

KN

Supplement der KN Kieferorthopädie Nachrichten

KIEFERORTHOPÄDIE NACHRICHTEN

www.kn-aktuell.de 2021 | Dezember | 13. Jahrgang

KOMPENDIUM

Digitale Behandlungsplanung



Digitize. Analyze. Realize.



orthoLIZE
DIGITALE KIEFERORTHOPÄDIE



Editorial

- 05 **Per aspera ad astra**
Dr. Joachim Weber
- 06 **Full Digital Workflow**
Prof. Dr. Benedict Wilmes, Dr. Jan Hinrich Willmann und Prof. Dr. Dieter Drescher
- 12 **Vom digitalen Set-up zum idealen Finishing – „Handschrift“ des Behandlers präzise umgesetzt**
Dr. Gabriele Gündel
- 20 **Die Ermittlung von IOTN und PAR-Index an digitalisierten Modellen**
Dr. Armin Watzler
- 26 **Digitale Tools – optimierte Behandlungsplanung, Visualisierung und Vorhersagbarkeit**
Dr. Rafi Romano
- 32 **Unser Weg in die digitale Kieferorthopädie und zur digital designten Herbst-Apparatur**
Dr. Tamina Pasin
- 40 **Effizientes Duo: 3 x DGNE – Teil 1**
Dr. Santiago Isaza Penco, Dr. Andrea Nakleh, ZT Stefano Negrini, Dr. Federica Isaza Giordano und Dr. Thomas Lietz
- 50 **Effizientes Duo: 3 x DGNE – Teil 2**
Dr. Santiago Isaza Penco, Dr. Andrea Nakleh, ZT Stefano Negrini, Dr. Federica Isaza Giordano und Dr. Thomas Lietz
- 56 **Virtuelle Bracketpositionierung – ein Zukunftskonzept für jede KFO-Praxis?**
MDDr. Anna Svoboda
- 60 **Erwartungen steuern, Zufriedenheit erhöhen –
Digitale Tools erleichtern interdisziplinäre Behandlungsplanung**
Dr. Dirk Kujat
- 68 **Aligner und myofunktionelle Therapie (MFT) – Teil 1**
Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Michaela Weiß
- 76 **Aligner und myofunktionelle Therapie (MFT) – Teil 2**
Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Michaela Weiß
- 82 **Digitale Behandlungsplanung in der Alignertherapie – Teil 1**
Dr. Michèle Fuchs und ZTM Matthias Peper
- 90 **Digitale Behandlungsplanung in der Alignertherapie – Teil 2**
Dr. Michèle Fuchs und ZTM Matthias Peper
- 94 **Digitale KFO-Prozesse und deren Abrechnung**
Dipl.-Kffr. Ursula Duncker
- 98 **Tiefbisskorrektur mit Alignern**
Lina Alattar und Dr. Jörg Schwarze
- 104 **Elektronisches Beantragungs- und Genehmigungsverfahren für Leistungsanträge**
Dr. Michael Visse
- 108 **Rechtliche Aspekte der digitalen Behandlungsplanung**
RA Michael Zach
- 110 Impressum

Cover: OrthoLIZE GmbH





Dr. Joachim Weber

Per aspera ad astra

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

vor Ihnen liegt ein Konvolut aus hervorragenden Artikeln zum Thema „Digitale Behandlungsplanung“, dem ich dieses Editorial hinzufügen darf. Vierzehn Beiträge modernster kieferorthopädischer Erkenntnis strahlen uns wie Sterne entgegen. Ich assoziiere dies mit dem Wahlspruch unseres Abiturjahrgangs „Per aspera ad astra“ – also ein Gefühl, nicht an einem Ziel angekommen zu sein, sondern vielmehr in ein forderndes, aber spannendes neues Zeitalter aufbrechen zu können. Um die Situation mit einem Zitat von Axel Bumann zu beschreiben: „Eine Antwort führt zu zwei neuen Fragen.“ Ich bin sicher, dass auch im Feld der „High-End-Kieferorthopädie“ kein Stillstand auf dem hier publizierten Status zu erwarten ist, würde doch Stillstand Rückschritt bedeuten. Während sich die letzte Dekade der Digitalisierung unserer Diagnostik- und Therapieplanung im 3D-Bereich gewidmet hat, werden in der nächsten neue Felder hinzutreten. Die heraufziehenden Veränderungen beginnen im Bereich der Patientenkommunikation. Von der Ansprache, über neue Kanäle wie Social Media, Point of Sale Marketing (Signage) oder direkt geposteten Nachrichten aus KI-Bots sind neue Lösungen bereits da und warten auf ihre Integration. Beispielsweise geht es im Bereich der Compliance mit unseren (nicht nur) jüngeren Patienten um die Gamification des Controllings.

Des Weiteren ist die Königsdisziplin unseres Fachs, die langfristige und meist

über Jahre währende Planung, idealerweise durch Projektmanagement-Tools, zu unterstützen. Vorreiter ist eines der in Frankreich erfolgreichsten Start-ups aller Zeiten: Dental Monitoring. Stellen Sie sich dazu bitte kurz den möglichen „Return on Investment“ auf wissenschaftlicher Seite vor: Was, wenn die schon vorhandene erste Billion(!) an KI-verwertbaren Bildern im Deep Learning Therapiekonzepte vergleichen würde? Ich bin sicher, die Grundsätze unseres Fachs werden reihenweise auf den Prüfstand kommen. Das Resultat wird deren verfestigte Bestätigung oder das Finden neuer Regeln sein.

Im Bereich der Diagnostik werden neue Dimensionen hinzukommen – sei es die Dimension „Zeit“ im Sinne von KI-basiertem Vergleichen von Anfangs-, Zwischen- und Endbefunden. Oder sei es die Dimension „Bewegung“ im Sinne von „Patient Movement Patterns gematcht“ zur 3D-Diagnostik. Animierte Unterkiefer im virtuellen Klon des Patienten (aus CT, DVT, MRT, IOS usw.) sind bereits virtuelle Realität. Dies führt auch im Bereich der Therapie- und Geräteplanung zu erweiterten Möglichkeiten. Einige der hier vorliegenden Artikel zeigen dies sehr eindrücklich. Das Hinzufügen der vierten Dimension „Bewegung“ zum statischen 3D-System erlaubt, wie das neueste Schienen-Tool aus dem Hause Image Instruments zeigt, dass auch Spezialitäten, wie z.B. eine individuelle Front-Eckzahn-Führung, bereits in Apparaturen eingerechnet werden können: Software als virtuelle Fräs-Unit.

Zudem vernetzen wir unsere Abläufe immer weiter. Orthopädie, Osteopathie,

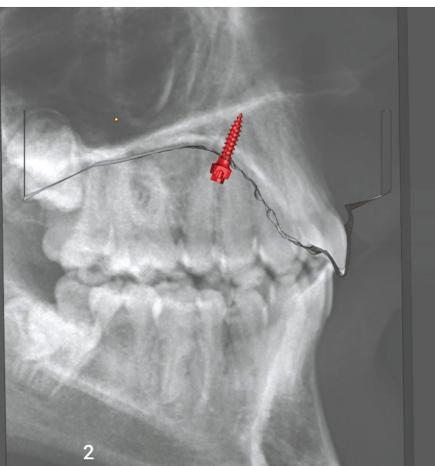
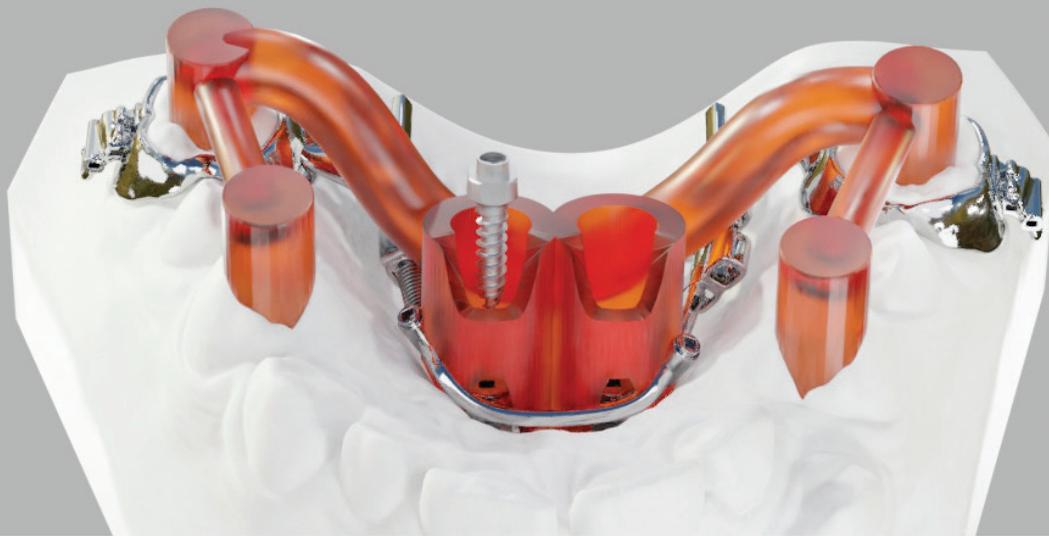
Logopädie sind hier nur einige Bereiche. Ein besonderes Beispiel ist die HNO, mit der wir ab dem 1. Januar 2022 die Konstruktion von Apnoeschienen gemeinsam im Bereich des BEMA implementieren sollen. Gerade an diesem Beispiel zeigt sich, dass uns auch die Frage nach Abrechenbarkeit der neuen Welten weiterhin begleiten wird. Zwei Ansätze sind in diesem Heft nachzulesen.

Ein Hauptaugenmerk wird letztlich auf der Vernetzung all dieser Tools liegen müssen. Die Komplexität erfordert Offenheit bei Hard- und Softwareintegrationen, aber noch viel mehr bei den beteiligten Protagonisten auf menschlicher Seite. „Closed Shop-Anwendungen“ als Insellösungen sind im Sinne integrierender Workflows nicht zukunftsfähig. In diesem gesamten Kontext sehe ich große Aufgaben auf uns zukommen. Darin liegt für die junge Generation die Chance, ihre Fachzahnärztlichkeit beweisen und darstellen zu können. Mein Dank gilt allen an dieser Veröffentlichung Beteiligten. Sie zeigen damit nicht nur den Stand einer hoch entwickelten Kieferorthopädie auf, sie stoßen auch die Weiterreise zu neuen Sternen an. In diesem Sinne per aspera ad astra.

Ihr Dr. Joachim Weber



Dr. Joachim Weber



Full Digital Workflow

Von Prof. Dr. Benedict Wilmes, Dr. Jan Hinrich Willmann und Prof. Dr. Dieter Drescher.

Die Herstellung der Therapiegeräte erfolgte früher im Rahmen eines klassischen Prozesses: Nach der freihändigen Insertion der Miniimplantate im Gaumen erfolgte das Anpassen von Bändern, die Abformung mithilfe von Abformkappen, die Herstellung eines Arbeitsmodells sowie die anschließende Fertigung der

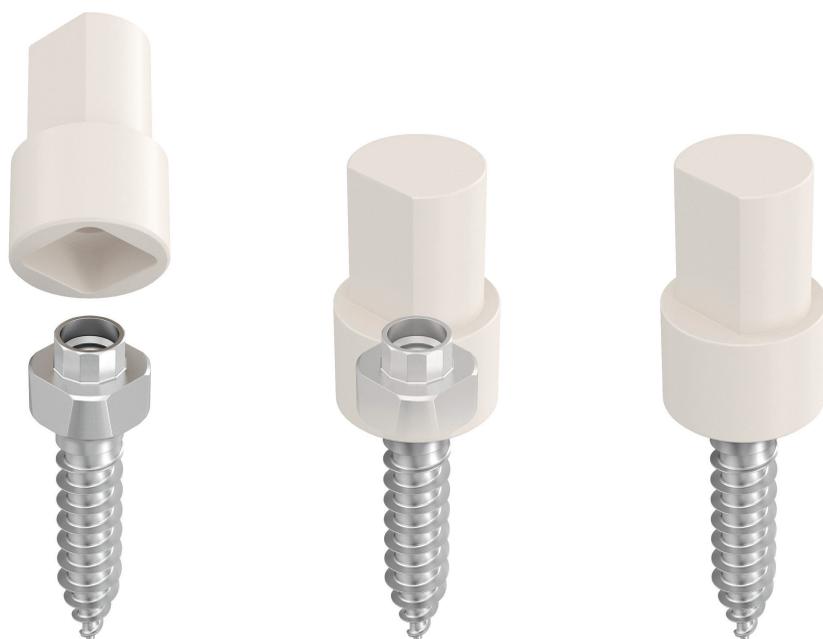
Behandlungsapparatur auf einem Gipsmodell, meistens mittels konfektionierter Bauteile.¹⁻³

Aufgrund der heutzutage weitreichenden Verbreitung von Scannern sowie der Fortschritte im Bereich der additiven Fertigung (sowohl Kunststoff- als auch Metalldruck) können diese CAD/CAM-Techniken nun auch zur Herstellung von Insertionsguides^{4,5} und Suprakonstruktionen⁶ der Miniimplantat-getragenen Behandlungsgeräte genutzt werden. Recht komfortabel in diesem Zusammenhang ist, dass diese neuen Technologien zudem von einer einzigen Plattform im Sinne eines vollständig digitalen Workflows aus einer Hand angeboten werden (Abb. 1, www.tadman.de).

Prozedere mit Insertionsguide – Intraoralscan vor Insertion

Wie beim Einbringen von dentalen Zahnimplantaten bringen die computergestützte Planung und die Verwendung von Guides auch bei der Insertion kieferorthopädischer Miniimplantate mehr Sicherheit für den nachhaltigen Behandlungserfolg. Die virtuelle Platzierung der Miniimplantate kann dabei entweder nur auf dem digitalen Oberkiefermodell oder unter zusätzlicher Zuhilfenahme eines Fernröntgenseitenbildes (FRS) bzw. einer digitalen Volumentomografie (DVT) erfolgen.⁴ Für die beiden letzten Optionen werden der Datensatz und die vorliegenden Bilddaten des Patienten entsprechend überlagert (Abb. 2).

Abb. 1: Full Digital Workflow bei der Verwendung von palatinalen Miniimplantaten: Insertionsguide und kieferorthopädische Behandlungsapparatur werden zunächst virtuell designet und anschließend dreidimensional gedruckt. (Foto: © TADMAN) **Abb. 2:** Virtuelle Insertionsplanung eines palatinalen Miniimplantats nach Überlagerung des Oberkiefer-Meshs mit dem FRS. **Abb. 3a und b:** Design des Insertionsguides: Insertionsstelle, -angulation und -tiefe sind eindeutig determiniert.



Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass die Miniimplantate und das Behandlungsgerät in nur einem Termin eingesetzt werden können. Die zum jeweiligen System passenden Insertionsinstrumente

„Nutzung von CAD/CAM-Techniken zur Herstellung von Insertionsguides und Suprakonstruktionen Miniimplantat-getragener Behandlungsgeräte“

Abb. 4: Scanbody.

Wie sich in den letzten Jahren herausgestellt hat, erscheint die Stabilität paramedianer Implantate dabei etwas vorteilhafter gegenüber der medianen Insertion.^{7,8} Während in einem normalen Fall das FRS ausreichend ist, empfiehlt sich bei schwierigen klinischen Situationen (z. B. Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, palatinal verlagerte Eckzähne) sicherlich die Überlagerung mit

einer DVT-Aufnahme. Basierend auf dieser Planung wird eine Insertionsschablone (Abb. 3) mittels stereolithografischem Druck hergestellt. Da mit einer solchen Schablone der Insertionsort, die Angulation und die Insertionstiefe eindeutig determiniert sind, werden mögliche Fehlerquellen von vornherein reduziert und die Intervention als Ganzes wird sicherer.

und Vorbohrer verfügen über einen Tiefenschlag, der dem Anwender zudem auch die finale Insertionstiefe vorgibt (Abb. 3b). Eine Vorbohrung ist nur bei erwachsenen Patienten aufgrund deren erhöhter Knochendichte notwendig. Insbesondere für Behandler, die mit dem Umgang und der Insertion von Miniimplantaten noch nicht sehr vertraut sind, bieten diese Guides zweifellos eine gute Hilfestellung zur Insertion im Gaumen.

