

# Injektionstechnik – maximale Ästhetik bei maximaler Effizienz

Herstellung einer Unterkiefertotalprothese mit Signum composite

BJÖRN MAIER, AXEL VON HORN





**Abb. 1** Effizienter Workflow und maximale Ästhetik mit Signum composite.

### Zusammenfassung

Moderne zahntechnische Umsetzungen sollten nicht in analoge oder digitale Fertigungen unterteilt werden. Der aktuelle Stand der Möglichkeiten in der Zahntechnik vereint die Vorteile beider Vorgehensweisen und schafft dadurch hocheffiziente Versorgungskonzepte mit maximalem Tragekomfort, Ästhetik und Reproduzierbarkeit. Dank moderner Kommunikations- und Fertigungsmöglichkeiten kann auf die Wünsche der Patienten eingegangen und eine individuelle, optimale Versorgung erstellt werden. Der Beitrag zeigt die Anwendung der Injektionstechnik mit Signum composite der Fa. Kulzer (Hanau) an einem Patientenfall.

### Indizes

Ästhetik, CAD/CAM, 3-D-Druck, Injektionstechnik, Teleskopprothese

## Einleitung

Der Wunsch des Patienten war ein Versorgungskonzept, das einen hohen Tragekomfort bei überschaubaren Kosten bis ins hohe Alter garantierte. Die Versorgung mit implantatverankertem Zahnersatz war explizit nicht gewünscht. Dank eines gut erhaltenen Kieferkammes im Oberkiefer und einer stabilen Pfeilersituation der Zähne 32 bis 44 stand den Wünschen des Patienten nichts im Weg.

Die Möglichkeiten der in Frage kommenden Versorgungskonzepte wurden über Skype mit dem Patienten diskutiert und über Beispielversorgungen im Detail erläutert. Nach diesen aufklärenden Gesprächen war für den Patienten klar, dass er im Unterkiefer mit einer Nichtedelmetall (NEM)-basierten Teleskoparbeit und im Oberkiefer mit einer Totalprothese versorgt werden wollte.

## Planung und Kommunikation

Die Oberkieferversorgung wurde im rein analogen Herstellungsprozess hergestellt. Diese an Prof. Gerber orientierte Umsetzung wurde vom Autor schon ausführlich in einigen Veröffentlichungen

beschrieben. Entsprechend konzentriert sich der Beitrag auf die Herstellung der Unterkiefer (UK)-teleskopierenden Versorgung in Kombination von digitaler und analoger Fertigung.

Die Fertigstellung der UK-Teleskopversorgung mit Signum composite (Fa. Kulzer, Hanau) ergibt für den Patienten einen individuellen und natürlich wirkenden Zahnersatz, der nicht von natürlichen Zähnen zu unterscheiden ist.

Dank digitaler Planungs- und Fertigungsprozesse kann dieses Endergebnis in der Umsetzung stark vereinfacht und für jedermann möglich gemacht werden. Dabei wurden die Möglichkeiten der digitalen Planung voll genutzt und die Primär- sowie Sekundärkonstruktionen im digitalen Workflow generiert. Dank des vollen anatomischen Konstruktionsansatzes im CAD war das Endergebnis von Anfang an klar definiert und konnte durch die subtraktive Umsetzung auch gleich in einer Reiseprothese bei der Gerüsteinprobe festgehalten werden. Daraus resultierend war die Morphologie klar kommuniziert und in der definitiven Versorgung lag die volle Konzentration auf der individuellen, jedoch maximal effizienten Umsetzung mit Signum composite (Abb. 1).



