

Pablo Krämer Fernandez, Eugen Wahl, Fabian Hüttig, Sebastian Spintzyk

# Herstellung von Kopie- und Reiseprothesen

## Vorteile der additiven und subtraktiven Verfahren

**Kopieprothesen können heutzutage mithilfe moderner CAD-Programme und Laborscanner konstruiert werden. Durch die Kombination additiver sowie subtraktiver Fertigungsverfahren können die Vorteile beider Systeme genutzt werden. Der Beitrag beschreibt die Herstellung einer Kopieprothese mithilfe eines Laborscanners, 3-D-gedruckter Prothesenbasis und subtraktiv gefertigter Prothesenzähne.**

### Einleitung

Durch die zunehmenden Prophylaxemaßnahmen und zahnerhaltenden Therapien ist die Zahnlosigkeit in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten stark zurückgegangen – und wird in Deutschland bis 2030 bis auf 4,2 % bei den 64- bis 75-Jährigen abnehmen<sup>15</sup>. Liegen jedoch erhöhtes Alter und eine Pflegebedürftigkeit bei den Patienten vor, steigt die Prävalenz der Zahnlosigkeit deutlich an. Laut der 5. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS-V) leidet derzeit jeder zweite über 75 Jahre alte Patient mit Pflegebedarf an Zahnlosigkeit. Senioren mit niedrigem Sozialstatus sind häufiger betroffen<sup>10</sup>.

Bei der Neuanfertigung von Totalprothesen kommt es vor allem bei älteren Patienten häufig zu Problemen, da die Anpassungsfähigkeit im Alter nachlässt, aufgrund der reduzierten

Neuroplastizität und abnehmenden stereognostischen Fähigkeiten<sup>9</sup>. Insbesondere Zahnersatz, der rein schleimhautgetragen ist und durch die natürliche Bezahnung oder Implantate weder gestützt noch gehalten wird, benötigt eine besonders hohe Anpassungsfähigkeit des Patienten, um eine Funktion im Alltag zu gewährleisten<sup>12</sup>. Dieses Phänomen ist häufig in der Praxis zu finden, wenn ältere Patienten mit den alten und insuffizienten Prothesen scheinbar „besser“ zurechtkommen als mit einem objektiv einwandfrei neu hergestellten Zahnersatz<sup>8</sup>. Kommt es in dieser Patientengruppe zu Verlust der alten Prothese, kann dies im schlimmsten Fall die dauerhafte Zahnlosigkeit durch Prothesenintoleranz bedeuten. Ein solcher Verlust tritt häufig in der Pflege, aber auch bei stationären Aufenthalten in Kliniken auf<sup>2,13</sup>.

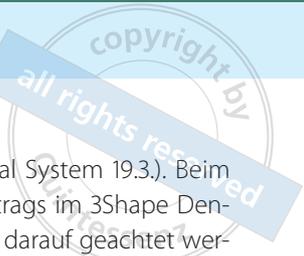
Muss eine neue Prothese angefertigt werden, bieten Kopieprothesen einen Vorteil, da die Patienten sich nicht an eine vollständig neue Versorgung gewöhnen müssen und dennoch materialbezogen hochwertigen, neu gefertigten Zahnersatz erhalten können.

Der bisherige Ablauf zur Herstellung von Kopieprothesen ist zahntechnisch komplex: Mit speziellen Küvetten kann der alte Zahnersatz kopiert werden<sup>3</sup>. Hierbei wird mithilfe der bestehenden Prothesen und elastischem Abformmaterial eine zweiteilige Hohlform erstellt,

die im Anschluss ausgefüllt werden kann, zum Beispiel mit Autopolymerisat. Je nach angewandter Methode bedeutet dies jedoch einen hohen finanziellen und zeitlichen Aufwand, der häufig mit eingeschränkten Möglichkeiten für den Techniker und womöglich reduzierter Ästhetik für den Patienten einhergeht, wenn er vereinfacht wird<sup>7,16</sup>.

Durch die Digitalisierung sind neue technische Möglichkeiten entstanden: Das Tool Dental System 19.3 – Copy Denture der Fa. 3Shape (Kopenhagen, Dänemark), das seit Ende 2019 auf dem Markt erhältlich ist, bietet die Möglichkeit, mithilfe von CAD/CAM-Technologien Totalprothesen nicht nur digital herzustellen, sondern mit sehr geringem Aufwand die bestehenden Prothesen digital zu erfassen und bei Bedarf (Verlust, Bruch, Umarbeitung etc.) in hoher Qualität nachzubilden. Somit ist es ohne großen Aufwand möglich, digital aus dem alten Zahnersatz eine identische Kopie herzustellen, ohne den vorhandenen Zahnersatz zu verändern oder erneut in die Hand nehmen zu müssen.

Die Möglichkeiten, digitale Totalprothesen zu fertigen, sind vielfältig und mittlerweile auch rein digital möglich<sup>18</sup>. Derzeit wird vor allem subtraktiv gefertigt<sup>17</sup>. Zur Herstellung der Prothesenbasis wurde diese bisher mithilfe einer Fräsmaschine aus industriell polymerisierten PMMA-Rohlingen herausgeschliffen (z. B. Ivoclar Digital Denture,



Fa. Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein; Ceramill FDS, Fa. Amann Girrbach, Koblach, Österreich; VITA VIONIC Solutions, Fa. Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen). Andere Systeme bieten das Fräsen in Wachs (z. B. Ceramill FDS, VITA VIONIC Solutions) oder aus vorgefertigten Rohlingen mit bereits einpolymerisierten Zahnkränzen (z. B. Baltic Denture, Fa. Merz Dental, Lütjeburg; Avadent CAE Hybrid, Fa. Avadent Digital Dentures, Scottsdale, USA; Ivoclar Ivotion, Fa. Ivoclar Vivadent). All diesen Systemen ist dabei gemein, dass die Ausdehnung der Basis durch die Größe des Rohlings und die Anstellwinkel der Fräse begrenzt sind. Des Weiteren kommt es zu einem erheblichen Materialverbrauch, da ein Großteil des Materials während des Fräsvorgangs entfernt werden muss.