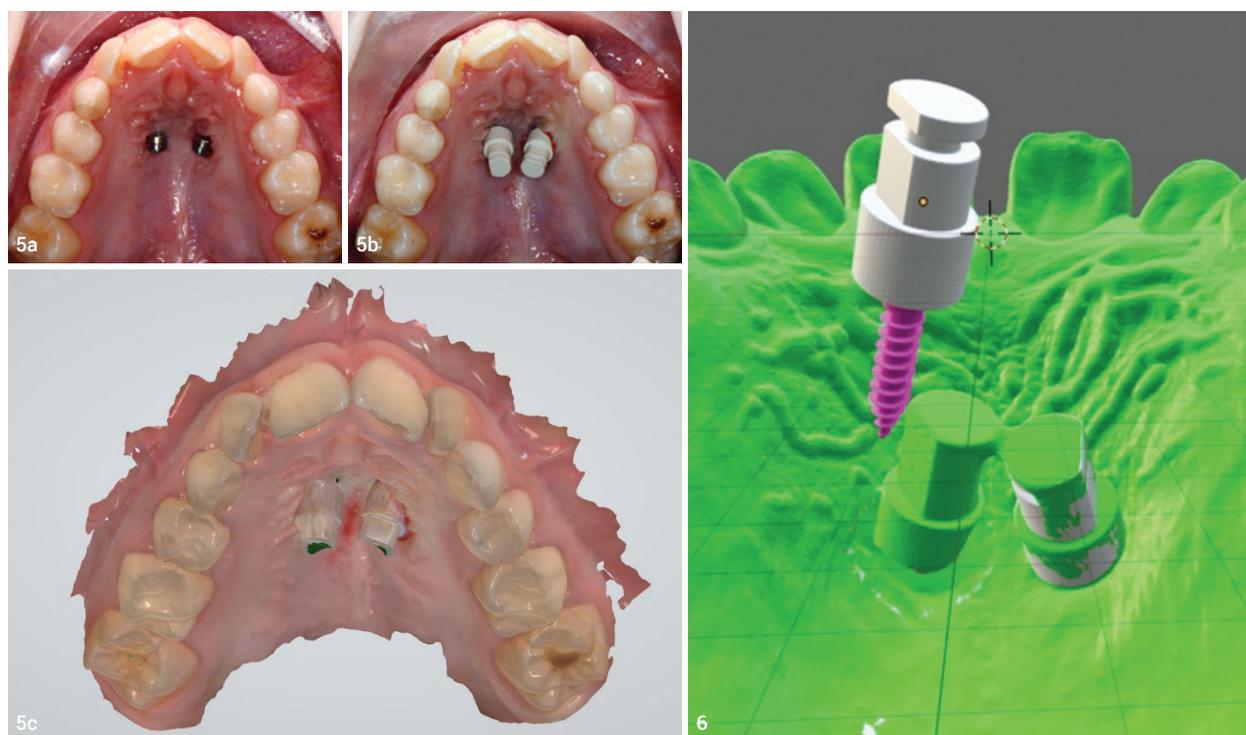


Abb. 5a–c: Für den Scan nach erfolgter Insertion können Scanbodies verwendet werden. **Abb. 6:** Überlagerung eines Scans mit Scanbody und eines Miniimplantats aus der virtuellen Bibliothek.



Abb. 7a–i: Full Digital Workflow bei Einsatz des BENESliders: OK intraoral (a), OK nach Digitalisierung (b), Design von Shells und Slider (c), Shell mit einem bukkalen Attachment für die Kombination mit Alignern (d), Design des Insertionsguides passend zum Slider (e), Insertionsguide vor dem Druck (f), Guide und Modell nach dem Druck (g), BENESlider mit Versalock (h), BENESlider nach dem Einsetzen (i).

Prozedere ohne Insertionsguide – Intraoralscan nach Insertion

Nach einer „Freihand-Insertion“ erfolgt erst anschließend die Digitalisierung der intraoralen Situation mittels Scanner. Je nach Implantatposition, Gaumenanatomie und Art des dabei zur Anwendung kommenden Scanners kann es sein, dass die Miniimplantate aufgrund ihrer reflektierenden Oberflächen dabei nicht richtig erfasst oder von der Software „weggerechnet“ werden. Um dieses Problem zu vermeiden, können jedoch Scansprays zur Mattierung der Implantatoberfläche eingesetzt werden (z. B. CEREC Optispray, Denstply Sirona, Deutschland).

Zudem ist darauf zu achten, die Miniimplantate möglichst rundum von allen Seiten zu erfassen, sodass auch Unterschnitte noch gut erkannt werden. Abhängig von der Qualität der Abbildung der Miniimplantate im Scan kann eine Überlagerung (Matching) mit virtuellen Implantaten sinnvoll sein.

Als Alternative zum Scanspray ist die Nutzung eines sogenannten Scanbody empfehlenswert (Abb. 4 und 5). Die Scanbodies werden digital mit virtuellen Analogen überlagert und erlauben eine genaue Übertragung der Implantatposition auf ein digitales Modell, welches anschließend zum Design der Apparatur genutzt werden kann (Abb. 6).

Einsatz des BENESliders

Der BENESlider* ermöglicht eine kooperationsunabhängige Molarendistalisation.⁹ In seiner klassischen Form besteht dieser aus einer Basisplatte mit 1,1 mm rundem Stahldraht als Führungsbogen (BENEplate, PSM, Gunningen**). Die digitale Version des BENESliders erlaubt den Verzicht auf orthodontische Bänder. Für den Patienten entfallen somit sowohl das Separieren als auch das Anpassen der Bänder (Abb. 7). Anstelle dieser werden nach der Digitalisierung digitale Bänder (sogenannte Shells) modelliert, welche einen vordefinierten Klebespalt aufweisen. Erfolgt die Kombination mit konventionellen Brackets, können diese

nach dem Druck angebracht werden. Ist hingegen eine Kombination mit Alignerschienen vorgesehen, können bukkal an den Shells Attachments designt werden (Abb. 7d).

Im Unterschied zu konfektionierten Slidern, die einen Querschnitt von 1,1 mm aufweisen, wird der digital designte Slider mit einem vergrößerten rechteckigen Querschnitt gedruckt. Dies bietet den Vorteil einer rigideren Apparatur, welcher

zum einen auf den größeren Querschnitt und zum anderen auf das gewählte Material (CoCrW) zurückzuführen ist, das mit 230.000 MPa einen deutlich höheren E-Modul aufweist als federharter Stahl (180.000 MPa).

Die Kopplung zwischen Führungsdraht und Zahn erfolgt mithilfe des neu entwickelten Versalock-Tubes (Abb. 7h). Dieses erlaubt eine Verlängerung der Distalisations- bzw. Mesialisierungsstrecke

(falls der Führungsdraht nicht mehr ausreichend Bewegungsstrecke zulässt) durch einfache Rotation des Versalocks um 180 Grad.

Die digital gestalteten Guides (Abb. 7e und f) werden im additiven Kunststoffdruck (Abb. 7g) und die Einzelteile des Sliders (Shells, Slider) im Lasersinterverfahren hergestellt. Das Einsetzen der Behandlungsapparatur sowie deren anschließende Aktivierung erfolgen analog

„Der komplett digitale Workflow erlaubt eine sichere Miniimplantat-Insertion sowie die individuelle und optimale Anpassung der Behandlungsapparaturen an die Erfordernisse des jeweiligen Patienten.“

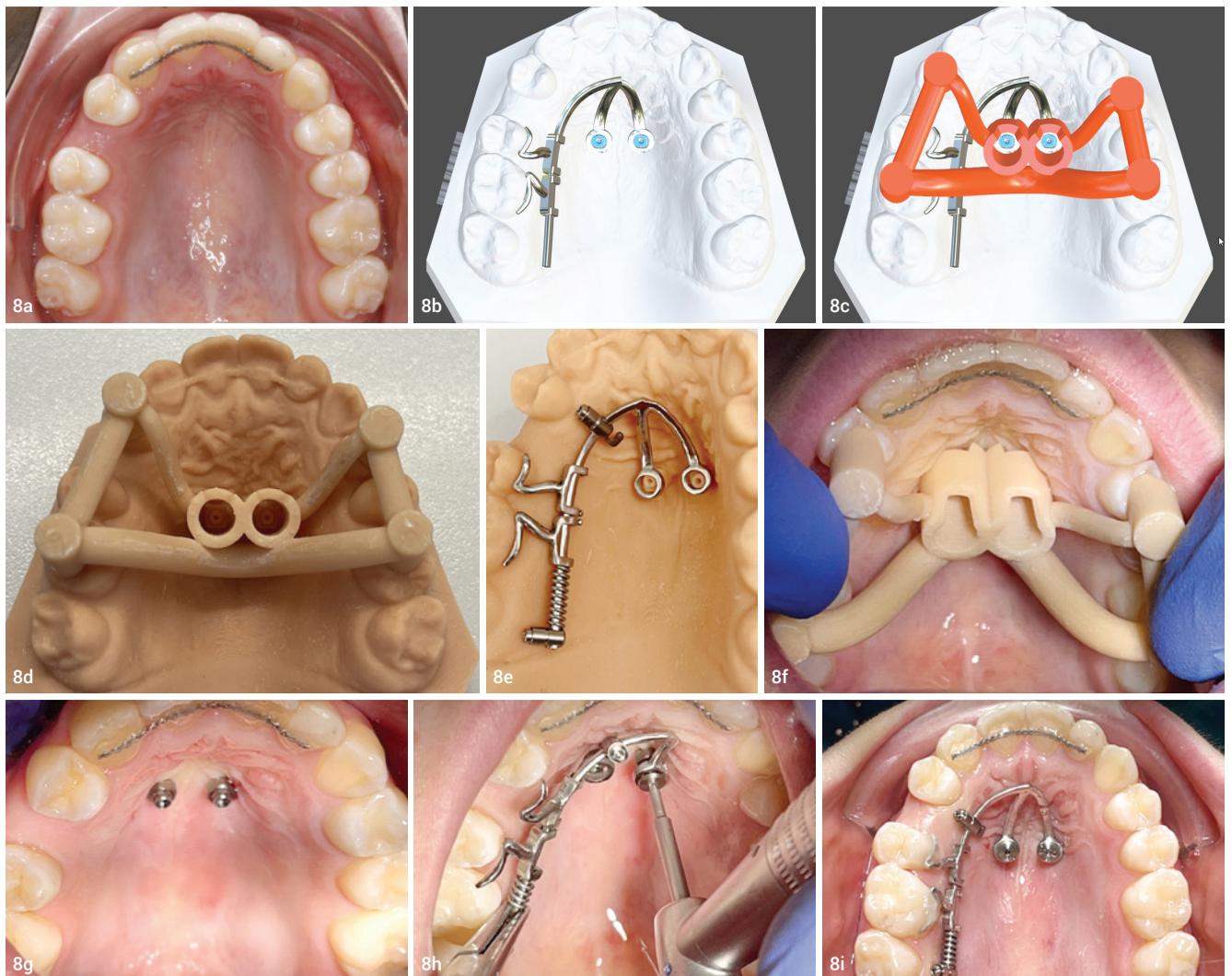


Abb. 8a–i: Full Digital Workflow bei Einsatz des Mesialsliders: OK intraoral (a), Design von Tubes und Slider (b), Design des Insertionsguides passend zum Slider (c), Guide und Modell nach dem Druck (d), Mesialslider auf dem Modell nach dem Druck (e), Anhalten des Guides zur Insertion (f), Zustand nach Insertion mit Guide (g), Anhalten und Fixieren des Mesialsliders (h), Zustand nach Einsetzen des Mesialsliders (i).

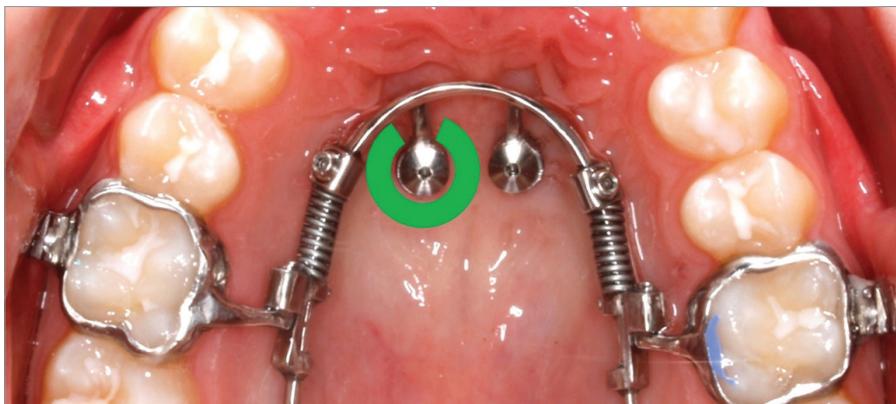


Abb. 9: Verbesserte Hygienefähigkeit durch neues Slider-Design. (Abb. 2–8: © Prof. Dr. Benedict Wilmes)

zur bisherigen Vorgehensweise (Abb. 7i). Die Shells werden intraoral nach vorheriger Schmelzkonditionierung mithilfe eines Glasionomerzements (z. B. Band-Lok Blue, Reliance Orthodontic Products, USA) oder mittels Komposit (z. B. Transbond, 3M, USA) befestigt.

Einsatz des Mesialsliders

Auch bei der Verwendung eines Mesialsliders kann der komplett digitale Workflow zur Anwendung kommen (Abb. 8). Als Alternative zu den Molaren-umfassenden Shells (siehe BENEslider) werden bei den Prämolaren, Front- und Eckzähnen aus ästhetischen Gründen Tubes von palatinal an den Zähnen mittels Komposit befestigt. Auch diese Tubes können durch das digitale Design optimal an die palatinale Zahnoberfläche angepasst und so für den Patienten komfortabel flach gestaltet werden (Abb. 8b und e). Aufgrund der rigiden Konstruktion ist es beispielsweise beim einseitigen Lückenschluss nicht mehr notwendig, eine Kopplung zur kontralateralen Seite herzustellen.

Diskussion

Der komplett digitale Workflow erlaubt eine sichere Miniimplantatinsertion sowie die individuelle und optimale Anpassung der Behandlungsapparaturen an die Erfordernisse des jeweiligen Patienten. So können beispielsweise die Verbindungselemente bei Apparaturen zur Gaumennahterweiterung so rigide wie gewünscht gestaltet werden und Slider aufgrund der nun kantigen Führungsbogen eine präzisere Zahnbewegung erreichen. Die konventionelle BENEplate (PSM, Gunningen*) bietet zwar den Vorteil, die Apparatur direkt am Patienten ohne Laborzeit anpassen und einsetzen zu können. Als Nachteil ist jedoch zu werten, dass durch die flächige Bedeckung der Miniimplantate die Hygiene erschwert wird und mögliche Schmutznischen entstehen können. Im CAD/CAM-Verfahren individuell gefertigte Abutments lassen hingegen eine fast vollständige, direkte Reinigung des Implantats zu (Abb. 9). Da jedoch die eigenständige virtuelle Planung und das digitale Gerätedesign in

der eigenen Praxis sehr viel Einarbeitungszeit und Mitarbeiterressourcen benötigen, erscheint das Outsourcing dieser Prozesse auf eine webbasierte Plattform sehr ratsam.

In diesem Artikel wurde das Prozedere für den BENEslider und Mesialslider beschrieben, der Full Digital Workflow ist jedoch auch für die Hybrid Hyrax, TPA, Molarenintrusion etc. möglich (siehe TADMAN.de).

*/** BENEslider, PSM/dentalline GmbH,
www.dentalline.de

Kontakt



Prof. Dr. Benedict Wilmes

Poliklinik für Kieferorthopädie
Westdeutsche Kieferklinik, UKD
Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Tel.: +49 211 8118671
Fax: +49 211 8119510
wilmes@med.uni-duesseldorf.de

Vorteile des Full Digital Workflows gegenüber der konventionellen Methode

- Die Insertion mit Guide ist sehr einfach zu handhaben, insbesondere von Behandler*innen, die noch wenig Erfahrung mit Miniimplantaten haben.
- Keine Notwendigkeit zum Separieren und Anpassen von Bändern
- Je nach Anforderung individuelle Designs und Durchmesser der Drähte möglich
- Keine Abdrucknahme notwendig
- Insertion der Miniimplantate und des kieferorthopädischen Therapiegerätes in einer Sitzung



Freiheit zum Greifen nah



Der neue kabellose CS 3800

Machen Sie den Sprung auf ein neues Niveau der intraoralen Scanleistung mit dem CS 3800.

Er ist kompakt und ultraleicht – insbesondere für Komfort und Agilität ausgelegt.

Ein größeres Sichtfeld und eine verbesserte Tiefenschärfe mit mehr Bildern pro Sekunde machen ihn zu unserem schnellsten intraoralen Scanner.

Eine verbesserte Erfahrung für Anwender und Patienten.

Demo anfordern

https://lp.carestreamdental.com/CS_Solutions_de

Email: deutschland@csdental.com

Tel: 0711 49067 420



Vom digitalen Set-up zum idealen Finishing – „Handschrift“ des Behandlers präzise umgesetzt

Von Dr. Gabriele Gündel, Kieferorthopädin aus Erding.



Abb. 1a–j: Insignia Set-up (a–e) und klinisches Behandlungsergebnis (f–j).

