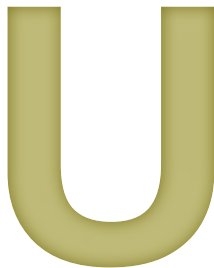


Totalprothetik im Wandel Teil 2

Solange ein Mensch über ein vollständiges Gebiss verfügt, sind Schädel- und Kieferknochen, Zähne, Blut- und Nervengefäße und Muskulatur in eine hochkomplexe funktionelle Einheit eingebettet. Die Zähne ermöglichen nicht nur die Zerkleinerung der Nahrung (Funktion), sondern bilden auch zusammen mit der Zunge, dem Gaumen und den Lippen das Sprachsystem (Phonetik).



Und sie tragen durch ihre Stellung, Form und das Zusammenspiel mit Lippen und Wangen maßgeblich zur ästhetischen Wirkung des Gesichtes bei. Diese spielt eine entscheidende Rolle für das Erscheinungsbild und Selbstbild des Menschen. Besonders die sichtbare Zahnreihe prägt die Wahrnehmung von Gesundheit, Vitalität und sozialer Integrität.

Äußerliche wahrnehmbare Faktoren des Zahnverlustes

Mit jedem Verlust eines Zahnes zerfällt ein Teil dieses Systems, solange diese Lücke nicht geschlossen wird (► 1 und ► 2). Werden alle Zähne verloren, geschieht mehr als nur der Verlust der vertikalen Dimension zwischen Nasen- und Kinnspeitze:

- Die Kaukräfte nehmen stark ab, da die Zahnreihen als primäre Kraftüberträger fehlen.
- Die Kaumuskulatur wird nicht mehr in der gewohnten Intensität beansprucht und beginnt zu erschlaffen.
- Ohne regelmäßige Belastung reduziert sich die Muskelmasse, und die Tonusspannung der Wangen-, Lippen- und Mundringmuskulatur lässt nach.

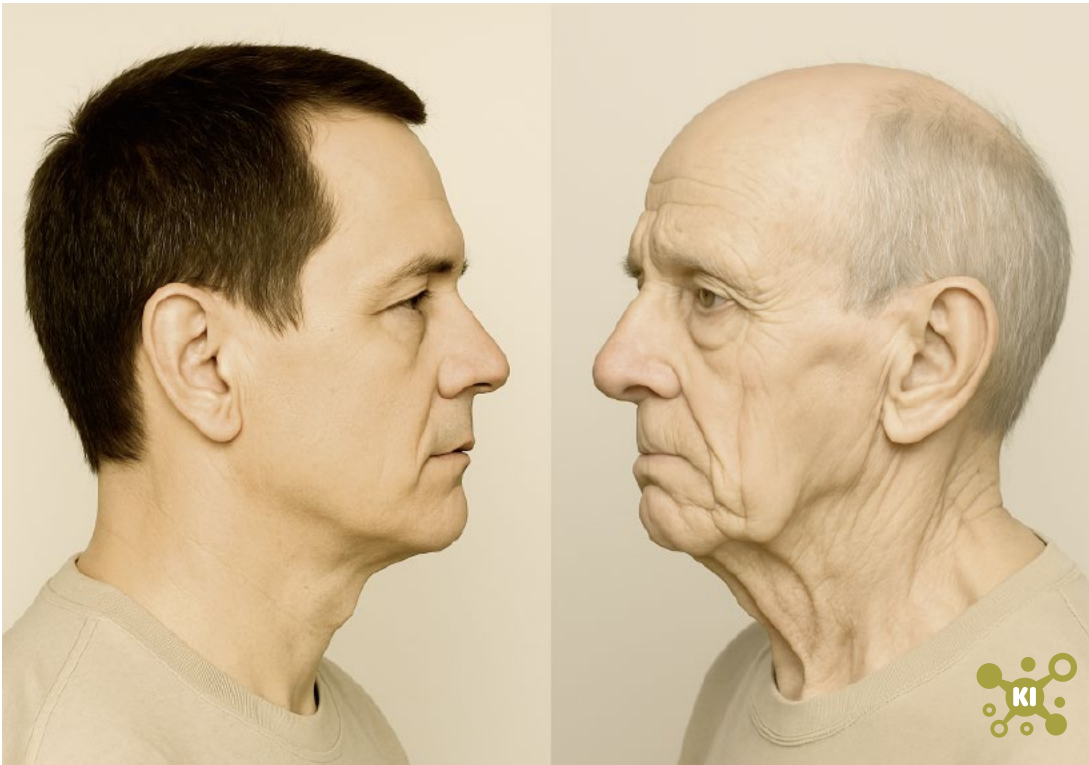
Die Veränderungen des stomatognathen Systems führen zu sichtbaren äußerlichen Veränderungen:

- **Hohlwangigkeit:** Durch den Verlust der Zahnreihen und die erschlaffte Muskulatur sinken die Wangen ein. Das Gesicht wirkt eingefallen, gealtert und verliert Ausdruckskraft.



Author

Ztm. Frank Poerschke ▪ ✉ frank.poerschke@merz-dental.de ▪ 🌐 www.merz-dental.de



➤ 1 Voll bezahntes im Gegensatz zu zahnlosem, gealtertem Aussehen



➤ 2 Äußerliche Veränderungen aufgrund Veränderungen des stomatognathen Systems

- **Absenken des unteren Gesichtsdrittels:** Durch die fehlende vertikale Stütze verkürzt sich der Abstand von Kinnspitze zur Nase, was zu einem „greisenhaften“ Aussehen führt.
- **Veränderte Lippenkontur:** Die Lippen verlieren Fülle, wirken schmaler und weniger gespannt. Das Lippenrot ist kaum noch sichtbar.
- **Tiefe Nasolabialfalten** und verstärkte periorale Faltenbildung.
- **Veränderte Mimik**

Die Summe dieser verloren gegangenen Informationen betrifft nicht nur die orale Funktion – sie prägt das Selbstbild des Menschen, seine soziale Rolle, sein Kommunikationsverhalten und seine Lebensqualität. Eine funktionell angepasste Prothese ermöglicht eine verständliche, selbstbewusste Artikulation. Die vertikalen und horizontalen Stütz-zonen müssen wieder aufgebaut werden, um das ursprüngliche Gesichtsprofil zu stabilisieren.