Die Anwendung von 3-D-Druckern bietet bei der Herstellung der Prothesenbasen einen großen Vorteil, da hierbei jegliche Geometrie gefertigt werden kann und mit Ausnahme der Stützstrukturen nur die für das Werkstück wirklich benötigte Menge an Polymer eingesetzt wird<sup>6</sup>. Nachteile zeigen die druckbaren Werkstoffe aktuell jedoch noch in der Abrasionsbeständigkeit<sup>5</sup>. Während die Abrasion bei Prothesenbasen nur eine untergeordnete Rolle spielt und der 3-D-Druck hier sehr gut funktioniert, ist die Abrasionsstabilität der Ersatzzähne von hoher Relevanz. Weil derzeit noch keine Materialien mit ausreichender Abrasionsstabilität im 3-D-Druck verfügbar sind, bleibt die subtraktive Fertigung zur Herstellung von Ersatzzähnen derzeit die Methode der Wahl. Hierbei ist es möglich, hochfeste, industriell vorgefertigte Werkstoffe zu verarbeiten. Werden Multilayer-Rohlinge eingesetzt, dann kann zusätzlich bereits in der CAM-Fertigung ein Farbverlauf erzeugt werden. Werden Multijet-3-D-Drucker verwendet, dann ist ein Farbverlauf während der Herstellung zwar auch möglich<sup>14</sup>, jedoch sind diese Materialien noch nicht als Medizinprodukt zugelassen

und können somit nicht am Patienten eingesetzt werden. Während somit bei Prothesenbasen der 3-D-Druck ohne Kompromisse eingesetzt werden kann, sollte zur Herstellung von Ersatzzähnen auf abrasionsbeständigere, subtraktiv zu verarbeitende Kompositmaterialien zurückgegriffen werden.

Durch eine kombinierte Fertigung der Bestandteile der Prothese können Vorteile aus beiden Verfahren miteinander kombiniert werden: Prothesenbasen werden sparsam und hochauflösend mithilfe eines 3-D-Druckers gefertigt, während Zähne aus Kompositmaterial mithilfe von CAM gefräst werden.

Im Folgenden wird dargestellt, wie durch die Anwendung der neu verfügbaren Softwarelösungen und Materialsysteme Kopieprothesen effizient hergestellt werden können.

### Vorbereitung

Zur hygienischen Arbeit ist es unabdingbar, dass die bereits getragenen Prothesen des Patienten fachgemäß desinfiziert werden. Hierzu wird die Prothese bei Laboreingang von groben Verschmutzungen mit einer Einmalbürste gereinigt und danach in einem Desinfektionsbad (z. B. Omnisepit IMP, Fa. Omnident, Rodgau Nieder-Roden; Dentaclean, Fa. Bredent, Senden) entsprechend der angegebenen Einwirkzeit desinfiziert. Weitere Verschmutzungen, wie Zahnstein, sollten daraufhin gründlich entfernt werden<sup>11</sup> (z. B. SYMPRO Prothesenreinigungsgerät, Fa. Renfert, Hilzingen; MicroClean, Fa. Schütz Dental, Rosbach; manuelle Ausarbeitung mit rotierenden/oszillierenden Instrumenten), woraufhin gegebenenfalls nochmals ein Desinfektionszyklus erfolgt.

### Scan

Gescannt wurde in unserem Beispiel mithilfe des D2000 Laborscanners, digital modelliert in der CAD-Software der

Fa. 3Shape (Dental System 19.3.). Beim Anlegen des Auftrags im 3Shape DentalManager muss darauf geachtet werden, dass für die Basis ein Material mit hinterlegter additiver Fertigungsoption gewählt wird.

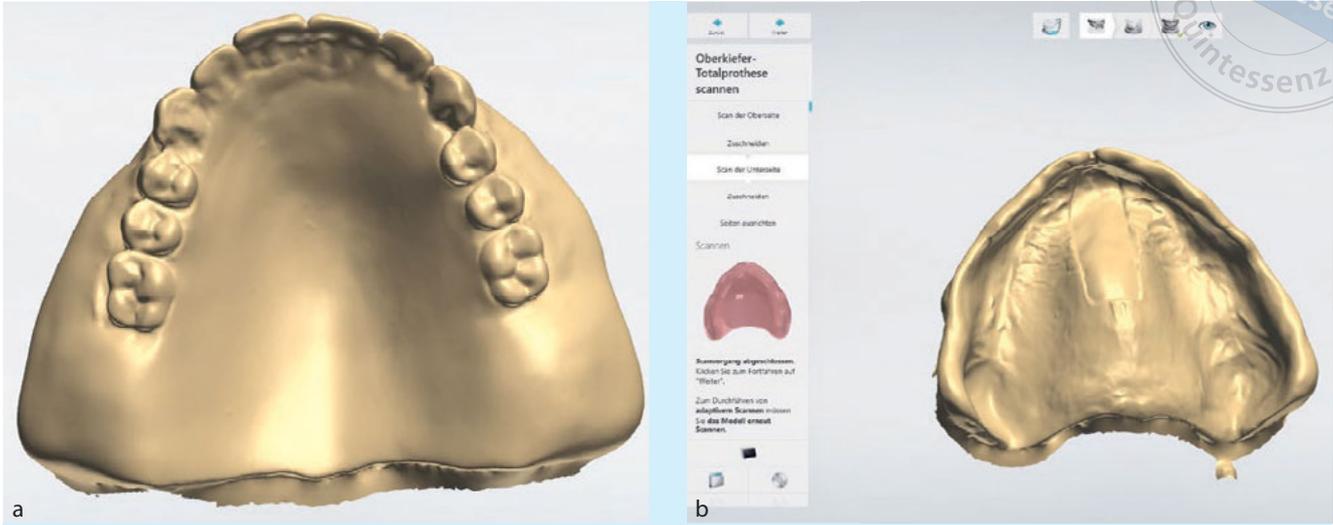
Für den optischen Scan ist es notwendig, spiegelnde Prothesenoberflächen mithilfe einer geringen Menge an Scanspray (3-D-Entspiegelungsspray, Fa. Helling, Heidgraben) zu mattieren. Nachdem die Prothese mit Scan-Knete (Blu-Tack®, Fa. Bostik, Borgholzhausen) im Scanner platziert wurde, werden schrittweise die Ober- und die Unterseite der Prothesen gescannt. Nach dem Zurechtschneiden des Oberflächen-scans werden die Scans anhand sich überschneidender Flächen gemeinsam ausgerichtet (Abb. 1a bis c).