Historie und Entwicklung

Insignia™ (Fa. Ormco*, Glendora/USA) wurde 1987 von Dr. Craig Andreiko entwickelt und bietet in seiner heute erhältlichen Version ein in sich abgeschlossenes umfassendes System aus digitalem Design (CAD) und individualisierten Behandlungsapparaturen (CAM). Den Startpunkt für Andreiko's intensive Forschung lieferte Literatur aus der Mitte der 1980er-Jahre, die ihn in der Annahme unterstützte, „dass sich Zähne mit einer Geschwindigkeit von 1 mm pro Monat sicher durch den Knochen bewegen können.“¹ Zum damaligen Zeitpunkt war jedoch keine kieferorthopädische Behandlungsapparatur am Markt verfügbar, die auch nur annähernd diese Bewegungsgeschwindigkeit realisieren konnte. Die Fragestellung, der sich das Entwick-

lungsteam daher widmete, war folgende: Wenn in der großen Mehrheit der Fälle Zahndiskrepanzen von nicht mehr als 3mm bestanden, warum sollte dann nicht ein besonders effizientes orthodontisches System entwickelt werden können, mit dem sich ein Großteil dieser Fälle in höchstens drei Monaten behandeln ließe?

Das zentrale, der angestrebten Apparatur zugrunde liegende Konzept bestand also darin, die Effizienz der kieferorthopädischen Behandlung zu optimieren sowie „reproduzierbare Ergebnisse und eine gleichbleibende Behandlung im Hinblick auf die Zeit als auch die Qualität zu erreichen“.¹

Dem Kliniker sollte mithilfe computer-gestützter Technologie erstmals ermöglicht werden, seinen eigenen Behandlungsplan mittels einer feststehenden Apparatur umzusetzen, die für den jeweiligen

Patienten individuell gefertigt wird. Oder mit den Worten von Dr. Andreiko ausgedrückt: „Da das System die ‚Persönlichkeit‘ („Handschrift“, *Anmerk. d. Red.*) des Behandlers erfassen und auf den einzelnen Patienten übertragen kann, ist es im Wesentlichen dieselbe Apparatur, die er oder sie bereits verwendet, wobei jedoch ein Großteil der Vermutungen entfällt. Dieses System ermöglicht es dem Anwender, sich mehr auf die Behandlungsplanung zu konzentrieren und weniger auf die Anpassung der Abweichungen zwischen der Apparatur und dem Patienten. Wie Ricketts sagte: ‚Begin with the end in mind‘ (‚Beginnen Sie mit dem Ziel vor Augen.‘)¹

Und so ist dieses Ricketts-Zitat tatsächlich bis heute der Leitsatz für das Insignia™ System, das dem Behandler eine Software zur Verfügung stellt, die zum einen

von einem entsprechend geschulten Techniker genutzt und eingesetzt wird, um die behalterspezifischen Therapiepläne umzusetzen. Zum anderen wird sie aber auch vom Kieferorthopäden selbst zur Kontrolle und Feinabstimmung des Behandlungsergebnisses verwendet (Abb. 1a–j).

Workflow und Routine-Protokoll

In welcher Form können nun die individuellen Behandlungswünsche des Kieferorthopäden konkret umgesetzt werden? Diese Frage soll mithilfe des in unserer Praxis durchgeführten Routine-Protokolls beantwortet werden – und zwar vom Anlegen des Patienten bis zum Bestätigen des Set-ups und der finalen Bracketpositionierung. Die nachfolgenden vier Punkte dienen hierbei als Leitstruktur.

1. Definition individueller Kriterien einer optimalen Zahnstellung

Neben den objektiven Kriterien einer optimalen funktionellen und ästhetischen Zahnstellung gibt es immer auch einen Spielraum des Behandlers, seine Präferenzen bezüglich der funktionellen Okklusion, der Lachlinie und der ästhetischen Stellung der Frontzähne zueinander umzusetzen.

Für unsere Patienten sind beispielsweise folgende Kriterien bei Insignia™ hinterlegt und anhand der Abbildungen 2 bis 14 illustriert.

Ein besonderes Augenmerk legen wir bei der Überprüfung des Set-ups auf einen in allen drei Dimensionen symmetrischen Oberkiefer. Die Abbildung 2a zeigt einen noch asymmetrischen Zahnbogen. Immer wieder kommt es vor, dass man im Rahmen digitaler Behandlungsplanungen Zahnbögen im ersten Set-up oder klinischen Check in dieser Form vorgeschlagen bekommt. An dieser Stelle ist die erste entscheidende Korrektur notwendig. So sollte dem Techniker die Rückmeldung gegeben werden, dass der OK-Zahnbogen in allen drei Dimensionen symmetrisch aufgestellt werden muss. In Abbildung 2b ist die optimierte, von uns gewünschte symmetrische Zahnbogenform dargestellt. Es handelt sich

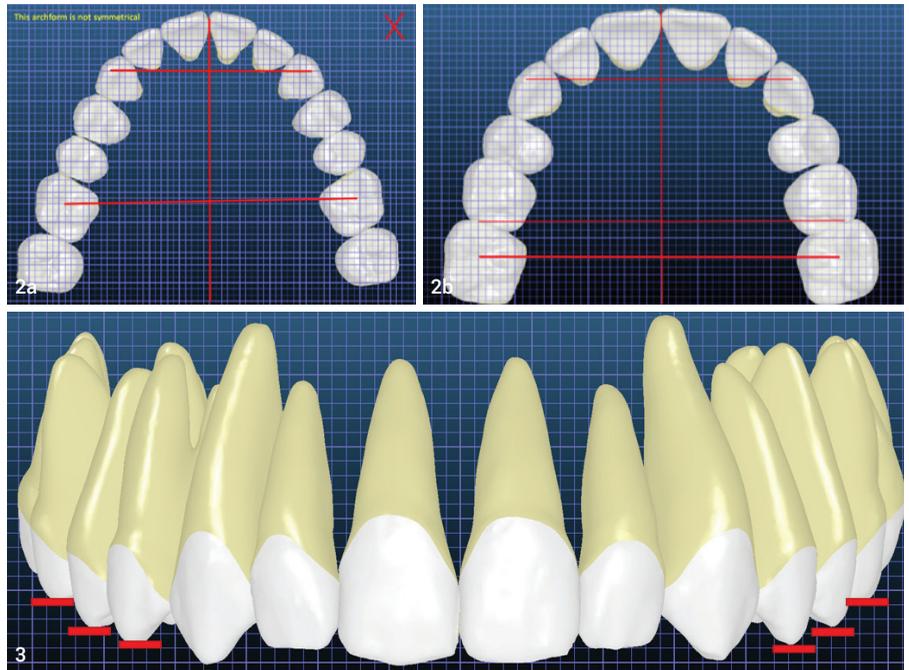


Abb. 2a und b: Behalterspezifische Präferenzen: Zahnbogenform, links noch asymmetrisch, rechts inklusive der Angaben des Kieferorthopäden. **Abb. 3:** Zahnbogenform mit symmetrischer Zahnstellung.

hierbei um eine modifizierte Damon®-Bogenform, die im Prämolarenbereich eine leichte Expansion aufweist sowie eine leichte Wilson-Kurve von 4 Grad. Auch von frontal betrachtet ist die symmetrische Stellung der Zähne unerlässlich, wie in Abbildung 3 verdeutlicht. Ausgehend von der vertikalen Position der oberen mittleren Inzisiven sehen wir klinisch eine sehr ansprechende Lachlinie und eine optimale Eckzahnführung,

die Gefahr, dass die Lachlinie vom Eckzahn ausgehend zu weit kranial (bezogen auf den bukkalen Korridor) verläuft. Bereits in diesem Punkt findet die Präferenz und Handschrift des Behandlers ihren individuellen Ausdruck.

Für unsere Fälle mit diesem Bracketsystem ist darüber hinaus hinterlegt, dass die Frontzähne des Unterkiefers auf einer Höhe eingestellt werden, während die Eckzähne diese um 1 mm überragen, um

„Zähne können sich mit einer Geschwindigkeit von 1 mm pro Monat sicher durch den Knochen bewegen.“

wenn die lateralen Inzisiven 0,5 mm kürzer eingestellt werden als die mittleren Inzisiven und die oberen Eckzähne ihre vertikale Positionierung auf Höhe der mittleren Inzisiven erfahren. Davon ausgehend, reihen sich die Prämolaren und Molaren jeweils in Abstufungen von 0,5 mm ein (Abb. 4).

Alternativ werden auch Positionierungen vorgeschlagen, bei welchen der Eckzahn weiter gingival als der mittlere Inzisivus eingestellt und davon ausgehend dann die Abstufung der Prämolaren und Molaren kalkuliert wird. In diesem Fall besteht

die bereits oben beschriebene funktionelle Eckzahnführung zu generieren (Abb. 5a und b). Diese Positionierung weist darüber hinaus einen optimalen Kontakt der Randleisten auf. Insbesondere bei erwachsenen Patienten sind die unteren Eckzähne häufig bereits „abradert“ und die Eckzahnspitze kann als Referenz nicht eingesetzt werden. In diesen Fällen ist die Ausrichtung der Front- und Eckzähne mithilfe dieser Randleistenkontakte leicht möglich.

Aus funktionellen Gründen bevorzugen wir in unserem Behandlungsprotokoll

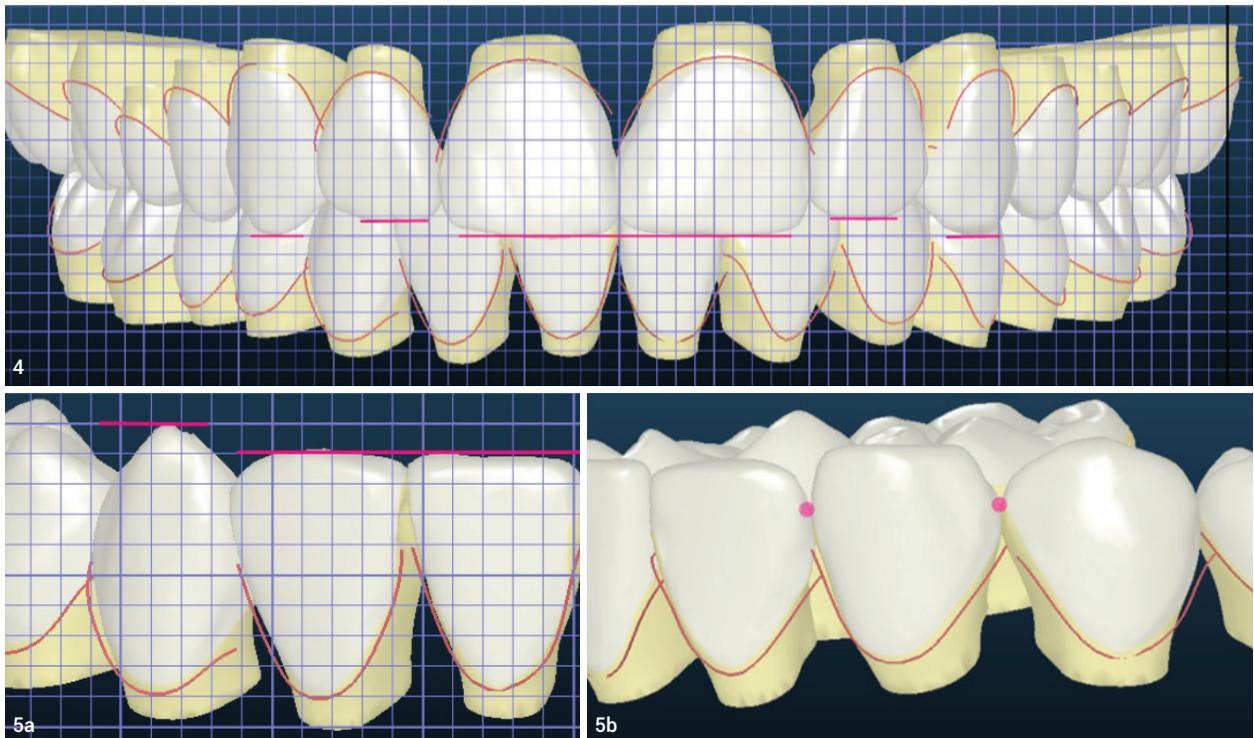


Abb. 4: Prüfung des Set-ups hinsichtlich Lachlinie und Eckzahnführung. Abb. 5a und b: Ausrichtung der unteren Front- und Eckzähne.

„Dem Kliniker sollte mithilfe computergestützter Technologie ermöglicht werden, seinen eigenen Behandlungsplan mittels einer feststehenden Apparatur umzusetzen, die für den Patienten individuell gefertigt wird.“

eine sehr stabile Eckzahnführung (s. o.) bei nur sehr leichten Frontzahnkontakten, welche einen Spielraum für das Restwachstum des Unterkiefers erlauben. Der Torque von oberen und unteren Inzisiven wird im Ziel-Set-up gleichmäßig eingestellt (Abb. 6a–c).

Die Abbildungen 7a und b zeigen noch einmal im Speziellen die von uns vorgewählte Einstellung der oberen und unteren Eckzähne: Die Eckzähne im Oberkiefer werden mit einem leicht positiven Torque geplant, wobei die Differenz zu den oberen Inzisiven ca. 5 bis 10 Grad beträgt, während die unteren Eckzähne einen negativen Torque aufweisen. Diese Kombination aus oben genannten Torque-einstellungen und leichten Kontaktpunkten an den Eckzähnen (Abb. 8) sowie unter der Berücksichtigung, dass die Frontzähne leichte bis ggf. auch keine Kontakte aufweisen, gewährleistet eine funktionelle Eckzahnführung. Der von uns präferierte Overjet beträgt 2 bis 3mm,

und der Overbite wird bei Tiefbissen auf 1,5mm eingestellt, bei offenen Bissen auf 2mm (Abb. 9a und b).

Berücksichtigt man die vertikale Positionierung der oberen Prämolaren und Molaren, wie oben beschrieben, so ergibt sich bereits ein optimaler Kontakt der Randleisten, welcher hier auch noch einmal zusätzlich illustriert hinterlegt ist. Da jedoch die klinische Erfahrung gezeigt hat, dass hier zu Beginn unserer Insignia™-Therapie ein großer Korrekturbedarf bezüglich der Randleistenkontakte bestand, haben wir dies noch einmal ausdrücklich betont (Abb. 10a und b).

Eine besondere Berücksichtigung findet bei dem von uns hinterlegten Set-up die leichte Spee-Kurve im Bereich der oberen zweiten Molaren. Diese sollten eine leichte Distalkippung der Krone aufweisen und mit dem ersten oberen Molaren eine leichte Spee-Kurve bilden, um Hyperbalancen in diesem Bereich vorzubeugen und ein optimales funk-

tionelles KFO-Ergebnis zu generieren (Abb. 11).⁶

Last, but not least gehört die Einstellung der Stärke der Kontaktpunkte sicher auch wesentlich zu den behandler-spezifischen Einstellungen bei der Arbeit mit diesem System. Während die einen sehr starke Kontaktpunkte, besonders im Molarenbereich, bevorzugen und bereit sind, später auch Einschleifmaßnahmen an den palatinalen Höckern der oberen Molaren durchzuführen, um eine sehr satte Okklusion zu bekommen, bevorzugen die anderen eher leichte, gleichmäßige Kontaktpunkte und vermeiden das Einschleifen der Okklusion. Wir favorisieren letztere Variante, wie links in Abbildung 12a illustriert.

Diese Auflistung der individuellen Kriterien für eine optimierte Zahnstellung erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Sie hat sich entwickelt aus den Korrekturen, welche unsererseits in den anfänglichen Behandlungen mit diesem

System immer wieder notwendig waren, und kann von jedem Behandler individuell abgewandelt und ergänzt werden. Als außerordentlich hilfreich hat sich die bildliche Untermauerung der bevorzugten Zahnstellung gezeigt, da diese eine sehr gute Leitstruktur für den jeweiligen Set-up-Techniker darstellt.

