

Persönliche PDF-Datei für Sven Rinke, Michael Anger

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Konventionell und digital gut kombiniert – ein klinischer Fall- bericht zur einfachen Integration digital gefertigter Totalprothesen in das Praxiskonzept

DOI 10.1055/a-0889-4677

ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2019; 128:
221–230

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2019 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0044-166X

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Konventionell und digital gut kombiniert – ein klinischer Fallbericht zur einfachen Integration digital gefertigter Totalprothesen in das Praxiskonzept

Sven Rinke, Michael Anger

Die klinischen und zahntechnischen Verfahren zur Versorgung des zahnlosen Kiefers sind seit mehr als 80 Jahren nahezu unverändert geblieben. Die zunehmende Verbreitung digitaler Technologien in der Zahnmedizin hat dazu geführt, dass digitale Fertigungsverfahren zunehmend auch für die Herstellung von Totalprothesen genutzt werden [1].

Die erste wissenschaftliche Untersuchung zur CAD/CAM-gestützten Fertigung von Totalprothesen liegt bereits mehr als 25 Jahre zurück [2]. Diese digital gefertigten Totalprothesen wurden in einem additiven Fertigungsverfahren aus einem lichthärtenden PMMA-Material hergestellt. Die mechanischen Eigenschaften des so hergestellten Zahnersatzes waren jedoch für einen Einsatz am Patienten nicht ausreichend, und erst nach zahlreichen Weiterentwicklungen konnten vor ungefähr 10 Jahren die ersten kommerziell nutzbaren Verfahren zur Herstellung digitaler Totalprothesen (Avadent Digital Denture, Global Dental Science LLC, Scottsdale, USA & Dentca Inc., Torrance, USA) vorgestellt werden [3]. Mittlerweile steht eine Reihe anderer Verfahren für die Herstellung digitaler Prothesen zur Verfügung. Zudem ist diese neue Technologie in den letzten 5 Jahren zunehmend in den Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen gerückt [1, 4].

Als potenzieller Vorteil der digital gefertigten Totalprothese werden unter anderem eine Verkürzung der klinischen Behandlungszeiten und eine Reduktion der notwendigen Behandlungssitzungen genannt [4, 5]. Für die Herstellung einer konventionellen Totalprothese sind durchschnittlich 5 Behandlungstermine erforderlich. Mit einigen Verfahren zur Herstellung digitaler Prothesen ist es prinzipiell möglich, den Zahnersatz in nur 2 Behandlungsterminen herzustellen [4–6]. Dies erfordert jedoch eine Modifikation der traditionellen Behandlungsabläufe in der zahnärztlichen Praxis und die Anwendung systemspezifischer Registriertechniken und Verfahren [5, 7].

Die Herausforderung bei der Umsetzung dieser zeitlich komprimierten Behandlungsprotokolle besteht darin, dass in einem Termin neben einer exakten Abformung der zahnlosen Kiefer auch alle relevanten Parameter (Mittellinie, Bisslage, Vertikaldimension, Zahnform, Zahngröße, Weichteilunterstützung und Zahnposition) erfasst werden müssen. Dies erfordert eine erhebliche Umstel-

lung der bekannten und etablierten Behandlungsprotokolle [5, 7, 8]. Eine signifikante Qualitätsverbesserung wird bei der digitalen Fertigung der Totalprothesen durch die Nutzung industriell präfabrizierter PMMA-Werkstoffe, aus denen die Prothesenbasen gefräst werden, erwartet [7]. Die verbesserten mechanischen Eigenschaften gefräster Totalprothesenbasen konnten in Laboruntersuchungen bestätigt werden [9, 10]. Die höhere Bruchfestigkeit und der höhere Elastizitätsmodul der industriell polymerisierten Prothesenmaterialien wird als vorteilhaft hinsichtlich einer Reduktion des Risikos von Prothesenfrakturen und der erforderlichen Materialmindeststärken angesehen [7].

Da die Prothesenbasen direkt aus dem industriell polymerisierten PMMA gefräst werden, kommt es während der Herstellung zudem zu keiner Schrumpfung, was zu einer verbesserten Passung und damit erhöhten Retention der Totalprothesen führen soll. Auch dieser Aspekt wurde durch mehrere In-vitro-Studien bestätigt [11–13]. In weiteren In-vitro-Untersuchungen konnte zudem gezeigt werden, dass der digitale Fertigungsprozess zu einer signifikant geringeren Positionsänderung der Prothesenzähne führt als die konventionelle Fertigung. Dadurch ist eine Verringerung der im zahntechnischen Herstellungsprozess erforderlichen Einschleifmaßnahmen zu erwarten [11, 14]. Durch die industrielle Polymerisation weisen die verwendeten PMMA-Materialien zudem nur noch einen geringen Restmonomergehalt auf. In 2 In-vitro-Studien konnte allerdings kein signifikanter Unterschied in der Biokompatibilität und dem Restmonomergehalt von digital und konventionell gefertigten Totalprothesen festgestellt werden [9, 15]. In einer nachfolgenden Untersuchung konnte allerdings gezeigt werden, dass CAD/CAM-gefertigte Totalprothesen eine verringerte Bakterienadhärenz aufwiesen, was auf ein geringeres Risiko für eine Prothesenstomatitis hindeutet [16].

Ein weiterer Vorteil der Nutzung digitaler Technologien zur Herstellung von Totalprothesen liegt in der Möglichkeit der Archivierung der patientenbezogenen klinischen Daten und der Fertigungsdaten. Dies vereinfacht die Neuanfertigung im Falle eines Verlustes oder einer notwendigen Änderung erheblich [1, 6, 7].