In der Prothetik wird die Funktion primär über die Zahnposition definiert, doch ist ihr funktioneller Einfluss untrennbar mit der Muskulatur verbunden. Aufgabe der Totalprothetik ist es primär nicht nur Zähne zu „ersetzen“, sondern die zentralen Funktionen von Ästhetik, Phonetik und Kaukräfte in Einklang zu bringen – individuell, präzise und integrativ.

Lautbildung – Phonetik als soziale Basis

Laute wie F, S, SCH, T, D, L und N erfordern präzise Kontaktpunkte zwischen Zunge, Zähnen und Gaumen. Ohne diese anatomischen Bezugspunkte entstehen Fehllaute, die Sprache wird verwaschen und der zahnlose Mensch verliert an sprachlicher Souveränität. Gerade im beruflichen und sozialen Umfeld ist klare Sprache essenziell. Besonders bei noch im Arbeitsleben stehenden Menschen ist der vollständige Zahnverlust nicht nur ein medizinischer, sondern auch ein psychosozialer Einschnitt. Ein zahnloser Zustand wird in der heutigen Gesellschaft häufig mit Schwäche, Vernachlässigung oder sozialem Abstieg assoziiert – auch wenn die Ursachen medizinisch oder traumatisch bedingt sein können.

Ziele für eine prothetische Rekonstruktion

Aus diesen Veränderungen ergeben sich die Ziele für eine prothetische Rekonstruktion (► 3); eine totale Prothese muss ...

- die vertikale Dimension wiederherstellen,



► 3 Die wiederhergestellte Zahnreihe im Bild rechts mit einer prothetischen Versorgung (nach dem Vorbild Bild links) bewirkt einen großen Unterschied im Vergleich zur Situation in der Mitte.

- den Wangen und Lippen wieder eine funktionelle Stütze bieten,
- Muskeltonus und Gewebespannung fördern,
- durch die Positionierung der Ersatzzähne sicherstellen, dass sich der Patient weder auf die Wange oder die Zunge beißt (was die Qualität der Versorgung ohnehin stark infrage stellen würde) und gleichzeitig eine klare Lautbildung ermöglicht wird,
- so weit wie möglich den ursprünglichen Ausdruck, die Gesichtssymmetrie und die dynamische Mimik zurückgeben.

Das zahnärztlich-zahntechnische Team übernimmt die Aufgabenstellung, die verlorenen funktionellen und ästhetischen Informationen zu erfassen und zu rekonstruieren. Die medizinischen und anatomischen Basisdaten zum Zustand der Schleimhaut und der Kiefergelenke sind in der nachfolgenden Betrachtung außer Acht gelassen worden.

Der Zahntechniker sollte nicht nur Ausführer, sondern aktiver Teil des Behandlungsteams sein, da er über Erfahrung, räumliches Denken und die Fähigkeit zur ästhetischen Einschätzung verfügt und nicht zuletzt für eine erfolgreiche Umsetzung eines Auftrages, alle Informationen benötigt. Die Kommunikation darf nicht erst ab der Prothesenkonstruktion beginnen, sondern muss bereits im Vorfeld der Herstellung des Zahnersatzes stattfinden. Dazu zählt die Erfassung nachfolgender Informationen.

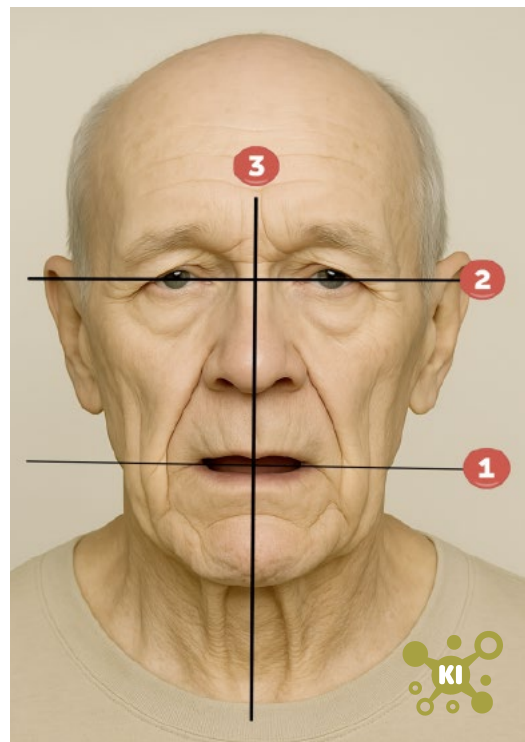
1. Funktionelle Informationen

In erster Linie benötigt man zur korrekten Wiederherstellung der Funktion die Informationen zur Relation der Kiefer zueinander, der Bisshöhe, der Lage der Okklusionsebene und der Gesichtsmitte:

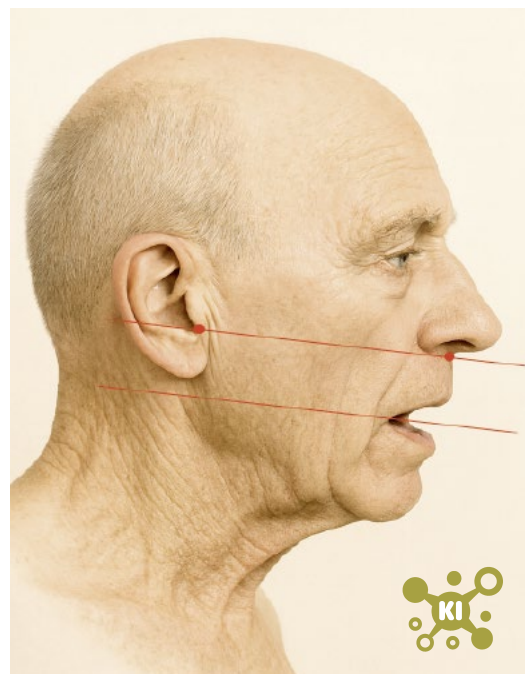
- **Vertikale Dimension** (Bisshöhe)
 - Messung in Ruhe-Schwebelage und in Okklusion (mit vorhandener Prothese oder Bisschablonen)
 - Abgleich mit physiologischer Bisshöhe (Sprechprobe – den Patienten mit vorhandenem Zahnersatz zählen lassen und den Sprechabstand beobachten)
 - Erkennung einer eventuellen Absenkung (bei abgenutzten Prothesen)
- **Zentrische Relation**
 - Registrierung mit geeigneten Methoden (Wachsbiss, Zentrik-Registrierat, Stütz-Stift-Registrierat)
 - Beurteilung der Abweichungen zwischen Ruhe-Schwebelage und zentrischer Okklusion.

