

## Digitaler Einstieg nach Maß

Durch FORESTADENTs Kooperation mit dem amerikanischen Anbieter Orchestra Orthodontic Technologies wird Kieferorthopäden mit Accusmile® ein auf ihre jeweiligen Bedürfnisse abgestimmter und entsprechend der Praxisausstattung maßgeschneiderter Einstieg in die digitale Planung und Fertigung von Behandlungsapparaturen gewährleistet. Wie und in welchem Umfang der Behandler den angebotenen Service in Anspruch nimmt und wie groß letztlich der Anteil der in der Praxis verbleibenden Wertschöpfungskette ausfällt, bleibt dabei ihm überlassen.



Abb. 1: Workflow Accusmile.

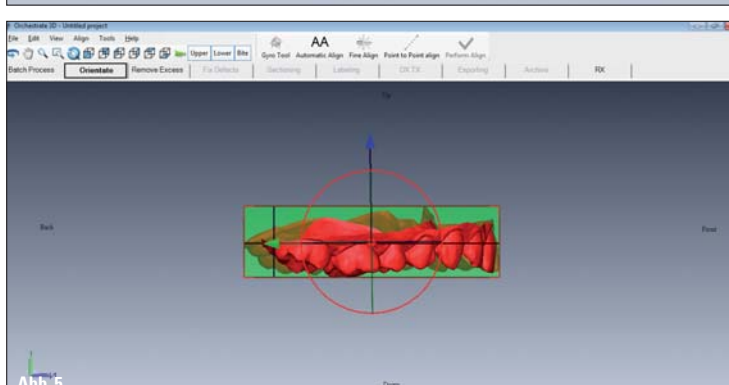
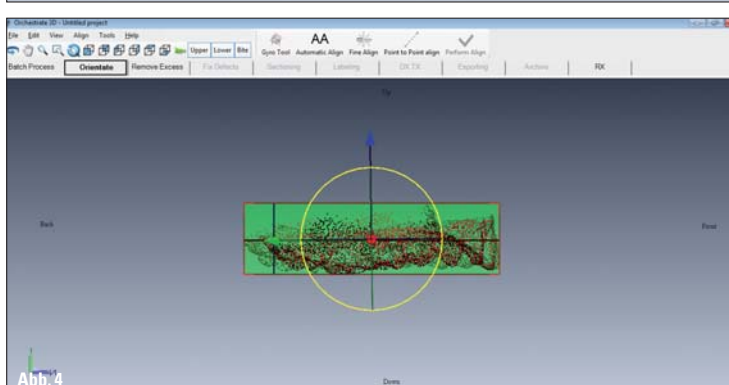
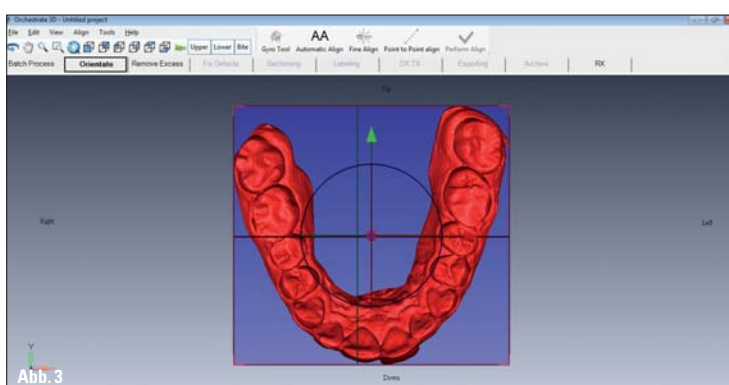
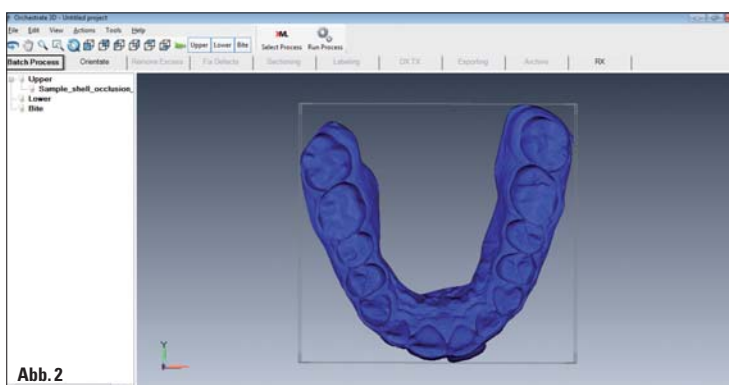


Abb. 2: Rohdaten des Abformscans werden in die Orchestra 3D Software importiert. – Abb. 3 und 4: Ausrichten des OK-Modells entsprechend der Achsen im Koordinatensystem. – Abb. 5: Fertig ausgerichtetes Modell.

### Einleitung

Auch wenn es der ein oder andere Behandler in der Praxis noch immer nicht recht wahrhaben möchte, die Zukunft der Kieferorthopädie ist digital. Daran besteht kein Zweifel. Was für den einen heute noch immer nur im Ansatz erkennbar sein mag, eröffnet dem anderen z. B. durch Einsatz digitaler Röntgentechnologien, Anwendung von Softwarelösungen zur Behandlungsplanung etc. längst Einblicke in eine Welt völlig neuer Möglichkeiten. Ob die effektivere Strukturierung und Organisation von Behandlungsabläufen, die Verkürzung von Stuhl- und Therapiezeiten oder das Erreichen bestmöglicher Ergebnisse auf gleichbleibend hohem Niveau – sowohl Patienten als auch Praxen profitieren vom Einsatz digitaler Technologien. Insbesondere dann, wenn verschiedene Konzepte miteinander kombiniert und so ein noch effizienteres Netz geschaffen werden kann.