## Die Umsetzung der Primärkonstruktion

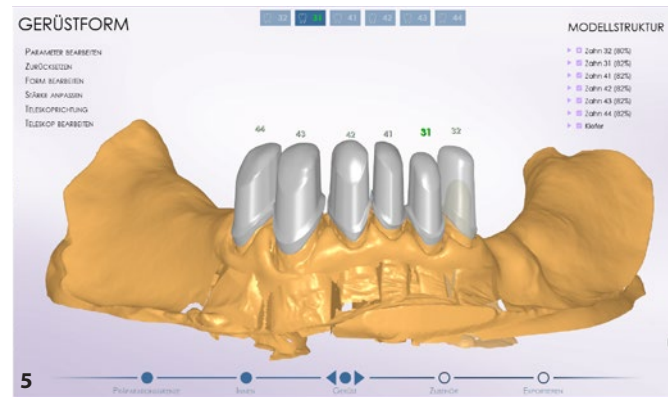
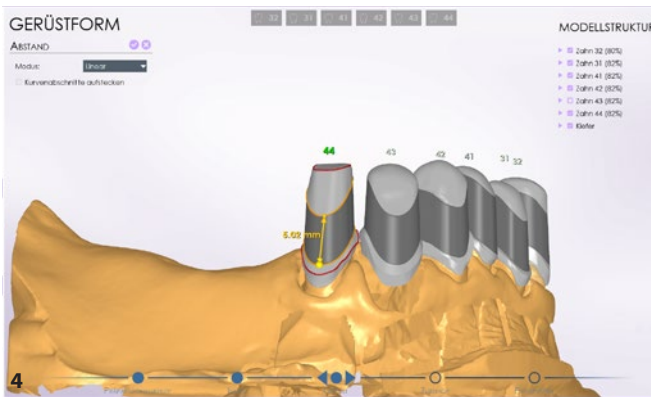
Die präparierte Stumpfsituation wurde vom Behandler analog abgeformt und mit einem Paketdienst ins Labor gesendet. Dort konnte über die Herstellung eines Gipsmodells die Primärsituation generiert und im Streifenlichtscanner digitalisiert werden (Abb. 2 und 3). Dank der parallelen Präparation des Behandlers konn-

ten die Primärteile mit einer Wandstärke von 0,5 mm umgesetzt werden. Mit dieser Wandstärke bleibt genügend Spielraum, um die Primärteleskope nach der Überabformung zu überarbeiten und auf eine minimale Stärke von 0,4 mm auszuarbeiten.

Bezüglich der Friktion sollten die Teleskope über eine minimale vertikale Friktionsfläche von 5 mm verfügen. Dies generiert die benötigte Haftkraft und kann im digitalen Workflow dank der ver-

fügbaren Messeinheiten sämtlicher CAD-Programme überprüft werden (Abb. 4).

Die fertiggestellten virtuellen Primärteile werden als STL-Datensatz an das Fertigungszentrum gesendet (Abb. 5) und über den additiven Ansatz umgesetzt. Die additive Fertigung hat den Vorteil, dass keine Fräserradiuskorrekturen zum Tragen kommen und eine optimale Passung der Primärteleskope auf den Zahnstümpfen erreicht wird (Abb. 6).



**Abb. 2** Ausgangssituation der Teleskoparbeit. **Abb. 3** Nach der Digitalisierung wird die Qualität der Präparation deutlich. **Abb. 4** Beim Designen der Teleskope wird auf eine minimale Friktionslänge von 5 mm geachtet. **Abb. 5** Die fertig designten Primärteile werden an das Fertigungszentrum gesendet. **Abb. 6** Die über das SLM-Verfahren hergestellten Kronen werden an den Rändern auf Hochglanz poliert.

