatz die perfekte Zahnbeziehung von OK zu UK in Schlussbisslage darzustellen.



Abb. 2: Darauf basierende Gaiberger Navigationsschablone nach unserem weiterentwickelten Verfahren.



Abb. 3: State-of-the-art heute: Komplett computergestützt gewonnene Schablone.



Abb. 4: Taktiles Abtasten eines manuell modellierten Testabutments aus Pattern Resin (GC Europe, Bad Homburg) für die maschinelle Herstellung aus Zirkoniumdioxid.

bot (Abb. 5a u. b). Denn im Oberkiefer atrophiert der Kieferknochen nach Zahnverlust immer nach oral. Nun will nicht jeder Patient eine aufwendige Augmentation, um das Platzangebot für Implantate an der richtigen Stelle zu vergrößern. So entsteht das Problem, dass sich die Implantatpositionen oft einen halben bis ganzen Zentimeter hinter dem eigentlichen natürlichen Zahnbogen befinden. Eine solche Diskrepanz kann nur durch individuell gestaltete Abutments ausgeglichen werden, um die Verschiebung zu realisieren. Für eine möglichst grazile Prothesengestaltung bietet sich hier eine Versorgung mit Galvanoteleskopen an. Denn nur mit dieser Technik ist es möglich, die Verankerung praktisch vor den Kieferknochenbogen unter den Prothesen-Zahnbogen zu verlegen. Es ist wichtig, die Abutments soweit wie möglich nach vestibulär zu bringen, um palatinal einen „Balkon-Effekt“ zu vermeiden. In früheren Jahren, als es noch nicht die Möglichkeit gab, Abutments digital zu designen, haben wir diese

Individualisierungen aufwendig manuell hergestellt. Wenn es etwa vorkam, dass die Abutments um fast 3 mm nach vestibulär vor die Implantatpositionen versetzt werden mussten, benutzten wir dazu Standard-Abutments, reduzierten sie auf ein Mindestmaß und ergänzten sie dann in Titan. Diese manuelle Art der Herstellung von individuellen Titanabutments ist natürlich sehr aufwendig, das war zu dem damaligen Zeitpunkt aber noch nicht anders möglich. Abutments in Gold wären einfacher herzustellen gewesen. Galvanokäppchen lassen sich aber nicht ohne Leitlack auf Gold abscheiden, will man sie wieder voneinander trennen. Für eine sichere und langlebige Haftung von Galvanokäppchen auf Abutments ist es aber mehr als empfehlenswert, ohne Leitlack zu arbeiten. Außerdem haben viele Untersuchungen und Studien gezeigt, dass angegossene Goldabutments im Sulcus gingivae nur ungenügende Verträglichkeitswerte aufweisen. Hier ist Titan, gefolgt von Zirkoniumdioxid, immer noch das beste Mittel der Wahl.

Deshalb stellt auch in diesem Bereich die Einführung der CAD/CAM-Technologie eine deutliche Erleichterung und Qualitätsverbesserung für die Zahntechnik dar. Heutzutage gibt es fast für alle gängigen Implantatsysteme die Möglichkeit, individuelle einteilige Titan- oder Zirkoniumdioxid-Abutments frästechnisch herzustellen. Wir arbeiten hier im Bereich Abutment- und Gerüstgestaltung mit der Software von exocad (Darmstadt) und dem Ceramill-System von Amann Girrbach (Pforzheim).

Das Vorgehen

Für die digitale Gestaltung individueller Abutments wird zunächst eine Ästhetik-Aufstellung angefertigt. Nach

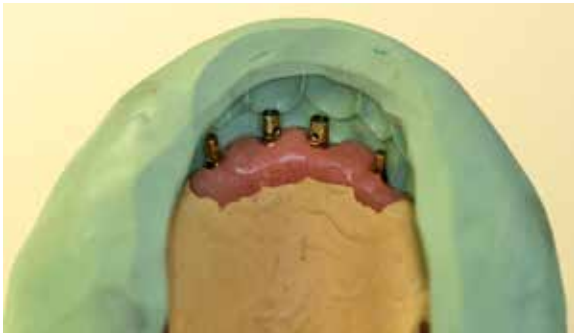


Abb. 5a u. b: Ein typisches Aufgabenfeld für individuelle Abutments findet sich beim stark atrophiertem Kieferkamm des Oberkiefers, wenn die Implantatprothetik weit vor dem vorhandenen Knochen stehen muss.



Abb. 6: Individuelle Titan-Abutments ...