Mittlerweile liegen zudem eine Reihe von Ergebnissen aus klinischen Studien zur Bewährung digital gefertigter Totalprothesen vor, die eine vorläufige Bewertung dieser innovativen Technologie erlauben.

Kattadiyil et al. (2015) untersuchten in einer klinischen Studie die Effektivität digital gefertigter Totalprothesen (Avadent-System) im Vergleich zu konventionell gefertigten Totalprothesen [17]. Bei der digitalen Fertigung konnte eine Reduktion der notwendigen Behandlungszeiten und auch der gesamten klinischen Behandlungszeit festgestellt werden. Zudem wurde bei den digital gefertigten Prothesen eine verbesserte Retention und Kaufähigkeit im Vergleich zu konventionell gefertigten Totalprothesen bestimmt. Dies wird auch in einer weiteren Studie mit dem gleichen Verfahren bestätigt [18]. In dieser Studie zeigten sich für die digital gefertigten Totalprothesen (Avadent-System) signifikant erhöhte Retentionswerte im Vergleich zu konventionell gefertigten Prothesen. In einer retrospektiven Studie wurde die Patientenzufriedenheit von 19 Patienten, die mit digital gefertigten Prothesen versorgt wurden, untersucht. 79% der befragten Patienten beurteilten ihre neue digital gefertigte Prothese als „besser“ im Vergleich zu dem vorher getragenen, konventionell gefertigten Zahnersatz [19].

Wie bereits erwähnt, ist bei einigen Systemen zwar die Fertigung in 2 Behandlungsterminen prinzipiell möglich, die Ergebnisse klinischer Studien zeigten aber auch, dass dies nur bei idealen Verhältnissen durchgeführt werden kann. In einer Querschnittsstudie wurde festgestellt, dass durchschnittlich 2,4 Behandlungstermine für die Herstellung einer digitalen Totalprothese erforderlich waren, wobei bei einigen Patienten ein 3. Termin erforderlich war [20]. Die Erhöhung der Zahl der notwendigen Behandlungstermine aufgrund notwendiger Korrekturen an der Zahnaufstellung oder aufgrund von Bisslageänderungen oder vertikalen Dimensionen wird auch in einer klinischen Pilotstudie beschrieben [21].

Je nach System und Patientensituation sind für die Herstellung einer digitalen Prothese also 2 bis 4 Behandlungstermine einzuplanen. Allgemein kann gefolgert werden, dass die Reduktion der Anzahl der Behandlungstermine nicht nur systemabhängig ist, sondern auch eine entsprechende Erfahrung des Behandlers und des Zahntechnikers erfordert [22]. Aus diesem Grund kann es bei der Einführung dieser Fertigungstechnik zunächst sinnvoll sein, ein Behandlungsprotokoll zu etablieren, das sich zunächst an den bekannten klinischen Arbeitsschritten

orientiert [23]. Diese Flexibilität hinsichtlich der genutzten klinischen Behandlungsschritte ist bei dem am längsten kommerziell verfügbaren System (Avadent-System) gut umzusetzen, da hier unterschiedliche Behandlungskonzepte für die Abformung und Registrierung angewendet werden können.

Falldarstellung

Nachfolgend soll anhand eines klinischen Fallbeispiels gezeigt werden, wie die digitale zahntechnische Fertigung einer Totalprothese unter Nutzung konventioneller Abformungs- und Registrierungsverfahren erfolgt.

Das vorgestellte Verfahren mit 5 Behandlungsterminen orientiert sich an den bekannten klinischen Behandlungsabläufen für die Herstellung einer Totalprothese. Dadurch ist es möglich, die Anfertigung einer digitalen Prothese ohne große Änderung der Behandlungsabläufe und die Anschaffung zusätzlicher Geräte (Registrierhilfen etc.) in das Behandlungskonzept zu integrieren. Da das System eine hohe Flexibilität hinsichtlich der nutzbaren Abformungs- und Registrarstrategien bietet, ist mit zunehmender Erfahrung auch eine schrittweise Reduktion der Behandlungssitzungen umsetzbar.

Ausgangssituation

Eine 79-jährige zahnlose Patientin stellt sich mit einer funktionell und ästhetisch unzureichenden Versorgung mit konventionellen Totalprothesen und dem Wunsch nach einer Neuversorgung vor (► **Abb. 1**).

Die Patientin befand sich in einem guten körperlichen Allgemeinzustand, neben einer moderaten, medikamentös gut eingestellten Hypertonie zeigten sich keine Allgemeinerkrankungen. Anamnestisch wurde ein ausgeprägter Nikotinabusus (20–30 Zigaretten pro Tag) angegeben, vor dem Hintergrund des damit verbundenen erhöhten Risikos bei einer möglichen implantatprothetischen Versorgung favorisierte die Patientin eine erneute Versorgung mit tegumental getragenen Totalprothesen.

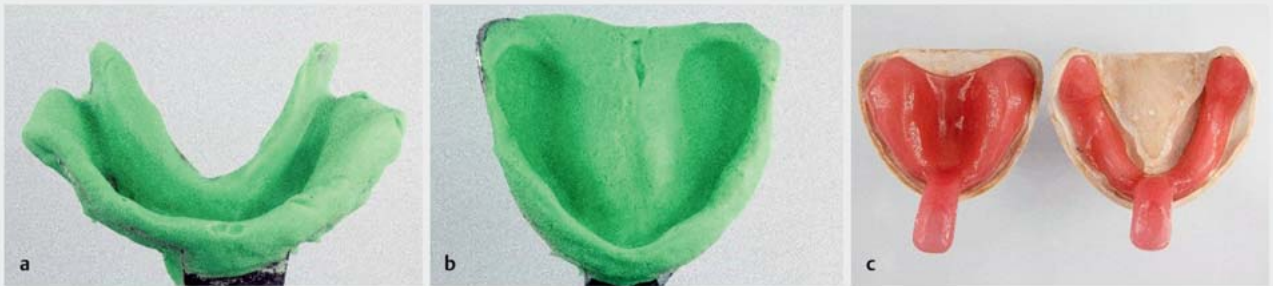
1. Behandlungstermin

Im 1. Behandlungstermin wurden konventionelle Erstabformungen mit einem Alginatmaterial und konfektionierten Abformlöffeln für den zahnlosen Kiefer nach Schreinemakers durchgeführt. (► **Abb. 2 a, b**)