## Das Meistermodell und die Kieferrelationsbestimmung

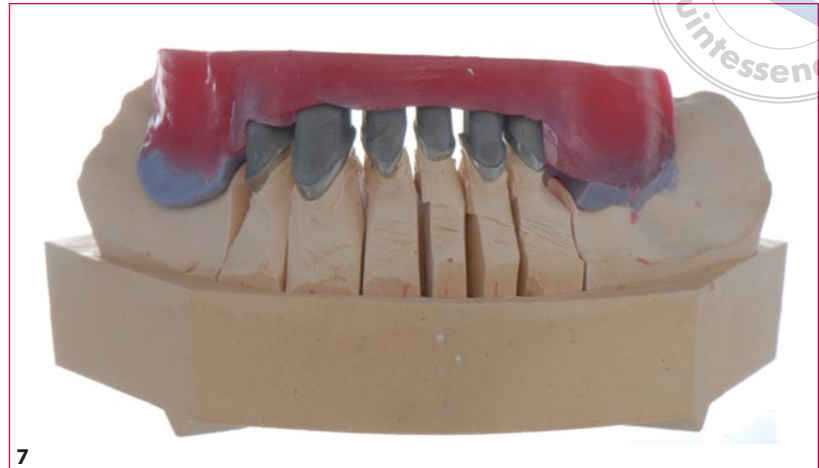
Entscheidend für den Erfolg von teleskopierenden Arbeiten sind nach wie vor deren Friktionseigenschaften. Um diese gewährleisten zu können, sehen die Autoren die Überabformung und die Herstellung eines Meistermodells als substantziell an. Hierfür werden ein individueller Löffel sowie ein Bissregistrator vorbereitet und in die Zahnarztpraxis gesendet. Dank der Primärkonstruktion konnten diese beiden Informationen in einer Patientensitzung generiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Bissregistration rein auf den Primärteleskopen fixiert ist. Der basale Anteil muss freigestellt und mit flexiblem Silikon abgestützt werden (Abb. 7).

Nach der Überabformung und der Herstellung des damit einhergehenden Meistermodells konnte die Bissregistration aufgesetzt und der Unterkiefer zur schädelbezüglichen Verschlüsselung im Artikulator fixiert werden (Abb. 8).

## Feinjustierung der Primärteleskope

Die Position der Primärteleskope wurde anschließend in einen Frässockel übertragen und die Parallelität mit diamantierten Schleifinstrumenten feinjustiert. Dabei kommen zwei Schleifinstrumente mit entsprechender Körnung zum Einsatz. Die gröbere Körnung dient der groben Justierung der Einschubrichtung. Die feine Körnung bestimmt in der weiteren Vorgehensweise die Oberflächenhomogenität der Teleskope vor deren Politur (Abb. 9). Dabei wird die Homogenität über die Drehzahl sowie den individuellen Anpressdruck der Schleifinstrumente justiert.

Der definitive Oberflächenglanz wurde mit der Signum HP diamond Polierpaste



7



8



9

**Abb. 7** Dank stabiler Abstützung der Kieferrelationsbestimmung konnte diese in der gleichen Sitzung wie die Überabformung durchgeführt werden. **Abb. 8** Einstellen der Modellsituation im Artikulator. **Abb. 9** Die Teleskope werden auf dem Frässockel ausgearbeitet.



(Fa. Kulzer) bestimmt. Dabei handelt es sich um eine Polierpaste, die prinzipiell zur Finalisierung von Kompositverblendungen gedacht ist. Dank der physikalischen Eigenschaften eignet sich diese Paste nicht nur für die Politur von Kompositen und Keramiken, sondern auch vorzüglich zur Hochglanzpolitur von NEM-Gerüsten in Kombination mit einer Robinsonbürste (Abb. 10).

### Herstellung der Sekundärkonstruktion und der Reiseprothese

Bei der Herstellung der Sekundärkonstruktion bringt der digitale Prozess enorme Vorteile. Wurde diese Prozesskette einmal sauber aufeinander abgestimmt, ist so gut wie keine händische

Nacharbeit bezüglich der Funktion und des Friktionsverhaltens der Teleskopkonstruktion nötig. Zudem kann dank der vollaratomischen Planung dieser Datensatz aus der CAD-Software ausgelesen und aus einem zahnfarbenen Hochleistungspolymer als Mock-up sowie als Reiseprothese gefertigt werden.