Abb. 7 u. 8: für eine Galvanoversorgung.

der Anprobe beim Patienten folgt der Scan-Schritt. Das Design der Titanabutments wird am PC entwickelt. Oft, je nach Implantattyp, lassen wir diese in Fräszentren fertigen. Die Qualität dieser Abutments ist nach unserer Erfahrung so gut, dass nur noch geringe Feinarbeiten wie die Politur und der Feinschliff der Fräsflächen auf uns warten.

Danach werden die definitiven Abutments wieder am Patienten anprobiert, dann die Abformgenauigkeit und die Präparationsgrenzen kontrolliert und schließlich die Galvanokäppchen und das Gerüst zum Verkleben hergestellt. Eine dauerhafte Funktion und Haftkraft der Galvanokronen ist nur sichergestellt, wenn ohne Leitlack direkt auf Titan oder Nichtedelmetall abgeschieden wird (Abb. 6-8).

Vom Mock-up zur fertigen Vollkeramik-Brückenversorgung mittels CAD/CAM und Überpresstechnik

Als elegant und effizient erweist sich die CAD/CAM-Technologie auch bei der exakten Umsetzung der Form eines Wax-ups oder Mock-ups in eine Zirkoniumdioxid-gestützte und vollverblendete Keramikbrücke (Abb. 9-12).

Die größte Herausforderung für Zahntechnikerinnen und Zahntechniker ist die exakte Kopie eines zuvor erstellten Mock-ups in Keramik. Bei normal geschichteten Keramik kronen oder Brücken sind das exakte Einhalten der Form und Proportion eines Mock-ups nur sehr schwer umzusetzen, da man durch die frei Hand geschichtete vergrößerte Form der Verblendkeramik fast immer auch ein wenig die Proportion verliert. Hier kann uns die CAD/CAM-Technik helfen, bessere Ergebnisse zu erzielen. Im folgend dargestellten Fall (Abb. 13-26) lag der Fokus hauptsächlich auf der genauen Kopie des Mock-ups. Denn das wurde von unserer Patientin als sehr gut beurteilt.

Die Lösung Schritt für Schritt

Das vorhandene Situationsmodell eines Langzeitprovisoriums der Patientin und das Meistermodell wurden eingescannt und miteinander gematcht. Mit diesem Entwurf wurden die individuellen Abutments am PC entworfen und aus Titan gefräst. Auf diesen Abutments wurde unser eigentliches Mock-up für die Entwicklung der Keramikbrücke gefertigt. Das Mock-up wurde anprobiert. Die Patientin war auf Anhieb begeistert, und wir hatten nun die Aufgabe, dieses Mock-up möglichst formgetreu in Keramik umzusetzen. Im Mund wurden durch eine leichte Gingivektomie die Basen für die Brückenglieder vorbereitet.

Die exakte Kopie des Mock-ups haben wir mittels CAD/CAM- und der Überpresstechnik erreicht. Zunächst wurden mit der Exocad-Ceramill Software unser neues Mock-up als Situationsmodell und das Meistermodell mit den Abutments eingescannt und die Ergebnisse wiederum miteinander gematcht. Die digitalen Modellzähne wurden an das Situationsmodell angepasst.



Abb. 9-12: Vom Wax-up auf individuellen Abutments bis zur definitiven Eingliederung der umgesetzten Prothetik.



Abb. 13: Aus digitalen Zähnen entstand im Daten-Split die äußere anatomische Form, die in Wachs gefräst wurde.



Abb. 14: Abdruck der Wachs-Formen im Silikonwall.



Abb. 15: Anprobe auf dem Modell.



Abb. 19: Die Wachsmodellation ist fertig zum Überpressen.



Abb. 16: Vervollständigte Prothetik in Wachs.



Abb. 20: Die definitiv umgesetzten Versorgungen auf dem Modell.



Abb. 17: Wachs-Prothetik mit Inzisalkantenschlüssel.



Abb. 21 u. 22: Die Gerüste bestehen aus Zirkoniumdioxid, die Verblendungen aus Presskeramik (IPS e.max ZirPress; Ivoclar Vivadent/Liechtenstein).

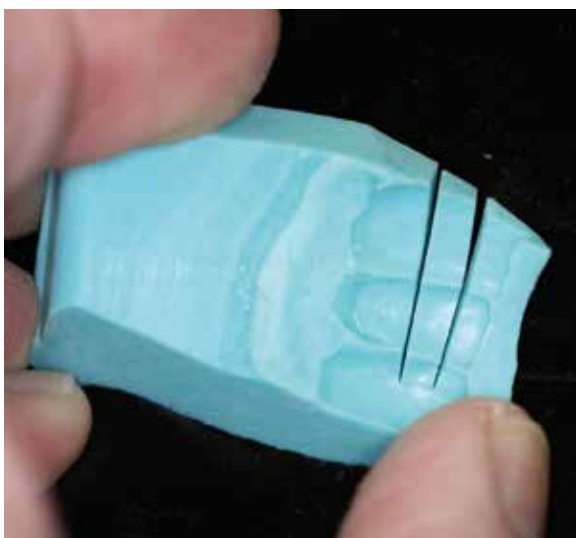


Abb. 18: Mithilfe des in Segmente geschnittenen Silikonwalls kann die Form sehr genau kontrolliert werden.



