

## Wie sieht die Zukunft aus?

### KN Fortsetzung von Seite 1

verlangen. Sie erwarten eine optimale ästhetische und funktionale Verbesserung der Malokklusion. Eine Verkürzung der Behandlungszeit, Verringerung der Therapiekosten sowie eine Langzeitstabilität des Behandlungsergebnisses sollten ebenso erreicht werden. Insbesondere der erwachsene Patient möchte zudem mithilfe unsichtbarer kieferorthopädischer Apparaturen behandelt werden.

Während noch vor etwa vier Jahrzehnten 2-D-Röntgenaufnahmen, wie z. B. FRS, für die Behandlungsplanung herangezogen wurden (Bench RW et al.)<sup>2</sup>, sind heutzutage Softwarelösungen zur dreidimensionalen Visualisierung sowie kieferorthopädischen und chirurgischen Planung (z. B. Dolphin oder Anatomage) verfügbar, welche dem Patienten vor Therapiebeginn das Behandlungsprozedere, die erforderlichen kieferorthopädischen Apparaturen sowie das geplante finale Ergebnis verdeutlichen.

Die weltweit stetig steigende Zahl des Einsatzes digitaler dentaler Modelle zeigt, dass diese die herkömmlichen Gipsmodelle mit der Zeit ersetzen könnten (Pelouso MJ).<sup>3</sup> Um dentale Abdrücke oder Gipsmodelle zu ersetzen, können z. B. Intraoralscanner eingesetzt werden (Garino F et al.).<sup>4</sup> Auch mittels Laserscanner eingescannte dentale Modelle bzw. Abdrücke oder CT-Aufnahmen können für die Digitalisierung verwendet werden. Die dentalen (intraoralen) Scans sollten dabei in STL-Daten (Standard Tessellation Language) umgewandelt werden. Dieses Format wird von zahlreichen Softwarelösungen unterstützt und weit verbreitet für das Rapid Prototyping sowie die computerunterstützte Fertigung eingesetzt.

Sowie die Daten eines digitalen dentalen Modells verfügbar sind, erfolgt die Bildsegmentierung (Prozess, bei dem das digitale Bild in zahlreiche Segmente aufgeteilt wird), bei der die Zahnkronen lokalisiert und separiert werden. Die dadurch gewonnenen Konturen der Zahnkronen

diese zu einer Verbesserung der Planung der angestrebten Therapie beitragen. Dennoch sollten DVT-Aufnahmen nicht nur zur dentalen Bildgebung, sondern vielmehr das gesamte Volumen der Aufnahme aus diagnostischen Gründen hinzugezogen und ausgewertet werden. Entsprechend der Richtlinien für den Einsatz von DVTs sollten diese Geräte nicht bei jedem Patienten zur Anwendung kommen. Ist die Verwendung eines DVTs jedoch indiziert, sollte die vorliegende Aufnahme in jedem Fall die herkömmliche 2-D-Röntgenaufnahme ersetzen (Sedentext Guidelines).<sup>5</sup>

Das erste Unternehmen, welches einen Prozess virtueller kieferorthopädischer Behandlungsplanung bei Einsatz eines auf digitalen dentalen Modellen basierenden dentalen Set-ups zur Fertigung herausnehmbarer individualisierter KFO-Geräte (Aligner) erfolgreich eingeführt hat, war Align Technology mit Invisalign®. Noch heute setzt diese Firma auf virtuellen Zahnbewegungen basierende digitale dentale Modelle für die Herstellung eines Sets dreidimensional gedruckter Modellvorlagen ein. Die somit entstehende Serie von Alignern kann dann verwendet werden, um die Zähne in die jeweils gewünschte Position zu bewegen (Abb. 1).

War die Indikation für den Einsatz von Alignern anfangs noch limitiert, konnte das Einsatzspektrum durch Verbesserungen des Alignermaterials sowie die Verwendung von Acryl-Attachments erweitert werden. So ist es nun möglich, selbst ausgeprägte Malokklusionen mithilfe von Alignern zu behandeln. Natürlich sollten die in der virtuellen Planung vorgesehenen Schritte dabei in der Realität auch umsetzbar sein. Essenziell für einen erfolgreichen Einsatz dieses Systems sind das Wissen um die Bewegung von Zähnen sowie klinische Erfahrung und eine entsprechende Auswahl von Fällen, die für eine Therapie mithilfe von Alignern

geeignet sind. So sagt einem schon der kluge Menschenverstand, dass nicht jeder KFO-Fall mithilfe herausnehmbarer Geräte behandelbar ist. Außerdem

Fertigung und Zusendung eines Aligner-Sets sowie der erforderlichen Attachments auf Grundlage der dreidimensional gedruckten Modellvorlagen.