Ebenso erfolgte eine provisorische Kieferrelationsbestimmung mit einem knetbaren Silikonmaterial (Aquisil putty soft, Dentsply Sirona, Bensheim). Im Dentallabor wurde dann in gewohnter Weise die Herstellung individueller Abformlöffeln aus einem lichterhärtenden Löffelmaterial ausgeführt (► **Abb. 2 c**). Alternativ kann die Fertigung der individuellen Löffel natürlich auch mit einem 3-D-Druckverfahren erfolgen.



► **Abb. 1** Ausgangssituation mit funktionell und ästhetisch insuffizienter prothetischer Versorgung. a Lateralansicht rechts. b Frontalansicht. c Lateralansicht links.



► **Abb. 2** Situationsabformung mit einem Alginatmaterial zur Herstellung von Situationsmodellen und individuellen Löffeln. a Situationsabformung Unterkiefer. b Situationsabformung Oberkiefer. c Individuelle Funktionslöffel aus einem lichthärtenden Kunststoff.

2. Behandlungstermin

Im 2. Behandlungstermin wurden zunächst die individuellen Abformlöffel angepasst. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Schichtstärke des Abformmaterials wurden jeweils 1 anteriorer und 2 posteriore „Stops“ aus einem lichthärtenden Löffelmaterial auf der Innenfläche der Abformlöffel angebracht, sodass ein Abstand von ca. 1 mm zum Kieferkamm sichergestellt werden konnte und ein „Durchdrücken“ des Löffels verhindert wurde.

Die Gestaltung der Funktionsränder erfolgte mit einem knetbaren, kondensationsvernetzten Silikonmaterial (Staseal F, Detax, Ettlingen). In einem 2. Schritt wurde dann die eigentliche Funktionsabformung ebenfalls mit einem kondensationsvernetzenden Silikon durchgeführt. Um eine optimale Viskosität zu erzielen, wurde eine Mischung aus 3 Teilen eines dünnflüssigen Materials (Coltex extra fine, Coltène Whaledent, Langenau) und einem Teil eines Materials mit mittlerer Viskosität genutzt (Coltex medium, Coltène Whaledent) (► **Abb. 3**).

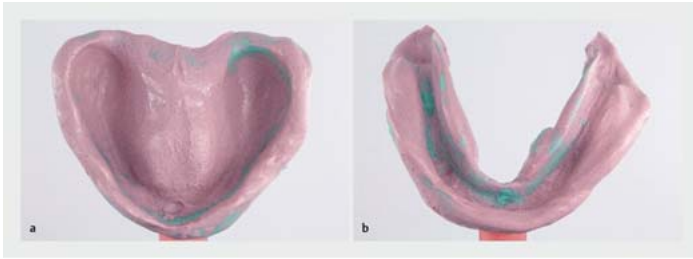
Auf der Grundlage der so hergestellten Funktionsabformungen wurden dann im zahntechnischen Labor Funktionsmodelle aus einem Superhartgips gefertigt. Im nächsten Schritt wurden diese Funktionsmodelle einge-

scannt und Basen für Registrierschablone im 3-D-Druckverfahren hergestellt, die mit Wachswällen versehen wurden (► **Abb. 4**).

3. Behandlungstermin

In diesem Behandlungstermin erfolgte mit den laborgefertigten Bisschablonen eine Relationsbestimmung sowie eine arbiträre Scharnierachsbestimmung.

Zunächst erfolgte eine Ausrichtung des Oberkieferwachswalls parallel zur Camper'schen Ebene (Seitenansicht) sowie parallel zur Bipupillarlinie. Für diesen Zweck hat sich eine spezielle Totalprothetik-Bissgabel (Okklusionom, Candulor AG, Zürich, Schweiz) bewährt, die am Oberkieferwall befestigt wird und eine gleichzeitige Beurteilung der frontalen und seitlichen Ausrichtung des Wachswalls ermöglicht. Die Länge des Oberkieferwachswalls wird dabei so eingestellt, dass bei einer entspannten Lippenhaltung noch 1–2 mm des Wachswalls sichtbar sind. Ebenso muss sichergestellt werden, dass die Oberlippe durch den Wachswall gut abgestützt wird, sie darf dabei weder einfallen noch zu stark aufgepolstert werden. Anschließend erfolgt eine arbiträre Scharnierachsübertragung mit einem Gesichtsbogen (► **Abb. 5**).



► **Abb. 3** Konventionelle Funktionsabformung unter Verwendung individueller Löffel und eines zweizeitigen Abformverfahren. a Funktionsabformung des Oberkiefers. b Funktionsabformung des Unterkiefers.



► **Abb. 4** Konventionell gefertigte Bisschablonen auf den Unter- und Oberkieferfunktionsmodellen.