2. Ästhetische Informationen

Der Mensch sucht instinktiv nach Symmetrie. Deshalb fällt bereits eine leichte Abweichung der Zahnreihe von der Gesichtsmitte als „nicht stimmig“ auf. Für eine korrekte Aufstellung benötigen Zahntechniker folgende zentrale räumliche Bezugspunkte (► 4 und ► 5):



► 4 Die beiden Achsen (3 und 1) bilden ein virtuelles Koordinatensystem, welches hilft, die Zahnreihen räumlich und ästhetisch korrekt zu Kiefer und Gesicht zu verorten.



► 5 Die Campersche Ebene lässt sich durch den unteren Gehör-Ausgangspunkt und den Sub-Nasal-Punkt im Weichteilgewebe des Gesichtes – also außerhalb der Mundhöhle – ermitteln. Die Okklusionsebene sollte seitlich betrachtet, parallel zu dieser Ebene verlaufen.

- Die Gesichtsmitte als vertikale Referenzachse (Linie 3) für die Positionierung der Frontzähne
- Die Okklusionsebene (Linie 1) als gedachte horizontale Ebene, in der Ober- und Unterkieferzähne zueinander in Kontakt treten sollen
- Die Bipupillarlinie (Linie 2) als parallele Hilfslinie zur Überprüfung der Okklusionsebene

Digitale Herstellung arbeitsvorbereitender Hilfsmittel

Die Anfertigung der Hilfsmittel beginnt im analogen Vorgehen mit einer Situationsabformung der Kiefer und meist mit dem Auftrag des Behandlungsteams zur Anfertigung von Funktionslöffeln und der Bisschablonen durch den Zahntechniker. In der analogen Bearbeitungskaskade können dabei Übertragungsfehler bei der Rückfixierung der Bissregistratur auf die Meistermodelle entstehen, da die Schablonen-Basis nicht auf dem Meistermodell, sondern auf der Situationsabformung erstellt wurde. Man versucht, die Passung durch Beschleifen der Basen wiederherzustellen, was aber nicht zu einhundert Prozent gelingt. Eine Passung von allenfalls siebzig bis achtzig Prozent mag erreicht werden, was eben bei der Einprobe der Prothesen unweigerlich zu Korrekturen führt. Diese „vorprogrammierten“ Korrekturmaßnahmen beeinflussen Zeitpläne und die Kalkulation für die Anfertigung von totalen Prothesen.

Letztlich führen ständig wiederkehrende Korrekturen wirtschaftlich betrachtet zu Einbußen, aber auch zu einer psychischen Belastung des Zahntechnikers. Nicht selten betrifft der Fachkräftemangel in besonderem Maße die Kunststoffabteilung, da dort die Arbeitsbelastung in einem Dentallabor am höchsten ist. Gründe genug, um die Digitalisierung in diesem Bereich dringend voranzubringen.

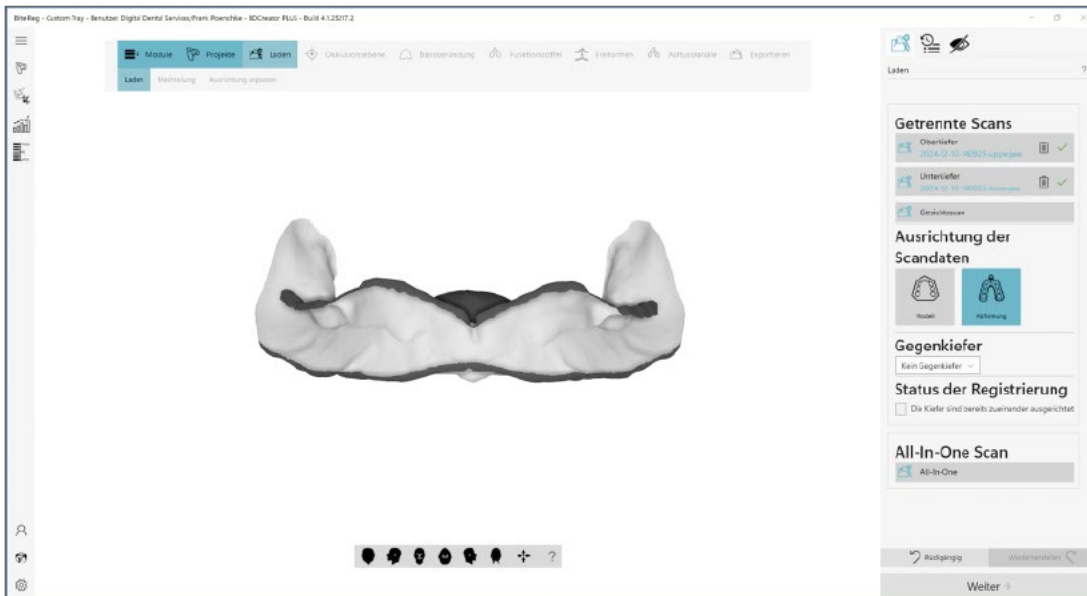
Um der Aufgabe der Anfertigung von Biss-Registrierhilfen gerecht zu werden, bieten digitale Möglichkeiten eine sinnvolle Unterstützung. Analog ist es nicht möglich, die Kiefermodelle für eine Anfertigung der Objekte in einen zumindest ungefähren Bezug zueinander zu bringen. Die zu erstellenden Bissregistratur sollten so exakt wie möglich vorbereitet werden. Je einfacher die Erfassung der Informationen durch eine gute Vorbereitung am Patienten abläuft, umso präziser und umfangreicher fallen die Informationen aus.