Abb. 23: Anprobe im Mund, bevor die Prothetik eingegliedert wird.



Abb. 24: Aufschieben der einzelnen Brücken, die zum Sichern der Spannungsfreiheit im Patientenmund mit den Abutments verklebt werden.



Abb. 25 u. 26: Die definitive Versorgung mit genauer Umsetzung des Mock-ups in Keramik.

Daraus haben wir einen „Datensatz-Split“ erstellt: Wir benötigten einen Datensatz für das Gerüstdesign und die Umsetzung in Zirkoniumdioxid und einen anderen Datensatz für die äußere anatomische Form; diese wurde in Wachs geätzt.

Das Zirkoniumdioxid-Gerüst wurde für die Überpressung vorbereitet. Danach folgten das Übertragen aller Facetten mittels Silikonwall und Inzisalkantenschlüssel auf das Gerüst und das Ausmodellieren. Durch einen in Segmente geschnittenen Silikonwall konnte die Form sehr genau kontrolliert werden. Nach dem Überpressen wurde in Region 13 noch etwas gekürzt. Eine anschließende Kontrolle mit unserem Silikonwall dokumentierte die hohe Übertragungsgenauigkeit. Im letzten Schritt wurde die Brücke fertiggestellt. Durch das Zusammenwirken von innovativer CAD/CAM-Technologie und zahntechnischer Handwerkskunst ist es gelungen, die sehr präzise Umsetzung eines Mock-ups in Keramik zu realisieren.

Schlusswort

Dankbare und begeisterte Patienten sind der ideale Lohn, die Triebfeder und Motivation, uns solchen Herausforderungen immer wieder zu stellen. Das sind die Momente, die mir immer wieder Ansporn geben, neue Technologien und traditionelles Handwerk miteinander zu verbinden, zum Nutzen unserer Patienten. In den vergangenen 35 Jahren habe ich alle Höhen und Tiefen des Zahntechnikerhandwerks mitgemacht, und es macht mir immer noch Spaß. Innovation und Leidenschaft ist unsere gelebte Unternehmensphilosophie. Genau so engagierte Zahntechnikerinnen und Zahntechniker mit Spaß am Beruf werden von mir gesucht. Denn mein größter Wunsch ist es, mein tiefes Fachwissen und langjährige Berufserfahrung an die nächste begeisterte Zahntechnik-Generation weiterzugeben.

Dieser Beitrag beruht auf dem ADT-Vortrag, gehalten am 27. Mai 2016 auf der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie in Nürtingen.

ZTM Wolfgang Bollack

Bollack Dentaltechnik
Pfarrgasse 2
69251 Gaiberg
Tel.: 06223 5999
Fax: 06223 49358
E-Mail: info@bollack-dental.de
www.bollack-dental.de

- Seit 1987 selbstständig in Gaiberg bei Heidelberg
- 1989 Meisterprüfung in München
- 1990 Beginn der Beschäftigung mit Implantatprothetik und, sobald auf dem Markt, mit der 3D-Implantatplanung
- Ab 1995 Weiterentwicklung von Schablonen für die geführte Implantatinsertion
- 1997 Gründungsmitglied des Forums innovative Zahnmedizin Heidelberg e. V. für Zahnärzte und Zahntechniker
- 1998 Gründungsmitglied der ProLab zahntechnische Vereinigung für Implantatplanung und -prothetik e. V.
- 1998-2003 Entwicklung der „Gaiberger Navigationsschablone“ in Zusammenarbeit mit Dr. Uwe Richter, Heidelberg
- 2003 Zertifizierung zum Fachlabor für Implantatprothetik
- 2004 Gründungsmitglied der Deutschen Gesellschaft für orale Implantologie (DGOI) und Mitglied im ICOI-Weltverband (International Congress of Oral Implantologists)
- 2007 Auszeichnung mit dem Best Practice-IT Award
- Referent und Autor
- Spezialisierungen des Labors mit heute 6 Mitarbeitern: Prothetik auf Implantaten, 3D-Implantatplanungs- und Schablonenkonzept, Vollkeramik, Kronen und Brücken aus Zirkoniumdioxid, Teleskoptechnik aus Edelmetall, NEM und Zirkoniumdioxid, Galvanotechnik, orale Schnarchtherapie