Abschließend erfolgte die Anpassung des Unterkieferwachswalls zum ausgerichteten Oberkieferwachswall, bis sich beide Wachswälle beim Kieferschluss gleichmäßig berühren. Es folgte die Bestimmung der Ruheschwelage sowie die Prüfung der fazialen Harmonie. Sind alle

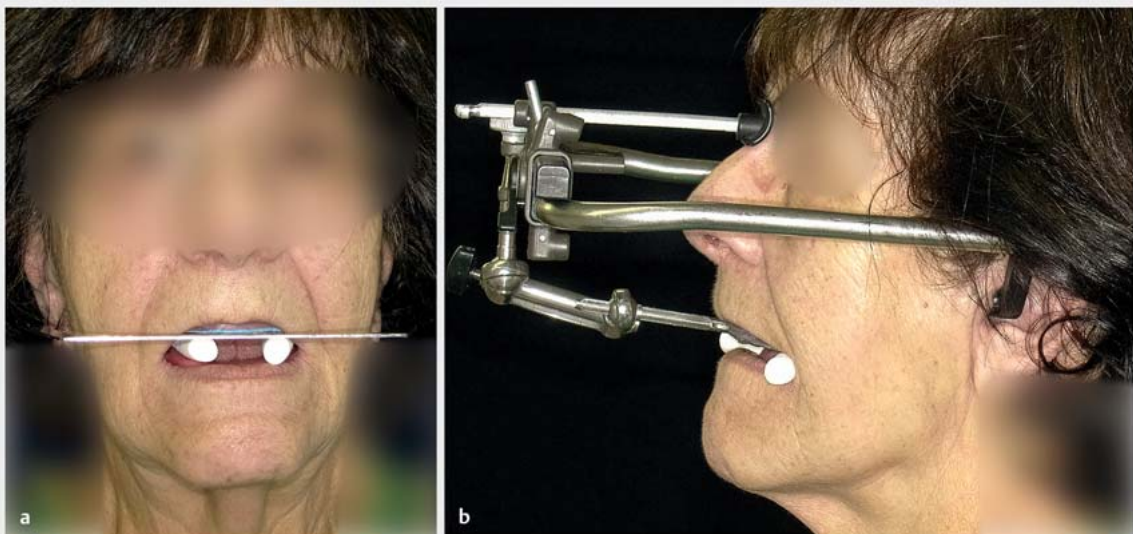
Parameter überprüft, so kann eine Verschlüsselung der beiden Wachswälle zur Sicherung der festgelegten vertikalen und horizontalen Relation erfolgen. Dies ist mit Heftklammern oder einem Registriersilikon möglich.

Als Orientierung für den Zahntechniker sind dann noch Mittellinie, Eckzahnlinien sowie die Lachlinie an den Wachswällen einzuzeichnen. Ebenso sollte in diesem Termin natürlich auch die Farbauswahl erfolgen (► **Abb. 6**).

Mit den nun vorliegenden klinischen Behandlungsunterlagen kann im zahntechnischen Labor die Herstellung der digitalen Prothesen erfolgen. Grundlage bilden die bereits eingescannten Funktionsmodelle des Ober- und Unterkiefers (► **Abb. 7 a, b**).

In einem 2. Scanvorgang wurden dann die verschlüsselten Bisschablonen digital mit dem Datensatz der Funktionsmodelle gematcht. Diese kombinierten Informationen können dann mit einer CAE-Software (CAE: Computer-Aided Engineering) für die Aufstellung der Zähne genutzt werden. Dieser Vorgang erfolgt nach der Datenübertragung zentral im Designzentrum des Herstellers (Global Dental Science Europe B.V., Tilburg, Niederlande). Da die Wachswälle die Position der Frontzähne vorgeben, erfolgt die Aufstellung entsprechend in Orientierung zu den Wachswällen (► **Abb. 8 a-c**).

Nachfolgend wird dann die virtuelle Aufstellung im Unterkiefer fertiggestellt (► **Abb. 9 a-c**). Die CAE-Software benutzt für die Ausrichtung der Zähne und die Einstellung der statischen Okklusion komplexe Algorithmen und ermöglicht so eine deutliche Verkürzung der Konstruktionszeiten.



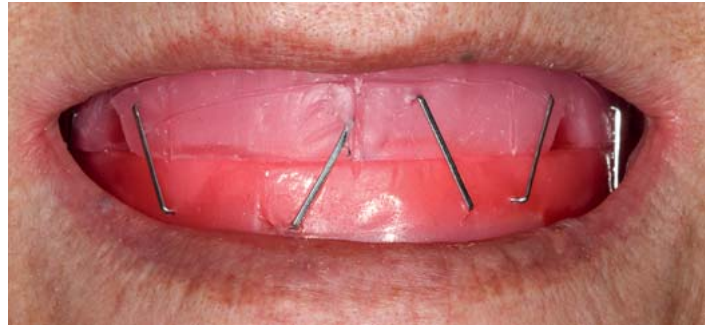
► **Abb. 5** a Ausrichtung der Wachswälle parallel zur Bipupillarlinie sowie zur Camper'schen Ebene mithilfe des Okklusionoms. b Arbiträre Scharnierachsübertragung.

Abschließend erfolgt dann die virtuelle Modellierung der Prothesenbasen (► **Abb. 10 a–c**).

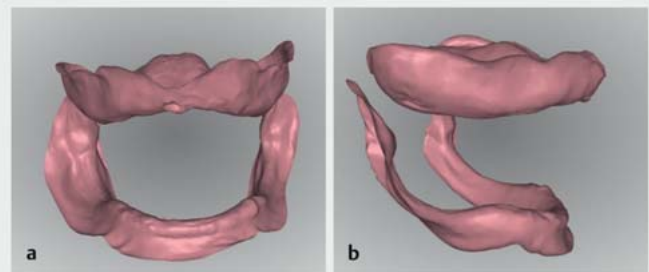
Dieses Design wird vom Hersteller zurück an das Dental-labor zur Freigabe bzw. zur Modifikation des Designs ge-nutzt. Mit einer cloudbasierten Software (Avadent Con-nect, Global Dental Science LLC., Scottsdale, USA) kann der Zahntechniker den Designvorschlag direkt modifizieren und das Design individualisieren. Nach Abschluss des Designprozesses werden auf der Basis von STL-Datensät-zen sogenannte „Probeprotthesen“ gefertigt. Die Herstel-lung kann dabei wahlweise direkt beim Hersteller oder aber auch im Dentallabor erfolgen. Als Fertigungsverfahren kommt entweder der 3-D-Druck oder die frästechnische Umsetzung infrage. Im vorliegenden Fall wurden die Probeprotthesen im Dentallabor aus einem zahnfarbenen PMMA-Material im 3-D-Druckverfahren hergestellt (► **Abb. 11**).