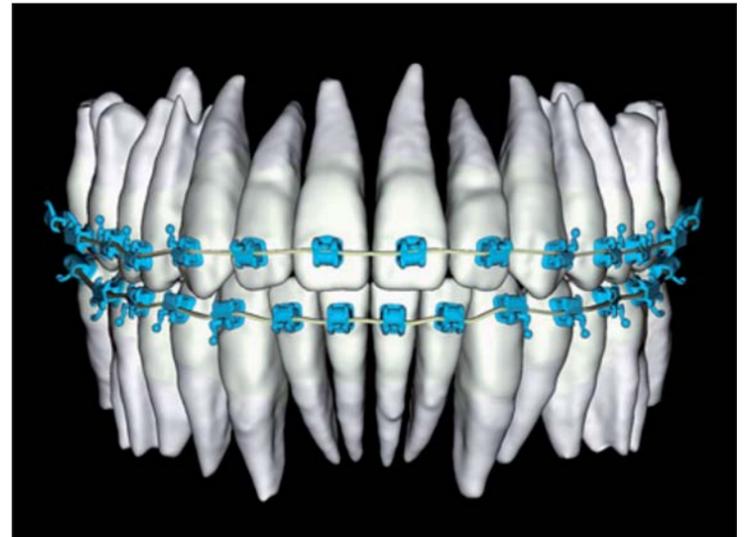


Abb. 3: SureSmile® Set-up inklusive der Zahnwurzeln.

ist bei einer Therapie mit herausnehmbaren Apparaturen die Mitarbeit des Patienten Grundvoraussetzung.

Beim Invisalign® Workflow wählt der Kieferorthopäde den für eine Alignertherapie geeigneten Patienten aus, erstellt einen Behandlungsplan und schickt die dentalen Abdrücke oder die STL-Daten eines intraoralen Scans zu Align Technology. Der Behandler sollte zudem zusätzliche Dokumentationen wie z. B. intra- und extraorale Aufnahmen sowie Röntgenaufnahmen auf den Server hochladen, welche dann vom bearbeitenden Zahntechniker im Align Labor hinzugezogen werden können. Align schickt dann die originalen digitalen Modelle, die geplanten Behandlungsschritte sowie vorgesehenen Attachments sowie das finale geplante Ergebnis an den Kieferorthopäden zu dessen Durchsicht und Freigabe (Abb. 2).

Sofern erforderlich, werden durch den Behandler Korrekturen vorgenommen und die korrigierte Planung an Align zurückgeschickt. Nach Freigabe des virtuellen Behandlungsplans erfolgt dann die

Alternative Systeme nutzen gleiche oder ähnliche Herstellungsprozesse zur Fertigung von Alignersets. So setzen Unternehmen wie OrthoCaps (orthocaps®), DENTSPLY GAC (Ideal Smile®) und viele andere Firmen vergleichbare Planungssoftwarelösungen ein, um Malokklusionen mithilfe von individualisierten Alignersystemen und Attachments zu korrigieren.

Möchte der Kieferorthopäde ein indirektes Bondingtray zur genauen Positionierung von Brackets und individualisierte, mithilfe von Biegerobotern gefertigte Behandlungsbögen für eine verbesserte Effizienz der Behandlung einsetzen, könnte SureSmile® (Fa. Orametrix) ein System der Wahl sein. Bei diesem schickt der Kliniker intraorale Scans, welche mit einem vorgegebenen Intraoralscanner erstellt werden, an das Unternehmen. Sowohl der Behandlungsplan des speziellen Patienten als auch der intraorale Scan sowie zusätzliche Dokumentationsunterlagen sollten dabei auf die Rechner des Anbieters hochgeladen werden. Aktuell akzeptiert dieser dabei auch DVT-Aufnahmen (mit einer relativ kleinen Voxelgröße von 0,3mm), um ein Set-up der Dentition entsprechend des durch den Kieferorthopäden indizierten Behandlungsplans zu erstellen (Abb. 3). Nach Prüfung und Freigabe des Set-ups wird ein indirektes Klebtray, versehen mit den vom Behandler gewählten Brackets, an die Praxis geschickt. Die kieferorthopädische Behandlung beginnt dann mit dem indirekten Kleben der Brackets, wobei mit einer reduzierten Stuhlzeit für das Platzieren und Neu-Platzieren der Brackets sowie das Bie-