Individualisierte Behandlungsapparaturen sind dabei längst zu einem festen Bestandteil kieferorthopädischer Praxen geworden. Ob linguale oder labiale Multibracketsysteme, per Biegeroboter gefertigte Bögen oder Aligner – CAD/CAM-Anwendungen sind heute auch im Fachbereich Kieferorthopädie angekommen. Dabei ermöglichen mittels Intraoralscanner, Modell- und Abdruckscanner oder CBCT-Scanner gewonnene digitale Modellsituationen in Verbindung mit verschiedensten Softwarelösungen eine genaue Analyse, virtuelle Behandlungssimulation sowie Planung der kieferorthopädischen Therapie. Modernste 3-D-Druck- bzw. Stereolithografieverfahren realisieren anschließend das schichtweise Fertigen dreidimensionaler Modellvorlagen für die Herstellung der individualisierten Apparatur. Natürlich sind trotz aller Euphorie für die sich eröffnenden digitalen Möglichkeiten immer noch klinisches Know-how, Erfahrung und vor allem der kluge Menschenverstand gefragt. So wird kaum eine Praxis von heute auf morgen auf einen komplett digitalen Workflow umsteigen. Vielmehr gilt es, den sich immer weiter entwickelnden digitalen Markt wachsam zu beobachten und genau für sich abzuwägen, wo eine Investition aus heutiger Sicht Sinn macht oder wo das Risiko einer Fehlinvestition möglicherweise noch zu groß ist. Auch gilt es zu prüfen, inwieweit bewährte Behandlungsabläufe und analoge Fertigungstechniken durch digitale Innovationen sinnvoll ergänzt oder zweckdienliche Partnerschaften eingegangen werden können.

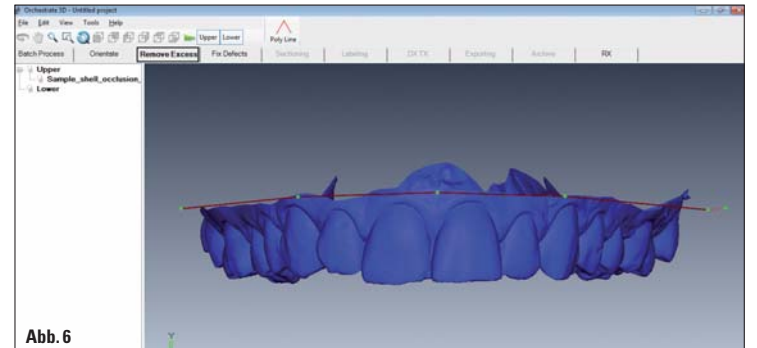


Abb. 6

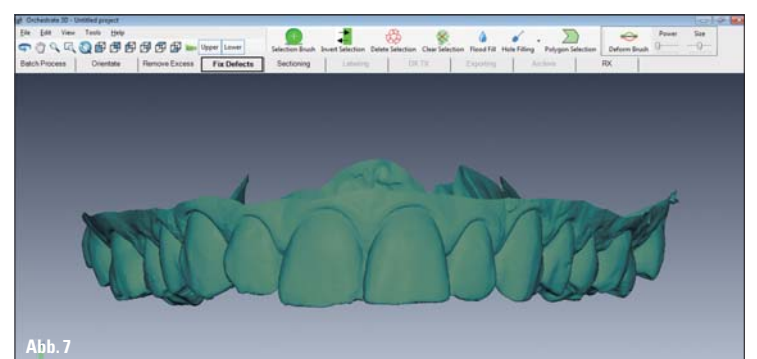


Abb. 7

Abb. 6: Fehlende Bereiche (wie hier im Bereich der Gingiva) werden automatisch aufgefüllt und ausgeglichen. – Abb. 7: Fertig ausgeglichener Gingivaübergang.

### Digitaler Einstieg nach Maß

Kieferorthopäden, die einerseits gern die Vorteile der Digitaltechnik für ihre Behandlungen nutzen, jedoch andererseits das Risiko hoher Anschaffungs- und Unterhaltungskosten für 3-D-Scanner, 3-D-Drucker oder damit verbundene Verbrauchsmaterialien (noch) scheuen und das Tempo ihres Einstiegs in die digitale KFO lieber selbst bestimmen möchten, denen steht Accusmile® zur Verfügung. Von Kieferorthopäden für Kieferorthopäden entwickelt, bietet das von FORESTADENT in Zusammenarbeit mit Orchestra Orthodontic Technologies angebotene System die digitale Planung und Fertigung von Behandlungsapparaturen wie Aligner,

Retainer oder Positioner. Und das unabhängig davon, ob die Praxis über einen digitalen Scanner, Intraoralscanner oder 3-D-Drucker verfügt. Vielmehr können die einzelnen Arbeitsschritte bis zur fertigen Apparatur entweder komplett oder nur teilweise über den Anbieter realisiert werden. Dadurch kann genau bestimmt werden, bis zu welchem Prozentsatz digitale Technologien den Arbeitsalltag beeinflussen und wie groß letztlich der Anteil der Wertschöpfungskette ist, welcher in der eigenen Praxis verbleibt. Egal, für welche Variante sich der Behandler entscheidet, er behält von Anfang bis Ende die Kontrolle aller Prozesse und gibt sie zu keiner Zeit aus der Hand.

