

Zusammenfassung

Mit der Einführung der CAD/CAM-Technologie konnten in vielen Bereichen der Zahntechnik neue, präzise und effiziente Herstellungsverfahren für Zahnersatz etabliert werden. Der Beitrag zeigt Entwicklungsperspektiven dieser Technologie auf und beleuchtet vor allem die Nutzungsmöglichkeiten durch die Kombination verschiedener digitaler Module für die Herstellung von herausnehmbarem Zahnersatz.

Indizes

CAD/CAM, Totalprothetik, herausnehmbarer Zahnersatz, Stege, Modellguss, Teleskope, Teilprothetik

Perspektiven der CAD/CAM-Technologie: herausnehmbarer Zahnersatz

Ineke Knill, Falko Noack

Die Nutzung der CAD/CAM-Technologie stellt bei der Herstellung von festsitzendem Zahnersatz mittlerweile für einen Großteil der zahntechnischen Labore die präferierte Arbeitsmethode dar. So ist es heute als State of the Art anzusehen, wenn Kronen, Brücken, Teleskope, Abutments und Stege im digitalen Workflow gefertigt werden. Aber auch herausnehmbare dentale Produkte wie Schienen und Modellgüsse lassen sich bereits seit geraumer Zeit über computergestützte Arbeitsweisen abbilden. Vergleichsweise neu sind im digitalen Kontext die Technologien, die zur Erstellung von Totalprothesen dienen.

Die Herstellung von partiellen Prothesen, welche in der Regel aus vier konstruktiven Strukturen, den Prothesensätteln, den Ersatzzähnen, dem Prothesengerüst und den Verankerungs- bzw. Stützelementen bestehen, ist auf digitalem Wege bis lang nicht umsetzbar oder zumindest nur stark limitiert möglich. Speziell die für die Totalprothetik neu entwickelten Algorithmen stellen aber eine gute Basis für die Erweiterung der CAD/CAM-Technologie hin zu diesen fertigungstechnisch komplexeren Restaurationsformen dar. So werden in Zukunft auch zahntechnisch aufwendigere Konstruktionen, welche aus mehreren Basisstrukturen bestehen, digital unterstützt gefertigt werden können. Hierbei wird die sinnvolle Verknüpfung von verschiedenen bereits existierenden Softwaremodulen die entscheidende Rolle spielen, um einen durchgängigen und anwenderfreundlichen Arbeitsablauf zu ge-

Einleitung



Abb. 1 Prothesenzahnrohlinge nach basaler Anpassung in der Ceramill Motion 2.

stalten. Zudem stellt sich für die Fertigung von herausnehmbarem Zahnersatz noch die zusätzliche Aufgabe der Bereitstellung der Ersatzzähne, die, wie aus der manuellen Technik bekannt, in vorkonfektionierter Form vorliegen. Durch die CAD/CAM-Technik bieten sich hierfür zwei Lösungswege:

1. Herstellung von individuellen Zähnen auf Basis von CAD-Bibliotheksdaten
2. Verwendung von konfektionierten, für die CAM-Bearbeitung optimierten Ersatzzähnen

Die erste Variante, bei der die Ersatzzähne aus einem zahnfarbenen Rohling gefräst werden, ist am ehesten dann nutzbar, wenn nur wenige Ersatzzähne für die Prothese herzustellen sind, da die Fräszeiten und die Nachbearbeitungsaufwände für Individualisierung und Politur pro herzustellendem Ersatzzahn vergleichsweise hoch sind. Alternativ könnten die künstlichen Zähne grundsätzlich auch generativ gefertigt werden, wobei die hierfür aktuell zur Verfügung stehenden technischen Lösungen noch nicht vollends geeignet erscheinen, um eine gegenüber konfektionierten Zähnen vergleichbare Qualität zu erzeugen.

Die Verwendung von etablierten Prothesenzähnen stellt nach Meinung der Autoren die momentan geeignetste Möglichkeit dar, um auch für den digitalen Workflow Ersatzzähne in hoher Werkstoffqualität bei minimalem Nachbearbeitungsaufwand zur Verfügung zu stellen. Voraussetzung für die CAM-basierte Nutzung dieser Zähne ist jedoch eine Lösung für die lagerichtige Positionierung dieser im CAM-System, um Individualisierungen, wie beispielsweise basale oder okklusale Anpassungen, vornehmen zu können (Abb. 1). Hierfür wurden spezielle Prothesenzahnrohlinge entwickelt, die bereits bei der digitalen Totalprothesenherstellung im Einsatz sind.

Nachfolgend wird am Beispiel von fiktiven zahntechnischen Fällen, die im Rahmen einer Machbarkeitsuntersuchung mit dem Ceramill-System (Amann Girrbach, Koblach, Österreich) erstellt wurden, gezeigt, welche Weiterentwicklungsmöglichkeiten sich im Bereich digitale Zahntechnik in Zukunft bieten. Hierbei wird auf die Verwendung bereits vorhandener Technologien sowie auf noch zu entwickelnde Funktionalitäten eingegangen. Der Fokus des Artikels liegt hierbei auf den notwendigen CAD-seitigen Prozessen.