2. Formulieren und Prüfen des individuellen Behandlungsplans

Ein zweiter wichtiger Punkt im Workflow ist die möglichst umfangreiche und präzise Formulierung des behandler-spezifischen Behandlungsplans. Abbildung 13 zeigt exemplarisch ein Routine-Protokoll, mit dessen Hilfe der individuelle Behandlungsplan erstellt und dem Techniker übermittelt werden kann. Auch hier ist jede individuelle Gestaltung möglich. Wichtig erscheint lediglich eine Voreinstellung der Punkte, wie oben gezeigt, welche im Insignia™ Approver unter den jeweiligen Behandlungskonzepten für Klasse II, Klasse III, tiefer Biss, offener Biss etc. abgespeichert werden kann. Ist der Fall dann auf der Onlineplattform eingereicht, beginnt der Techniker mit der konkreten Umsetzung des individuell erstellten Behandlungsplans unter Berücksichtigung der generellen Kriterien eines jeden Behandlers, welche – wie beschrieben – bei diesem Bracket-system idealerweise hinterlegt sind. Um die Überprüfung des Set-ups so effektiv wie möglich zu gestalten, empfiehlt sich auch hier ein routiniertes Verfahren. Es ist nicht zielführend, sich gleich bei dem ersten Set-up-Vorschlag auf eine optimierte Okklusion zu konzentrieren und an dieser zu arbeiten, wenn die vorherigen Kriterien, wie z. B. Zahnbogensymmetrie, Zahnbogenbreite, korrekte Umsetzung des Behandlungsplans etc., noch keine Berücksichtigung fanden. Abweichend von der in den Workbooks empfohlenen Reihenfolge der Überprüfung des Set-ups empfehlen wir im ersten Schritt die Überprüfung der

- Symmetrie des Oberkiefers in allen drei Dimensionen
- Zahnbogenbreite bezogen auf die anatomischen knöchernen Grenzen, unter Berücksichtigung der Mandibularrinne (Mantrough)

- Umsetzung des Behandlungsplans (Sind alle geplanten Bewegungen von T1 zu T2 durchgeführt?)

Die Überprüfung dieser drei Aspekte nimmt in der Regel nur wenige Minuten in Anspruch und Änderungswünsche werden dem Techniker unverzüglich mitgeteilt. Nach der ersten Korrektur, sofern notwendig, erfolgt dann die Überprüfung der sogenannten Makromodifikationen:

- Aufrichtung der Seitenzähne, insbesondere im Unterkiefer
- Überprüfen der Lachlinie und des Frontzahntorques in beiden Kiefern
- Überprüfen der Mittellinie

Sollten hier Änderungswünsche sein, dann wird das Set-up mit den entsprechenden Anmerkungen an den Techniker wieder zurückgeschickt. Erst die dritte Korrektur beschäftigt sich mit den konkreten Einzelzahnstellungen, auch wieder unter Berücksichtigung der generellen Kriterien, die jeder Behandler hinterlegen kann.

Nun geht es um die Einzelzahn-betrachtung im Hinblick auf Rotation, Tip, Torque sowie Höhe der Randleisten. Es wird empfohlen, sich hier an folgender Reihenfolge zu orientieren:

- erst Torque, dann die Vertikale überprüfen
- erst Rotation, dann Tip korrigieren
- erst In-Out, dann mesiodistale Ausrichtung korrigieren

Im vierten Schritt geht es final um die Überprüfung der okklusalen Kontakte und der Position der zweiten Molaren im Oberkiefer. Denn erst, wenn alle anderen Schritte optimiert sind, ist es sinnvoll, an dieser Stelle die Feineinstellung vorzunehmen.

Der fünfte und finale Schritt schließlich betrachtet die Positionierung der Brackets auf den Zähnen. Hier kann bei Änderungswünschen über das Modul der Bogenebene eine Anpassung vorgenommen werden. Auch werden in diesem Schritt die Gruppierungen für die Positionierungshilfen final festgelegt.

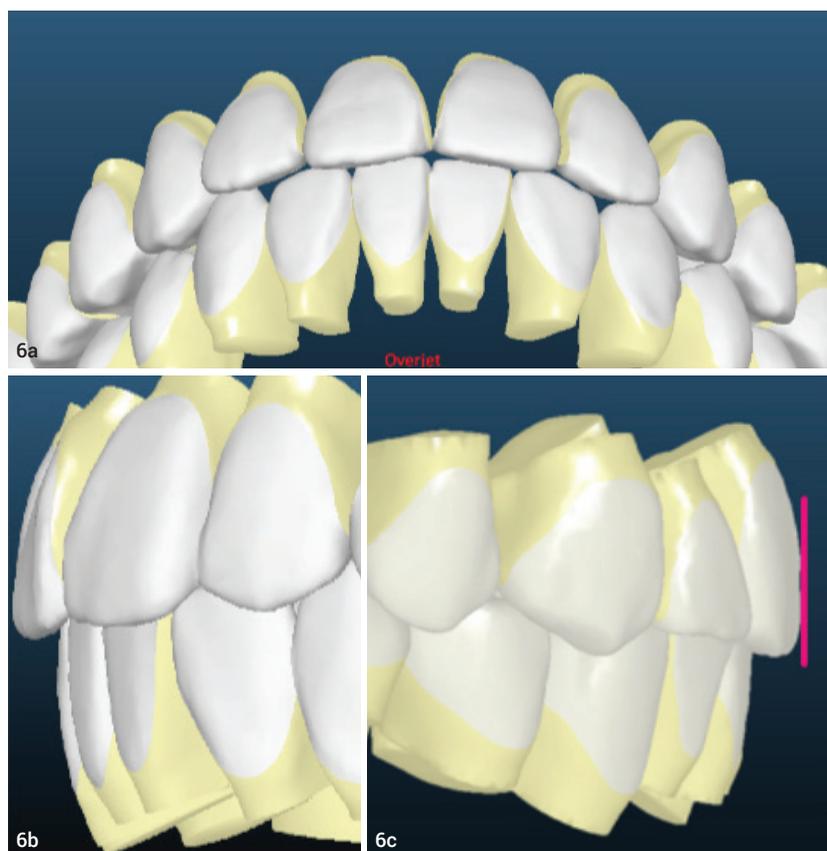


Abb. 6a–c: Einstellung des Frontzahntorques.

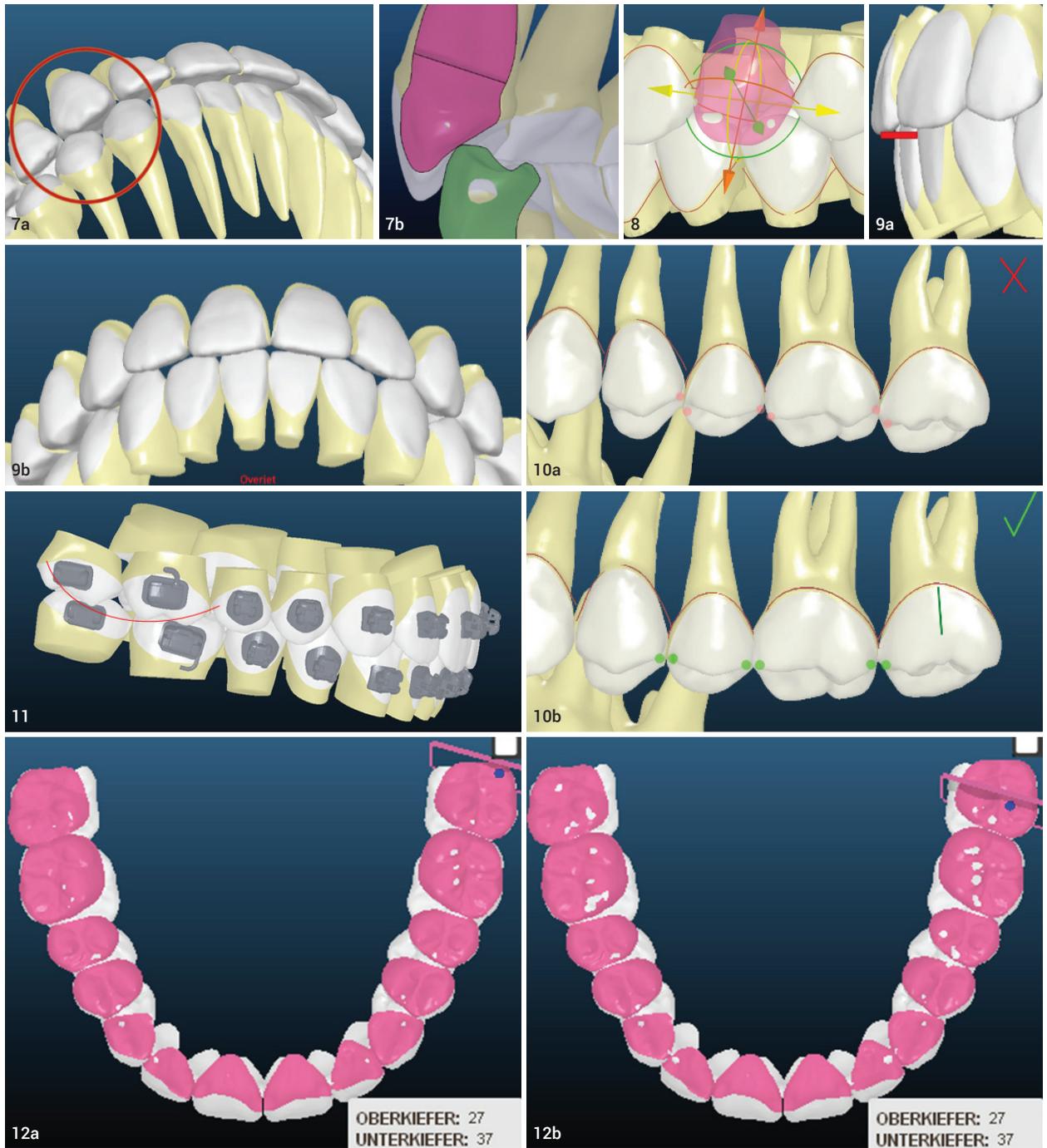


Abb. 7–12: Behaltlerspezifische Präferenzen: Eckzahnführung (Abb. 7a und b sowie Abb. 8); Overjet (Abb. 9a und b); Randleisten (Abb. 10a und b); Spee'sche Kurve (Abb. 11); Okklusion (Abb. 12a und b).

3. Kommunikation mit dem Insignia™-Techniker

An dieser Stelle sei betont, dass der Techniker umso schneller und genauer die Wünsche des Behandlers umsetzen kann, je präziser dieser ihm seine Planung übermittelt. Auch Millimeterangaben im Fall von Lückenmanagement und Gradangaben im Fall von Torque- und

Angulationskorrekturen sind immer sehr wertvoll. Die Approver™ Software des Systems hat den großen Vorteil, dass zu keinem Zeitpunkt eine künstliche Intelligenz eingesetzt wird. Die Set-ups sind vom ersten Schritt an durch den Techniker erstellt, mit welchem man über Informationsfelder dann in einen Dialog gehen kann, bis das Ergebnis optimal erstellt ist.

4. Die präzise Umsetzung des Set-ups in ein Top-Ergebnis für den Patienten

Die entscheidende Frage ist nun aber: Wie bringt man das mit viel Know-how und Liebe zum Detail erstellte Set-up in den Mund des Patienten? Denn nur, wenn dieser Prozess gelingt, sind die Vorteile, die uns das Behandlungssystem in der Planung bringt, auch prak-

tisch von Vorteil und zeigen sich dann in einem besseren Ergebnis und einer optimierten Behandlungszeit. Die Beantwortung dieser Frage setzt voraus, dass wir noch einmal etwas tiefer in die Grundlagen der Entwicklung des Systems hineintauchen und die beiden Begriffe „Manthrough“ und „Torquekompensation“ etwas näher beleuchten.

Der Begriff „Manthrough“ leitet sich von „mandibular trough“ ab und wird mit Mandibularrinne übersetzt. Die sogenannte Mandibularrinne (Manthrough) gilt als die Bezugsstruktur für die Aufstellung des unteren Zahnbogens. Sie hat ihre Bezugsebene ca. 3mm kaudal der Wala Ridge. An dieser Stelle wird ein virtueller Schnitt durch den gescannten Unterkiefer durchgeführt, und so erhält man die individuelle Mandibularrinne des jeweiligen Patienten, innerhalb welcher sich die Wurzeln der unteren Zähne bewegen dürfen.

Eine Bewegung über diese Rinne hinaus würde die anatomischen Grenzen des Knochens überschreiten und könnte dazu führen, dass sich das Set-up in der Realität nicht umsetzen lässt.

Hier bietet der Approver dem Techniker und Behandler eine eindeutige anatomische Grenze, welche konsequente Beachtung findet. Die Manthrough hat also zum Ziel, die Zähne des Unterkiefers über ihrer Basis zu halten und diese nicht über den Knochen hinaus zu bewegen.

Die abschließende Bogenform, welche sich schlussendlich im Set-up zeigt, wird dann durch die Positionierung der Kronen vorgegeben, welche in einem definierten Winkel zur Wurzel stehen.

Alternativ können Bibliothekswurzeln dargestellt werden oder auch die anatomisch korrekten Wurzeln aus dem jeweiligen DVT des Patienten. Letzteres ist dank der neu entwickelten TruRoot Funktion möglich, welche die DVT-Wurzeldaten des Patienten mit den Kronendaten aus Intraoralscans kombiniert.

Die Torquekompensation dient dem Ausgleich des Torquespiels zwischen dem Slot und dem Bogen und wird für jeden Zahn errechnet, welcher einen längeren Weg zu überwinden hat. Wie wirkt sich dieses Torquespiel klinisch aus?

Palatinal hängende Höcker bei der transversalen Nachentwicklung des Oberkiefers:

- Instabile Okklusion
- Abweichung des Unterkiefers bei der Interkuspidation
- Mittellinierverschiebung
- Hyperbalancen

Nicht ausreichender Torque der oberen 3er

- Abweichung des Unterkiefers bei der Interkuspidation
- Mittellinierverschiebung
- Problematik bei der Klasse I-Einstellung

Torque der OK- und UK-Front

- Steilstand der oberen Front, Proklination der unteren Front
- Problematik bei der Klasse I-Einstellung

Die Torquekompensation von Insignia™ bedeutet, dass jede Bewegung in einer der drei Dimensionen (transversal, sagittal, vertikal) eine individuelle Berechnung des Torquewertes für den individuellen Zahn bezogen auf seine Bewegung auslöst. So findet man in der Torquewert-Tabelle häufig sehr unterschied-

„Dem Anwender wird ermöglicht, sich mehr auf die Behandlungsplanung zu konzentrieren und weniger auf die Anpassung der Abweichungen zwischen Apparat und Patienten.“

Handschrift

Fallbezogene Präferenzen

A-P Correction:

- Advancement of the lower jaw to get class I occlusion

Incisor Torque:

- Add positive crown torque of upper incisors
- Upright lower incisors

Vertical:

- Extrusion of upper incisors in order to get a good smile line
- Extrusion of lower premolars

Transversal:

- Expansion of upper jaw

Midline

- Midline is correct

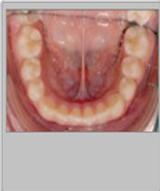
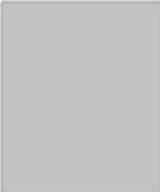
			
Int frontal	Int bukkal links	Int Bukkal rechts	Int okkusal unten
			
Int okkusal oben	Röntgenaufnahme lateral	Röntgenaufnahme Panorama	Sonstiges

Abb. 13: Exemplarisches Routine-Protokoll.

KOMPENDIUM
Digitale Behandlungsplanung 

| 17



Abb. 14–16: Trotz unterschiedlicher Torquewerte, z. B. eines ektopischen, hochlabial stehenden Eckzahns im Vergleich zum regelrecht stehenden kontralateralen Eckzahn, kann eine präzise klinische Umsetzung des Set-ups erzielt werden. **Abb. 17a und b:** Hohe Präzision bei der Übertragung des Set-ups auf die Zähne. (Fotos: © Dr. Gabriele Gündel)

liche Werte für den vom System errechneten Torquewert abhängig davon, welchen Weg ein Zahn zurückgelegt hat.

Ein ektopischer, hochlabial stehender Eckzahn beispielsweise zeigt aufgrund seiner langen vertikalen Strecke bis zur Okklusionsebene einen weitaus höheren Torquewert als der regelrecht stehende kontralaterale Eckzahn – auch wenn es das Ziel ist, dass am Ende der Behandlung beide einen vergleichbaren Torque zeigen – unter Beachtung der oben genannten Schritte kann ein außergewöhnlich hohes Maß an Präzision bei der klinischen Umsetzung des Set-ups erreicht werden (Abbildungen 14, 15 und 16a–f).

Diskussion und Zusammenfassung

Abschließend kann man nun hervorheben, dass mit diesem System jede Behandlungsphilosophie umgesetzt werden kann. Der Kieferorthopäde kann individuell entscheiden, ob er mit konventionellen Brackets oder passiven SL-Brackets behandeln möchte, auch die Bogenform ist sehr variabel wählbar. Eine Kombination mit weiterführenden Apparaturen, wie z. B. TADs, Klasse II-Non-Compliance-Apparaturen und anderen, ist ohne Weiteres darstellbar. Dadurch bedient es eine sehr große Bandbreite an Behandlungsoptionen.