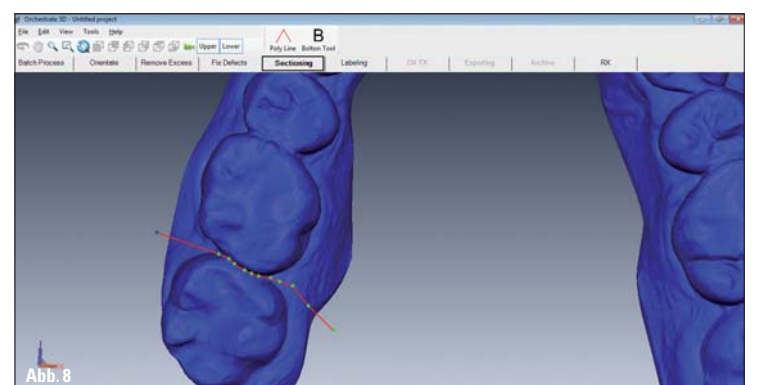


Abb. 8

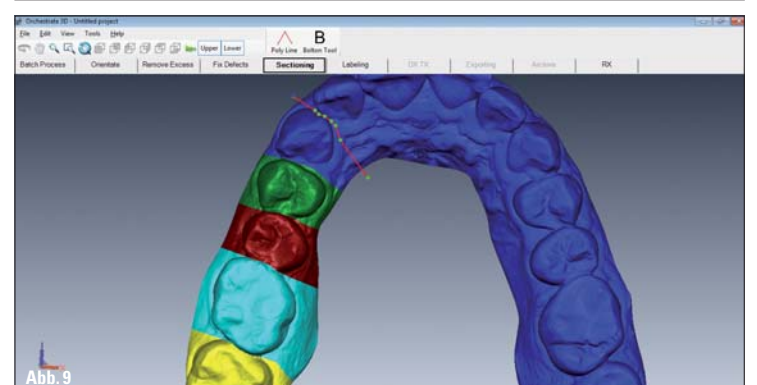


Abb. 9

Abb. 8: Segmentieren der im Rahmen der Behandlungsplanung zu bewegenden Zähne. – Abb. 9: Zahn für Zahn wird separiert und in jeweils neuer Farbe eingefärbt.

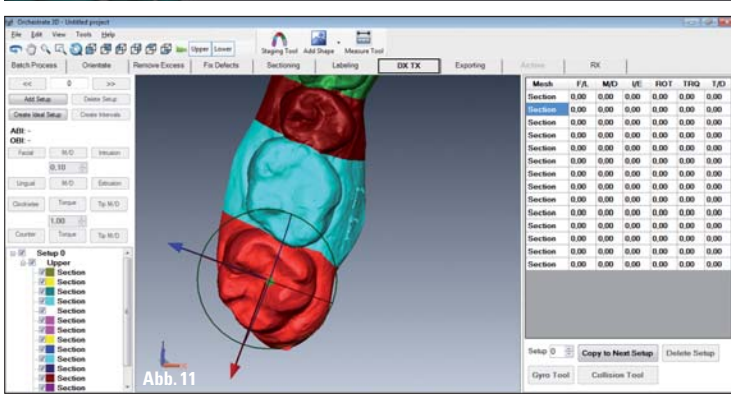
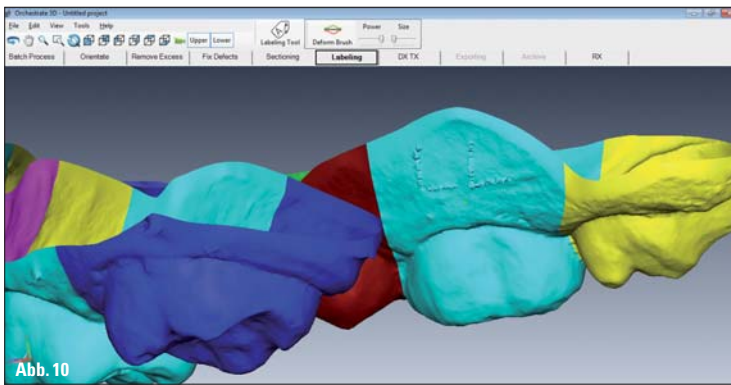


Abb. 10: Beschriftung des Modells. – Abb. 11: Zahn für Zahn werden die für die nachfolgende Behandlungsplanung erforderlichen zahnbezogenen Referenzpunkte und Zahnachsen zugeordnet.

**Workflow Accusmile®**

Je nach Bedarf bzw. technischer Ausstattung der Praxis ist der Workflow von Accusmile® (Abb. 1) wie folgt: Die Praxis nimmt einen Abdruck und schickt die auf dessen Grundlage gefertigten OK/UK-Gipsmodelle an FORESTADENT, wo sie mithilfe eines 3-D-Scanners digitalisiert werden. Verfügt die Praxis über einen intraoralen Scanner, übermittelt sie hingegen nur den offenen STL-Datensatz. Das Gleiche gilt, wenn die Praxis selbst über einen 3-D-Modell- und Abdruckscanner verfügen sollte, mit dessen Hilfe sie die Abformung bzw. die Gipsmodelle praxisintern einscannen und die offenen STL-Daten erstellen kann. Beide Varianten bieten der Praxis nicht nur einen vereinfachten Workflow, sondern viele weitere Vorteile wie die digitale Datenarchivierung, eine erleichterte Kommunikation praxisintern sowie mit interdisziplinären Behandlungspartnern, ein geringeres Risiko von Beschädigungen beim Modelltransport usw. Mithilfe der Orchestra 3D Software, welche die Praxis über FORESTADENT inklusive aller Schulungen erhält, geht es dann in die Behandlungsplanung. Auch

hier kann der Kieferorthopäde entscheiden, ob er die weiteren Schritte der Prozesskette und somit die Wertschöpfung in seinen Händen behält oder diese an FORESTADENT überträgt. Bedient er die sehr nutzerfreundlich gestaltete Software selbst, sollte in jedem Fall eine Maus mit linker und rechter Maustaste sowie Mauseisrad vorhanden sein. Liegen die Rohdaten der Abformung von Ober- und Unterkiefer digital vor (Scans), werden diese in die Orchestra 3D Software integriert (Abb. 2). Anschließend erfolgt im Bereich „Orientate“ die Ausrichtung des OK- bzw. UK-Modells (Abb. 3 bis 5) entsprechend der einzelnen Achsen im Koordinatensystem. Jetzt erfolgt mithilfe von Schnittlinien und -ebenen das Beschneiden von Ober- und Unterkiefer, wodurch sich das Datenvolumen erheblich reduziert. Löcher bzw. fehlende Bereiche beim Gingiva-übergang können dabei im Bereich „Fix Defects“ mithilfe der Software aufgefüllt und ausgeglichen werden (Abb. 6, 7). Um das vorliegende digitale Modell als Grundlage einer virtuellen Behandlungsplanung verwenden bzw. in deren Rahmen die einzel-

nen Zähne bewegen zu können, müssen die jeweiligen Zahnkronen segmentiert und separiert werden. Hierfür werden im Bereich „Sectioning“ Zahn für Zahn Sägeschnitte angelegt und somit die einzelnen Zahnsegmente ausgeschnitten (Abb. 8). Ist die Segmentierung einer Zahnkrone erfolgt, färbt sich diese für eine bessere Orientierung in jeweils unterschiedlicher Farbe ein (Abb. 9). Auch kann das Modell optional mit entsprechenden Patientendaten beschriftet werden (Labeling) (Abb. 10). Abschließend werden zur Vervollständigung der Modelldatenaufbereitung und zur erleichterten Realisierung der nachfolgenden Planungsschritte im Bereich „DX TX“ die jeweiligen Zahnachsen zugeordnet (Abb. 11).