Die computergestützte Konstruktion einer Totalprothese (Abb. 2) beginnt mit der Digitalisierung der Funktionsmodelle durch einen dentalen 3-D-Scanner. Dieser muss dabei nicht nur die Topografie der Modelloberfläche aufzeichnen, sondern auch die Position von Ober- und Unterkiefer im Artikulator. Dadurch kann die Relation der Kiefer zueinander und auch zu den Kondylen erfasst und an die CAD-Software übergeben werden.

In der CAD-Software wird anhand der Scandaten eine Modellanalyse durchgeführt. Der Anwender markiert Tuber, retromolare Polster, Prämolarenposition und Eckzahnposition, das Programm erkennt automatisch Kieferkammverlauf, Position der ersten Molaren und Stopplinie, und das Programm berechnet Kiefermitten, Labialflächenbegrenzung und Grundstatik. Aus diesen Daten erstellt die Software eine komplette statische Beurteilung der Situation. Am Ende der Modellanalyse sind die unter funktionellen Aspekten zulässigen Aufstellbereiche für die Seiten- und Frontzähne klar definiert.

Der Anwender sucht anschließend aus der Prothesenzahnbibliothek zur Situation passende Garnituren aus. Auch hier gibt die Software Hilfestellung, indem sie die am besten passenden Zahngrößen automatisch vorschlägt. Der Anwender kann außerdem zwischen verschiedenen Okklusionskonzepten wählen.

Die initiale Zahnaufstellung erfolgt automatisch. Durch zahlreiche Positionierungswerkzeuge kann die Aufstellung individualisiert werden. Die Okklusionsbeziehungen der Seitenzähne werden dabei geschützt. Außerdem schränkt die Software die Veränderungsmöglichkeiten auf die aus der Modellanalyse resultierenden Bereiche ein.

Da es sich bei den aufgestellten Zähnen um konventionelle, renommierte und schon über viele Jahre in der Prothetik verwendete, konfektionierte Prothesenzähne handelt, müssen diese nach der Zahnaufstellung bei basalen Durchdringungen des Kieferkammverlaufs virtuell eingekürzt werden (Abb. 3 und 4). Die virtuelle Anpassung muss auf die realen Zähne, welche später für die Totalprothese verwendet werden, übertragen werden. Dies geschieht, indem die konfektionierten Zähne zur Anwendung in der digitalen Prothetik eine neue Auslieferungsform erhalten haben. Die Zähne werden nicht wie bisher auf Zahnbrettchen ausgeliefert, sondern sind in einem Rohlingsrahmen in Wachs an einer definierten Position gefasst, so dass sie in eine CNC-Fräsmaschine eingespannt und die Anpassungen an den Zähnen vorgenommen werden können (vgl. Abb.1).

Im Anschluss an die Zahnaufstellung werden in der Software automatisch die Gingivanteile in Form von Prothesenbasen generiert (Abb. 2). Durch virtuelle Freiformwerkzeuge kann der Anwender das vorgeschlagene Gingivadesign individualisieren. Um die Verbindung von Prothesenzähnen und Prothesenbasen zu ermöglichen, wird für jeden Zahn eine passende Kavität aus der Basis ausgestanzt (Abb. 3 und 4).

Anschließend werden die Prothesenbasen ebenfalls auf einer CNC-Fräsmaschine hergestellt. Auch generative Verfahren wären für diesen Prozessschritt in Zukunft denkbar.

Abschließend werden die angepassten Prothesenzähne aus dem Rohlingsrahmen gelöst, gesäubert, in die Kavitäten der Prothesenbasen gesteckt und mit dieser verbunden. Die Umsetzung der Wachsprothese zur fertigen Kunststoffprothese erfolgt momentan nach der Einprobe beim Zahnarzt auf konventionellem Weg. In Zukunft wird der Anwender auch die Option haben, die Basen aus einem gingivafarbenem PMMA Blank zu fräsen. Für die Verbindung der Kunststoffbasen mit den konfektionierten Prothesenzähnen muss ein sicher funktionierendes Verklebkonzept vorliegen.

Abb. 2 Explosivdarstellung der digital konstruierten Ober- und Unterkiefertotalprothese (Fall 1).

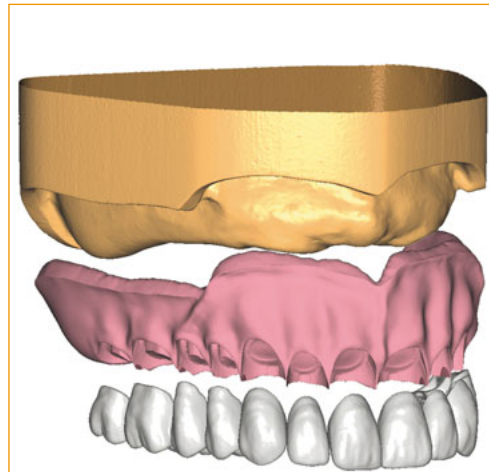


Abb. 3 Position der Schnittebene in Fall 1.