Werden Ober- und Unterkiefer gemeinsam eingescannt, wird im letzten Schritt die Relation der Prothesen zueinander erfasst. Hierzu können die Prothesen mithilfe eines Gummirings zueinander fixiert werden (Abb. 2a und b).

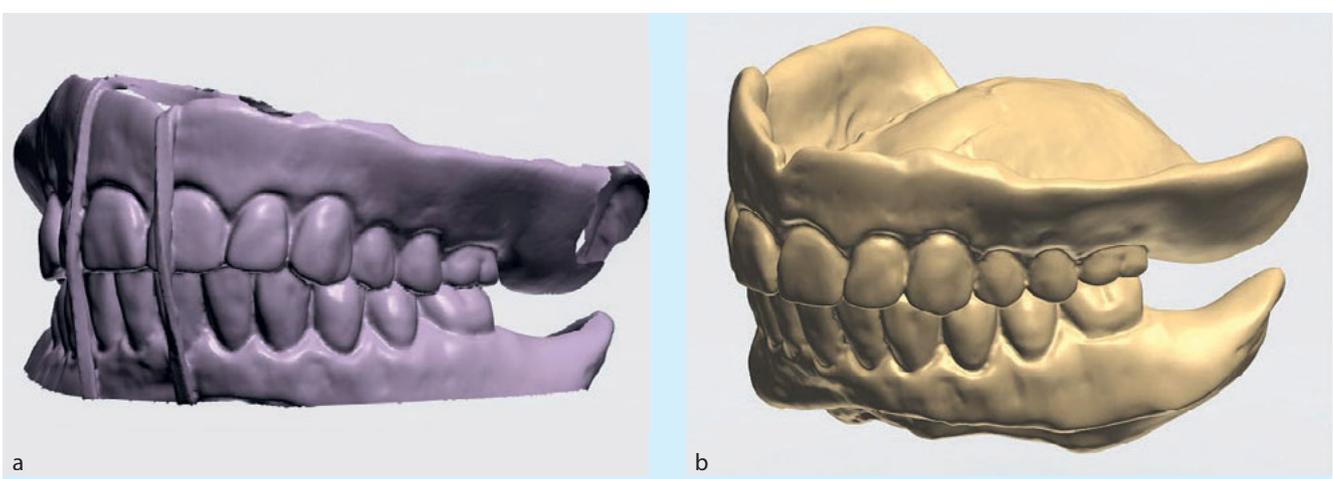
Der nachfolgende CAD-Schritt dient nun dazu, die Zähne von der Prothesenbasis zu trennen und zu segmentieren.

### Trennung und Segmentierung

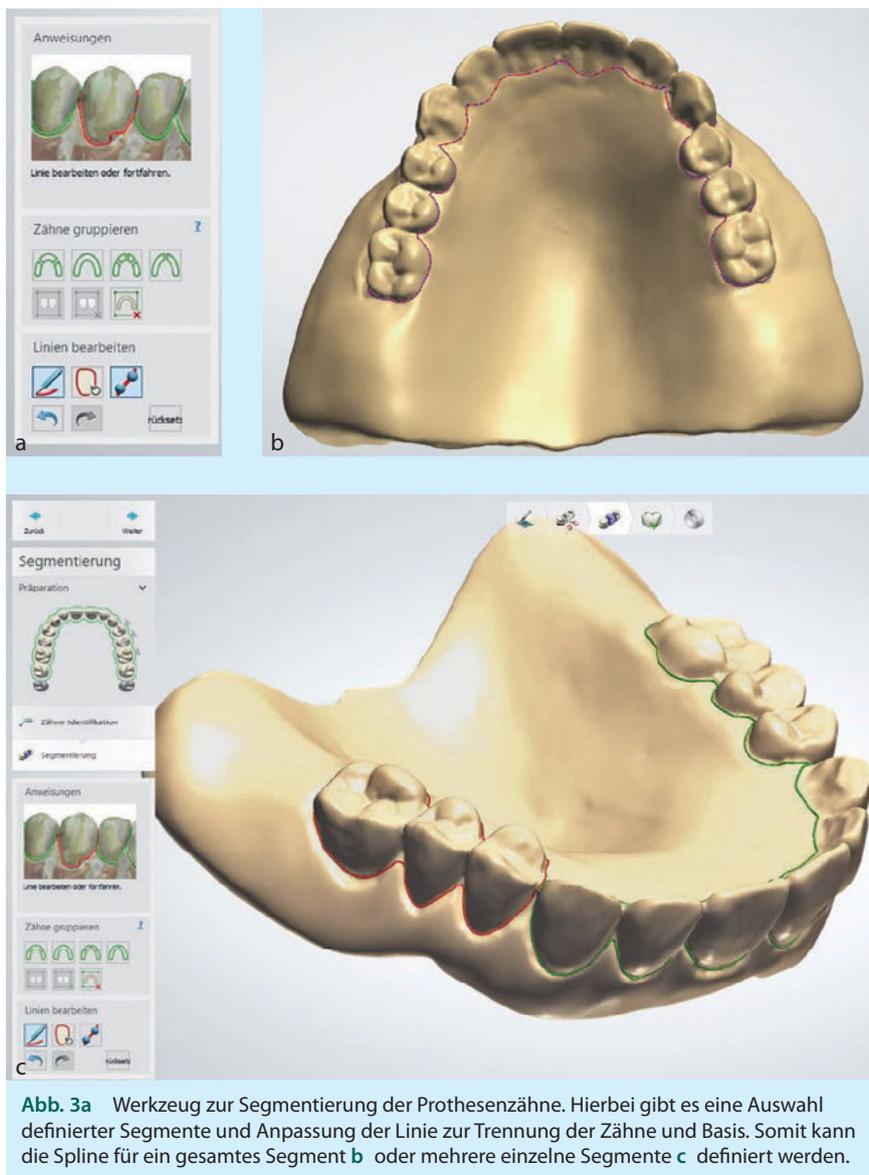
Im CAD-Designer kann mit den bekannten virtuellen Instrumenten die Form der Prothese verändert werden. Somit können Scanartefakte korrigiert oder überstehende Ränder von Unterfütterungsmaterial geglättet werden. Ein präziseres Modellieren erfolgt in einem späteren Arbeitsschritt. Anschließend werden die zu ersetzenden Zähne markiert, wobei fehlende Zähne hierbei einfach übersprungen werden. Die Software versucht daraufhin automatisch, eine Segmentierungslinie zu definieren, die teilweise noch per Hand nachkorrigiert werden muss. In diesem Schritt kann nun ausgewählt werden, in wie viele Gruppen die Zähne untergliedert werden sollen: Neben der Möglichkeit, für jeden Zahn einen einzelnen Daten-