Im Rahmen der Fallplanung können zwei verschiedene Wege beschritten werden. Entweder der Behandler legt unter Einhaltung der maximalen Bewegungsgrenzen die pro Aligner zu realisierenden Zahnbewegungen selbst fest oder er folgt den durch die Software vorgegebenen Bewegungsschritten nach vorheriger Planung der optimalen Zahnendposition. Bei beiden Varianten kommen diverse Werkzeuge zur Anwendung – F/L (Front/Labial), M/D (Mesial/Distal, I/E (Intrusion/Extrusion), ROT (Rotation), TRQ (Torque) sowie T/D (Tipping) – mit deren Hilfe im Rahmen der virtuellen Planung des Ziel-Set-ups verschiedene Behandlungsmöglichkeiten am Bildschirm simuliert und letztlich geplant werden können.

**Behandlungsplanung – Variante 1**  
Bei Version 1 legt der Behandler den Umfang der pro Aligner zu realisierenden Zahnbewegung im Rahmen der jeweils für Angulation, Rotation, Torque etc. durch die Software empfohlenen Grad- bzw. Millimeterschritte individuell fest und erhält so verschiedene, den jeweiligen Behandlungsschritt darstellende Set-ups (Abb. 12). Auf Grundlage jedes dieser einzelnen virtuellen Modelle kann dann eine dreidimensionale Modellvorlage für das

Fortsetzung auf Seite 14 KN

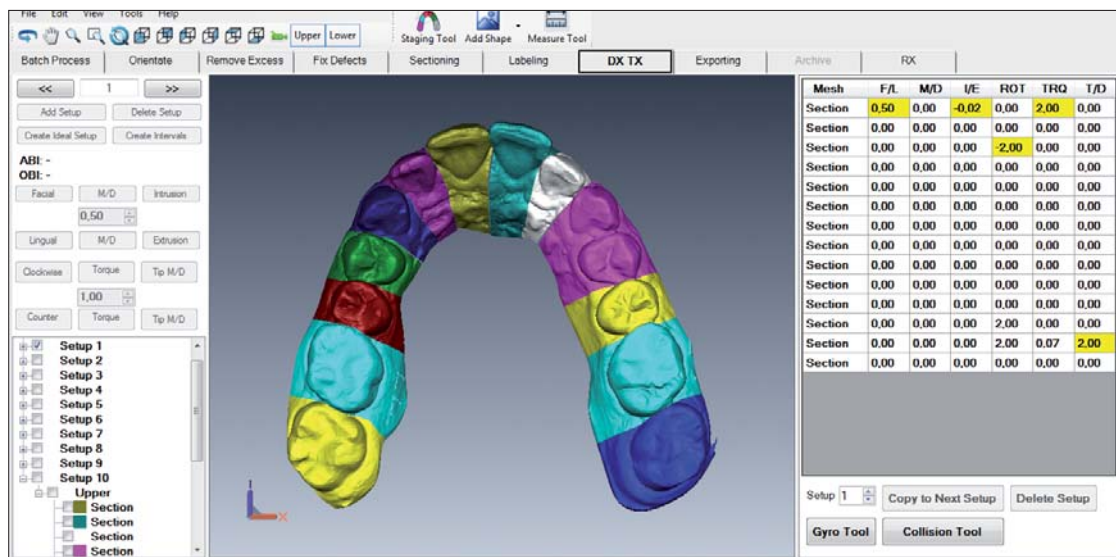


Abb. 12: Variante 1: Der Behandler kann zu jeder Zeit bestimmen, welchen Zahn er innerhalb der empfohlenen Bewegungsgrenzen wie viel bewegt. Zudem ist es seine Entscheidung, ob er gleich alle Modellvorlagen ausdruckt und die entsprechenden Aligner fertigt oder nur einen Teil davon, um z. B. erst einmal den Behandlungsverlauf abzuwarten oder bei Bedarf einen Zwischenabdruck zu nehmen.

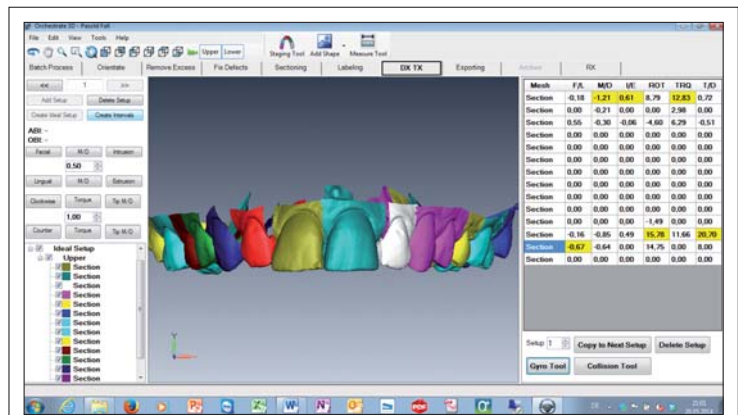


Abb. 13: Mithilfe der Orchestra 3D Software wird die Ideal-Endposition der Zähne geplant.