4. Behandlungstermin

Im 4. Behandlungstermin weicht das klinische Prozedere vom bekannten klinischen Ablauf ab. Die Einprobe erfolgt mit additiv gefertigten „Probeprotthesen“. Diese ge-druckten Prothesen werden aus einem zahnfarbenen Kunststoff gefertigt. Sie sind im Vergleich zu einer kon-ventionellen Wachsaufstellung deutlich stabiler und sind in ihrer Dimension auch schon mit dem geplanten definiti-ven Zahnersatz vergleichbar.



► **Abb. 6** Verschlüsselung der Wachswälle und Anzeichnen der relevanten Hilfslinien.



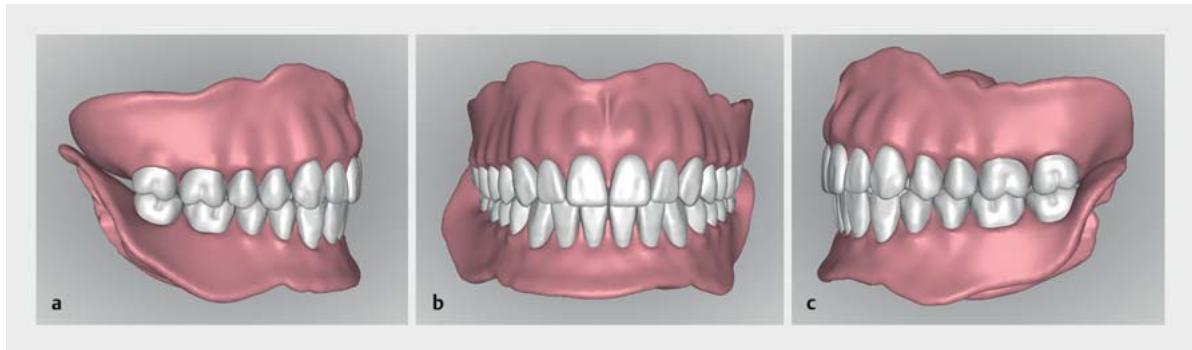
► **Abb. 7** Scans der Funktionsmodelle. a Frontalansicht. b Lateralansicht.



► **Abb. 8** Die eingescannten Wachswälle dienen als Orientierung für die virtuelle Zahnaufstellung mit einer CAE-Software. a Scan der Wachswälle. b Virtuelle Frontzahnaufstellung. c Virtuelle Seitenzahnaufstellung.



► **Abb. 9** Virtuelle Zahnaufstellung im Ober- und Unterkiefer. a Lateralansicht rechts. b Frontalansicht. c Lateralansicht links.



► **Abb. 10** Virtuelle Modellation der Prothesenbasen. a Lateralansicht rechts. b Frontalansicht. c Lateralansicht links.



► **Abb. 11** Fertigung der „Probeprothesen“ im 3-D-Druckverfahren.

Dies bringt den Vorteil, dass bereits zu diesem Zeitpunkt die Ästhetik und die statische und dynamische Okklusion simuliert werden können. Erforderliche Einschleifmaßnahmen können direkt an den Prothesen vorgenommen werden. Vorteilhaft ist auch, dass die Probeprothesen bereits über einen guten Halt verfügen und so zusätzliche Informationen über die Phonetik und Ästhetik gesammelt werden können. Im Unterschied zur klassischen Wachsein-

probe können jedoch die Zähne der Probeprothesen nicht einzeln manipuliert werden. Hier ist wichtig, dass eventuell erforderliche Änderungen bezüglich der Mittellinie direkt am Prothesenkörper eingezeichnet werden. Veränderungen der Zahnlänge können durch Auftragen von lichterhärtendem Komposit simuliert werden, Reduktionen der Zahnlänge werden durch Einschleifmaßnahmen umgesetzt. Da in dem hier geschilderten klinischen Ablauf eine klassische Relationsbestimmung mit Wachswällen erfolgte, sind die notwendigen Änderungen an den Probeprothesen zumeist nur in sehr geringem Umfang notwendig.

Im vorliegenden Fall zeigten sich bei der Einprobe leichte okklusale Interferenzen im posterioren Bereich. Diese waren der Grund für die partielle Nonokklusion im 1. und 4. Quadranten (► **Abb. 12 a–c**)

Bei der phonetischen und ästhetischen Überprüfung zeigten sich eine unzureichende Abstützung der Oberlippe und eine nicht ausreichende Sichtbarkeit der Oberkieferfrontzähne. Die Protrusion der Oberkieferfrontzähne wurde durch die frontale Auflagerung einer Wachsplatte simuliert und die Oberkieferfrontzähne wurden durch den Auftrag von lichterhärtendem Kompositmaterial verlängert (► **Abb. 13**).



► **Abb. 12** Bei der Einprobe der additiv gefertigten Probeprothesen zeigten sich aufgrund okklusaler Differenzen eine partielle Nonokklusion im 1. und 4. Quadranten. Diese Abweichung konnte durch Einschleifmaßnahmen korrigiert werden. a Lateralansicht rechts. b Frontalansicht. c Lateralansicht links.