Abb. 1: Individualisierte Behandlungsapparaturen (z. B. Aligner) werden zur Bewegung von Zähnen eingesetzt.

Bei schwierigen Fällen, wie beim Ersatz von Zähnen durch Implantate oder ein chirurgisches Vorgehen, erfolgt die Visualisierung der Behandlung in den meisten KFO-Praxen unter Verwendung dentaler Set-ups aus Wachs und einer chirurgischen Planung mittels Gipsmodelle und Artikulator.

Im Jahre 1999 begann die Firma OrthoCad, Gipsmodelle von Dentitionen zu digitalisieren. Diese digitalen dentalen Modelle können im Rahmen einer virtuellen Behandlungsplanung für digitale dentale Set-ups verwendet werden. So ist z. B. die virtuelle Positionierung kieferorthopädischer Brackets auf dem Set-up möglich, wobei die ermittelte Position dann auf das Modell vor Behandlungsbeginn übertragen und so ein effizientes Bonding der Brackets mittels indirekter Klebetrays ermöglicht wird.

können wiederum verwendet werden, um dreidimensionale Rekonstruktionen mithilfe von Interpolationsalgorithmen zu erstellen.

DICOM-Daten (Digital Imaging and Communications in Medicine) einer 3-D-Röntgenaufnahme, z. B. eines ConeBeam-CTs (DVTs), können ebenfalls in ein STL-Format umgewandelt werden. Dabei dienen die Zähne inklusive ihrer Wurzeln nach erfolgter Segmentierung der Erstellung eines Set-ups vorliegender Dentition zur Simulation einer kieferorthopädischen Behandlung.

Die Behandlungssimulation ist heutzutage in drei Dimensionen und in 1:1-Relation umsetzbar. Aufgrund der Tatsache, dass bei DVT-Aufnahmen auch Informationen hinsichtlich Ausprägung und Qualität des Alveolarknochens verfügbar sind, können

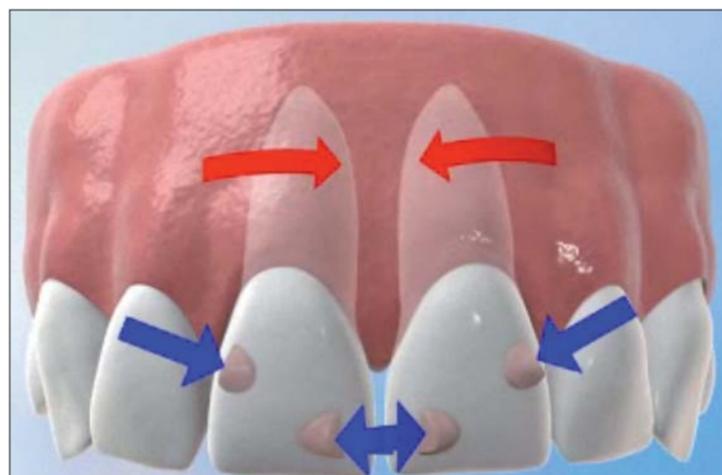


Abb. 2: Für eine effektivere Zahnbewegung können bei Invisalign® Attachments eingesetzt werden.