**Abb. 1a bis c** Scan der Prothesenbasis – Basalfläche, Oberseite und das Zusammensetzen der Prothesen anhand überlappender Referenzflächen.



**Abb. 2a und b** Scan der Relation der Ober- und Unterkiefer. Fixation der Prothesen mithilfe eines Gummiringes.



**Abb. 3a** Werkzeug zur Segmentierung der Prothesenzähne. Hierbei gibt es eine Auswahl definierter Segmente und Anpassung der Linie zur Trennung der Zähne und Basis. Somit kann die Spline für ein gesamtes Segment **b** oder mehrere einzelne Segmente **c** definiert werden.

satz zu generieren, bietet die Software auch die Möglichkeit, diese automatisch in Zahnsegmente aufteilen zu lassen. Hierbei kann neben der Auswahl eines vollständigen Kiefersegments auch in 2, 3 oder 4 Segmente fragmentiert werden (Abb. 3a bis c).

Anschließend müssen nach der ersten Segmentierung mit den virtuellen Instrumenten Artefakte ausgebessert werden, um zu ermöglichen, dass die einzelnen Komponenten fehlerfrei erzeugt werden können. Hierbei können

nun auch die Zahn- und die Prothesenbasis getrennt voneinander und mithilfe der Instrumente freigeformt werden. Überkonturierte Bereiche der Zahnsegmente müssen soweit reduziert werden, dass diese nicht durch die Prothesenbasis sichtbar sind, da es sonst zu einem Abbruch im folgenden Arbeitsschritt kommt. Vor der abschließenden Anpassung der Segmente an die Basis muss die Eindringtiefe, der exakte Wert des Klebspalts (in diesem Fall 0,1 mm), sowie für jedes Segment die Einschub-

richtung definiert werden.

Nach der Modellation können sowohl die Prothesenbasis als auch die Zahnsegmente für die abschließende Fertigung im STL-Format exportiert werden (Abb. 4a bis d).

### Additive Fertigung

Am Ende des Designprozesses kann über die Software ein STL-Datensatz über den CAM-Output erzeugt werden. Dieser wird in die Nestingsoftware des 3-D-Druckers geladen (Netfabb Premium 2020, Fa. Autodesk, München). Nachdem hier der entsprechende Drucker ausgewählt wurde (SolFlex 350, Fa. Voco, Cuxhaven), kann die Prothesenbasis im Druckraum positioniert werden. Der hier verwendete Drucker ist ein DLP-Drucker, der mit einer Wellenlänge von 385 Nanometern arbeitet. Die Schichtdicke kann auf bis zu 50 Mikrometer eingestellt werden. Nachdem der Support per Skript automatisch für das Bauteil generiert und kontrolliert wurde, kann nach dem Slicen die Druckdatei per Netzwerk oder USB-Stick auf den Drucker übertragen werden.

Hier muss nun nur noch die entsprechende Materialwanne eingesetzt und mit dem Prothesenmaterial (V-Print dentbase, Fa. Voco) befüllt werden, bevor der Druckauftrag gestartet wird (Abb. 5a und b). Nach erfolgreichem Druck erfolgt das Postprocessing in zwei aufeinander folgenden Ultraschallbädern für jeweils zwei Minuten. Nachdem das Objekt dazwischen und abschließend mit Druckluft gereinigt wurde, empfiehlt es sich nun, vor der definitiven Nachbelichtung die Supportstrukturen vorsichtig zu entfernen, da bei Auswahl entsprechender Geometrien diese einfach von Hand oder mit einem kleinen Seitenschneider gelöst werden können. Abschließend kann für 30 Minuten in der NextDent LC-3DPrint-Box (Fa. NextDent, Soesterberg, Netherlands) oder mit 2 x 2000 Blitzern im Otofash G171 (Fa. NK-Optik,