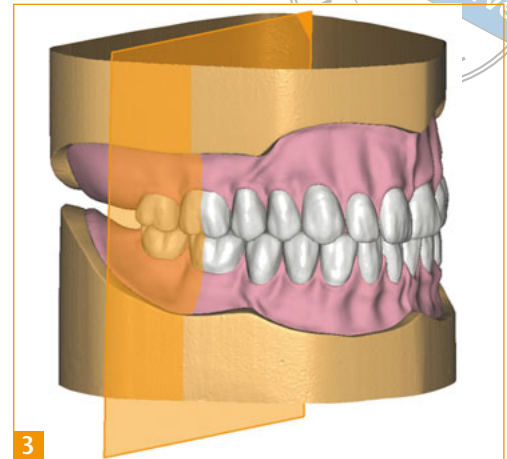
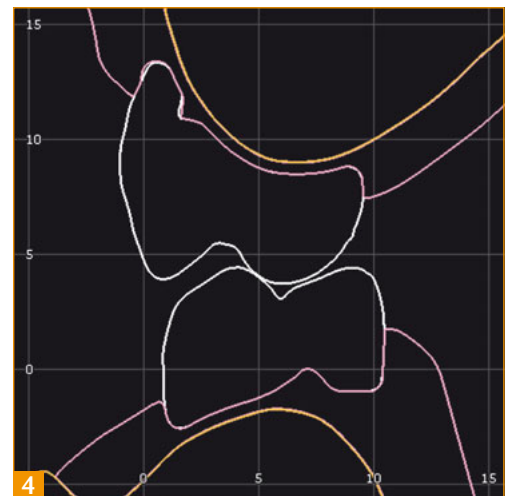
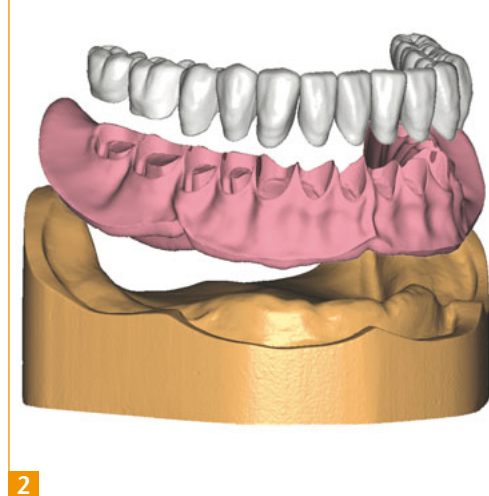


Abb. 4 Die Schnittdarstellung durch die Totalprothese zeigt die virtuelle basale Anpassung der Prothesenzähne an den Kieferkamm und die dazu passend erzeugten Kavitäten in den Prothesenbasen.



Vorteile des digitalen Prozesses:

- hohe Genauigkeit der Modellanalyse
- reproduzierbare, systematische Aufstellung der Zähne
- ideale Okklusionsbeziehung, Kontaktpunkte nach Zahnstellervorgabe
- automatische Modellation der Gingiva mit Möglichkeit zur schnellen, einfachen Individualisierung durch virtuelles Wachsmesser
- perfekte basale Anpassung der Prothesenzähne mit definiertem Abstand zum Kieferkamm

Die Erweiterung der CAD/CAM-Systeme um die Herstellung von Totalprothesen stellt einen weiteren Meilenstein in der dentalen Digitalevolution dar. Die in diesem Zusammenhang neu entwickelten CAD-Tools, die Verfahrensschritte und die neue Darreichungsform von konfektionierten Prothesenzähnen bieten nicht nur Lösungen für die Versorgung von zahnlosen Patienten, sondern bilden die Basis für die Erschließung computerunterstützter Herstellungsprozesse im gesamten Bereich der herausnehmbaren Prothetik. Diese These soll anhand der folgenden fiktiven Fallbeispiele näher erläutert werden.

Bei diesem Fall handelt es sich um einen zahnlosen Unterkiefer, in den zur besseren Fixierung der Prothese vier Implantate mit Lokatoren gesetzt wurden (Abb. 5). Der Oberkiefer weist eine fest vorgegebene okklusale antagonistische Situation auf, nach der sich die zu planende Prothese richten muss. Durch geringe Adaptionen des Totalprothetikmoduls wäre die digitale Umsetzung dieses Falls möglich.

Auch hier steht an erster Stelle die Digitalisierung der Patientensituation mittels dentalem 3-D-Scanner. Dieser Prozessschritt kann ohne Veränderung, wie im ersten Fall beschrieben, übernommen werden.

Anpassungen bedarf es im Ablauf der Modellanalyse. Während bei der Planung einer Totalprothese Ober- und Unterkiefer als Prothesenlager statisch-funktionell beurteilt werden müssen, gilt dies bei diesem Fall nur für den Unterkiefer. Die Herausforderung hierbei ist, eine Modellanalyse durchzuführen, welche die Anforderungen an die Aufstellbereiche für schleimhautgetragene Prothesen berücksichtigt und gleichzeitig die antagonistische Situation mit einbezieht.

Die Zahnaufstellung erfolgt wie im ersten Fall mit konfektionierten Prothesenzähnen. Die bestehenden Bibliotheken und Prothesenzahnrohlinge können hier genutzt werden.