Digitale Vorgehensweise

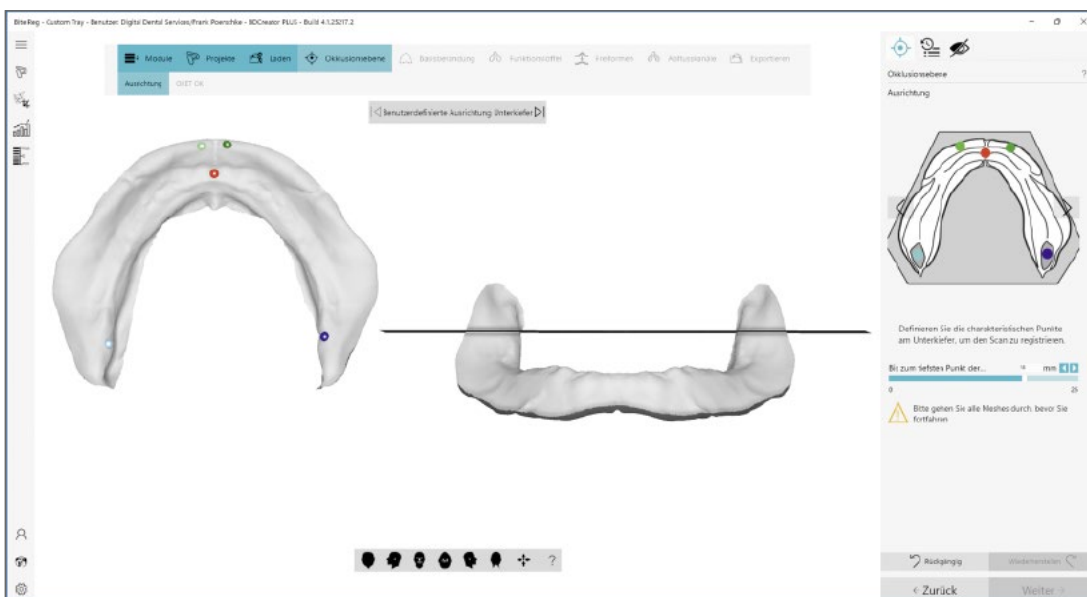
Für eine digitale Vorgehensweise müssen Scandaten verwendet werden. Diese können die gescannte Modell- oder Abdrucksituation widerspiegeln. Die digitalen Konstruktions- und Fertigungsprozesse erlauben ein modellfreies Arbeiten. Die ^{BD}Creator PLUS Software bietet ein Modul zur Konstruktion von Bissregistraturen. Die Möglichkeiten in diesem Modul bieten eine klare Abgrenzung zu weiteren bereits bestehenden CAD-Softwarelösungen zur Herstellung totaler Prothesen. In diesem Modul ist die Möglichkeit der Ausrichtung der Kiefer in einem virtuellen Raum gegeben, falls eine Ausrichtung noch nicht vorliegt (► 6 und ► 7). Diese liegt zumeist nicht vor, da die Hilfsmittel hierzu in dieser Phase zunächst erstellt werden. Daher können in der Software einige Bezugspunkte, die in der Literatur beschrieben sind, angewendet werden.

Nach McGrane* wurden Bezugspunkte zwischen Kiefer und Okklusionsebene definiert, nach denen eine zumindest mittelwertige Einrichtung der Kiefersituationen möglich ist. Ausgehend von den Mittelpunkten der retromolaren Dreiecke im dorsalen Bereich

* McGrane HF: Five basic principles of the McGrane full denture procedure. J Fla State Dent Soc. 1949 Nov;20(11): 5-8. PMID: 24536524

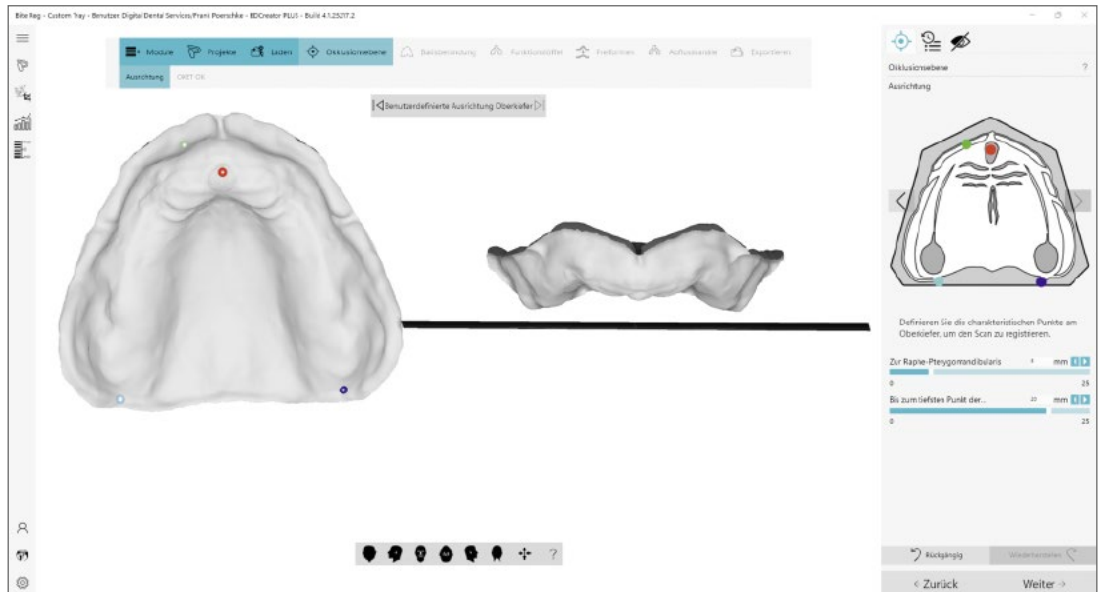


► 6 Die eingescannte Kiefersituation wird in die Software importiert. Die Situation steht zunächst nicht in einem Lagebezug zueinander. Beide Scans liegen irgendwo im virtuellen Raum verortet zueinander vor.