Die Präzision, mit welcher das vom Behandler und Techniker gewählte Set-up auf die Zähne übertragen wird, ist mithilfe der individuellen Torquewerte und Torquekompensation einerseits und der individuell gestalteten Brackets und Bögen (welche den Kraftansatz möglichst nah an die Fazialfläche eines jeden Zahnes legen) andererseits gemäß unserer klinischen Expertise sehr hoch (Abb. 17a und b). Einer der großen Errungenschaften dieses Systems ist sicher die erstmalige Einführung von Set-up-gestützten individuellen Bracketapparaturen. Diese sollen maßgeschneidert für Patient und Behandler durch das Kontrollieren und Minimieren von definierten Variablen (Zahn-

größe, Zahnform, Herstellungstoleranzen, Torquespiel etc.) die Effizienz der Behandlung in Qualität und Quantität steigern. In der klinischen bzw. wissenschaftlichen Literatur findet dieser Ansatz Unterstützung, zum einen durch die Arbeit von Jackers et al.⁵, welche in ihrer aktuellen Studie aus dem Jahr 2021 eine Verkürzung der Behandlungszeit bei einer Behandlung mit einem CAD/CAM-individuell hergestellten, passiv selbstligierendem Bracketssystem von 26 Prozent gegenüber einem konventionellen System feststellten.

„Beginnen Sie mit dem Ziel vor Augen‘ ist bis heute der Leitsatz für das Insignia™ System.“

Auch Brown et al.² kamen 2015 zu einem ähnlichen Ergebnis. In einer retrospektiven Studie zeigten sie, dass die Patienten, die mit CAD/CAM-gestützten Behandlungsapparaturen behandelt wurden, eine signifikant verkürzte Behandlungszeit gegenüber denjenigen Patienten hatten, welche zum einen mit Brackets in einem direkten Klebprotokoll und zum anderen mit Brackets in einem indirekten Klebprotokoll therapiert wurden. Ähnliches beschrieb Gracco⁴ in seinen klinischen Beobachtungen mit Insignia™ aus dem Jahre 2013: „Der Bedarf an zeitaufwendigen Anpassungen ist stark reduziert und die individuelle Anpassung der Apparatur erleichtert das Erreichen der angestrebten finalen Okklusion vom ersten Tag der Behandlung an.“ Die relevanten Studienergebnisse kommen allerdings nicht zu einem einheitlichen Ergebnis.

Papakostopoulou⁸ fand in seiner randomisierten Studie keinen signifikanten Unterschied in der Behandlungszeit von individuellen Apparaturen versus konventionellen Apparaturen. Die teilweise scheinbar widersprüchlichen Ergebnisse der hier angeführten Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Vergleich von Behandlungszeiten außerordentlich komplex ist. Die Behandlungszeit hängt von einer großen Anzahl unterschiedlicher

Einflussfaktoren ab. Eine große Rolle spielt dabei z. B. die Art der Zahnfehlstellung, die klinische Erfahrung des Behandlers und die Mitarbeit des Patienten sowie dessen Umgang mit der Apparatur.⁷ Für diese Einflussfaktoren muss die statistische Auswertung korrigiert werden, was nicht immer der Fall ist.

In der Studie von Papakostopoulou beispielsweise ist eine erhöhte Bracketverluste in der Gruppe der mit Insignia™ behandelten Patienten beschrieben. Nun ist bekannt, dass jeder Bracketverlust mit einer Verzögerung der Behandlung verbunden sein kann.⁷ Ein Grund für die erhöhte Fehlerquote bei der Bracketpositionierung ist die Erfahrung des Behandlers. Ist diese nicht gegeben, könnte eine Verfälschung der Behandlungszeit die Folge sein. Hier braucht es auf wissenschaftlicher Ebene weitere Studien. Mindestens bis eindeutige Ergebnisse vorliegen, ist die konkrete klinische Erfahrung der Anwender dieser Apparatur meines Erachtens die zentrale Richtschnur in der Bewertung der Methode. Meine eigene Erfahrung habe ich in diesem Artikel beschrieben bzw. einfließen lassen.

Schlussfolgerungen

Die Behandlung von Patienten mit einer CAD/CAM-gestützten Behandlungsapparatur wie Insignia™ bietet dem Behandler und Patienten eine große Anzahl von Vorteilen:

- Individuelle Behandlungsplanung bezogen auf Patient und Behandler
- Positionierung der Wurzeln innerhalb physiologischer Grenzen (Mantrough)
- Mögliche Kombination mit DVT-Wurzeldaten
- Individuelle Torquwerte bezogen auf den Umfang der Einzelzahnbewegung (Torquekompensation)
- Vollständig individualisierte Behandlungsapparatur
- Überschaubare und intuitive Approver Software³
- Präzision und Effizienz

Um den Benefit dieses Systems vollumfänglich ausschöpfen zu können und den Zeitaufwand, den das Überprüfen und die Korrektur des Set-ups erfordert,

möglichst schnell zu reduzieren (sprich: die Lernkurve zeitnah zu überwinden), ist meiner Meinung nach eine initiale intensive Beschäftigung mit dem Approver notwendig. Für den Start mit dieser Apparatur sollten die individuellen Behandlungskriterien hinterlegt und ein Routine-Protokoll für die Therapieplanung erstellt sein.

Ähnlich wie bei manchen Sportarten braucht es aber die Bereitschaft und das Engagement, sich diesbezüglich vertieft und sowohl anhand eigener Behandlungspraxis als auch entsprechender Weiterbildungen zu qualifizieren. Hierfür stehen ein umfänglicher Support in Form von Approver-Schulung und intensiver Begleitung der ersten Fälle, Praxisschulungen, fortlaufende Unterstützung nach Bedarf, Anwendertreffen sowie Webinare zur Verfügung.

* www.ormco.de

kontakt



Dr. Gabriele Bündel

KFO Praxis
Dres. Friedrichs & Bündel
Freisinger Straße 1
85435 Erding
Tel.: +49 8122 86573
kontakt@kfo-erding.de
www.kfo-erding.de

sowie

Praxis Seehofer
Widenmayerstraße 7
80538 München
Tel.: +49 89 298888
rezeption@dr-seehofer.de
www.dr-seehofer.de

Dr. Gabriele Bündel



Literatur



Die Ermittlung von IOTN und PAR-Index an digitalisierten Modellen

Von Dr. Armin Watzer.

Für das Arbeiten mit kieferorthopädischen Unterlagen, insbesondere auch für die Übermittlung dieser Daten an Dentallabore und Fachkollegen, bietet die Digitalisierung vielfältige Vorteile. So sollen kieferorthopädische Behandlungsunterlagen an österreichische Krankenkassen künftig nur noch in digitalisierter Form übermittelt werden. Dabei sind korrekt bestimmte Indizes der Behandlungsnotwendigkeit anzugeben. Die Qualitätskontrolle soll ebenfalls an digitalisierten Modellen erfolgen. Das postalische Versenden von Formularen und Gipsmodellen wird obsolet, was wertvolle Zeit und Kosten sparen kann. Die Ermittlung kieferorthopädischer Indizes an digitalisierten Modellen erfordert sowohl Kenntnisse dieser Indizes als auch das entsprechende Know-how im Umgang mit geeigneten Vermessungsprogrammen. In diesem Artikel

wird die Anwendung am Beispiel der in Österreich verwendeten Indizes IOTN und PAR beschrieben.

IOTN

Der Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) zeigt die kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit einer Malokklusion an. Er wurde vor über 30 Jahren in Großbritannien entwickelt und ab dem Jahr 2015 in modifizierter Form in das österreichische Abrechnungssystem eingeführt.

So werden für Jugendliche bis zum 18. Geburtstag, die den Schweregrad IOTN 4 oder 5 aufweisen, die Kosten einer kieferorthopädischen Behandlung von der für sie zuständigen österreichischen Krankenkasse (ÖGK, BVAEB oder SVS) vollständig übernommen. Andere kieferorthopädische Behandlungen (Erwach-

sene, geringerer Schweregrad) sind in der Regel Privatleistungen. Zuschüsse hierzu werden von den Krankenkassen uneinheitlich gehandhabt.

Der kieferorthopädisch tätige Zahnarzt muss in der Lage sein, die richtige IOTN-Diagnose zu stellen, um einerseits dem Patienten zu einer möglichst gerechten Leistung seiner Krankenversicherung zu verhelfen und andererseits selbst zu einem gerechten Honorar zu kommen.

In den IOTN fließen sowohl Messungen als auch Ergebnisse der Anamnese sowie der klinischen Untersuchung ein. Daher ist nur der behandelnde Zahnarzt bzw. Kieferorthopäde in der Lage, eine korrekte IOTN-Diagnose zu stellen. Mitarbeiter der Krankenkassen sind ohne Untersuchung des Patienten nicht in der Lage, den Index of Orthodontic Treatment Need korrekt zu beurteilen, können aber die Plausibilität der Diagnose bestätigen.

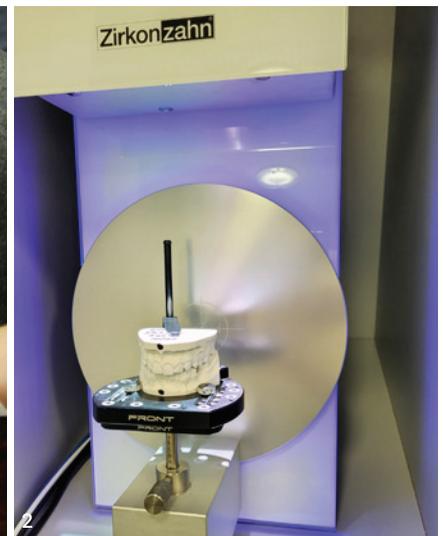


Abb. 1: Digitale Abformung mithilfe eines Intraoral-scanners. **Abb. 2:** Einscannen eines Gipsmodells mit einem Modellscanner. (Fotos: © Dr. Armin Watzer)

Digitale Herbst-Apparatur

mit verschiedenen Scharnieren erhältlich

orthotec
bbc LAB

Fachlabor für Schlafmedizin und Kieferorthopädie

ab **€ 449,-**



mit BioBite**Corrector** SA
Scharnier



mit Dentaorium Herbst TS
Scharnier



mit Scheu Herbst
Scharnier



Digitale Hyrax-GNE



Gutschein € 50,-

für Ihre erste Herbst-Apparatur-Bestellung in unserem Online-Shop

www.bbc-orthotec.de

BBC-Orthotec GmbH | Innsbrucker Str. 2 | D-83435 Bad Reichenhall
Tel.: 08651/9650099 | E-Mail: lab@bbc-orthotec.de | www.bbc-orthotec.de

alle Preise exklusive 7% Mehrwertsteuer, zzgl. Versandkosten, Gutschein-Angebot gültig bis 28.02.2022

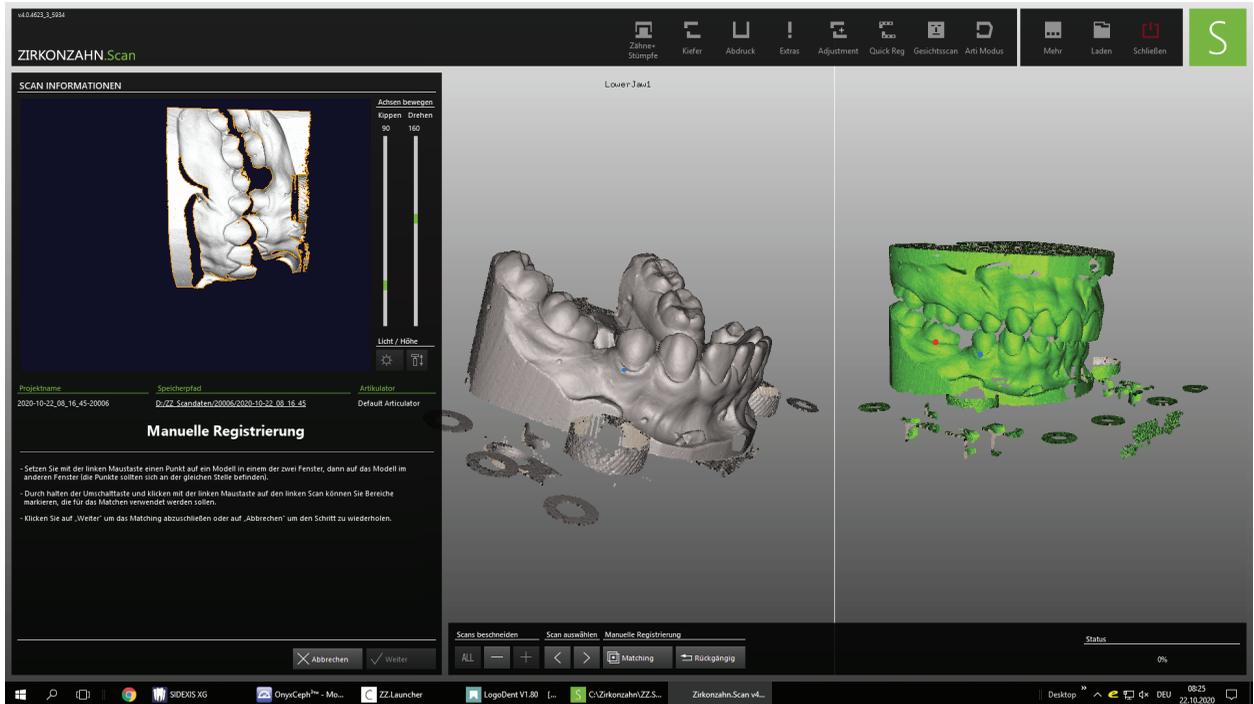


Abb. 3: Analoge Daten werden durch die Scanner-Software in digitale Daten umgewandelt.

PAR-Index

Der Peer Assessment Rating-Index (PAR-Index) beschreibt den Schweregrad einer Malokklusion mit einer einzigen Zahl. In Österreich findet der PAR-Index seit 2015 zur Beurteilung der kieferorthopädischen Behandlungsqualität durch die Krankenkassen Verwendung. Durch Vergleich des PAR-Index zu Beginn und am Ende kieferorthopädischer Behandlungen kann die Behandlungsqualität festgestellt werden. Ab einer Reduktion der PAR-Punkte um 30 Prozent kann von einer Verbesserung der Malokklusion gesprochen werden, ab 70 Prozent Reduktion von einer starken Verbesserung. Gute Kieferorthopäden sollten durch ihre Behandlungen im Durchschnitt eine PAR-Index-Verbesserung von 70 Prozent erreichen oder übertref-

fen. Im österreichischen kieferorthopädischen Kassenvertrag wird gefordert, dass der Vertragsinhaber durchschnittlich 70 Prozent Verbesserung erreicht. Findet die Behandlung bei einem Privatkieferorthopäden statt, so erhält der Patient (unter Verletzung des Prinzips der Gleichbehandlung) die volle Rückvergütung nur, wenn im jeweiligen Einzelfall die geforderten 70 Prozent Verbesserung nachweisbar sind.

Der kieferorthopädisch tätige Zahnarzt sollte in der Lage sein, den PAR-Index zu bestimmen und seine eigene Behandlungsqualität zu ermitteln. Nur so kann er die Richtigkeit der häufig intransparenten Entscheidungen der mit der Ermittlung der Behandlungsqualität befassten Stellen der Krankenkassen entsprechend beurteilen.

Erstellung und Aufbereitung digitaler Unterlagen

Zur digitalen Vermessung werden digitale Modelle des Oberkiefers, des Unterkiefers sowie die Relation der beiden Kiefer zueinander benötigt. Diese Unterlagen können sowohl mithilfe von intraoralen Scannern (Abb. 1) als auch durch das

Einscannen von Gipsmodellen (Abb. 2) erstellt werden.

Intraoralscanner erzeugen digitale Modelle, ohne dass zuvor ein analoges Gipsmodell hergestellt werden muss. Liegt hingegen ein analoges Modell vor, etwa weil auf diesem ein Behandlungsgerät hergestellt oder weil ältere Unterlagen nachgescannt werden sollen, so kann ein Modellscanner zur Generierung der digitalen Daten verwendet werden (Abb. 3). Die digitalen Daten müssen zunächst in ein Vermessungsprogramm importiert werden. Dort werden sie ausgerichtet (Abb. 4) und bei Bedarf beschnitten. Zudem können digitale Sockel erstellt werden. Die Beschriftung der Modelle (etwa für einen späteren Ausdruck) ist möglich. Das Vermessungsprogramm sollte die Besonderheiten der verwendeten Indizes erfassen können. Für den IOTN in Österreich bestehen vertraglich vereinbarte Besonderheiten zwischen der Zahnärztekammer und den Krankenkassen, die Unterschiede zum ursprünglich britischen IOTN bedingen. So wurden beispielsweise für das Vermessungsprogramm OnyxCeph™ der Firma Image Instruments eigene Module für die in Österreich verwendeten Indizes IOTN und PAR-Index entwickelt.

Hinweis

Alle Details zur korrekten Anwendung von IOTN und PAR-Index in Österreich sind in einem Handbuch des VÖK dargestellt (ISBN: 978-3-9519790-0-7).



Segmentierung der Modelle

Durch das Segmentieren (Abb. 5) werden die Zähne entsprechend dem FDI-Schema definiert und die jeweilige Zahnform vom Programm erkannt. Derart segmentierte Zähne können zueinander vermessen werden.