Das vorgegebene, in der Bibliothek hinterlegte Okklusionskonzept entfällt allerdings. Die Positionierungsmöglichkeiten für die Zähne müssen bei diesem Fall mehr Freiheitsgrade und Individualität zulassen, um die bestehende antagonistische Ausgangssituation spezifisch berücksichtigen zu können.

Neu ist an diesem Beispiel auch die Kombination von verschiedenen CAD-Modulen. Hier muss eine Schnittstelle zwischen Implantat- und Prothesenmodul geschaffen werden. Die Versorgung von Implantatsituationen ist seit einigen Jahren schon digital abgebildet. Über den bestehenden Workflow kann die Positionierung und Auswahl der Implantate mit passend hinterlegter Geometrie für die Matrize (Klebekappe) erfolgen. Die aufgestellten Prothesenzähne müssen dann nicht nur im Bereich etwaiger basaler Durchdringungen des Kieferkammes wie in Fall 1 angepasst werden, sondern auch analoge Reduzierungen im Bereich der Matrize ermöglichen (Abb. 6 und 7).

Um eine funktionierende Okklusionsbeziehung zum Antagonisten zu erreichen, muss außerdem und im Gegensatz zum ersten Fall bei der Zahnaufstellung eine Durchdringung von Prothesenzahn und Antagonist zugelassen, diese Durchdringung digital abgeschnitten und die Anpassung auf den realen Zahn übertragen werden (Abb. 6 und 7).

Die Prothesenbasis wird analog zu Fall 1 konstruiert. Unterschiedlich stellt sich hier die Prothesenunterseite dar, welche nicht vollflächig an der Schleimhaut aufliegt, sondern im Bereich der Klebebasen unterschneidungsfreie Aussparungen aufweisen muss (Abb. 5).

Alle weiteren Prozessschritte können ohne Anpassung vom ersten Fall übernommen werden.

Vorteile des digitalen Prozesses:

- sichere Einhaltung von Mindestmaterialstärken
- exakte basale und okklusale Anpassung der Prothesenzähne
- virtuelle Planung und Visualisierung vor der definitiven Umsetzung
- bessere Möglichkeiten zur Berücksichtigung der Prothesenstatik

Fall 2:
Unterkiefervollprothese
mit Lokatorfixierung





Abb. 5 Explosivdarstellung der digital konstruierten Unterkiefervollprothese mit Lokatorfixierung (Fall 2).

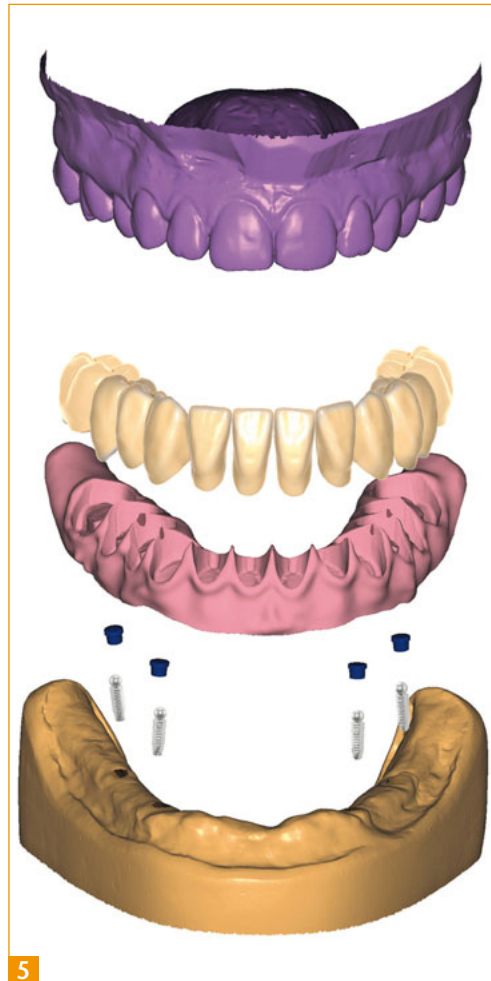


Abb. 6 Position der Schnittebene in Fall 2.

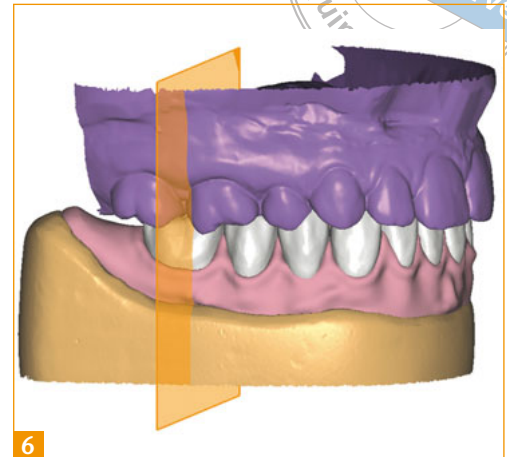
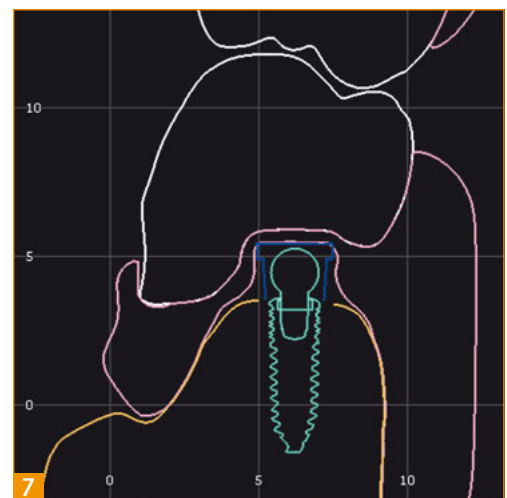


Abb. 7 Die Schnittdarstellung durch die Totalprothese zeigt die virtuelle Anpassung der konfektionierten Prothesenzähne an den Antagonisten und die erzeugte Freistellung von Prothesenzahn und -basis für die zum Lokator passende Matrize (Klebekappe).