Die derartig angepassten Probeprothesen wurden an das Dentallabor zurückgesandt und dort erneut eingescannt. Sie dienen als Grundlage für eine Modifikation der Zahn- aufstellung. Anschließend konnte die zahntechnische Herstellung der definitiven Totalprothesen erfolgen.

Fertigung der definitiven Totalprothesen

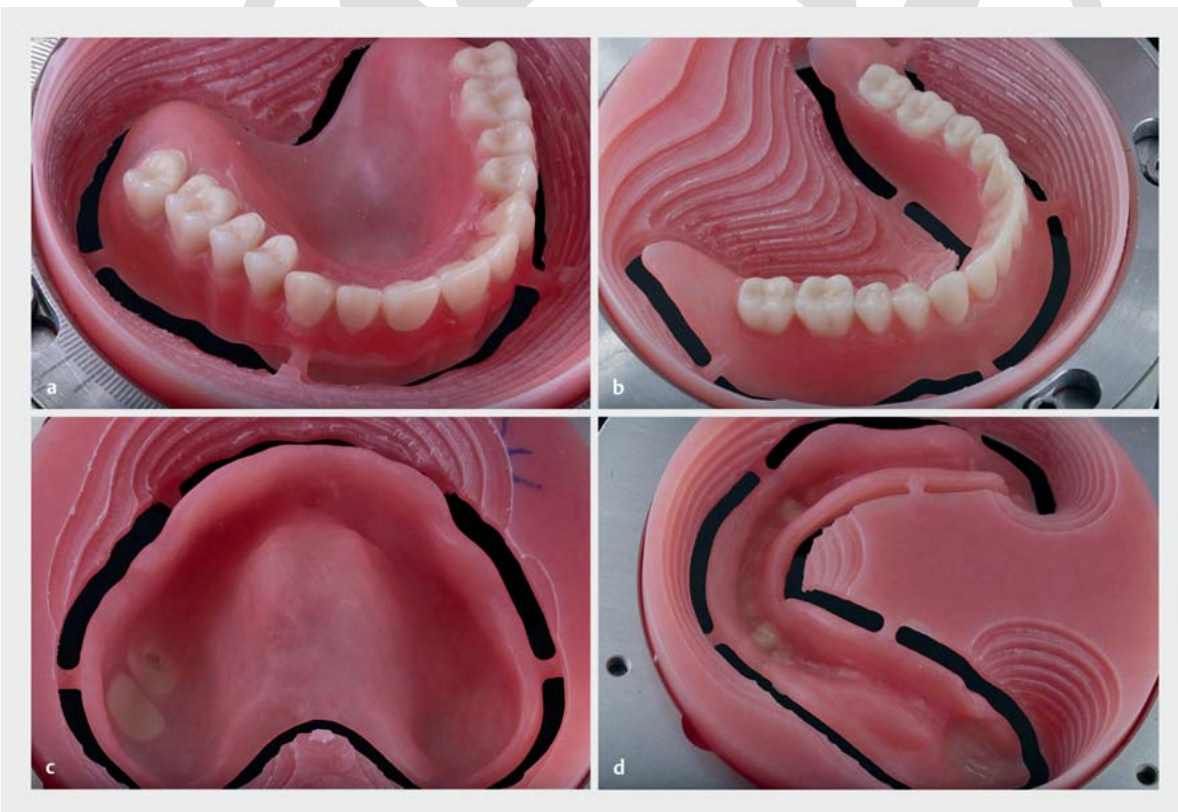
Für das Avadent-System existieren unterschiedliche Fer- tigungsoptionen für den definitiven Zahnersatz. Zum ei- nen kann die komplette Prothese, also Prothesenbasis und Zähne, aus einem Monoblockmaterial (XCL-Techno- logie [XCL: Avadent Extreme Cross-Linked]) gefräst werden, oder aber es wird zunächst eine Prothesenbasis aus rosafarbenem PMMA-Material gefräst, in die später konfektionierte Prothesenzähne eingeklebt werden.

Im vorliegenden Fall wurde die Prothesenbasis aus einem industriell polymerisierten PMMA-Material (Lucitone HIPA, Dentsply Sirona Prosthetics, Hanau) gefräst. Aufgrund des industrialisierten Herstellungsprozesses, d. h. Polymerisa- tion unter Idealbedingungen, werden laut Hersteller eine Biegefestigkeit von ≥ 65 MPa und eine Bruchzähigkeit von $\geq 1,9$ MPa $m^{1/2}$ erreicht. In den gefrästen Aussparungen für die Prothesenzähne werden anschließend konventionelle Konfektionszähne (Genios, Dentsply Sirona Prosthetics, Hanau) mit einem Autopolymerisat befestigt. Die frästech-