Vermessung der Modelle

Auch wenn das Programm einen Großteil der für die Vermessung und Auswertung erforderlichen Messpunkte selbstständig erkennt, sollten diese automatisch erstellten Punkte (beispielsweise die Kontaktpunkte) kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert werden. Einige wenige Messpunkte müssen zusätzlich vom vermessenden Kieferorthopäden definiert und per Mausklick angebracht werden (Abb. 6).

Einfügen klinischer Diagnosen

In viele kieferorthopädische Indizes fließen zusätzlich zu den Messergebnissen auch klinische Diagnosen am Patienten, Befunde aus den Unterlagen der bildgebenden Diagnostik sowie Überlegungen zur geplanten Behandlung mit ein. Das ist insbesondere beim IOTN der Fall, in sehr geringem Ausmaß auch beim PAR-Index. Diese Fakten müssen ebenfalls in das Programm eingegeben werden (Abb. 7).

Berechnung von IOTN und PAR-Index

Sind alle notwendigen Messpunkte und Abfragepunkte eingegeben, können geeignete Vermessungsprogramme den korrekten Index-Wert berechnen. Sowohl für den IOTN als auch PAR-Index existieren für das Programm OnyxCeph™ Module, die die Besonderheiten der Anwendung in Österreich berücksichtigen. Verschiedene Ansichten und Formulare, die die Ergebnisse der Analysen anzeigen, können generiert, gespeichert, verschickt oder ausgedruckt werden. Stehen der PAR-Index von Behandlungsbeginn und Therapieende zur Verfügung, so kann auch der Wert der PAR-Index-Verbesserung angezeigt werden (Abb. 8).

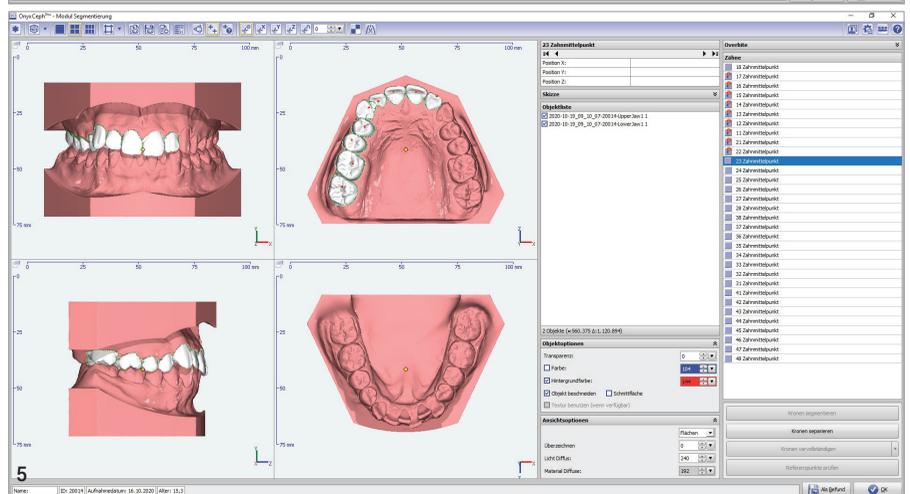
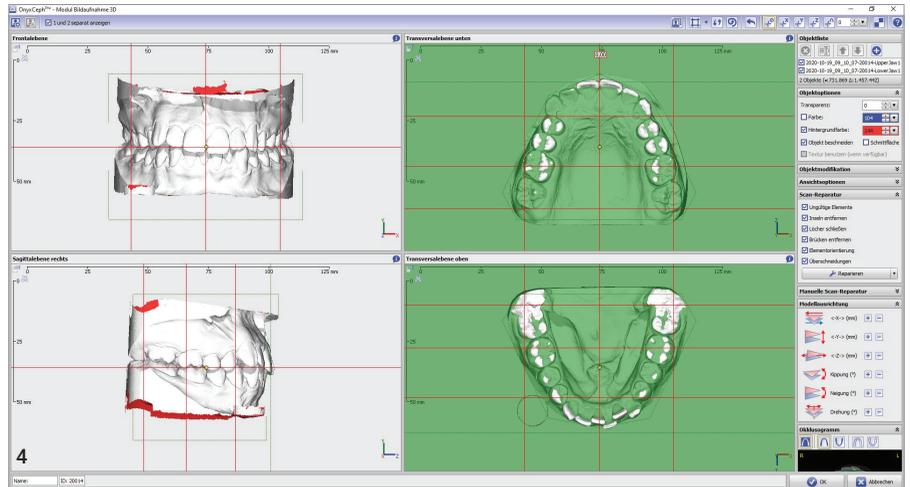


Abb. 4: Ausrichtung der digitalisierten Modelle im Vermessungsprogramm. **Abb. 5:** Durch das Segmentieren werden die einzelnen Zähne zu individuellen digitalen Objekten.

Verwendung digitaler Unterlagen für die Kommunikation mit Kollegen und Krankenkassen

Digitalisierte Unterlagen sind für die Kommunikation mit Dentallaboren oder anderen Praxen gut geeignet. Die Übermittlung ist ohne die Gefahren und Kosten des Postwegs rasch und sicher möglich – vorausgesetzt, datenschutzrechtlich unbedenkliche Übertragungswege werden eingerichtet. Details der Übertragungsart hängen von der verwendeten Software beim Sender und Empfänger ab. Kieferorthopädische Diagnoseunterlagen, insbesondere Zahnmodelle, sollten auf Wunsch der österreichischen Sozialversicherungsträger spätestens ab 1.1.2022 in digitaler Form von den behandelnden Kieferorthopäden an die zuständigen Krankenkassen übermit-

telt werden. Derzeit besteht für Vertragszahnärzte die Möglichkeit, solche Daten, einschließlich digitalisierter Modelle, über das Formularübermittlungssystem (FUS) des e-Card-Systems zu übermitteln. Für die Übermittlung derartiger Daten bei Privatbehandlungen bzw. bei Privatkieferorthopäden haben aber leider erst einige wenige Servicestellen der Krankenkassen die Möglichkeit des Uploads auf sogenannte SV-Boxen eingerichtet, während der Großteil der Kassenservicestellen noch überhaupt keine Möglichkeit zur Übermittlung digitaler Modelle bereitstellt. Es ist zu hoffen, dass in Kürze die derzeit noch säumigen Krankenkassenservicestellen ebenfalls sichere digitale Übermittlungswege für Unterlagen, auch von kieferorthopädischen Privatbehandlungen, einrichten werden.

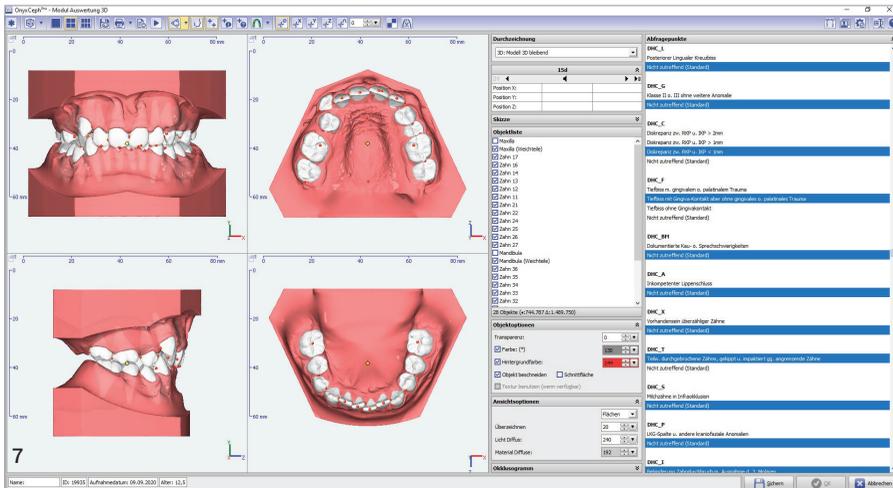
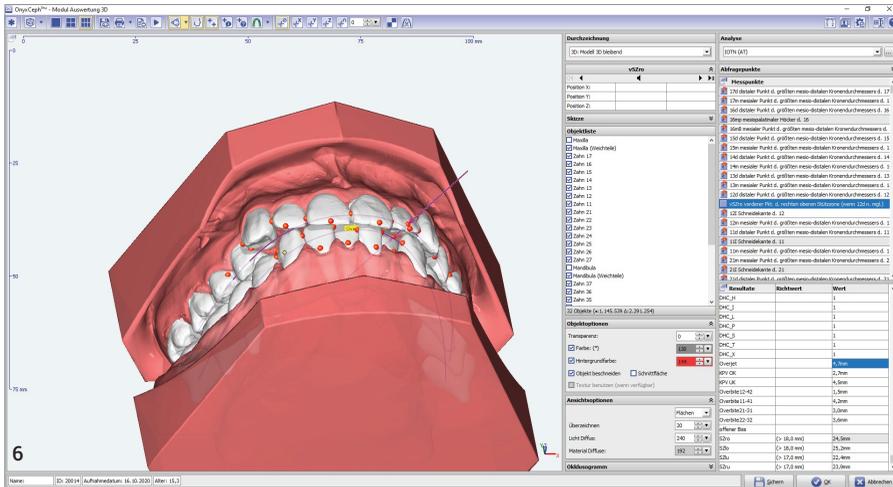


Abb. 6: Vermessung eines digitalen Modells. Abb. 7: Klinische Beurteilungen müssen ins Vermessungsprogramm eingegeben werden.

Vergleich analoge vs. digitale Vermessung

Beim Vergleich der digitalen Vermessung mit der „Handvermessung“ von Gipsmodellen sind mehrere Punkte zu berücksichtigen:

Zeitaufwand

Analoges Verfahren

Der Aufwand für die Abdrucknahme und Modellherstellung ist zu berücksichtigen. Für die Modellvermessung selbst benötigt ein erfahrener Kieferorthopäde für den IOTN kaum mehr als zwei Minuten, für den PAR-Index etwa fünf Minuten.

Digitales Verfahren

Statt der Abdrucknahme kann die Malokklusion mithilfe eines Intraoral-scanners eingelesen werden. Dies dauert in

der Regel länger als die analoge Abformung durch ein eingespieltes Praxisteam. Alternativ können analog hergestellte Gipsmodelle mittels Modellscanner (Desktop-Scanner) eingelesen werden.

Bis ein Modell digital vermessen werden kann, dauert es – je nach zur Anwendung kommenden Verfahren – unterschiedlich lange, wobei der Intraoral-scan zwar etwas mehr Zeit am Behandlungsstuhl benötigt, insgesamt aber am schnellsten ist.

Für die Vermessung digitaler Modelle im Vermessungsprogramm benötigt man etwa zehn bis zwölf Minuten. Dabei können IOTN und PAR-Index gleichzeitig bestimmt werden. Der Mehraufwand, den die Bestimmung des PAR-Index zusätzlich zum IOTN bedeutet, ist vernachlässigbar.

Kosten

Die Kosten für *Abdruckmaterial und Gips* können in diesem Vergleich beinahe vernachlässigt werden. Die Kosten der analogen Vermessung sind bei Weitem am niedrigsten.

Intraoralscanner sind dagegen sehr kostenintensiv. Teilweise fallen erhebliche Softwarelizenz-Gebühren an.

Modellscanner sind nur etwa halb so teuer wie Intraoralscanner. Sie stellen vor allem dann eine Alternative dar, wenn eine größere Zahl vorhandener Gipsmodelle eingescannt werden soll, beispielsweise zur Archivierung.

„Die Ermittlung kieferorthopädischer Indizes an digitalisierten Modellen erfordert sowohl Kenntnisse dieser Indizes als auch das entsprechende Know-how im Umgang mit geeigneten Vermessungsprogrammen.“

Archivierung und Dokumentation

Analoge Gipsmodelle verursachen in kieferorthopädischen Praxen ein enormes Platzproblem. Neben der Gefahr der Beschädigung beeinträchtigt das Platzproblem häufig auch die Wiederauffindbarkeit alter Modelle, wenn eine solche notwendig wird.

Digitale Modelle rufen hingegen kein physisches Platzproblem hervor. Solange die Festplatte (und deren Sicherungen) am Server genügend Kapazität hat und die entsprechende Software funktioniert, sind digitalisierte Unterlagen an ihrem Speicherort leicht und rasch auffindbar.

Erlernen der digitalen Vermessung

Für die Verwendung digitaler Vermessungsprogramme ist eine entsprechende Schulung anzuraten. Informationen über derartige Schulungen sind unter anderem auf der Homepage des Verbandes Österreichischer Kieferorthopäden (VÖK) ersichtlich.

Detailfragen zu den in Österreich verwendeten Indizes selbst, unabhängig von der Art der Vermessung, finden sich im Handbuch *IOTN und PAR-Index in Österreich*, das ebenfalls über den Verband Österreichischer Kieferorthopäden (VÖK) bezogen werden kann (www.voek.info).

Zusammenfassung

Kieferorthopädische Diagnoseunterlagen, insbesondere Zahnmodelle, können mit geeigneten Scannern (Intraoralscanner, Modellscanner) digitalisiert werden und stehen so für die Übermittlung an Dentalabore, Fachkollegen sowie Krankenkassen zur Verfügung.

Österreichische Krankenkassen wünschen, dass sie in naher Zukunft alle kieferorthopädischen Unterlagen in digitaler Form

von den behandelnden Kieferorthopäden erhalten. Unter der Voraussetzung, dass die Übermittlungsmöglichkeiten der Datensicherheit und dem Kapazitätserfordernis entsprechen, ist dies im Vergleich zur postalischen Verschickung von Gipsmodellen zeit- und kostensparend.

Die Diagnose des Ausmaßes der Behandlungsbedürftigkeit erfolgt in Österreich nach einem modifizierten IOTN. In diesen Index fließen zahlreiche klinische Untersuchungsergebnisse am Patienten, radiologische Befunde sowie Beurteilungen und Messungen am Modell ein. Für die Qualitätssicherung ist die Bestimmung des PAR-Index vor und nach der Behandlung erforderlich. Diese kann beinahe ausschließlich anhand der Zahnmodelle erfolgen.

Die Herstellung digitaler Modelle erfolgt entweder direkt mittels Intraoralscan oder indirekt durch das nachträgliche Einscannen von Gipsmodellen. Die Daten müssen in das Vermessungsprogramm eingespielt und die Modelle für die Vermessung aufbereitet werden. Für die eigentliche Vermessung sind eine Reihe der automatisch von der Software gesetzter digitaler Messpunkte gegebenenfalls zu überprüfen bzw. teilweise neu zu setzen sowie die Ergebnisse der klinischen Untersuchung einzugeben.

Der Zeitaufwand richtet sich nach der konkreten Vorgangsweise. Am schnellsten ist der Prozess bei Verwendung von Intraoralscannern, wobei der Kostenaufwand hier allerdings am größten ist.

Die für österreichische Kieferorthopäden verpflichtende Bestimmung des IOTN ist an digitalisierten Modellen zeitaufwendiger als an analogen Modellen. Im Rahmen der digitalen Analyse ist allerdings der Mehraufwand, den eine zusätzliche PAR-Analyse verursacht, vernachlässigbar.

kontakt



Dr. med. univ. Armin Watzer

Facharzt für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Pergerstraße 9
2500 Baden
Österreich
Tel.: +43 2252 48617
praxis@zahnarzt-baden.at
www.zahnarzt-baden.at



Praxisgemeinschaft Dr. Watzer
Pergerstr. 9/3
A-2500 Baden
Tel.: +43225248617

VÖK
VERBAND ÖSTERREICHISCHER KIEFERORTHOPÄDEN

Anfangsbefund

Patient: XXXXXXXXXX
Geburtsdatum: XXXXXXXXXX
PaßNr: XXXXXXXXXX
Alter: XXXXXXXXXX
Aufnahmedatum: XXXXXXXXXX

Versität: XXXXXXXXXX

PAR-Index (AT)	
Variable	Wert 1
PW 12d	2
PW 11d	0
PW OK-Mitte	1
PW 21d	0
PW 22d	5
PW ant. Segment OK	8
PW 42d	1
PW 41d	0
PW UK-Mitte	1
PW 31d	0
PW 32d	1
PW 21d, Segment UK	3
Linke u. rechte bukkale Okklusion	
PW sag. Okklusion rechte	2
PW vert. Okklusion rechte	0
PW transv. Okklusion rechte	2
PW sag. Okklusion links	2
PW vert. Okklusion links	0
PW transv. Okklusion links	0
Sagittaler Überbiss	
Overjet	
Overjet (2-2)	3,1mm
Ant. Kreuzbiss	
Ant. Kreuzbiss (3-3)	kein Kreuzbiss
PW Sagittaler Überbiss x1	6
Vertikaler Überbiss	
Offener Biss (2-2)	
PW Offener Biss	0
Overbite	
PW Vertikaler Überbiss x1	6
Mittellinie	
MLV	2,3mm
PW MLV x 4	4
PAR-Index	33
Beh.notwendigkeit	Behandlung

IOTN (AT)	
Variable	Wert 1
IOTN	5
SC	1
DHC A	1
DHC BM	1
DHC C	2
DHC D	4
DHC E	1
DHC F	3
DHC G	1
DHC H	1
DHC I	5
DHC L	1
DHC P	1
DHC S	1
DHC T	4
DHC X	1
Overjet	3,1mm
KPV OK	4,2mm
KPV UK	1,8mm
Overbite12-42	5,5mm
Overbite11-41	6,8mm
Overbite21-31	6,0mm
Overbite22-32	5,4mm
offener Biss	

Abb. 8: Formular mit IOTN- und PAR-Auswertung einschließlich Modell- und Röntgenansichten. (Abb. 3 bis 8: © Dr. Armin Watzer/Image Instruments)

Digitale Tools – optimierte Behandlungsplanung, Visualisierung und Vorhersagbarkeit

Von Dr. Rafi Romano, Kieferorthopäde aus Tel Aviv, Israel.