# Marrakesh

2.-4. Oktober 2014

# DENTSPLY GAC

Gemeinsam für innovative Orthodontie

## 21<sup>st</sup> Century Orthodontic Congress

### The Art of Orthodontics

Begleiten Sie uns in die Königsstadt und Unesco Weltkulturerbe Marrakesch – und lassen sich fachlich sowie kulturell inspirieren:

- Hands-on Pre-Congress Workshops
- Internationale Vorträge zu multidisziplinären Behandlungstechniken
- Cocktail Party – lassen Sie sich verzaubern von traditionellen Gerichten, Musik und Tanz
- Tagung im Kongresszentrum Palmeraie Resort
- Kongresshotel: Hôtel Du Golf
- Vielfältiges Ausflugsangebot für Begleitpersonen direkt im Hotel buchbar



Registration: [www.gac21st.com](http://www.gac21st.com)

#### Fortsetzung von Seite 4

gen der (Finishing)Bögen gerechnet werden kann. Für das initiale Nivellieren und Ausrichten werden dann gerade Standardbögen für die Dauer von drei bis fünf Monaten eingesetzt.

Um im Verlaufe der Behandlung ein zweites dentales Set-up zu erstellen, wird ein weiterer intraoraler Scan bzw. eine weitere DVT-Aufnahme des Patienten angefertigt. Nach Prüfung und Freigabe dieses Set-ups werden für die weitere Korrektur der Zahnposition mithilfe eines Biegeroboters individualisierte SureSmile® Bögen hergestellt. Wird ein DVT für die Aufnahme verwendet, kann im Set-up auch die Position der Zahnwurzeln sowie der verfügbaren Alveolarknochen visualisiert und ggfs. korrigiert werden. Der Einsatz von 3-D-Röntgenaufnahmen (wie DVTs) für die Planung und Evaluation der Behandlung verbessert auch die Kommunikation des Kieferorthopäden mit dem Oralchirurgen oder dem Zahnarzt, indem ein interaktives Datenmodell für die chirurgische bzw. restaurative Planung verwendet werden kann. Ein wichtiger Vorteil des SureSmile® Systems stellt die Herstellung indirekter Bondingtrays und individualisierter Bögen für linguale Fälle dar. Nachteile hingegen sind die Kosten und die eingeschränkte Verfügbarkeit.

Als Alternative zu individualisierten Alignersystemen und Behandlungsbögen sind diverse individualisierte Lingualbracketssysteme am Markt verfügbar. Ein bekanntes Lingualsystem stellt hierbei Incognito™ (Fa. 3M Unitek) dar. Des Weiteren wurden

#### ANZEIGE



Harmony (Fa. American Orthodontics) oder z. B. eBrace (Fa. Riton Biomaterial) eingeführt. Abbildung 4 zeigt ein individualisiertes linguales Behandlungssystem, welches elastische Module und Ligaturen verwendet, sowie ein System, welches selbstligierende Brackets für die linguale Behandlung mit festsitzenden Apparaturen verwendet.

Essenziell für den Einsatz genannter individualisierter lingualer Bracketssysteme sind ein Workflow, welcher mit einem digitalen dentalen Set-up beginnt, die Prüfung des Set-ups durch den Kieferorthopäden, die Herstellung des jeweils individuellen Lingualbrackets und eines Sets individualisierter Behand-

lungsbögen sowie ein indirekter Bondingtray für das korrekte Platzieren der Brackets.

Schließlich soll noch auf Insignia™ eingegangen werden. Ein System, welches die Firma Ormco für die kieferorthopädische Behandlung mithilfe individualisierter bukkaler Brackets eingeführt hat. Insignia™ bietet damit eine individualisierte Lösung für eine ganze Reihe von Ormco Brackets an – Damon™ Q, Damon™ Clear sowie Inspire ICE™. Dabei verwendet Insignia™ ein virtuelles Planungssystem, welches die Grenzen des Zahnbogens anzeigt, indem der Umriss des mandibulären Alveolarknochens im Set-up dargestellt und entsprechend beurteilt werden kann.



Abb. 4a, b: Beispiele individualisierter lingualer Behandlungssysteme: Incognito™ (a) und Harmony (b).

Zudem kann die Okklusion der digitalen Planung beurteilt werden. Die Bracketsbasen können individualisiert und die virtuelle Platzierung der Brackets mittels Positionierungsjigs für das indirekte Kleben auf die Dentition übertragen werden. Beim Insignia™ System werden individualisierte Bögen nur für horizontale Korrekturen gefertigt. Dadurch dass die Finishingbögen nicht full size sind, müssen jedoch etwaige Ungenauigkeiten hingenommen werden.