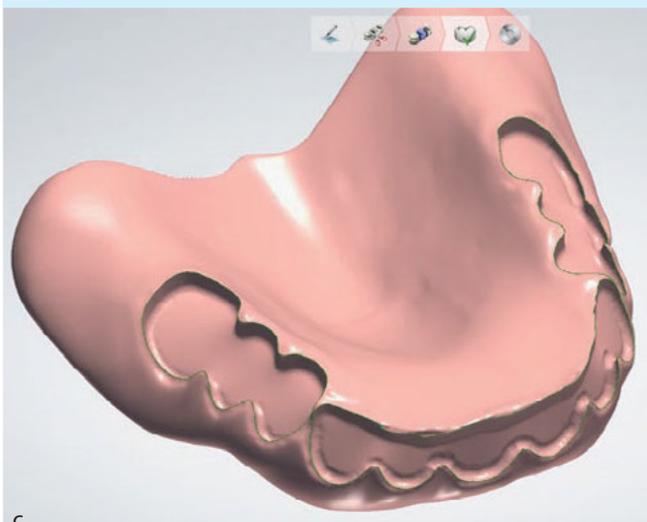
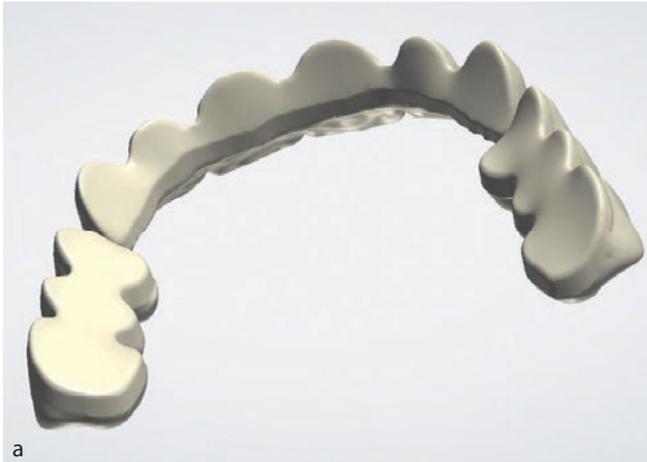


Abb. 4a bis d Generierte Prothesenbasis und Zahnsegmente (zwei Seitenzahnsegmente, ein Frontzahnsegment).

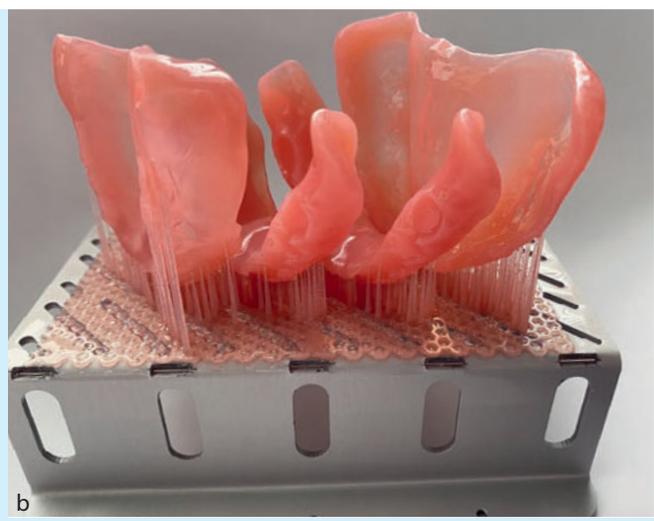
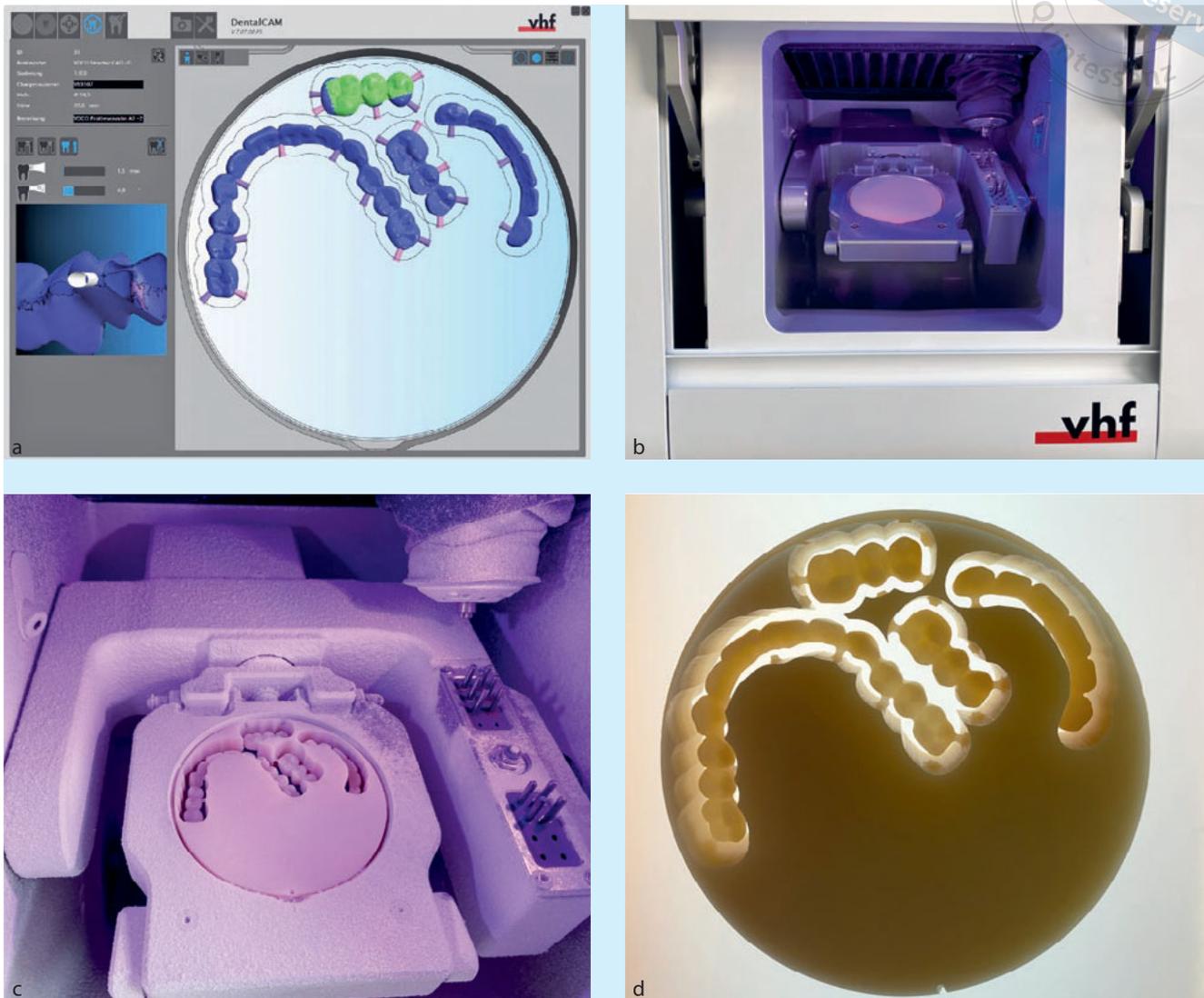