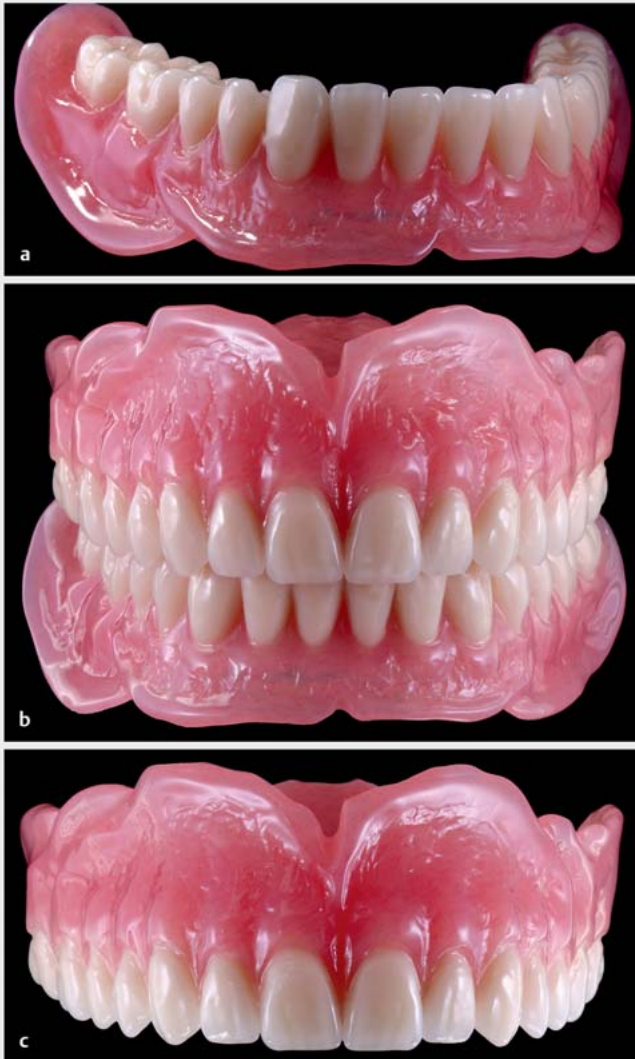


► **Abb. 13** Modifikation der Probeprothesen zur Korrektur der Front- zahnposition und -länge.

nische Herstellung erfolgte auf der Basis der vom De- signzentrum übersandten STL-Files mit einer 5-Achs-Frä- maschine (350i, imes-iCore, Eiterfeld). Bei diesem 2-stu- figen Prozess wird zunächst die Oberseite der Prothese gefräst, anschließend werden die Prothesenzähne ein- polymerisiert. Im 2. Schritt erfolgten dann mit einem sepa- raten STL-File die Bearbeitung der Prothesenunterseite und die Feinjustierung der Okklusalflächen der Prothesen- zähne. Dieser Schritt ist essenziell, um eventuell vorhande- ne Positionsänderungen der Prothesenzähne während der Einpolymerisation auszugleichen (► **Abb. 14 a–d**).



► **Abb. 14** Die frästechische Herstellung erfolgt aus einem industriell polymerisierten PMMA-Material (Lucitone HIPA, Dentsply Sirona Prosthetics, Hanau). **a, b** Die Fräsung der Prothesenoberseiten erfolgt mit Aussparungen für die Prothesenzähne, die dann in die Basis einpolymerisiert werden. **c, d** Im zweiten Schritt erfolgt die Bearbeitung der Prothesenunterseiten.



► **Abb. 15** Fertig ausgearbeitete und polierte Totalprothesen. a Unterkieferprothese. b Frontalansicht Ober- und Unterkieferprothese. c Oberkieferprothese.

Nach dem Abtrennen der Haltestifte können die Totalprothesen ausgearbeitet und poliert werden (► **Abb. 15a–c**).

5. Behandlungstermin

Die Eingliederung der digitalen Totalprothesen erfolgte in bekannter Art und Weise: Es werden zusammen mit dem Patienten alle funktionellen und ästhetischen Parameter kontrolliert. Adjustierungen der statischen Okklusion sind erfahrungsgemäß nur in einem minimalen Ausmaß notwendig (► **Abb. 16a–c**). Abschließend wurde die Patientin über die notwendigen Maßnahmen zur Mund- und Prothesenhygiene informiert.

Diskussion

Auf der Basis der vorliegenden In-vitro-Studien bietet die digitale Fertigung von Totalprothesen durch die Nutzung industriell präfabrizierter Materialien werkstoffkundliche Vorteile hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften und ermöglicht eine verbesserte Passung [1]. Insbesondere durch die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften erscheint eine Reduktion des Frakturrisikos möglich. Dies ist von hoher klinischer Relevanz, da Frakturen von Kunststoffanteilen eine vergleichsweise hohe Komplikationsrate bei abnehmbaren Zahnersatzkonstruktionen darstellen [4, 5]. Erste klinische Studien belegen zudem, dass mit digital gefertigten Totalprothesen eine verbesserte Retention des Zahnersatzes und eine hohe Patientenzufriedenheit zu erzielen sind [4, 5].

Der prinzipiell mit dieser Herstellungstechnik erzielbare Vorteil einer Verkürzung der notwendigen Behandlungstermine lässt sich bislang nicht durchgängig in klinischen Studien verifizieren. Hier scheint insbesondere die Erfahrung des Behandlers mit den modifizierten Behandlungsprotokollen und die Erfahrung des Zahntechnikers mit dem Einsatz der Computer-Aided Engineering-Software eine Rolle zu spielen. Für die Integration der digitalen Prothesen in ein bestehendes Behandlungskonzept kann die hier vorgestellte Kombination von traditionellen Abformungs- und Registriermethoden mit einer digitalen Fer-



► **Abb. 16** Eingegliederte und adjustierte Totalprothesen. a Lateralansicht rechts. b Frontalansicht. c Lateralansicht links.

tigung der Totalprothesen einen sehr einfachen Einstieg aus zahnärztlicher Sicht darstellen, da weder spezielle Registrierverfahren noch neue Abformtechniken angewendet werden müssen [23].