Die Kosten all dieser individualisierten kieferorthopädischen Systeme sind im Vergleich zu herkömmlichen festsitzenden Apparaturen um einiges höher. Es sollten daher auf jeden Fall Vorteile für Patient und Behandler mit deren Einsatz verbunden sein, um diese Preisdifferenz zu kompensieren. Folgt man den in Anzeigen sowie Werbeproschüren herstellender Firmen sowie in der Fachliteratur angegebenen Vorteilen, lauten diese wie folgt:

- Digitale dentale Modelle, leichter Datenzugriff, genaue Messungen, Clipping- und Zooming-Funktion. Es ist kein Lagerraum erforderlich, die Modelle können nicht brechen und sind via Internet problemlos versendbar. Zudem sind jederzeit Kopien der Modelle verfügbar. Die Segmentierung der Dentition ermöglicht das virtuelle Bewegen von Zähnen (dentales Set-up), sodass individualisierte kieferorthopädische Behandlungsapparaturen auf Grundlage der digitalen dentalen Aufnahmen hergestellt werden können. Die

digitalen dentalen Modelle können zudem überlagert werden, um Zahnbewegungen oder Wachstum zu beurteilen.

- Für jeden Fall ist ein digitales Set-up der Behandlung verfügbar. Alternative Behandlungspläne können erstellt und mit dem Patienten diskutiert werden. Es kann eine problemlose Kommunikation mit dem behandelnden Zahnarzt oder Oralchirurgen bei der Erstellung eines virtuellen Behandlungsplans im Vorfeld der Behandlung erfolgen.
- Sofern erforderlich, können ein alternativer Behandlungsplan oder alternative Apparaturen online mit Kollegen diskutiert werden.

und okklusale Kontakte zu korrigieren, unzureichend“ und waren der Annahme, dass „die Stärke von Invisalign® dessen Vermögen war, Lücken zu schließen und anteriore Rotationen sowie unterschiedlich hohe Inzisalkanten zu korrigieren“. Sie ergänzten: „Invisalign® Patienten waren durchschnittlich vier Monate früher mit ihrer Behandlung fertig, als Patienten mit festsitzenden Apparaturen.“

Kravitz ND et al.<sup>8</sup> veröffentlichten eine prospektive klinische Studie, welche die Wirksamkeit von Invisalign® bei der Bewegung von Zähnen untersuchte: „Wir haben noch viel zu lernen hinsichtlich biomechanischer Vorgänge und Wirksamkeit des Invisalign® Systems. Ein besseres Verständnis des Vermögens von Invisalign®, Zähne zu bewegen, könnte dem Kliniker dabei helfen, geeignete Patienten für eine Behandlung auszuwählen, Bewegungsabläufe angemessen zu steuern und die

Notwendigkeit für ein Case Refinement zu verringern.“

In einer Studie von Buschang PH et al.<sup>9</sup>, die kürzlich nur online erschienen ist, wurde eine Auswahl von 150 Patienten, die mit konventioneller Edgewise-Methode behandelt wurden, mit 150 mittels Aligner therapierten Patienten verglichen. Dabei stellten die Autoren fest, dass die konventionelle Edgewise- im Vergleich zur Aligner-Behandlung deutlich mehr Praxisbesuche (ca. 4), eine längere Behandlungsdauer (5,5 Monate) sowie mehr Notfallbesuche (1) erforderte. Die Patienten dieser zwei Gruppen wiesen eine Klasse I-Molaren- und Klasse I-Eckzahnrelation, lediglich einen geringen Engstand sowie einen Overjet kleiner als 4 mm vor Beginn der Behandlung auf. Es wurde des Weiteren erwähnt, dass die Alignertherapie signifikant teurer war.

Die Macher des SureSmile® Systems behaupten, dass dieses nicht nur die Behandlungszeit reduziert, sondern darüber hinaus das Behandlungsergebnis verbessert. Zur Beurteilung von Therapieergebnis und Behandlungszeit waren randomisierte klinische Untersuchungen erforderlich. Diese Studien sind jedoch für SureSmile® nicht verfügbar. Die Untersuchung von Saxe AK et al.<sup>10</sup> verwendet das ABO und OGB (Objective Grading System), um die Behandlungsqualität zu beurteilen. Es wurde festgestellt, dass SureSmile® Patienten durchschnittlich niedrigere Werte und eine kürzere Behandlungszeit im Vergleich zu Patienten, welche mit konventionellen kieferorthopädischen Apparatu-

ren behandelt wurden, aufwiesen. Allerdings war das Forschungsprotokoll für diese Studie unzureichend und die Schlussfolgerungen daher nicht wissenschaftlich geprüft.