Die ausgearbeiteten Primärteile wurden über einen optischen Scan (Streifenlichtscanner) digitalisiert (Abb. 11). Bei dieser Entscheidung muss wieder der gesamte Fertigungsprozess betrachtet werden. Dank eines zusätzlichen CAM-Softwaretools für die cara Mill 3.5 Fräsmaschine (cara Mill CAM 5 smart, Fa. Kulzer) wird die Friktion über einen speziellen Schlichtprozess individuell feinjustiert. Diese Vorgehensweise ersetzt die prin-

zipiell präzisere taktile Erfassung der Primärteleskope. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es trotz der hochpräzisen taktilen Erfassung im weiteren Herstellungsprozess (Datentransfer) zu Ungenauigkeiten im digitalen Workflow kommt und am Schluss ein individueller Schlichtprozess zur Feinjustierung notwendig ist.

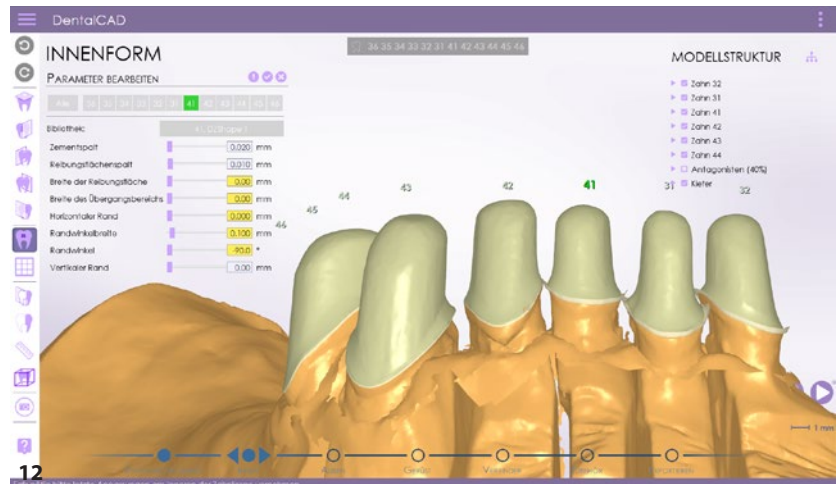
Aus diesen Gründen wurde in diesem Fall direkt die zeitsparende optische Erfassung favorisiert. Dazu wurden die Primärteleskope mit einem feinen Hauch Scanpuder der Fa. Helling (Heidgraben) benetzt. Dies reicht für eine präzise Erfassung aus. Größere Mengen Scanpuder führen nur zu Ungenauigkeiten. Die Präzision des Scans kann anschließend in der Software überprüft und optimiert werden (Abb. 12).



10



11



12

**Abb. 10** Die Oberflächenqualität lässt sich dank Signum HP diamond Polierpaste einfach erreichen. **Abb. 11** Über den Streifenlichtscanner wurde die Arbeit digitalisiert. **Abb. 12** Die Sekundärkonstruktion wurde wie eine gewöhnliche Brückenkonstruktion designt.



**Abb. 13** Dank des Designs über den vollanatomischen Ansatz konnte die Reiseprothese hergestellt werden. **Abb. 14** Die Sekundärkonstruktion wurde nach der vollanatomischen Reduktion in NEM gefertigt.

Die Sekundärkonstruktion wurde in diesem Falle wie eine zwölfgliedrige Brückenkonstruktion designt. Bei solchen virtuellen Herstellungsprozessen bietet sich der vollanatomische Ansatz an. Somit kann sehr einfach und anschaulich das optimale Ergebnis erzielt werden. Die Zahnstellung und die morphologische Ausformung werden im Detail ersichtlich.

Das Gerüst wird durch einen Mausklick reduziert. Der vollanatomische Datensatz kann dabei aus der Software ausgelesen und aus einem zahnfarbenen Hochleistungspolymer herausgefräst werden. Dank der physikalischen Werte solcher Hochleistungspolymere kann das Mock-up nach der Ästhetikeinprobe als Reiseprothese mitgegeben werden (Abb. 13).