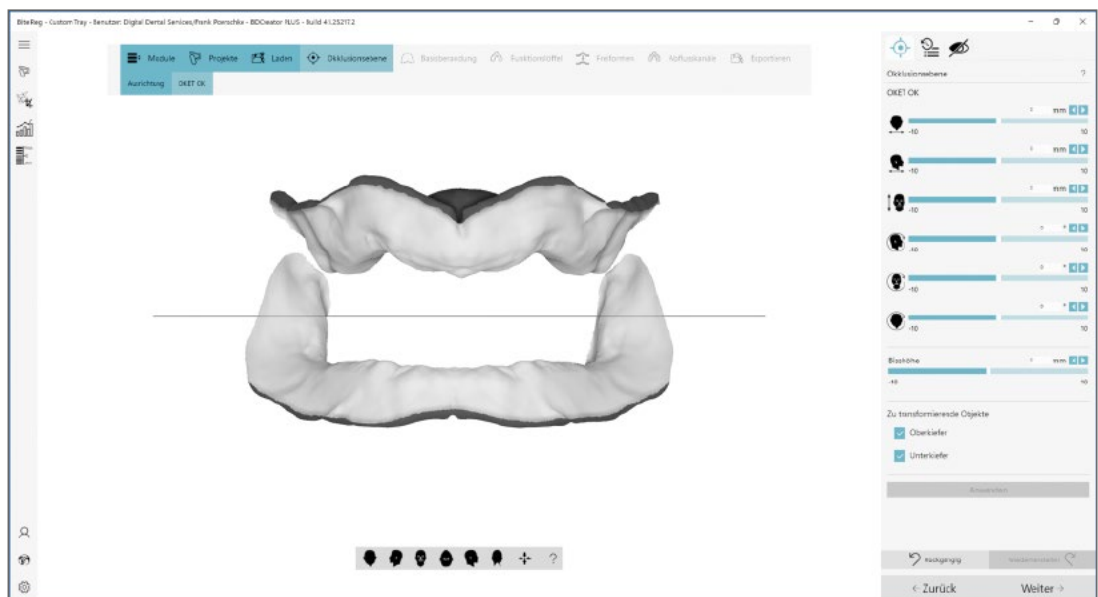


► 7 Die Kiefersituation wird in einem virtuellen Raum ausgerichtet. Anhand von „Landmarken“ nach McGrane lässt sich eine erste Ausrichtungsebene definieren. Die Ebene hat dabei einen Abstand von 18–20 mm von den Symphysenpunkten und schneidet die Mitten der retro-molaren Dreiecke.

und den Symphysenpunkten rechts und links des Lippenbändchens im anterioren Bereich, lässt sich so an einem Unterkiefer eine Ebene definieren, die nach den Beobachtungen von McGrane in Annäherung an eine Okklusionsebene gebracht werden kann. Für den Oberkiefer gibt es in der Literatur ebenfalls Landmarken, die einem Orientierungspunkte bieten (► 8). Die Ansätze der Rachenbläserfalten hinter den Tuber maxillae und der tiefste Punkt im vestibulären Bereich ergeben die Bezugspunkte für eine Ebene, die sich aus den Abständen zwischen den dorsalen Bezugspunkten (circa 5–10 mm) und dem tiefsten Punkt des Vestibulums (20–22 mm) ergibt.

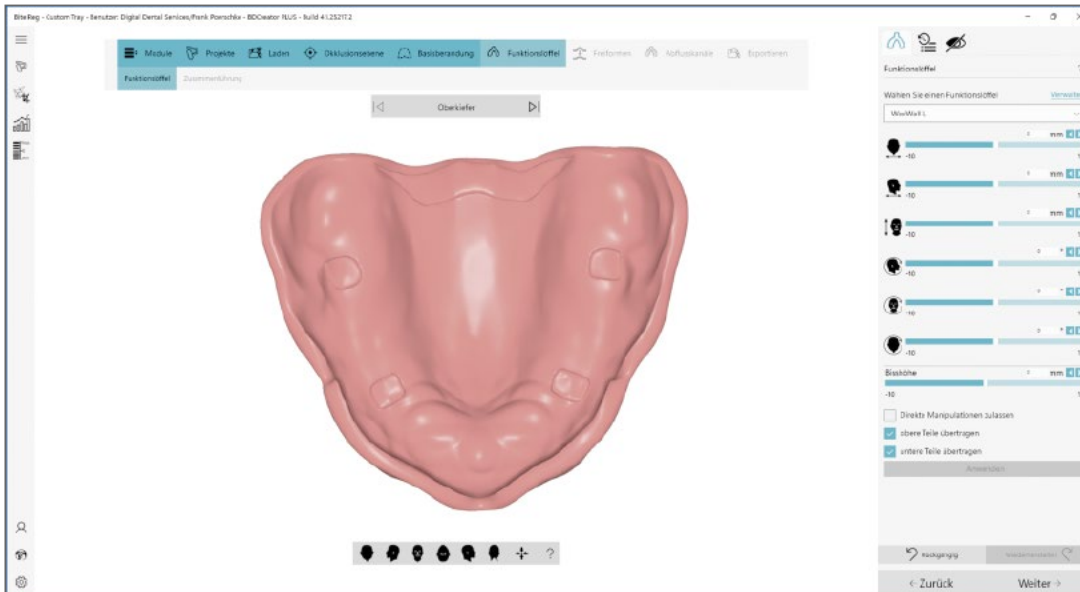


➤ 8 Für den Oberkiefer ist es ebenfalls möglich, eine Bezugsebene zu definieren.

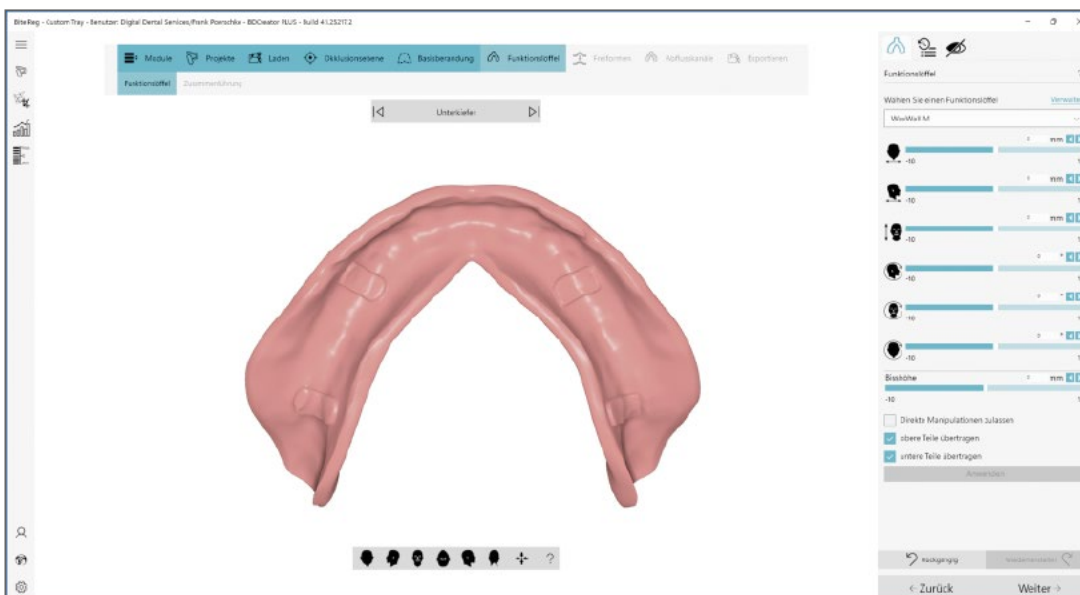


➤ 9 Die Kiefer sind für die Konstruktion der Bissregistratur „virtuell“ nach Angaben der Literatur zueinander ausgerichtet.