Wozu benötigen wir eine kieferorthopädische Simulation?

Marketing

Patienten „shoppen“ heute von einer KFO-Praxis zur anderen. Die Möglichkeit, ihnen bereits vor Behandlungsbeginn eine Simulation der angestrebten Zahnbewegungen zeigen zu können, stellt dabei definitiv einen Wendepunkt und Wegbereiter dar, der jedem Kieferorthopäden helfen wird, dem Patienten seine „Vision“ und die damit verbundenen Behandlungsaspekte zu erläutern.

Patientenaufklärung

Patienten werden heutzutage mit zahlreichen Desinformationen überhäuft, die sie insbesondere aus dem Internet, mitunter aber auch von anderen Behandlern erhalten. Manchmal werden ihnen z. B. Behandlungspläne offeriert, mit denen sie nichts anfangen können, die ihnen gar widersprüchlich erscheinen (z. B. Extraktion vs. Nichtextraktion). Mithilfe eines Ergebnissimulators, ein Scanner-integriertes Tool, wie es z. B. beim iTero®

Abb. 1a und b: Extraorale Aufnahmen, Gesicht von vorn und im Profil. Beachten Sie das unästhetische Lächeln aufgrund des offenen Frontzahnbisses. **Abb. 1c–h:** Intraorale Aufnahmen vor Behandlungsbeginn. Man beachte den unästhetischen anterior offenen Biss, den verengten Ober- und Unterkiefer mit negativem Kronentorque. Der Patient trägt metallene Zungensporen, die auf die oberen mittleren Inzisiven geklebt wurden. **Abb. 1i–k:** Panorama (i) und Fernröntgenseitenaufnahme (j) mit computergestützter Analyse (k). Es zeigte sich eine skelettale Klasse II-Malokklusion mit proklinierten Inzisiven im Ober- und Unterkiefer.

(Fa. Align Technology*) zur Verfügung steht, können Kieferorthopäden ihren Patienten zwei verschiedene (oder gar mehrere) Therapieoptionen vorstellen und ihnen dabei die Vor- und Nachteile des jeweiligen Behandlungsansatzes erläutern. Das Unbekannte wird für die Patienten dadurch in etwas visuell Greifbares, Nachvollziehbares verwandelt.

Planung am Behandlungsstuhl

Die Simulation ermöglicht es dem Kieferorthopäden, dem Patienten seine Vorstellungen (die in der Regel auf dessen jahrelanger Erfahrung, umfangreichen Fachwissen, aber auch auf ästhetischen Standards beruhen) direkt am Behandlungsstuhl zu erläutern, während dieser zusieht und Fragen stellen kann. Das gesamte Prozedere ist schnell und kann umgehend durchgeführt werden, also während der Patient noch in der Praxis ist und nicht erst einen Tag oder gar Wochen später.

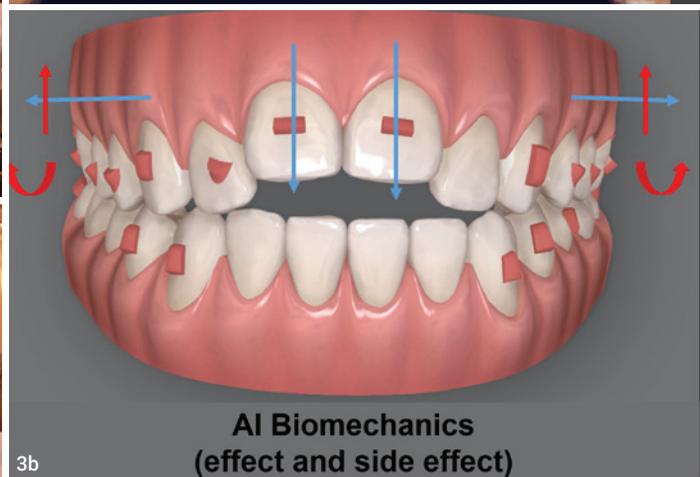
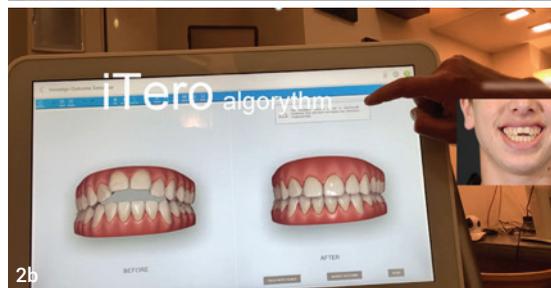
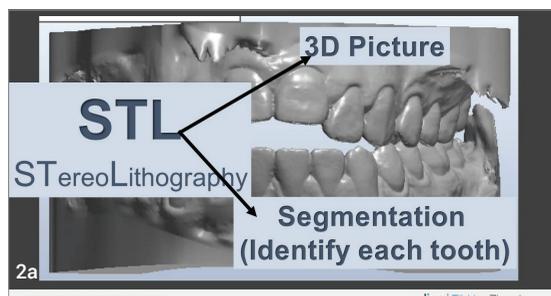
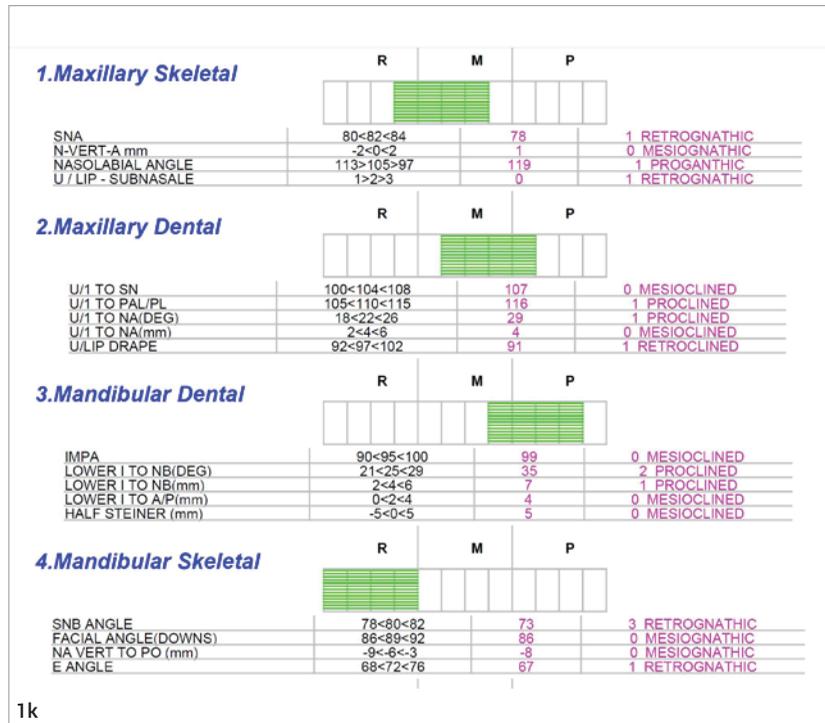


Abb. 2a–c: Die Simulation mithilfe der iTero® „Outcome Simulation“-Software ermöglicht es dem Behandler, die Zähne automatisch zu segmentieren, den KI-(künstliche Intelligenz)-Algorithmus zu verwenden und dabei persönliche Modifikationen und Präferenzen miteinzubeziehen. **Abb. 3a und b:** Auf KI sowie unserer Simulation basierender ClinCheck®-Plan. Attachments sind in optimaler Position und Form für eine bessere Vorhersagbarkeit der Zahnbewegung und zur Überwindung unerwünschter Nebeneffekte platziert.

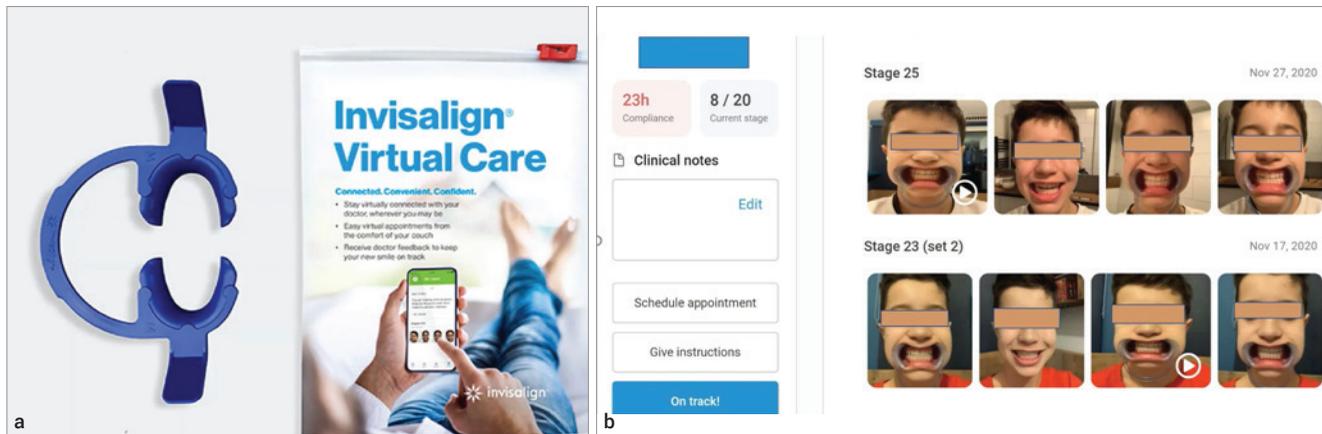


Abb. 4a und 4b: „Virtual Care“ von Align Technology. Hierbei senden die Patienten wöchentlich Fotos ihrer Zähne mit und ohne Aligner. Sie erhalten vom Behandler-Team dann entsprechendes Feedback und Kommentare.

„Mithilfe eines Ergebnis-simulators können Kieferorthopäden ihren Patienten verschiedene Therapieoptionen vorstellen und ihnen dabei die Vor- und Nachteile des jeweiligen Behandlungsansatzes erläutern.“

Der Team-Ansatz

Der Großteil der modernen Kieferorthopädie basiert auf einer interdisziplinären Behandlung. Sobald die kieferorthopädische Simulation abgeschlossen ist, kann diese gespeichert und z. B. mit dem all-gemeinzahnärztlichen Team und dem Zahntechniker geteilt werden, der sie kommentieren und dem Behandlungsplan weitere nützliche Informationen hinzufügen kann. Der Simulationsbericht kann darüber hinaus mit Anmerkungen

versehen werden, wodurch etwaige Missverständnisse von vornherein vermieden werden.

Individueller Behandlungsplan

Der Kieferorthopäde kann sich hierbei von Kollegen, die möglicherweise andere Behandlungspläne anbieten, abheben.

Vorhersagbarkeit

Der Behandler erhält die Möglichkeit, das angestrebte Therapieergebnis besser vorauszusagen und zudem unnötige Fehler zu vermeiden. Durch die Simulation bekommt er darüber hinaus sofortige und leicht zugängliche Informationen hinsichtlich behandlungsrelevanter Faktoren wie Zahngröße, Notwendigkeit einer ASR (approximale Schmelzreduktion) zur Auflösung eines Engstands oder zu Kontaktpunkten zur Umsetzung eines ästhetisch ansprechenden Ergebnisses.

Viele Kieferorthopäden verwenden zwar intraorale Scanner zur digitalen Abdrucknahme, nutzen aber die darin implementierten Optionen nicht voll aus. Der iTero® z. B. verfügt über eine automatische Segmentierfunktion, welche das dreidimensionale Bild in ein segmentiertes Modell verwandelt, in dem jeder einzelne Zahn identifiziert ist und in allen drei Dimensionen bewegt werden kann.

Wie die „digitale Reise“ tagtäglich in der Praxis des Autors vonstatten geht, lässt sich am besten anhand eines Invisalign®*-Fallbeispiels beschreiben.

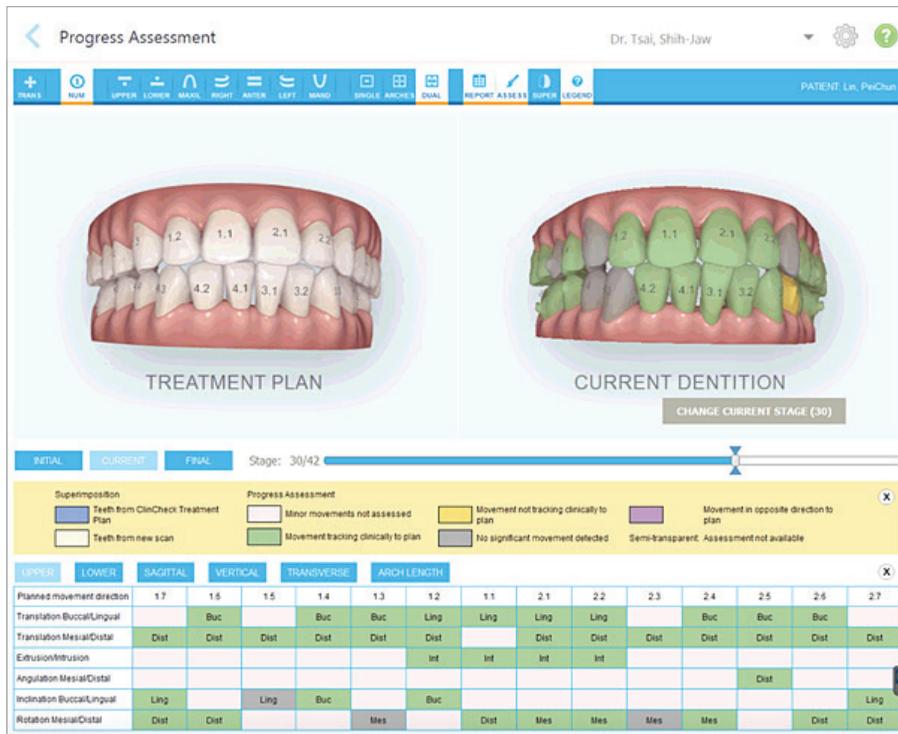


Abb. 4c: Das Monitoring erfolgt auch in der Praxis, mithilfe der iTero®-Software „Progress Assessment“. Wenn alle Zahnbewegungen wie geplant stattgefunden haben, werden sie entsprechend grün angezeigt.

Klinisches Fallbeispiel

Der 19-jährige Patient A. M. stellte sich nach bereits zwei absolvierten kieferorthopädischen Behandlungen, die leider beide relativ schnell rezidierten, in unserer Praxis vor. Wir stellten bei ihm eine skelettale Klasse II- und dentale Klasse I-Malokklusion fest, mit einem anterior offenem Biss sowie Intrusion der oberen mittleren Inzisiven. Die oberen und unteren Frontzähne waren prokliniert und beide Zahnbögen verengt (Abb. 1a bis k). Der Patient war zum Kieferchirurgen geschickt worden, nachdem sich der Biss erneut geöffnet und neben einem unästhetischen Aussehen zudem funktionelle Probleme verursacht hatte. Nun suchte er unseren Rat.

Die Herausforderung bestand darin, nicht nur den Fall zu diagnostizieren und einen entsprechenden Behandlungsplan anzubieten, sondern diesen mit dem Patienten zu besprechen und ihm dabei die verschiedenen Optionen aufzeigen

zu können. Und das alles direkt am Behandlungsstuhl. Digitale Tools und die dazugehörigen Technologien bieten uns heute die Möglichkeit, Zahn- und Kieferbewegungen in Sekundenschnelle zu simulieren. Intraoralscanner liefern uns

„Das Unbekannte wird für die Patienten in etwas visuell Greifbares, Nachvollziehbares verwandelt.“

dafür das erforderliche 3D-Bild, welches dann segmentiert werden sollte, um eine entsprechende Simulation zu erstellen, bei der jeder Zahn im Raum bewegt werden kann (Abb. 2a).