Fall 3: Steggetragene Unterkiefervollprothese

Bei diesem fiktiven Fallbeispiel handelt es sich um einen individuell konstruierten Steg auf konischen Titanbasen als Primärkonstruktion mit einem individuell auf den Steg angepassten Sekundärteil, das eine gleichmäßige, materialspezifisch minimal zulässige Schichtstärke aufweist, und einer Totalprothese als Tertiärkonstruktion (Abb. 8).

Die Modellanalyse anhand der eingescannten Daten wie auch die Zahnaufstellung und die Konstruktion der Prothesenbasen erfolgt analog zu Fall 1. Anhand dieser Prothese kann anschließend eine passende Primär- und Sekundärstruktur konstruiert werden.

Für die Positionierung der Titanbasen wird wie schon in Fall 2 das Implantatmodul herangezogen. Die computerunterstützte Konstruktion und Herstellung von Stegen ist schon seit einigen Jahren umgesetzt. Auch die Schnittstelle zwischen Implantat- und Stegmodul besteht bereits. Eine zufriedenstellende Lösung für die CAD/CAM-technische Herstellung von Steg und Sekundärteil in einem Schritt stellt eine große Herausforderung an die gesamte Prozesskette dar. In diesem Bereich müssen noch Lösungen entwickelt werden.

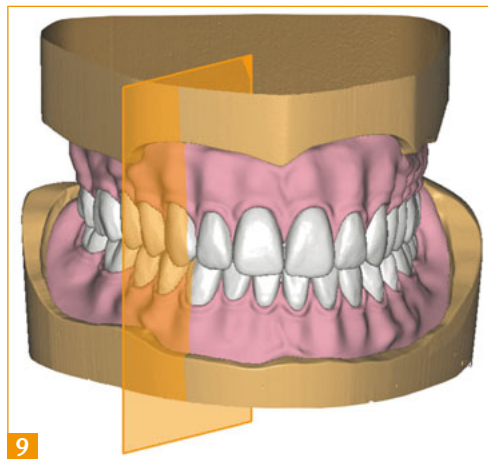
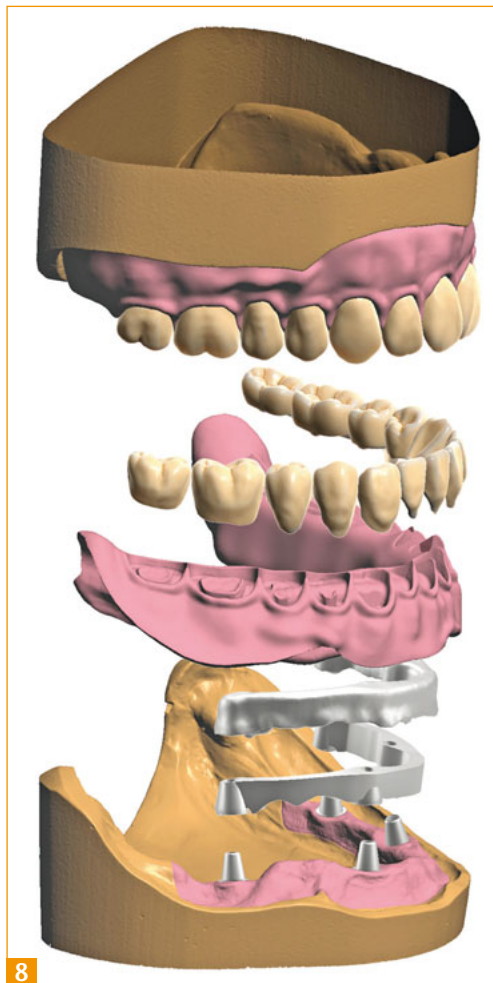


Abb. 8 Explosivdarstellung der steggetragenen Unterkiefervollprothese (Fall 3).

Abb. 9 Position der Schnittebene in Fall 3.



Abb. 10 Die Schnittdarstellung durch die Unterkieferprothese zeigt einen Stegfeiler über einer konischen Titanbasis mit passender Sekundärkonstruktion. Zu beachten ist hier die unter Einhaltung der notwendigen Materialstärken gleichmäßig erzeugte Freistellungen von Prothesenzahn und -basis, um den notwendigen Platz für die Stegkonstruktion zu schaffen.

In diesem Fall kommt es nun zu massiven basalen Anpassungen an einigen Prothesenzähnen (Abb. 9 und 10). Die digitale Adaption an die Sekundärstruktur und die CNC-technische Übertragung auf den realen Zahn mittels Prothesenzahnrohling ist durch die Entwicklung des Totalprothetikmoduls schon umgesetzt.