Die definitive Gerüstkonstruktion wird mit Unterstützung der Schlichtsoftware auf der cara Mill 3.5 in NEM umgesetzt. Dabei werden die Primärteile

in die Sekundärkonstruktion eingeführt und solange von der Maschine nachgeschliffen, bis die gewünschte Friktion erreicht ist. Dank der optimierten Fräserstrategie ist ein analoges Nacharbeiten der Gerüstpassungen nicht mehr nötig (Abb. 14). Besonderer Dank geht diesbezüglich an Michael Schreyer und seinem dental—house Team.

Die Funktion sowie die ästhetischen Komponenten werden nun am Patienten kontrolliert und mit ihm besprochen.

### Individuelle Umsetzung

Nach der Einprobe wurden das angestrebte Endergebnis nochmals klar definiert und die Details feinjustiert. Das optimierte Mock-up wird nun für die Herstellung der Kompositverblendungen verschlüsselt. Dabei kann zwischen einer direkten Verschlüsselung mit dem lichtdurchlässigen Memosil (Fa. Kulzer) auf dem Meistermodell (Abb. 15) oder

einer unabhängigen Verschlüsselung auf einer Silikonplattform gewählt werden (Abb. 16). Die Wahl des Wegs hängt immer von der Situation und Position der Primärteleskope ab. Der Memosilschlüssel wird mit einem Injektionszugang und einer gegenüberliegenden Entlüftungsöffnung versehen.

Das Sekundärgerüst wurde mit Signum Metallbond 1 und 2 konditioniert und anschließend in der gewünschten Grundfarbe (Vita classic A3) opakert (Abb. 17).

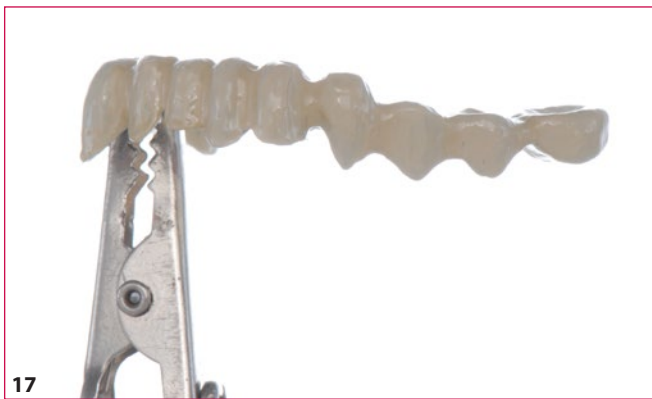
Bevor das Signum flow dentin injiziert wurde, wurden die approximalen sowie zervikalen Anteile mit farbintensiveren Effektmassen charakterisiert. Um möglichst dünn zu bleiben, empfiehlt es sich, die Effektmassen zusätzlich mit Signum cre-active Malfarben zu intensivieren. Dadurch kann mit minimaler Schichtstärke die gewünschte Farbwirkung erzielt werden (Abb. 18).



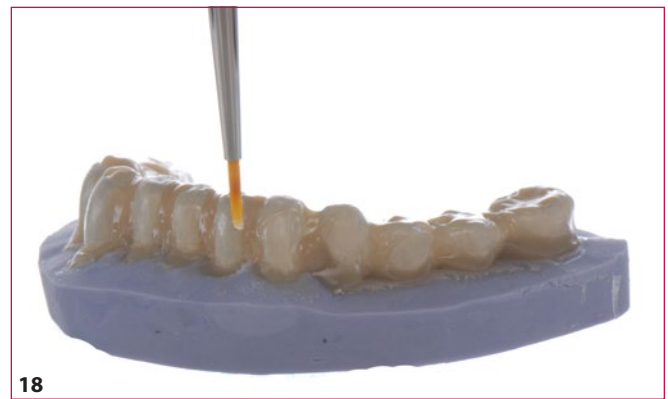
15



16



17



18



19



20

**Abb. 15** Das Mock-up wurde poliert und auf die Primärkronen gesetzt. **Abb. 16** Die Verschlüsselung des Mock-ups dient als Hohlform zur Injektion des Komposits. **Abb. 17** Das Teleskopgerüst wird mit Metallbond 1 und 2 konditioniert und opakert. **Abb. 18** Eine erste farbliche Charakterisierung erfolgte direkt auf dem Gerüst. **Abb. 19** Auf circa 70° erwärmtes Signum composite flow dentin wird injiziert. **Abb. 20** Die Dentinpressung nach 180-sekündiger Aushärtung.