Mit zunehmender Erfahrung ist eine schrittweise Reduktion der Behandlungsschritte realisierbar. Es ist eine vergleichsweise einfache Maßnahme, nach einer 1. Situationsabformung direkt Basisplatten mit Wachswällen herzustellen, sodass im 2. Termin eine Kombination von Funktionsabformung, Kieferrelationsbestimmung, Zahnform- und Zahnfarbauswahl erfolgen kann. Mit dieser Maßnahme verkürzt sich dann das Behandlungsprotokoll auf 4 Termine [3, 7, 23]. Das in diesem Beitrag vorgestellte System bietet zudem den Vorteil, dass durch die Nutzung spezieller Registrierverfahren eine weitere Verkürzung der Behandlungssitzungen möglich ist. Gerade diese Flexibilität hinsichtlich der nutzbaren Abformungs- und Registrierverfahren ist ein Vorteil des im vorliegenden Fall genutzten Systems hinsichtlich der sicheren Integration dieser innovativen Technologie in das Behandlungskonzept. Wie erste Untersuchungen zur Zeit- und Kosteneffizienz belegen, eröffnet die digitale Fertigung von Prothesen ein signifikantes Potenzial für Zeit- und Kostenersparnisse in Praxis und Labor [24]. Dieser Aspekt ist neben den dargelegten qualitätsverbessernden Aspekten ein wichtiger Punkt für die zukünftige Bedeutung des digitalen Workflows im Bereich der abnehmbaren Prothetik [1, 7].

Zusammenfassung

Die digitale Fertigung von Totalprothesen ist mittlerweile mit unterschiedlichen Systemen möglich und bietet aus zahntechnischer Sicht den Vorteil verbesserter Materialeigenschaften durch den Einsatz industriell präfabrizierter Materialien und eine verbesserte Fertigungspräzision. Im vorliegenden Fall wird die Fertigung einer digitalen Totalprothese unter weitgehender Beibehaltung der konventionellen Abform- und Registrierverfahren vorgestellt. Dadurch gelingt eine einfache Integration dieser innovativen Fertigungstechnik in ein bestehendes Behandlungskonzept. Die prinzipiell mögliche Verkürzung der Anzahl der notwendigen Behandlungssitzungen kann durch das schrittweise Einführen der notwendigen systemspezifischen Abformungs- und/oder Registrierverfahren erfolgen, sodass die Fertigung einer digitalen Totalprothese in 2–4 Behandlungsterminen realistisch ist.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen und Tieren.

Autorinnen/Autoren



Sven Rinke

Praxisklinik für Zahnmedizin, Hanau



Michael Anger

Dentallabor Anger, Fräszentrum und Schulungsplattform, Remagen.

Korrespondenzadresse

PD. Dr. Sven Rinke, M.Sc., M.Sc.

Praxisklinik für Zahnmedizin
Geleitstraße 68
63456 Hanau
Tel.: 061 81-1 89 09 50, Fax: 061 81-1 89 09 59
rinke@ihr-laecheln.com

Literatur

- [1] Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S et al. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures – A Review. *Open Access Maced J Med Sci* 2018; 6: 1498–1502
- [2] Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S et al. A CAD/CAM system for the removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 17–21
- [3] Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ. CAD/CAM complete dentures: a review of two commercial fabrication systems. *J Calif Dent Assoc* 2013; 41: 407–416
- [4] Kattadiyil MT, AlHelal A. An update on computer-engineered complete dentures: A systematic review on clinical outcomes. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 478–485
- [5] Kattadiyil MT, AlHelal A, Goodacre BJ. Clinical complications and quality assessments with computer-engineered complete dentures: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 721–728
- [6] Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 361–366
- [7] Schweiger J, Stumbaum J, Edelhoff D et al. Systematics and concepts for the digital production of complete dentures: risks and opportunities. *Int J Comput Dent* 2018; 21: 41–56
- [8] John AV, Abraham G, Alias A. Two-visit CAD/CAM milled dentures in the rehabilitation of edentulous arches: A case series. *J Indian Prosthodont Soc* 2019; 19: 88–92
- [9] Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M et al. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J* 2018; 37: 526–533
- [10] Steinmassl O, Offermanns V, Stöckl W et al. In Vitro Analysis of the Fracture Resistance of CAD/CAM Denture Base Resins. *Materials (Basel)* 2018; 11: pii: E401. doi:10.3390/ma11030401
- [11] Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ et al. Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent* 2016; 107: 34–36
- [12] Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A et al. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 2007–2019
- [13] Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I et al. CAD/CAM produces dentures with improved fit. *Clin Oral Investig* 2018; 22: 2829–2835
- [14] Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ et al. Comparison of denture tooth movement between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 108–115
- [15] Steinmassl PA, Wiedemair V, Huck C et al. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clin Oral Investig* 2017; 21: 1697–1705
- [16] Al-Fouzan AF, Al-Mejrad LA, Albarrag AM. Adherence of Candida to complete denture surfaces in vitro: A comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures. *J Adv Prosthodont* 2017; 9: 402–408
- [17] Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ et al. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 818–825
- [18] AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT et al. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 233–238
- [19] Saponaro PC, Yilmaz B, Johnston W et al. Evaluation of patient experience and satisfaction with CAD-CAM-fabricated complete denture: a retrospective survey study. *J Prosthet Dent* 2016; 116: 524–528
- [20] Saponaro PC, Yilmaz B, Heshmati RH et al. Clinical performance of CAD-CAM-fabricated complete dentures: a cross-sectional study. *J Prosthet Dent* 2016; 116: 431–435
- [21] Schwindling FS, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent* 2016; 116: 756–763
- [22] AlHelal A, Goodacre BJ, Kattadiyil MT et al. Errors associated with digital preview of computer-engineered complete dentures and guidelines for reducing them: A technique article. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 17–25
- [23] Janeva N, Kovacevska G, Janev E. Complete Dentures Fabricated with CAD/CAM Technology and a Traditional Clinical Recording Method. *Open Access Maced J Med Sci* 2017; 5: 785–789
- [24] Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M et al. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. *J Dent* 2019; 80: 75–79

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0889-4677>
ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2019; 128: 221–230
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0044-166X