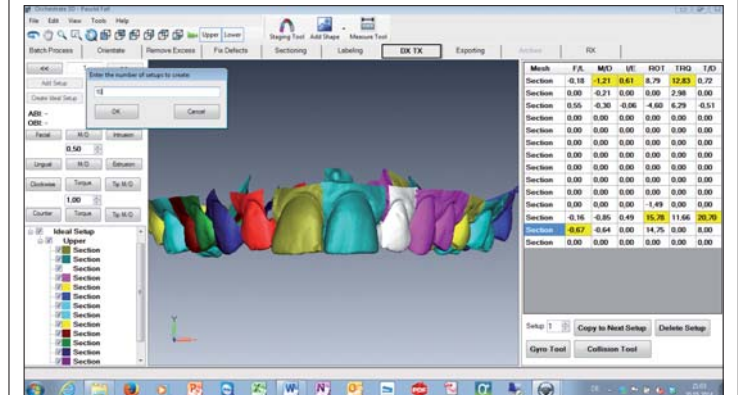


Abb. 14: Festlegen der Intervallmenge (Anzahl der Aligner). Dies geschieht nach allgemeingültigen maximalen Zahnbewegungsgrenzen.

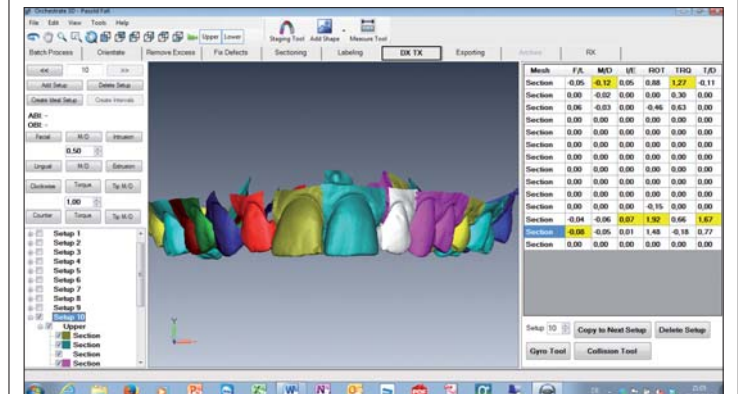


Abb. 15: Im dargestellten Beispiel wurden insgesamt zehn Set-ups errechnet, um die angestrebte Zielposition der zu bewegenden Zähne zu erreichen.

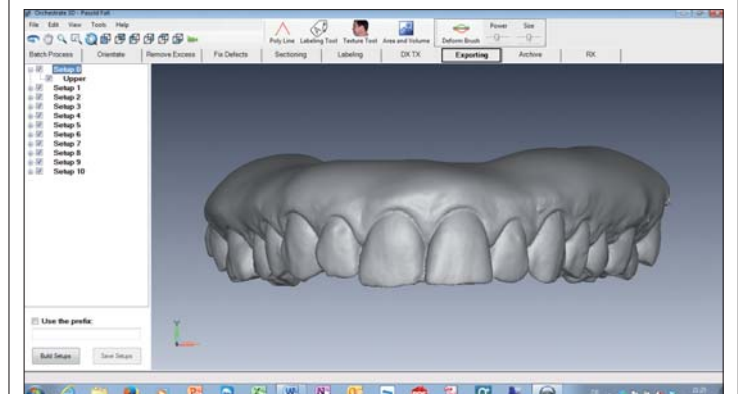


Abb. 16: Die fertigen Set-ups werden für den Druck vorbereitet und exportiert. Anschließend können die Set-up-Daten an den 3-D-Drucker zum Ausdruck der Modellvorlagen übermittelt werden.

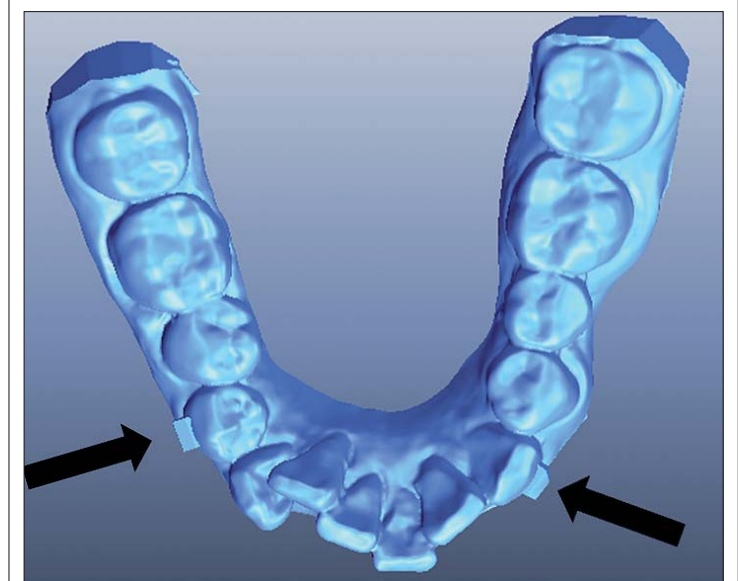


Abb. 17: Ob lingual oder bukkal platziert – Attachments ermöglichen auf einfache Art und Weise das Generieren von Kraftvektoren für unterschiedlichste Zahnbewegungen.