Anschließend wird der Memosilschlüssel aufgesetzt und über den Zugang das auf 70° C erwärmte Signum flow dentin injiziert. Eine hohe Homogenität wird erreicht, indem der Luftabfluss nach dem Austreten des Komposits mit dem Handschuh verschlos-

sen und weiter injiziert wird. Durch den sich aufbauenden Druck werden Hohlräume verdrängt und eine homogene Dentinpressung erzielt (Abb. 19). Im Hi-Lite Power 3D wird die Dentinschicht in 180 Sekunden vollkommen ausgehärtet (Abb. 20).

### Signum cre-active Malfarbe

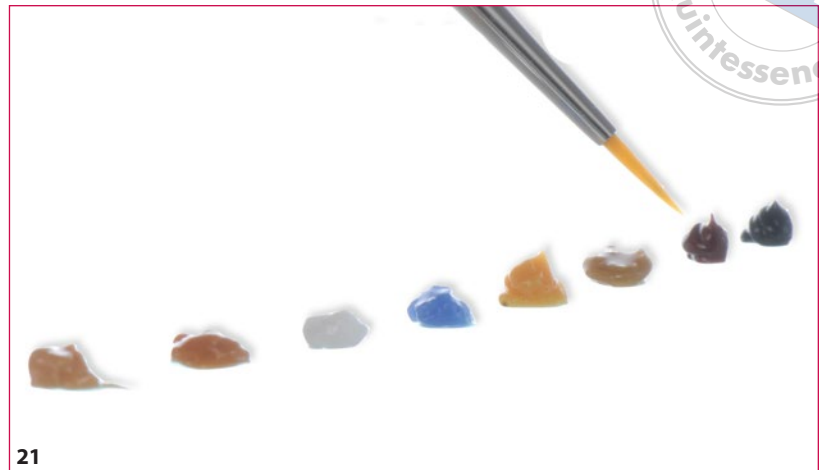
Für den Schneideanteil wird das Dentin entsprechend dem gewünschten Helligkeitsverlauf zurückgeschliffen. Zur weiteren gezielten Individualisierung und um das abrasionsbedingte Sekundärdentin

anzudeuten, wurden nun wieder die Signum cre-active Massen in purer Form eingesetzt. Mit den beiden Trägermaterialien T1 und T2 kann der Flüssigkeitsgrad der Malfarben eingestellt und aufgetragen werden. Dabei dient die flüssigere Konsistenz zur flächigeren dünnen Colorierung und das thixotropere Trägermaterial zur punktuellen, aber dreidimensionalen Charakterisierung (Abb. 21 und 22).

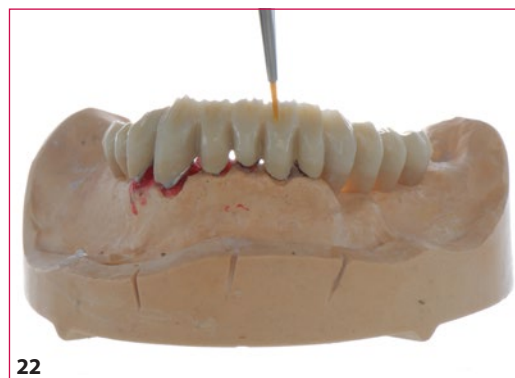
Nach der lichthärtenden Fixation der altersgerechten Eigenschaften wurde erneut die Memosilverschlüsselung aufgesetzt und die erwärmte Opalschneide aufgetragen (Abb. 23).