Abb. 5a und b Prothesenbasis im 3-D-Drucker (V-Print dentbase, Solflex 350, beide Fa. Voco). Mehrere Prothesenbasen können gleichzeitig gedruckt werden.

copyright by  
all rights reserved



**Abb. 6a bis d** Platzierung der Zahnsegmente in der Nestingssoftware und Anbringen von Stäben, um die Segmente während des Fräsprozesses zu unterstützen. Der Blank (CediTEC DT, Fa. Voco) kann direkt in den Halter der Fräsmaschine (K5+, Fa. vhf camfacture) eingespannt werden. Nach dem Fräsprozess müssen nur noch die verbliebenen Stäbe durchgetrennt werden, um die Zahnsegmente aus dem Blank zu lösen.

Baierbrunn) nachbelichtet werden.

### Subtraktive Fertigung

Nachdem der entsprechende Rohling (CediTEC DT, Fa. Voco) in der Nesting-Software (VHF DentalCAM V7.07.00.P3, Fa. vhf camfacture, Ammerbuch) angelegt wurde, können die Zahnsegmente importiert und im virtuellen Rohling platziert werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Stege so platziert werden, dass eine spätere Ausarbeitung

vereinfacht wird. Hierzu bietet es sich an, einen Teil der Stege schon von der Fräsmaschine (VHF K5+, Fa. vhf camfacture) vollständig durchtrennen zu lassen. Eine Platzierung auf der Palatinalfläche erleichtert zusätzlich das spätere Ausarbeiten (Abb. 6a bis d).

### Nachbearbeitung und Zusammenfügen

Nachdem mit einem Hartmetallfräser (z. B. H33L 104 012, Fa. Gebr. Brasseler,

Lemgo) die Zahnsegmente aus dem Rohling herausgetrennt wurden (Abb. 7 und 8), können die Stege verschliffen werden. Mit Trennscheiben (z. B. Superdiaflex® F 911H, HORICO DENTAL, Fa. Hopf, Ringlieb & Co., Berlin) können die Interdentalräume fein ausgearbeitet werden.

An der rosa Prothesenbasis werden die verbliebenen Supportstrukturen verschliffen, die Prothese wird mithilfe von Hartmetallfräsern ausgearbeitet und mit Schmirgelpapier (Körnung: 150) vorpoliert.

Die Zahnsegmente werden nun



**Abb. 7** Additive und subtraktive Komponenten vor dem Zusammenfügen.



**Abb. 8** Ein Zahnsegment wird herausgefräst.



**Abb. 9a bis c** Ausgearbeitete und hochglanzpolierte Prothesenbasen und Zahnkranz vor dem Verkleben.



an die Prothese angepasst, wobei vornehmlich Änderungen an den Basalflächen der Prothesenzähne erfolgen sollten, wenn die Fehlpassung nicht auf verbliebene Supportstrukturen auf

der Prothesenbasis zurückzuführen ist. Es ist auf einen spannungsfreien Sitz aller Segmente zu achten. Ist eine ausreichende Passung der Teile gegeben, werden diese am Poliermotor mit Bims- und

Politurpaste auf Hochglanz gebracht (Abb. 9a bis c).

Vor dem Verkleben der Segmente werden die Teile gereinigt und die Klebefläche mit 50 bis 120 µm Korund

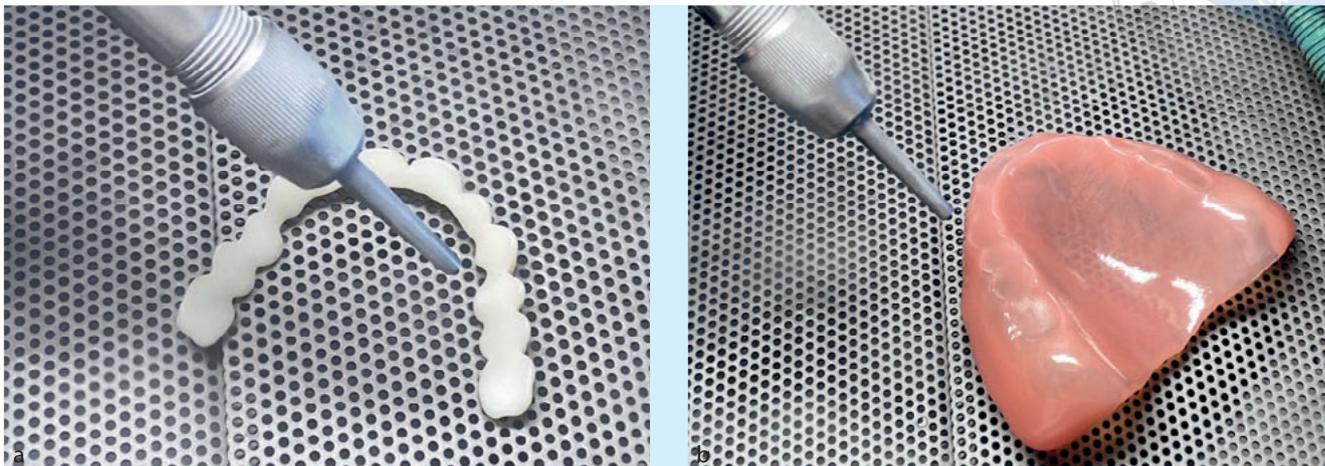


Abb. 10a und b Die Klebefläche wird vor dem Adhäsivauftrag sandgestrahlt.