Auch die Prothesenbasis muss die Unterkonstruktion berücksichtigen und diesen Bereich unterschneidfrei aussparen (Abb. 9 und 10).

Am Ende der Konstruktion werden für die Unterkieferversorgung vier verschiedene Datensätze erzeugt. Einer zur Herstellung der Prothesenbasis, einer zur Adaption der Zähne und jeweils einer, der die Geometrie für Steg und Sekundärteil beinhaltet.

Vorteile des digitalen Prozesses:

- exakte basale und okklusale Anpassung der Prothesenzähne
- virtuelles Backward Planning
- ideale Ausnutzung der Platzverhältnisse durch sichere Kontrolle der Materialstärken

Fall 4:
Teleskopgetragene
Oberkiefer-
Modellgussprothese

Fall 4 stellt eine Teleskopprothese dar, die sich aus Primär- und Sekundärkronen auf 13, 23 und 26, einer Modellgusskonstruktion als Bindeglied, Prothesensätteln, Prothesenzähnen und Verblendungen für die Sekundärkronen zusammensetzt (Abb. 11).

Für den Scanprozess werden vorhandene Scanstrategien für Stumpfmodelle mit Antagonisten und Artikulatorpositionsübertragung herangezogen.

Die Konstruktion der Teleskopkronen erfolgt mit dem Teleskopmodul. Dieses wird schon seit mehreren Jahren erfolgreich im Laboralltag eingesetzt. Für die Sekundärkronen wird auf das bestehende Kronen- und Brückenmodul zurückgegriffen, um vestibulär reduzierte Kronen mit Anschlussgeometrien zur Verbindung mit dem Modellguss zu konstruieren. Die Verblendungen können in Form von Veneers geplant werden. Die Modellgusskonstruktion wird mit der vorhandenen Software erstellt. Die Konstruktion der einzelnen Prothesenelemente sollte in einem gemeinsamen Workflow erfolgen. Das setzt voraus, dass die genannten CAD-Module in einer Software vereint und eng vernetzt werden.

Für die Aufstellung der Prothesenzähne und die Konstruktion der Prothesensättel können Funktionen des Totalprothetikmoduls genutzt werden. Die Relevanz der Modellanalyse und die darauf abgestimmten Okklusionskonzepte treten hier in den Hintergrund. Durch die vorgegebene Position der Stümpfe und Antagonisten ist die Position der Prothesenzähne relativ eindeutig. Die Anforderung an Positionierungs- und Adaptionenmöglichkeit gleichen den in Fall 2 beschriebenen.

Wichtige Funktionen, die hier aus der digitalen Totalprothetik genutzt werden können, sind die Verwendung von Prothesenzähnen und -rohlingen und das Erstellen von Gingivaanteilen, die durch Kavitäten die aufgestellten Prothesenzähne berücksichtigen.

Die Anpassung der Prothesenzähne erfolgt in diesem Fall nicht nur von basaler und okklusaler Richtung (Abb. 12 und 13). Durch den vom Restzahnbestand eingegrenzten Aufstellbereich sind erstmals approximale Anpassungen an den Zähnen notwendig. Die digital vorgenommenen Veränderungen im approximalen Bereich können genauso wie die okklusalen und basalen Einkürzungen durch den Prothesenzahnrohling auf die realen Konfektionszähne übertragen werden.

Vorteile des digitalen Prozesses:

- exakte basale und approximale Anpassung der Prothesenzähne
- virtuelles Backward Planning
- exaktes Ausblocken der Unterschnitte
- einfache und genaue Positionierung von Retentionen, Abschlussleisten und Rückenschutzplatten

Copyright by Quintessenz
all rights reserved

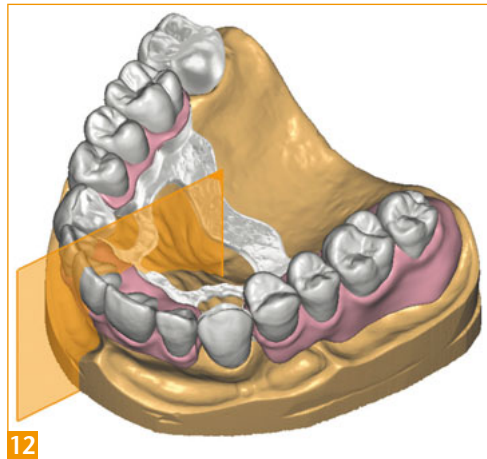
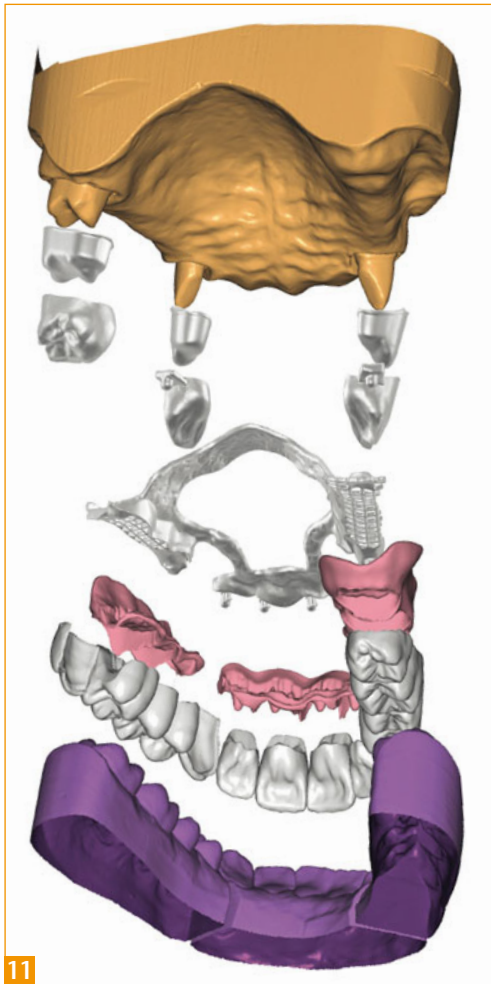