Ein wesentlicher Vorteil der Digitalisierung besteht darin, dass die erste Ausrichtung unmittelbar grafisch dargestellt werden kann. Dadurch wird eine klare Grundlage für die weitere Analyse und Bearbeitung geschaffen. Im nächsten Schritt setzt die Software beide erzeugten Ebenen zusammen und kann so einen ersten Bezug zwischen Ober- und Unterkiefer darstellen – klar, nachvollziehbar und jederzeit überprüfbar (➤ 9). Die Software lässt auch Korrekturen der Ausrichtung zu. Dazu können die Kiefer getrennt voneinander angewählt und in alle Raumrichtungen und Achsen bewegt werden. Es sei an dieser Stelle gesagt, dass hier nicht der Anspruch besteht, die korrekte Okklusionsebene zu finden und darzustellen. Das Ziel ist die Erstellung von Registrierungshilfen zur „Feinjustierung“ der Okklusion durch das Behandlungsteam. Die Ausrichtungsebene dient dabei als eine erste Orientierung.



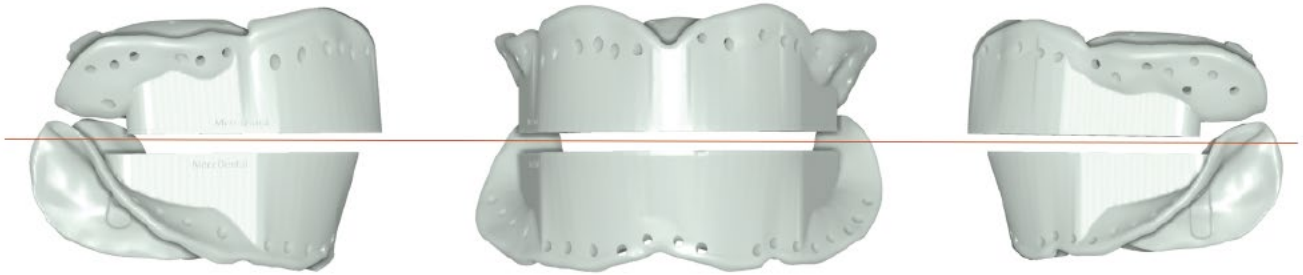
► 10 Die Basen der Registrierbehelfe ...



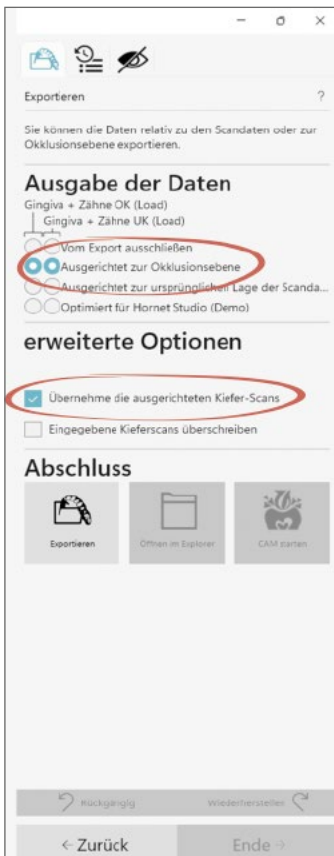
► 11 ... können mit einem Offset versehen werden.

In den weiteren Schritten wird die Ausdehnung der Basen festgelegt. Dabei kann die Basis mit einem Offset versehen werden, um dem Wunsch der Verkürzung der Behandlungskaskade nachzukommen (► 10 und ► 11). Somit kann der Registrierbehelf gleichzeitig zur Funktionsabformung verwendet werden.

Die aus der Konstruktion erzeugten STL-Daten bieten sich ideal für die Umsetzung mittels eines 3D-Druckverfahrens an. Die erstellten Objekte zur Bissregistrierung sollten nicht in Kontakt zueinander konstruiert sein, sondern der Applizierung von Wachs oder einem anderen Material zur Feinregistrierung genügend Raum geben (► 12). Ein Kontakt der Basen zueinander könnte auch zu Frühkontakten (Christensen-Phänomen) führen und eine aufwendige Korrektur durch ein Beschleifen der Kunststoffanteile am



► 12 Die erzeugte Ausrichtungsebene präzisiert die Ausrichtung der Ebenen der jeweiligen Registrierbehelfe.



► 13 Die Ausgabe der Lage der konstruierten Objekte kann vor dem Export in den Projektordner ausgewählt werden. Eine besondere Option ist, die neue Lage der Kieferscans herauszuschreiben.

► 14 Die ausgerichteten Kieferscans werden mit dem Zusatz „transformed“ im Projektordner abgespeichert.

Behandlungsstuhl notwendig werden lassen. Somit ist die Voraussetzung gegeben, dem Behandlungsteam Unterlagen an die Hand zu geben, die der Findung der Okklusionsebene und der zentrischen Relation dienen.