bei 1,5 bar sandgestrahlt (Abb. 10a und b). Die Klebeflächen werden mit dem CediTec Primer (Fa. Voco) benetzt. Anschließend wird das autopolymerisierende Befestigungsmaterial (CediTEC Adhesive, Fa. Voco) in die Kavitäten der Prothese eingebracht und die Zahnsegmente werden positioniert. Das überquellende Material muss hierbei zügig mit einem geeigneten Instrument entfernt werden. Kleinere Überschüsse können abschließend auch mithilfe einer Stofflage abgestrichen werden.

Um den Kleber auszuhärten, wird die Prothese für 15 Minuten bei 50 °C Wassertemperatur und 4 bar im Drucktopf ausgehärtet.

Dann wird abschließend ausgearbeitet und die Kleberückstände werden entfernt (Abb. 11a bis f). Unterschüsse und Luftblasen können mithilfe von Autopolymerisat oder lichthärtendem Prothesenkunststoff (Quick UP LC, Fa. Voco) korrigiert werden. Bei Bedarf können die sichtbaren Zahnflächen jetzt noch mit Verblendkomposit oder Malfarben (Optiglaze color, Fa. GC, Tokio, Japan) individualisiert werden (Abb. 12).

### Fazit

Durch die Kombination von CAD-Software, 3-D-Druck und Frästechnik kann

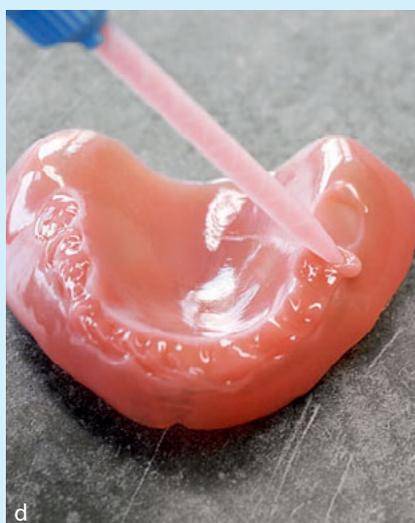
in der Totalprothetik ein wirtschaftlicher und effizienter Workflow gestaltet werden. Die Handhabung wird im Labor wesentlich vereinfacht, weil ein gemeinsames System aus Prothesenbasen-, Prothesenzahn-, und Klebmaterial verfügbar ist. Sowohl ästhetisch als auch funktionell unterscheiden sich die Kopieprothesen kaum vom Original, weshalb sich der Patient nicht funktionell umgewöhnen muss (Abb. 13a bis 15b). Für die Gruppe derer, die ein erhöhtes Risiko haben, ihre Prothese zu verlieren – konkret sehr alte und multimorbide Totalprothesenträger – kann es in zweifacher Hinsicht sinnvoll sein, suffiziente Totalprothesen einzuscannen und den Datensatz zu archivieren; denn erstens ist es nur ein geringer finanzieller, zeitlicher und technischer Aufwand, einfach nur einzuscannen, und zweitens gibt es aller Voraussicht nach keine funktionellen Adaptionschwierigkeiten, wenn eine Prothese auf Grundlage eines alten, zuvor akzeptierten und funktionsfähigen Zahnersatzes hergestellt wird.

### Diskussion

Die neuen digitalen Fertigungsmöglichkeiten bietet eine einfache Lösung, um Reise-/Ersatzprothesen herzustellen.

Im Vergleich zur konventionellen Methode bilden sie außerdem eine Lösungsstrategie bei Prothesenverlust. In sich geschlossene Workflows können hierbei, gegenüber der Verwendung von Workarounds, mithilfe anderweitiger 3-D-Design-Softwaremodule, den Ablauf optimieren<sup>1</sup>. Zudem kann das beschriebene Verfahren angewendet werden, wenn es darum geht, Try-In Prothesen in definitive Prothesen umzusetzen, wenn an diesen umfangreiche Änderungen vorgenommen wurden.

Die wenigsten Systeme erlauben es, die Zahnanatomie in der digitalen Herstellung zu individualisieren. Werden konfektionierte Zähne verwendet, so ist es fast immer notwendig, die Okklusion per Hand anzupassen, was besonders bei der Versorgung von Einzelkiefern dazu führt, dass sehr viel manuell nachgearbeitet werden muss. Das hier beschriebene Verfahren hingegen erlaubt es, individuelle Zahnmorphologien zu erschaffen, ähnlich dem Digital Denture System der Fa. Ivoclar. Erste Versuche zeigen, dass die Bruchstabilität in Abhängigkeit von der Spanne der Zahnsegmente zunimmt: Größere, zusammenhängende Zahnsegmente sind von Vorteil, da sie dazu beitragen können, die Bruchstabilität zu steigern<sup>4</sup>. 3-D-gedruckte Kunststoffe erreichen



**Abb. 11a bis f** Verkleben der subtraktiv gefertigten Prothesenzähne mit der additiv gefertigten Basis. Nach dem Auftrag des Adhäsivs wird das Befestigungsmaterial (CediTEC Adhesive, Fa. Voco) mit der Automixkartusche auf die Klebefläche aufgetragen. Überschüssiges Material wird vor dem Aushärten im Drucktopf mit einem spitzen Instrument entfernt.