Abb. 11 Explosivdarstellung der teleskopgetragenen Oberkiefer-Modellgussprothese (Fall 4).

Abb. 12 Position der Schnittebene in Fall 4.

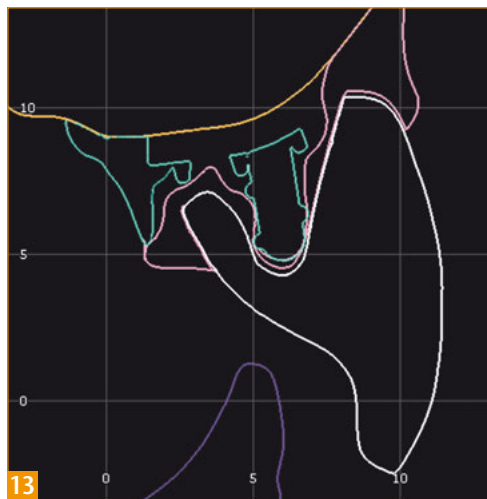


Abb. 13 Die Schnittdarstellung durch die Prothese zeigt die exakte virtuelle Anpassung des Prothesenzahns und des -sattels an einen Retentionsstift des Modellgusses.

Beim fünften Fall handelt es sich um eine Klammermodellgussprothese, mit der drei Schaltlücken (16, 21, 25–26) versorgt werden (Abb. 14). Der Scanprozess verläuft wie schon zuvor beschrieben.

Eine Modellanalyse wie im ersten Fall spielt bei dieser Art der Versorgung keine Rolle. Entscheidend ist in diesen Fällen, dass bei der Konstruktion durch die Art und Gestaltung der Verbinder, die Positionierung der Klammerarme und die okklusalen Abstützungen sowie durch die Ausdehnung der Prothesensättel (bei Freundsituationen) für eine stabile Lagerung und einen Kräfteausgleich der Konstruktion gesorgt wird. Der digitale Workflow zur Planung und Konstruktion eines Modellgusses sollte eine automatisierte Analyse der parodontalen Stützfelder beinhalten und den Anwender somit zu einem gesicherten Ergebnis führen. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Kennedy-Klasse sollte von der Software ein sinnvoller Vorschlag für die Klammer- und Auflagenpositionierung, die Gestaltung des Verbinders und die Ausmaße der Prothesensättel gemacht werden.

Bei der Aufstellung der Zähne sollte der Anwender die Wahl zwischen konfektionierten und individuell konstruierten Prothesenzähnen haben. Die Positionierung der Zähne erfolgt

Fall 5: Klammermodellgussprothese im Oberkiefer



Abb. 14 Explosivdarstellung der Klammermodellgussprothese (Fall 5).

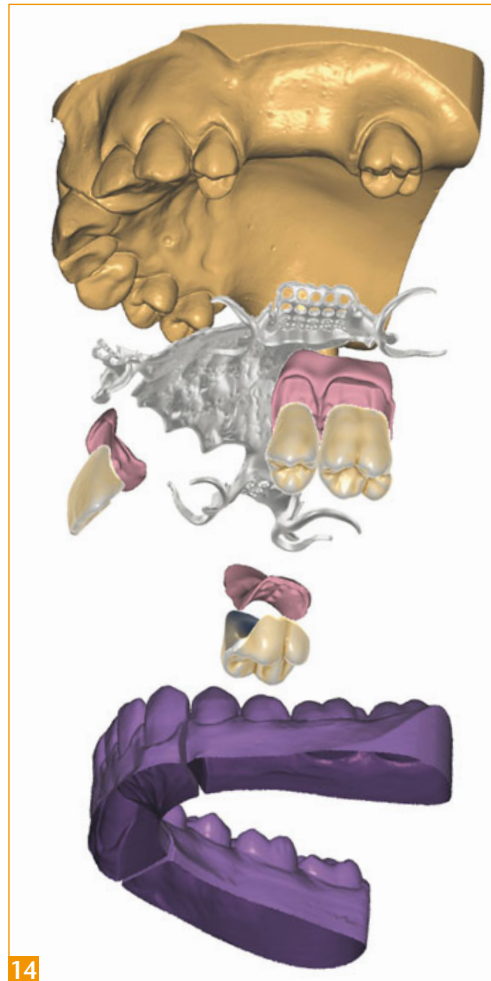


Abb. 15 Position der Schnittebene in Fall 5.