Fall 1

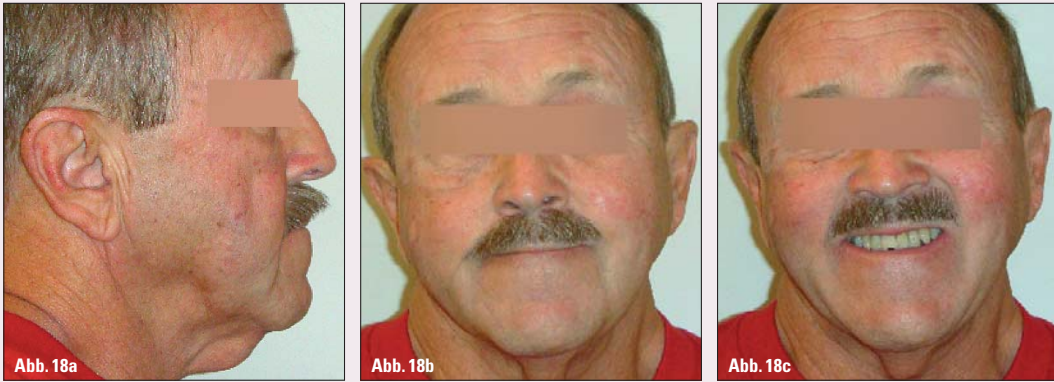
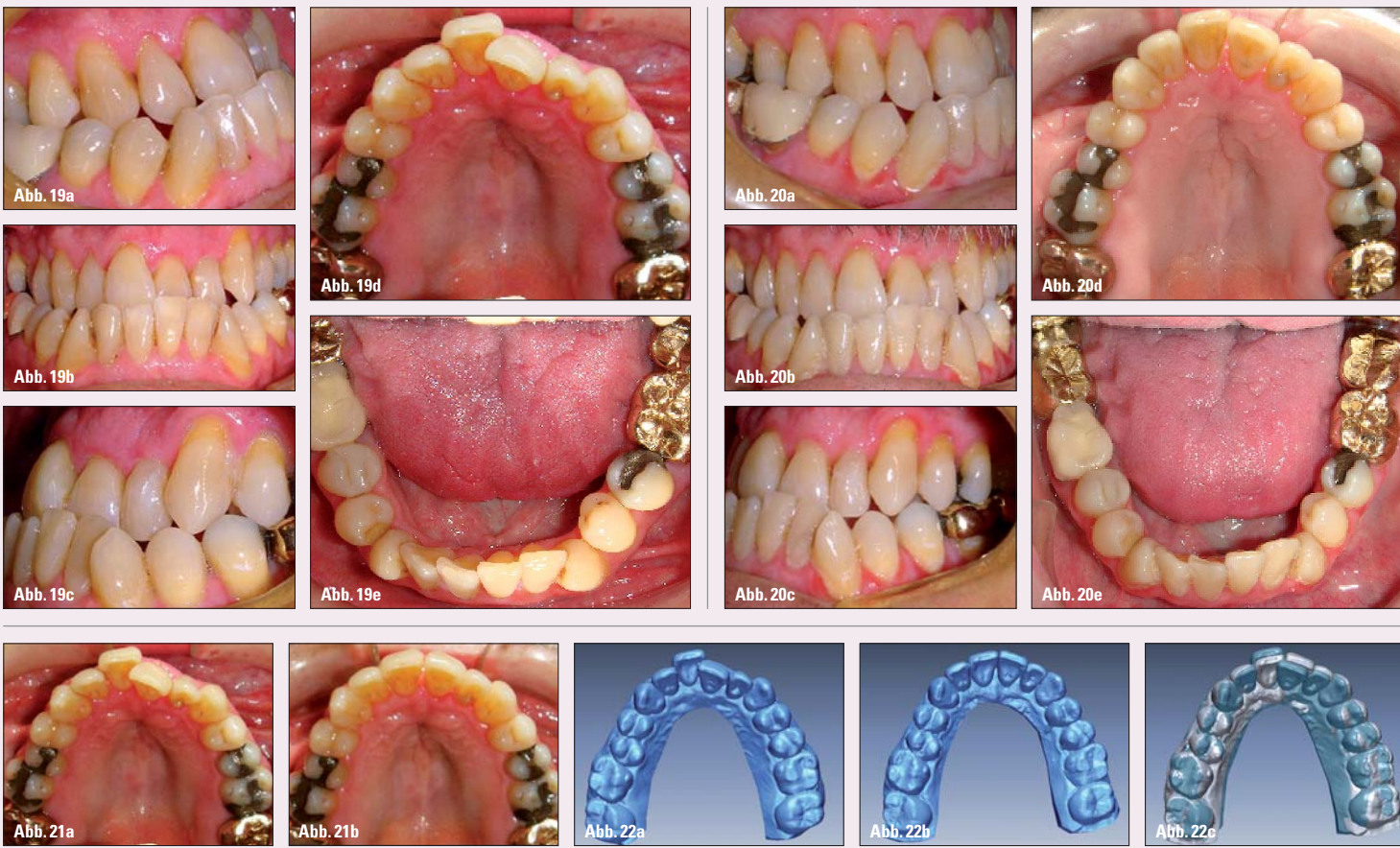


Abb. 18a-c: Extraorale Aufnahmen zu Behandlungsbeginn. – Abb. 19a-e: Intraorale Aufnahmen zu Behandlungsbeginn. – Abb. 20a-e: Behandlungsfortschritt nach fünf Monaten. – Abb. 21a, b: Situation des Oberkiefers vor (a) und nach (b) erfolgter Behandlung. Es wurden insgesamt elf Modelle (Zahnkränze) dreidimensional gedruckt, die als jeweilige Tiefziehvorgabe der einzelnen Aligner dienten. Die Gesamtbehandlungszeit betrug sechs Monate. – Abb. 22a-c: Intraoralscan vor (a) und nach (b) erfolgter Behandlung sowie die Überlagerung der Scans vorher (blau) und nachher (grau) (c).



**Behandlungsplanung – Variante 2**  
Bei Variante 2 plant der Behandler die ideale Endposition der Zähne und die Software erstellt entsprechend der Planung eine Sektion nach der anderen (Abb. 13). Dieser Prozess erfolgt halbautomatisch, denn der Behandler bestimmt selbst die Intervallmenge (Anzahl der Aligner) und orientiert sich dabei an allgemeingültigen maximalen Zahnbewegungen (Abb. 14), ohne dass dabei – wie bei anderen am Markt befindlichen Systemen – in der Software hinterlegte Algorithmen zur Anwendung kommen.

Im dargestellten Fall wurden zehn Set-ups für zehn Aligner errechnet (Abb. 15). Sind diese am Bildschirm erstellt, können die jeweiligen Set-up-Daten im Bereich „Exporting“ an den 3-D-Drucker zum Ausdruck der zehn Modellvorlagen übermittelt werden (Abb. 16).