In der Studie von Altford TJ et al.<sup>11</sup> wurden die Inklusions- und Exklusionskriterien zweier untersuchter Gruppen (63 Fälle konventionell und 69 Fälle mit SureSmile® behandelte Fälle) hingegen spezifiziert. So wurden Unterschiede in Alter, Geschlecht und DI-Wert (Discrepancy Index) der Malokklusion vor Behandlungsbeginn miteinander verglichen. Nach erfolgter Behandlung zeigten die ABO- und CRE-Werte (Röntgenauswertung), dass die SureSmile® Gruppe einen signifikant niedrigeren DI-Wert aufwies. Die Abweichung der Wurzelangulation in der SureSmile® Gruppe tendierte dazu, geringer zu sein. Auch war die Behandlungszeit der SureSmile® Patienten wesentlich geringer: 31 % kürzer (7,2 Monate).

Larson BE et al.<sup>12</sup> beurteilten die Effektivität der SureSmile®

Behandlung durch Überlagerung der digital geplanten und tatsächlich erreichten Endergebnisse. Die Autoren folgerten, dass „eine mesial-distale Zahnposition klinisch ideal bei allen Zäh-

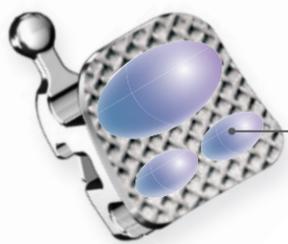
nen war, mit Ausnahme der maxillären lateralen Schneidezähne und zweiten Molaren. Eine fazial-linguale Zahnposition war klinisch ideal bei allen Zähnen, abgesehen von den maxillären zentralen Schneidezähnen, Prämolaren und Molaren, den mandibulären Schneidezähnen und zweiten Molaren. Eine vertikale Zahnposition war klinisch ideal bei allen Zähnen, abgesehen von den mandibulären zweiten Molaren. Hinsichtlich Kronentorque, Neigung und Rotation hatte die Diskrepanz die Grenzen überschritten, welche klinisch als ideal für alle Zähne betrachtet wurden, abgesehen vom Kronentorque der mandibulären zweiten Prämolaren und der Kronenneigung der mandibulären zweiten Prämolaren und ersten Molaren. Die Autoren fassten zusammen: „Zusammen mit den Ergebnissen der aktuellen Studie zeigen diese Resultate, dass der Einsatz einer computerunterstützten Behandlungstechnologie im Rahmen einer umfassenden KFO-Therapie Ergebnisse erzielen kann, die gleichwertig oder besser sind als bei einer Behandlung mit einer konventionellen festsitzenden Apparatur. Kliniker sind dazu aufgefordert, das Wissen um die Dimensionen, in welchen die finale Zahnposition weniger konstant ist als die vorhergesagte Position, anzuwenden, um im virtuellen Behandlungsplan entsprechenden Ausgleich zu schaffen.“

Sachedeva RC et al.<sup>13</sup>, welcher nicht unabhängig des Unternehmens SureSmile® agiert, veröffentlichte einen Artikel, in wel-

# Victory Series™ Active Self-Ligating Brackets

## Zuverlässigkeit, die Maßstäbe setzt

### Das weltweit erste „selbstklebende“ Klappenbracket



#### Sicherheit durch bewährte Victory Series™ Technologie

Branchen-Maßstab für außergewöhnliche  
Leistung und Qualität



#### Zuverlässigkeit durch Kombination mit neuer Klappentechnik

robuste Bracketklappe sowie  
zuverlässiges, einfaches Öffnen und Schließen



#### Einzigartig durch kostenlose Adhäsiv-Vorbeschichtung

spart Zeit, Kosten und gibt  
Sicherheit im gesamten Prozess

#### Inklusive kostenloser Adhäsiv-Vorbeschichtung:

### APC™ II



Weitere Informationen unter [www.3MUnitek.de](http://www.3MUnitek.de)  
oder wenden Sie sich an unseren Kundenservice unter 08191/9474-5000.

**3M** Unitek