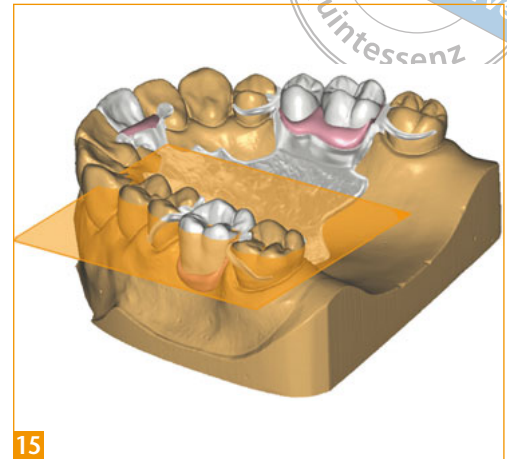
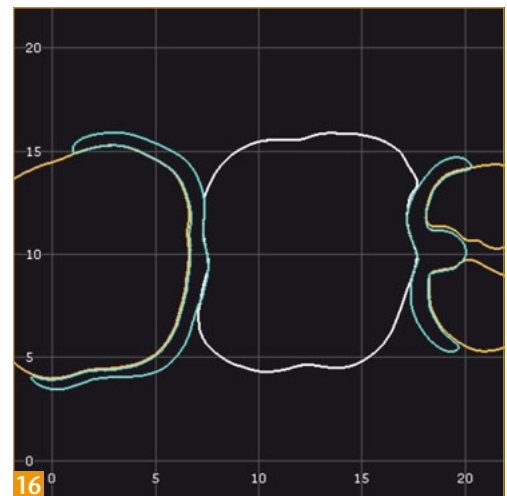


Abb. 16 Die Schnittdarstellung durch die Prothese zeigt die exakte virtuelle approximale Anpassung des Prothesenzahns an die Klammerschultern des Modellgusses.



automatisch und kann anschließend ohne Einschränkungen angepasst werden. Erst wenn die Zähne aufgestellt wurden, erfolgt die Generierung der Gingivaanteile und die virtuelle Modellation der Modellgussanteile. Diese Reihenfolge ist wichtig, damit Retentionen und Abschlusskanten anhand der Zähne konstruiert werden können. Eine wichtige Funktion, die vom Totalprothetikmodul an dieser Stelle übernommen werden kann, ist der Algorithmus zum Ausblocken der Modelle. Speziell beim Klammermodellguss ist es wichtig, Unterschnittbereiche auszublocken und die Unterschnitttiefe der Retentionsflächen, die dem Halt von Klammerarmen dienen sollen, genau zu vermessen. Hierfür ist eine CAD-Software prädestiniert, denn sie kann den aufwendigen Ausblockschritt der manuellen Technik mittels Ausblockwachs durch einen Mausklick ersetzen.

Bei Verwendung von konfektionierten Prothesenzähnen werden diese, wie im vorherigen Fall beschrieben, von basal, okklusal und approximal angepasst.

Die Funktion, Gingivaanteile zu generieren, kann wie in Fall 4 vom Totalprothetikmodul übernommen werden.



Am Ende des Konstruktionsprozesses werden von der Software folgende Datensätze erstellt: Der Klammermodellguss, die Geometrien der Prothesensättel und je nach vorheriger Auswahl des Anwenders entweder die Anpassungsdateien für die Prothesenzahnrohlinge oder die Geometrien von individuell konstruierten Zähnen.

Vorteile des digitalen Prozesses:

- Möglichkeit zur Konstruktion von individuell gestalteten Prothesenzähnen
- exakte Analyse der Retentionsfläche
- präzise Positionierung des Klammerverlaufes
- automatisierte Analyse der parodontalen Stützzonen

Durch die Kombination unterschiedlicher, bereits vorliegender CAD-Funktionalitäten werden sich in naher Zukunft auch komplexere teilprothetische Restaurationen computerunterstützt fertigen lassen. Hierfür sind nahezu alle grundlegenden Funktionen bereits vorhanden. Jedoch müssen für einen durchgängigen und zahntechnisch stimmigen Workflow noch Verknüpfungen hergestellt und einzelne Module auf diese Anforderungen angepasst werden. Zudem sind auch fertigungsseitige Lücken zu schließen, um den Zahntechnikern eine ganzheitliche Systemlösung zur Verfügung zu stellen. Mit der Entwicklung der CAD/CAM-basierten Totalprothesenherstellung ist aber ein entscheidender Meilenstein als Voraussetzung für diese Weiterentwicklungen bewältigt, wodurch auch zahntechnische Abteilungen, welche bislang noch nicht die Vorteile der CAD/CAM-Technologie nutzen konnten, profitieren werden.

Fazit



Dipl.-Ing. (FH) Ineke Knill

Amann Girrbach AG
Herrschaftswiesen 1
6842 Koblach
Österreich
E-Mail: ineke.knill@amanngirrbach.com



Dipl.-Ing. (FH) Falko Noack

(Adresse wie oben)