Auch bei dieser Variante behält der Behandler zu jeder Zeit die Kontrolle über die Planungsprozesse und entscheidet allein, ob er gleich alle zehn Aligner oder z. B. erst einmal nur die Hälfte der gesamten Alignerzahl realisiert. Ob der Behandler Orchestrate 3D nutzt, um vorliegende Malokklusionen ausschließlich mithilfe von Alignern zu korrigieren, oder ob er verschiedene Behandlungstechniken miteinander kombiniert, bleibt ihm überlassen. So kann er, um eine ästhetische Therapie zu realisieren, z. B. je nach Indikation auch erst mit einer Lingualbehandlung starten und die mittels Software gefertigten Aligner lediglich für die Finishingphase nutzen (z. B. um Ausgleichsbiegungen aus dem Wege zu gehen). Den vielen Möglichkeiten, welche mit dem Einsatz dieser Software verbunden sind, sind hierbei kaum Grenzen gesetzt. Natürlich können im Rahmen der Behandlungsplanung auch Attachments zur Anwendung kommen, welche individuell in Form und Größe realisiert und an gewünschter Stelle platziert werden. Mit diesem hilfreichen Tool kann eine Vielzahl von Kraftvektoren generiert werden, um die jeweils erforderliche Zahnbewegung zu realisieren (Abb. 17).

**Die Vorteile im Überblick**

- vollständige Kontrolle der Prozesse während jedes Behandlungsschritts
- Möglichkeit des Delegierens von Arbeitsschritten an den Techniker oder die Helferin (z. B. Nachbearbeitung der in die

Fall 2

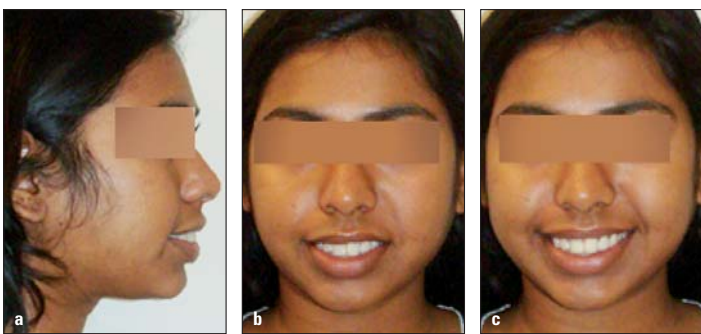


Abb. 23a-c: Extraorale Aufnahmen zu Behandlungsbeginn.



Abb. 24a-e: Intraorale Aufnahmen zu Behandlungsbeginn.

KN Fortsetzung von Seite 13

Tiefziehen der Aligner pro Therapieschritt gedruckt werden. Das heißt, die Daten werden direkt aus der Software an den 3-D-Drucker ausgegeben. Dieser druckt dann für jeden Behandlungsschritt benötigten Zahnkranz, über welchem auf klassische Art und Weise der jeweilige Aligner tiefgezogen werden kann. Wie viele Aligner der Behandler dabei zunächst realisieren möchte, bleibt ihm überlassen. So kann er dem Patienten beispielsweise erst einmal nur fünf Schienen mitgeben und nach Tragen dieser den Verlauf der Therapie kontrollieren. Dafür müsste der Patient noch nicht einmal zwingend persönlich in der Praxis erscheinen, sondern lediglich ein paar selbst gemachte Fotos des Istzustandes

seiner Behandlung an den Kieferorthopäden übermitteln. Dies ist kein Scherz, sondern eine in den USA, dem Herkunftsland der Orchestrate 3D Software, durchaus übliche Praxis – insbesondere dann, wenn größere Entfernungen einen regelmäßigen Praxisbesuch erschweren. Der Behandler ist aufgrund der aktuellen Aufnahmen und des Vorhandenseins des jeweils letzten Set-ups jederzeit in der Lage, korrigierend einzugreifen, ggfs. neue Aligner zu erstellen oder den Patienten für einen Zwischenabdruck einzubestellen. Sollte im Verlaufe der Therapie eine Korrekturschiene verloren gehen oder beschädigt werden – kein Problem. Zu jeder Zeit kann eine neue Modellvorlage (Zahnkranz) gedruckt werden, über welche der benötigte Aligner tiefgezogen wird.

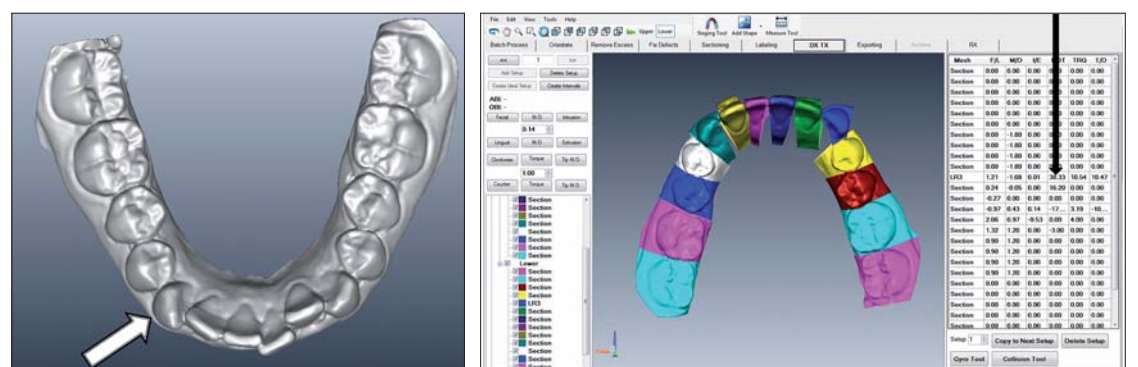


Abb. 25a, b: Man beachte den unteren rechten Eckzahn, welcher laut Behandlungsplanung eine Rotation von 38,33 Grad erfahren muss.



Abb. 26a-e: Behandlungsverlauf. Während im Unterkiefer mithilfe von 3-3 geklebten 2D® Lingual Brackets die Korrektur der vorliegenden Malokklusion realisiert wurde, trug die Patientin im Oberkiefer parallel Aligner. Die Planung sah hierbei insgesamt 19 Aligner vor, welche aller zwei Wochen (insgesamt 38 Wochen Tragezeit) gewechselt wurden.