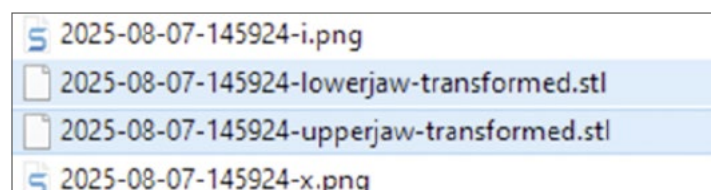
Die Basen der Bissregistrare können mit einem Offset sowie Stopps zur Auflage auf dem Tegument versehen werden. Abflusskanäle zur Steuerung des Prozesses der Abdrucknahme sowie eine Beschriftung der Objekte kann optional erfolgen. In Abbildung 6 lagen beide Kiefer ohne eine Ausrichtung (in Ausgangslage) zueinander vor. Nach Ausrichtung der Kiefer ist ein (wenn auch noch nicht 100 % korrekter) Lagebezug hergestellt worden. Diese erzeugte Situation kann für ein weiteres Projekt genutzt werden. Dazu ist es beim Abschluss und Export der Konstruktion möglich, die Ausgabe der Lage der Kiefer in der konstruierten Raumlage zusätzlich zur ursprünglichen Raumlage zu speichern (► 13).

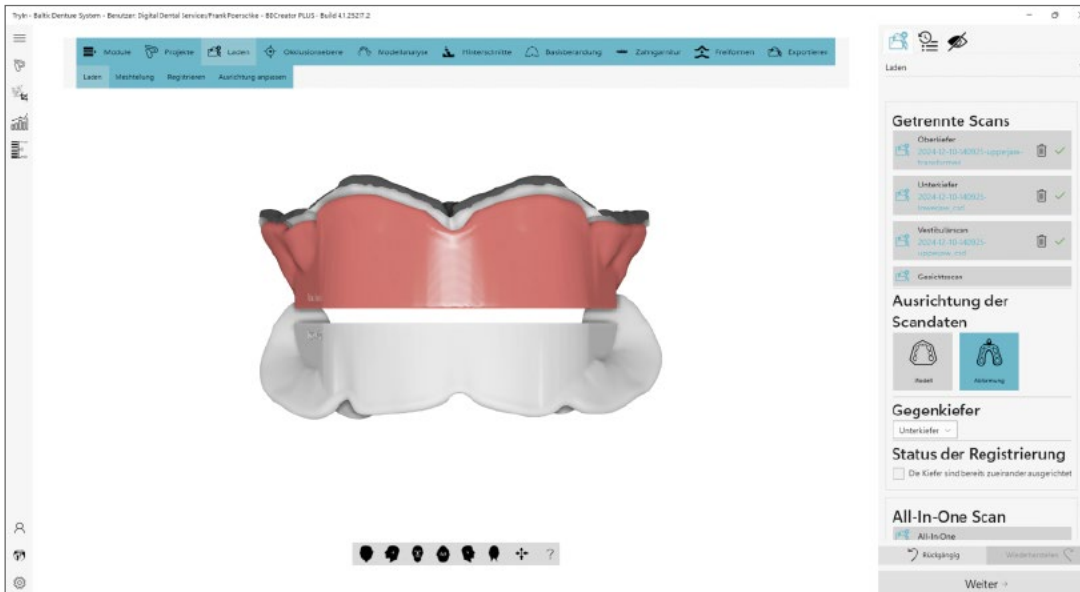
Die digitale Konstruktion der Bissregistrare ermöglicht die Grundlage zur Realisierung eines effizienten Workflows bei gleichzeitiger Steigerung des Informationsgehaltes. Durch das digitale Vorgehen ist es an diesem Punkt nicht mehr notwendig, mit den erzeugten Unterlagen den nächsten Schritt am Patienten durchzuführen. Stattdessen kann zur Abfrage weiterer Informationen wie Mittellinie, Zahnlänge (Sichtbarkeit), Lachlinie, Bezug zur Nasenbreite und bukkaler Korridor in einem weiteren Projekt direkt eine Einprobe-Prothese für den Oberkiefer erstellt werden. Für das Projekt zur Konstruktion einer Einprobe-Prothese werden die Daten aus dem vorherigen Projekt zur Erstellung der Bissregistrare verwendet (► 14 bis ► 18).

Zwischenfazit

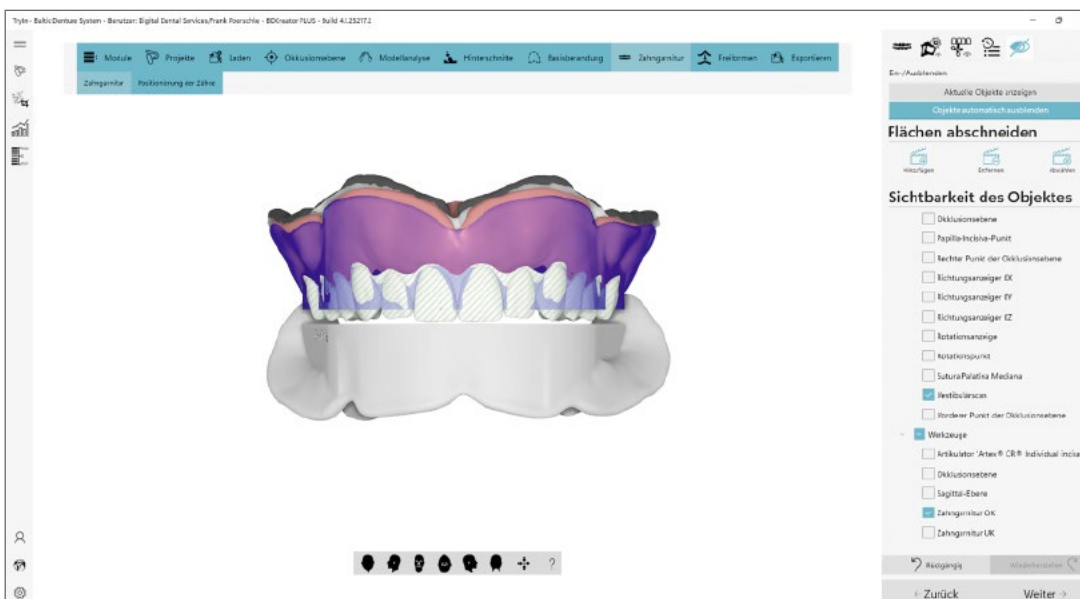
Mit der ^{BD}Creator wPLUS Software ist es erstmalig möglich, Kiefersituationen digital zueinander auszurichten.

- **Annäherung an die Okklusionsebene:** Durch die digitale Orientierung an Referenzebenen gelingt eine präzisere Annäherung an die Okklusionsebene. Dies erhöht die Qualität der Arbeitsvorbereitung und verbessert die Handhabung der Unterlagen für den Behandler erheblich.