**Abb. 12** Vergleich Rohzustand und Bemalung der gefrästen Prothesenzähne aus einem monochromen Blank: 21-26 vestibulär individualisierte Prothesenzähne mit Optiglaze color (Fa. GC). Mithilfe von Komposit-Malfarben können sichtbare Zahnflächen einfach individualisiert werden.



**Abb. 13a bis c** Vergleich Kopieprothese (links) mit der konventionell gefertigten Vorlage (rechts).

bisher noch nicht die Abrasionsstabilität von fräsbaren Werkstoffen oder konfektionierten Zähnen<sup>5</sup>. Daher sollte das Fräsverfahren genutzt werden, um die Prothesenzähne zu fertigen, während sich für die Prothesenbasis der 3-D-Druck als materialsparend und präzise erweist. Voraussetzung ist jedoch, dass beide Technologien beherrscht werden und die notwendigen Maschinen vorhanden sind.

Um das Risiko einer dauerhaften Zahnlosigkeit im Falle eines Prothesenverlustes (z. B. im Seniorenheim oder bei einem Krankenhausaufenthalt) zu reduzieren, kann es sinnvoll sein, funktionsfähige Totalprothesen prophylaktisch einzuscannen. Das lässt sich in gemeinsamer Absprache zwischen Praxis und zahntechnischem Labor ohne größeren Aufwand für Patienten, Zahntechniker und Behandler einfach bewerkstelligen.

**Hinweis**

Dieser Beitrag ist Teil eines universitär initiierten Forschungsprojektes, das finanziell und materiell von der Fa. VOCO sowie materiell von der Fa. vhf camufacture unterstützt wurde.

Originalpublikation erschienen in Quintessenz Zahntechnik 2020;46(7): 732–743.



**Abb. 14a** Vergleich Kopieprothese mit **b** der konventionell gefertigten Vorlage.



**Abb. 15a** Vergleich Kopieprothese mit **b** der konventionell gefertigten Vorlage.

## Literatur

1. Ammoun R, Bencharit S. Creating a digital duplicate denture file using a desktop scanner and open-source software: a dental technique. *J Prosthet Dent* 2020;doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.027 [Online ahead of print].
2. Anehosur GV, Acharya AB, Nadiger RK. Usefulness of patient photograph as a marker for identifying denture-wearers in India. *Gerodontology* 2010;27:272–277.
3. Ansari IH. Duplicating an existing complete denture to make a replica. *J Prosthet Dent* 1994;72:445–447.
4. Bock T. Report Nr. 23 - Digital Denture - Der schnelle monolithische Prozess. Schaen: Ivoclar Vivadent, 2019.
5. Cha HS, Park JM, Kim TH, Lee JH. Wear resistance of 3D-printed denture tooth resin opposing zirconia and metal antagonists. *J Prosthet Dent* 2019;doi: 10.1016/j.prosdent.2019.09.004 [Online ahead of print].
6. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J* 2015;219:521–529.
7. Habib SR, Vohra FA, MCLinDent M. Replacing existing dentures by copy-denture technique for geriatric patients: a case report. *JPDA* 2013;22:265.
8. Ikebe K, Amemiya M, Morii K, Matsuda K, Furuya-Yoshinaka M, Yoshinaka M, Nokubi T. Association between oral stereognostic ability and masticatory performance in aged complete denture wearers. *Int J Prosthodont* 2007;20:245–250.
9. Jacobs R, Bou Serhal C, van Steenberghe D. Oral stereognosis: a review of the literature. *Clin Oral Investig* 1998;2:3–10.
10. Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMSV). Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV; 2016.
11. Läkamp M. Professionelle Prothesenreinigung im zahntechnischen Alltag und als innovative Serviceleistung. [https://www.ztm-aktuell.de/kollegentipp/totalprothetik/story/professionelle-prothesenreinigung-im-zahntechnischen-alltag-und-als-innovative-serviceleistung\\_\\_2047.html](https://www.ztm-aktuell.de/kollegentipp/totalprothetik/story/professionelle-prothesenreinigung-im-zahntechnischen-alltag-und-als-innovative-serviceleistung__2047.html) (Zugriff am 26.05.2020).
12. Luraschi J, Korgaonkar MS, Whittle T, Schimmel M, Muller F, Klineberg I. Neuroplasticity in the adaptation to prosthodontic treatment. *J Orofac Pain* 2013;27:206–216.
13. Michaeli L, Davis DM, Foxton R. Denture loss: an 8-month study in a community dental setting. *Gerodontology* 2007;24:117–120.
14. Schweiger J, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Magne P, Guth JF. Histo-anatomic 3D printing of dental structures. *Br Dent J* 2016;221:555–560.
15. Schwendicke F, Nitschke I, Stark H, Micheelis W, Jordan RA. Epidemiological trends, predictive factors, and projection of tooth loss in Germany 1997–2030: part II. Edentulism in seniors. *Clinical Oral Investigations* 2020;doi: 10.1007/s00784-020-03265-w [Online ahead of print].
16. Soo S, Cheng AC. Complete denture copy technique – a practical application. *Singapore Dent J* 2014;35:65–70.
17. Steinmassl PA, Klauzner F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems. *Int J Prosthodont* 2017;30:116–122.
18. Unkovskiy A, Wahl E, Zander AT, Huettig F, Spintzyk S. Intraoral scanning to fabricate complete dentures with functional borders: a proof-of-concept case report. *BMC Oral Health* 2019;19:46.



### **ZA Pablo Krämer Fernandez**

Universitätsklinikum Tübingen  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Leitung: PD Dr. med. dent. Eva Engel  
Osianderstr. 2–8  
72076 Tübingen  
E-Mail: Pablo.Kraemer-Fernandez@med.uni-tuebingen.de

### **ZT Eugen Wahl**

PD Dr. Fabian Hüttig  
(Adressen wie oben)

### **ZT Sebastian Spintzyk, M. Sc.**

Universitätsklinikum Tübingen  
Sektion Medizinische Werkstoffkunde und Technologie  
(Adresse wie oben)