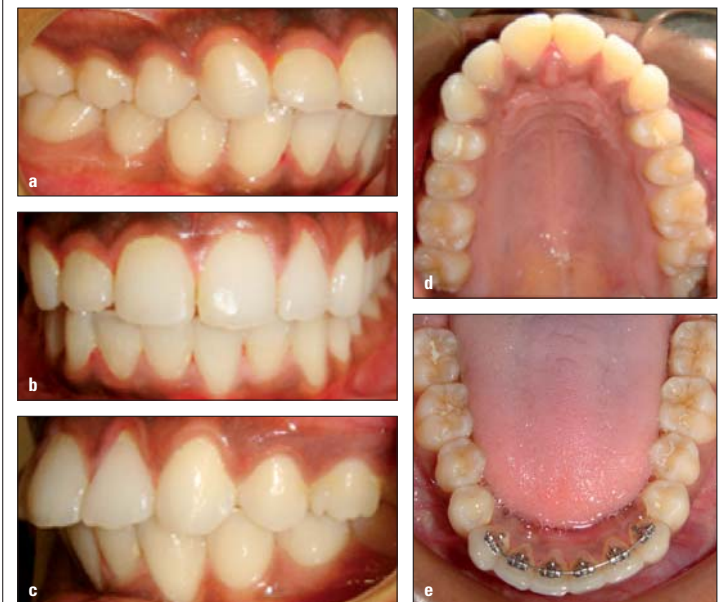


Abb. 27a-e: Der weitere Behandlungsverlauf zeigt die fast vollständige Rotation des unteren rechten Eckzahns.



Abb. 28a-c: Extraorale Situation nach Entbänderung.



Abb. 29a-e: Intraorale Situation nach Entbänderung.

- Software importierten Daten, Segmentieren etc.)
- jederzeit aktives Eingreifen in den Behandlungsverlauf
  - deutschsprachige Ansprechpartner (technischer Support, KFO-Zahntechniker etc.)
  - Bestimmen von Anteil und Tempo der Digitalisierung des Praxisworkflows
  - Wertschöpfungskette nach individuellem Maß
  - individuell gestaltbares Preis-Leistungs-Verhältnis (je nach Anteil der Inanspruchnahme des Servicepakets)

**Klinische Anwendung**

Das erste Fallbeispiel (Abb. 18 bis 22) zeigt eine ausschließlich mit Alignern erfolgte kieferorthopädische Behandlung des Oberkiefers. Es wurden mithilfe von Accusmile® insgesamt elf Therapieschritte (Aligner) geplant. Die Gesamtbehandlungszeit betrug sechs Monate.

Im zweiten Beispiel (Abb. 23 bis 29) ist die Hybridbehandlung einer Patientin mit Engstand im Unterkiefer dargestellt. Es waren diverse Rotationen, Wurzelkorrektur sowie Extrusion erforderlich, sodass im UK zunächst eine kieferorthopädische Therapie mithilfe einer festsitzenden lingualen Apparatur erfolgte. Im Oberkiefer wurden für das Finishing Aligner eingesetzt. Die Hybridtechnik lässt sich besonders gut mit 2D® Lingual Brackets realisieren. In den meisten Fällen ist hierbei lediglich das Bekleben der Frontzähne erforderlich. Die Behandlungszeit war bei dieser Patientin mit 12 bis 14 Monaten geplant worden.



Abb. 30: Digitale Positionierung von 2D® Lingual Brackets.

**Ausblick**

Neben der Fertigung von Alignern, Retainern oder Positionern wird künftig auch die Herstellung indirekter Klebetrays für vestibuläre und linguale Brackets mithilfe der Orchestrate 3D Software realisierbar sein. So testen die Entwickler aktuell die bereits in der Software integrierte Umsetzung der virtuellen Planung von Bracketpositionen (Abb. 30). Aus einer zur Verfügung stehenden virtuellen Bracketbibliothek werden dabei die lingualen bzw. vestibulären Brackets auf Grundlage ihrer jeweils in der Software hinterlegten Parameter ausgewählt und auf der Zahnoberfläche ausgerichtet. Ist die Positio-

nierung erfolgt, werden die Modellvorlagen dreidimensional ausgedruckt und der entsprechende Übertragungstray für die indirekte Klebetechnik über dem Modell tiefgezogen.

Des Weiteren ist die Planung und Fertigung individualisierter Behandlungsbögen mithilfe von Orchestrate 3D ein Aspekt, dessen Realisierung sich momentan gewidmet wird. KN

**KN Kurzvita**

**Todd Ehrler**  
DDS, MS  
[Autoreninfo]

**KN Adresse**

FORESTADENT  
Bernhard Förster GmbH  
Westliche Karl-Friedrich-Straße 151  
75172 Pforzheim  
Tel.: 07231 459-0  
Fax: 07231 459-102  
kundenservice@forestadent.com  
www.forestadent.com

ANZEIGE

**Christmas Specials**

TeleDenta GmbH wünscht Frohe Weihnachten & ein gesundes neues Jahr!

Erkundigen Sie sich noch heute nach unserem 'Christmas Special' 2014 und lassen sich mit Rabatten von bis zu **35%** beschenken!

**DENTA BONDING Set** **20%**

TeleDenta GmbH | Hainstr. 108 | 09130 Chemnitz | Tel: 0371 433 0209 | Fax: 0371 433 18363 | E-Mail: info@teledenta.com

**TELEDENTA** Funktion & Ästhetik

www.teledenta.com



## Die Komplettlösung zum Digitalisieren und Archivieren kieferorthopädischer Modelle!

Der 3D-Modellscanner orthoX<sup>®</sup>scan inklusive der Archivierungssoftware orthoX<sup>®</sup>file:

- schnell.** Scan je Kiefermodell in nur 45 Sekunden
- präzise.** Scangenaugigkeit von < 20 µm
- kompatibel.** Vielseitige Verwendung durch STL-Datenformat

Digitale Kieferorthopädie **pur!**