## Finalisierung

Das Ausarbeiten der zwölf Verblendungen beschränkt sich auf die Oberflächen-  
 texturierung. Die morphologischen Eigenschaften, wie Winkelmerkmale und Leistenverläufe, waren durch das Mock-up schon detailliert vorgegeben. Die Oberflächentexturierung wurde mit entsprechenden kreuzverzahnten Instrumenten eingearbeitet und abschließend mit Signum HP diamond (Fa. Kulzer) und einer Robinsonbürste aufpoliert (Abb. 24). Die Teleskoparbeit sowie die Reiseprothese wurden im posterioren Areal noch mit gingivafarbenen Kunststoffsätteln ergänzt und fertiggestellt (Abb. 25).



21



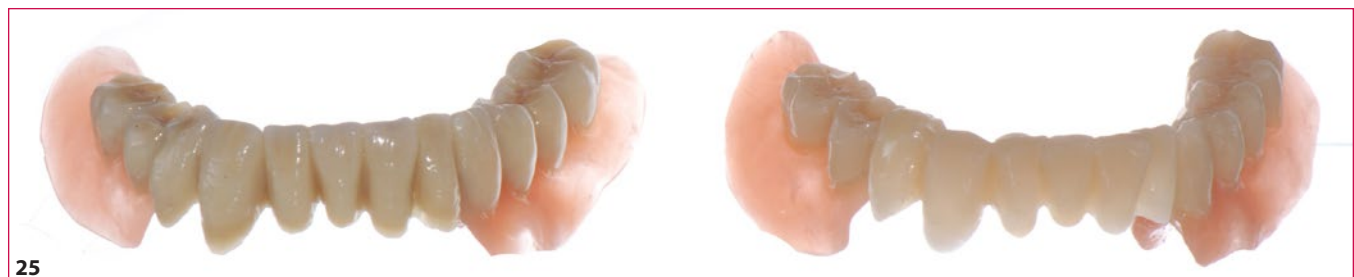
22



23



24



25

**Abb. 21** Die Signum cre-active Colorfluidmassen dienen zur individuellen Charakterisierung. **Abb. 22** Nach dem Cut-back können die Signum cre-active Colorfluids aufgetragen werden. **Abb. 23** Injektion der Opalschneide OS2. **Abb. 24** Nach dem 180-sekündigen Aushärten kann die Oberfläche strukturiert und poliert werden. **Abb. 25** Die Teleskoparbeit sowie die Reiseprothese wurden im posterioren Bereich mit Gingivaanteilen ergänzt.



26



27

**Abb. 26** Die Oberkieferprothese wurde mit dem hochvernetzten Universalkunststoff PalaXpress (Fa. Kulzer) fertiggestellt. **Abb. 27** Die fertigen Arbeiten wurden nach einer zweitägigen provisorischen Tragezeit nochmals remontiert.

Die Oberkieferprothese wurde ebenfalls in Kunststoff umgesetzt und konnte nach einer Tragezeit von zwei Tagen nochmals im gesamten über eine Remontage im Labor feinjustiert werden. Außerdem wurden die Protrusions- und Laterotrusionsbewegungen eingestellt (Abb. 26 und 27).

### Fazit

Die beschriebene Vorgehensweise hilft, den Laboralltag zu vereinfachen und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Die Verwendung von Signum composite gewährleistet dabei eine maximale Ästhetik, die dank der physikalischen und licht-

optischen Eigenschaften für jeden umsetzbar ist und immer noch weiter optimiert wurde. Zudem überzeugen an Signum composite die über viele Jahre entstandenen positiven Erfahrungswerte bezüglich der Beständigkeit des Materials.



**ZTM Björn Maier**  
Ludwigstr. 10  
89415 Lauingen  
E-Mail: maier66@yahoo.de



**Dr. Axel von Horn**  
Lindenstraße 6  
38154 Königslutter