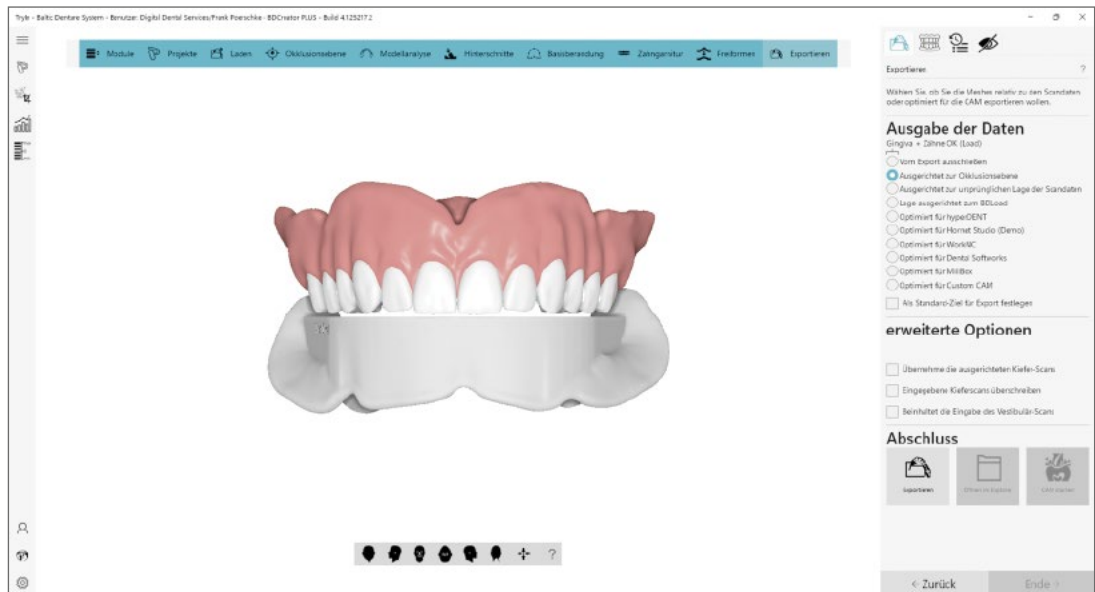


➤ **15** Für das Projekt zur Konstruktion einer Einprobeprothese werden die Daten aus dem Projekt zur Erstellung der Bissregistratur verwendet. Für den Oberkiefer wird der entsprechende Datensatz mit dem Zusatz „transformed“ verwendet. Für den Unterkiefer wird der Datensatz der CAD-Konstruktion des entsprechenden Bissregistrats importiert. Als Vestibulärsch wird der Datensatz des Bissregistrats für den Oberkiefer genutzt.

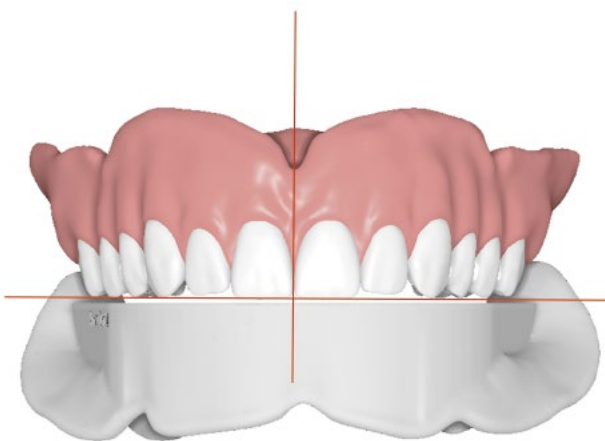


➤ **16** Das Bissregistratur wird durch eine Zahnreihe ersetzt. Das erstellte Oberkiefer-Bissregistratur dient als Vestibulärsch zur Orientierung bei der Auswahl der Größe der Zahnreihe und der Zahnbogenweite.

- **Konkrete Abfrage der Mittellinie:** Ein analog hergestelltes Bissregistratur gibt noch keinen Vorschlag zur Mittellinie. Die digitale Transparenz erlaubt einen Vorschlag, der sich an der anatomischen Mitte beziehungsweise an der Lage der papilla incisiva orientiert.
- **Transparenz und Nachvollziehbarkeit:** Die digitale Ausrichtung ist visuell überprüfbar und kann jederzeit kontrolliert oder angepasst werden – ein klarer Vorteil gegenüber rein analogen Methoden.



► 17 Statt einem einfachen Bissregistrator kann schon nach der ersten Sitzung eine bewertbare Zahnreihe angeboten werden.



► 18 Die Try-In-Prothese beinhaltet im Gegensatz zur wesentlich vereinfachten Simulation einer Zahnreihe durch einen Bisswax aus Wachs oder Kunststoff weitaus mehr Beurteilungspotenzial.

- **Standardisierung:** Erstmals lassen sich reproduzierbar präzise Ergebnisse unabhängig von der individuellen handwerklichen Erfahrung erzielen.
- **Effizienzsteigerung:** Zeitaufwendige Zwischenschritte wie Modellherstellung oder manuelles Übertragen können entfallen.

Die Konstruktion einer Try-In-Prothese zu einem früheren Zeitpunkt im Vergleich zum analogen Vorgehen bietet sehr viele Vorteile, die den gesamten Prozess zur Herstellung einer totalen Prothese wesentlich verbessern. Dazu gehören ästhetische Aspekte – beispielsweise können die Sichtbarkeit der Zähne, Mitte und der bukkale Korridor schon in der zweiten Sitzung abgefragt werden. Zur besseren Kommunikation kann die digitale Konstruktion dokumentiert, geteilt und mit Kollegen oder Behandlern besprochen werden. Eine digitale Visualisierung erleichtert es, Patienten die geplante Versorgung anschaulich zu erklären und somit die Motivation zur Mitarbeit in der Erstellung zu steigern.

Vorschau

Der letzte Teil dieser Reihe beschreibt anhand eines Patientenfalles:

- das Vorgehen und die Verwendung der erstellten Unterlagen am Patienten
- die Umsetzung der Informationen in der Konstruktion
- die Verwendung eines vorgefertigten Rohlings mit bereits einpolymerisierten Zahnreihen
- das Ergebnis des verwendeten Workflows