Dieser Prozess der Zahnsegmentierung wird durch den iTero®-Algorithmus binnen weniger Sekunden durchgeführt, indem man auf die im Scanner integrierte

Schaltfläche „Ergebnissimulation“ klickt. Der Algorithmus nutzt hierbei die Daten künstlicher Intelligenz (KI) aus Millionen von Scans und schlägt dem Behandler dann ein automatisches Set-up zur Ausrichtung der Zähne in jedem Zahnbogen und in der Okklusion vor (Abb. 2b).

Offensichtlich hat jeder Kieferorthopäde andere ästhetische und funktionelle Vorstellungen. Eine Modifizierung der Simulation kann daher einfach und direkt am Behandlungsstuhl vorgenommen werden, um dem Patienten dann anschließend den Prozess und die sich dahinter verbergenden Überlegungen zu zeigen (Abb. 2c). Die modifizierte Simulation kann mit dem Patienten, dem zahnärztlichen Team und dem Techniker entsprechend geteilt werden, der sie „kopiert“ und als Referenz für die Planungssoftware verwendet.

Die kieferorthopädische Behandlung im vorliegenden Fall umfasste die Erweiterung beider Zahnbögen, eine Verbesserung des negativen Kronentorques der



Abb. 5a–g: Intraorale Bilder (a–f) sowie frontale Gesichtsaufnahme (g) nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung. Beachten Sie die veränderte Form der oberen und unteren Zahnbögen sowie die Veränderung des Kronentorques im Seitenzahnbereich. Die oberen und unteren Inzisivi befinden sich jetzt in normaler Okklusion mit einem positiven Overjet und Überbiss.

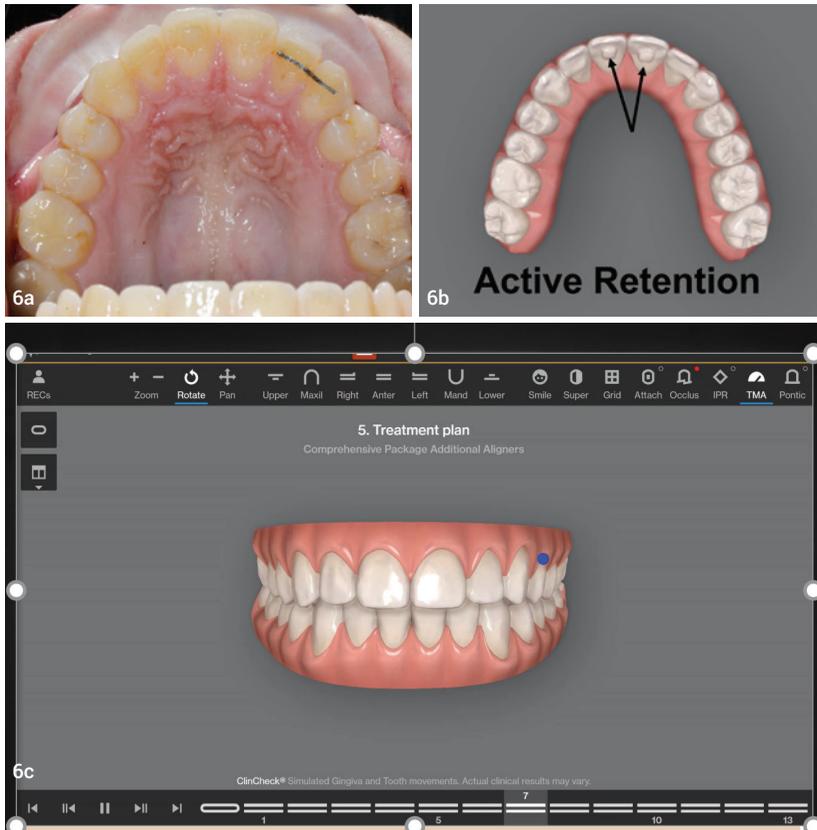


Abb. 6a und b: „Freihändige“ rechteckige Attachments auf den Zähnen 11 und 21. **Abb. 6c:** Zusätzliche Aligner mit 0,1mm anteriorer Extrusion. 13 Aligner erbringen insgesamt 1,3mm an Extrusion.

oberen und unteren Prämolaren sowie die Extrusion der oberen mittleren Inzisiven mittels Alignertherapie (Invisalign®). Wir nahmen eine Überkorrektur des Plans vor (z. B. Überextrusion der oberen mittleren Inzisiven und enge okklusale Kontakte im Seitenzahnbereich). Um die für die Zahnbewegung erforderlichen Kräfte in die richtige Richtung zu lenken, unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden und die angestrebten Bewegungen besser vorherzusagen, wurden Komposit-Attachments benötigt. Auch hier kommt künstliche Intelligenz zum Einsatz, um eine optimale Auswahl der Attachment-Form und -Position auf den Zähnen zu ermöglichen. Diese „automatischen“ Attachments werden dann von der Software platziert und als „optimierte Attachments“ bezeichnet (Abb. 3a und b). Ignorieren oder ändern wir diese Attachments von „optimiert“ in „normal“ (regular), geben wir die aus Millionen von behandelten Alignerfällen gewonnenen Erfahrungswerte auf.

Digitale Hilfsmittel werden nicht nur zur Simulation und Planung eines Falls, sondern auch zur Überwachung des erzielten Behandlungsfortschritts eingesetzt.

„Durch die Simulation bekommt der Behandler darüber hinaus sofortige und leicht zugängliche Informationen hinsichtlich behandlungsrelevanter Faktoren.“

„Virtual Care“ ist ein neues Tool, das Invisalign®-Nutzern heute kostenlos zur Verfügung steht. Für dessen Nutzung stellen wir unsere Patienten mit Wangenspreizern und einer speziellen Anwendung namens „my Invisalign“ aus. Sie schicken uns dann eine Reihe von Fotos ihrer Zähne, die sowohl mit als auch ohne eingesetzte Aligner von ihnen erstellt werden. Wir sehen uns diese Fotos wöchentlich zwischen den regulären Kontrollterminen an und senden den Patienten entsprechende Kommentare und Feedback zurück (Abb. 4a und b).

Die Kommunikation mit unseren Patienten hat sich dadurch enorm verbessert und wir haben eine viel bessere (zusätzliche) Kontrolle über die Behandlung und können ggf. zwischendurch eingreifen. Dank dieser digitalen Option sehen wir unsere Patienten oft nur noch alle acht bis zehn Wochen, was Zeit am Behandlungsstuhl spart und für den Patienten angenehmer ist (besonders in diesen COVID-19-Zeiten).

Das Monitoring erfolgt hierbei auch in der Praxis, und zwar mit der „Progress Assessment“-Software, einem weiteren im Scanner integrierten Tool. Wir verwenden dieses, um die tatsächliche Zahnstellung mit dem geplanten ClinCheck® zu vergleichen. Anhand verschiedener Farben können wir dabei erkennen, welche Zähne sich entsprechend der Planung bewegt (grün), welche Zähne sich nicht bewegt (gelb) und welche sich in die entgegengesetzte Richtung bewegt haben (lila) (Abb. 4c). Die angestrebten Zahnbewegungen erfolgten bei unserem Patienten wie vorgesehen.

Die Herausforderung bestand darin, zukünftige Rezidive zu vermeiden, wie sie der Patient in der Vergangenheit bereits zweimal erlitten hatte. Zu diesem Zweck galt es, die entsprechende Ursache zu beseitigen. So hatte der Patient leider die Angewohnheit, mit seiner Zunge gegen die Frontzähne zu stoßen. Zudem wies

er eine hypotone Muskulatur sowie eine Tendenz zur Verengung des Zahnbogens und zur Intrusion der oberen mittleren Inzisiven auf. Aus diesem Grund klebten wir zwei „freihändige“ rechteckige Attachments auf die Zähne 11 und 21 (Abb. 6a und b). Zur Fertigung zusätzlicher Aligner wurde der Patient nochmals intraoral gescannt. Der Plan umfasste insgesamt 1,3mm an anteriorer Extrusion, bei 0,1mm pro Aligner (13 Aligner; Abb. 6c). Da der Patient im Frontzahnbereich interinzisale Kontakte aufwies, erwarteten wir hierbei keine tatsächliche Extrusion, sondern



Abb. 7a und b: Übungen für zu Hause zur Stärkung der Gesichtsmuskeln und zur Behebung der Angewohnheit des Zungenstoßens. **Abb. 7c:** Sogenannter Froschmund (Froggy Mouth). Er bietet dem Kliniker einen neuen therapeutischen Ansatz für das neuromuskuläre Re-Training der atypischen Deglution und dysfunktionalen Deglution bei Patienten. **Abb. 7d.1 bis 7d.3:** MYOSPOTS zum Trainieren einer korrekten Zungenposition. MYOSPOTS sind kleine kreisförmige Pads aus biologisch abbaubaren, natürlichen Polymeren, welche in verschiedenen Geschmacksrichtungen erhältlich sind. Sie verfügen über eine starke Haftkraft, die es ihnen ermöglicht, leicht auf der Gaumenoberfläche zu haften. (Fotos: © Myospots)

eher eine Bewegung, welche der Tendenz zur anterioren Intrusion, wie sie in der Vergangenheit bereits zweimal aufgetreten ist, entgegenwirkt.

Außerdem zeigten wir dem Patienten Übungen zur Stärkung der Gesichtsmuskeln und zur Abgewöhnung seiner Zungenstoßgewohnheit (Abb. 7a und b). Diese Übungen sollten täglich zu Hause und mit wöchentlicher Unterstützung durch einen myofunktionellen Therapeuten durchgeführt werden. Dem Patienten wurde zudem ein „Froggy Mouth“ gegeben, eine effektives Hilfsmittel zur myofunktionellen Korrektur seines atypischen Schluckmusters (Abb. 7c). Es bietet dem Kliniker einen neuen therapeutischen Ansatz für das neuromuskuläre Re-Training der atypischen und dysfunktionalen Deglution seiner Patienten.³

Darüber hinaus bekam der Patient MYOSPOTS. Hierbei handelt es sich um kleine kreisförmige Spots (eine Art Tablette mit unterschiedlichen Geschmacksrichtungen) aus biologisch abbaubaren natürlichen Polymeren mit starker Klebekraft, die leicht an der Oberfläche des Gaumens haften (Abb. 7d) und die Zunge dadurch unwillkürlich veranlassen, sich anzuheben und diese Spots zu berühren. Das wiederholte Anheben der Zunge zum Berühren und Auflösen des haftenden Spots stellt ein gezieltes Training für die Zungenmuskulatur dar, um deren Tonus zu erhöhen.

Im vorliegenden Fall erfolgte die Zahnbeugung wie geplant, sodass die Behandlung in weniger als fünf Monaten abgeschlossen werden konnte.

* www.aligntech.com

kontakt



Rafi Romano, DMD, MSc

Habarzel Street 34
69710 Tel Aviv
Israel
Tel.: +972 3 6477878
rafi@drromano.com
www.drromano.com



Unser Weg in die digitale Kieferorthopädie und zur digital designten Herbst-Apparatur

Von Dr. Tamina Pasin.

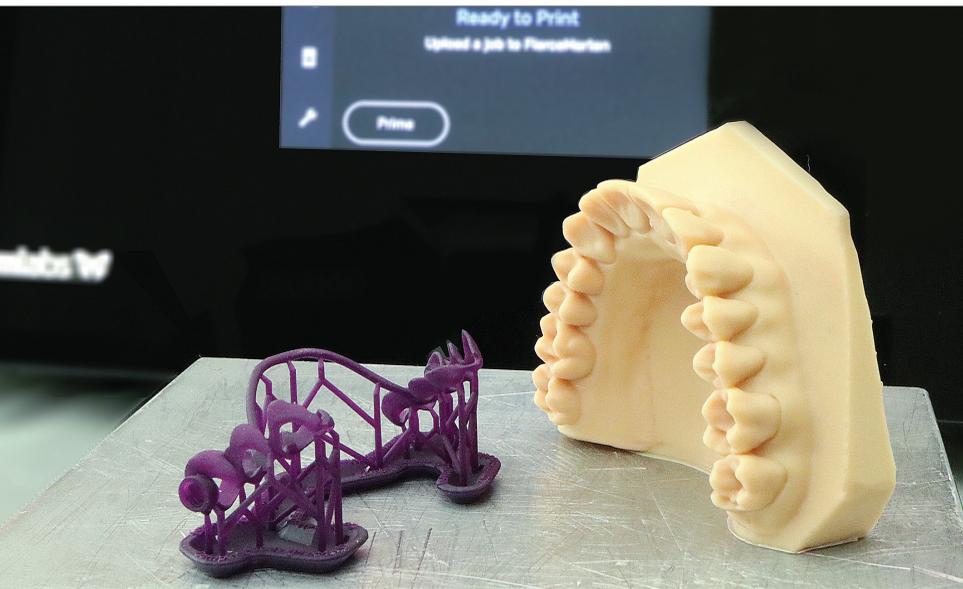


Abb. 1: 3D-Modell und 3D-Druck mit Support.

Ohne Zweifel bietet heute ein Intraoral-scanner viele Vorteile. Die direkte Visualisierung von Zahn(fehl)stellung und (Mal-)Okklusion sowie die Simulation eines möglichen Therapieergebnisses erleichtern die Behandlungsplanung und Kommunikation mit den Patienten sowie den Kollegen. Die digitalen Modelle können anschließend direkt am Computer analysiert und archiviert werden mit dem Vorteil, dadurch viel Stauraum und Zeit einzusparen. Darüber hinaus kann die digitale Abformung für Patienten mit starkem Würgereiz angenehmer als eine konventionelle Abformung mit Abformmaterial sein. Des Weiteren wird die Zusammenarbeit mit Fremdlaboren durch den digitalen Versand der virtuellen Modelle in Form eines STL-Datensatzes beschleunigt und vereinfacht.

Wir arbeiten mit der KFO-Software ivoris® ortho (Computer konkret AG, Falkenstein, Deutschland) und haben uns hier die 3D-Module freischalten lassen. Dadurch ist eine digitale Visualisierung, Modellanalyse (Vermessung) und der digitale Versand an ein Fremdlabor möglich.

Der nächste Schritt „unseres Wegs in die digitale Kieferorthopädie“ war die Anschaffung eines 3D-Druckers mit entsprechender Software. Mittels dreidimensionalen Drucks kann der digitale Modelldatensatz in ein physisches Modell aus Kunststoff umgewandelt werden (Abb. 1).

Was konnten wir zum damaligen Zeitpunkt der Anschaffung drucken? Die Antwort ist ziemlich simpel: nur den digitalen Modelldatensatz. Auf den gedruck-

ten Modellen sollte unser Zahntechniker dann herausnehmbare und festsitzende Apparaturen im Labor fertigen. Da die Herstellung der gestreuten Apparaturen (z. B. Platten und FKO-Geräte) auf einem Kunststoffmodell anstatt auf einem Gipsmodell erfolgt, muss hierbei jedoch eine „Kunststoff-gegen-Kunststoff-Isolierung“ verwendet werden.

→ Unser Fazit aus dieser teilweise digitalen Prozesskette lautet: Analog bzw. konventionell hergestellte Apparaturen bedürfen analoger Prozesse, damit diese effizient bleiben. Das Herstellen konventioneller Apparaturen (z. B. aktive und passive Platten) ist auf Gipsmodellen einfacher, schneller und kostengünstiger. Unserer Meinung nach lohnt sich ein Intraoral-scanner dafür nicht. Für Apparaturen, die hingegen vollständig digital hergestellt werden können, stellt ein digitaler Workflow eine effektive und interessante Alternative dar, was im Folgenden detailliert beschrieben wird.

Komplett digitaler Workflow

Folgende kieferorthopädische Behandlungsapparaturen und Arbeitsprozesse können digital geplant und hergestellt bzw. umgesetzt werden:

- Aligner
- Modellguss-Apparaturen, z. B. Hyrax-GNE-Apparatur (Abb. 2), Zungengitter (Abb. 3)
- digitale Herbst-Apparaturen (Abb. 4–6)
- digitaler Schienen-Twin-Block
- digitale Platzierung von Minischrauben (TAD) mit Bohrschablone
- digitale Platzierung von Brackets für die indirekte Klebetechnik.

WE LOVE COMPLEX ALIGNER TREATMENTS.

We are your **centre of competence**
for digital treatment planning in complex
aligner orthodontics.



inviSolution is now
www.tpsolution.com

 **TP SOLUTION**



Abb. 2: Digitale Hyrax-GNE-Apparatur. Abb. 3: Digitales Zungengitter. Abb. 4: Digitales BBC-Herbst-Scharnier. Abb. 5: Herbst-Apparatur, SCHEU DENTAL. Abb. 6: Herbst TS, Dentaurum.

Viele Kollegen erwerben als Einstieg in den digitalen Workflow eine Aligner-Software für die In-House-Herstellung der Korrekturschienen. Das ist eine sinnvolle Investition, da die Nachfrage nach Aligner-

geräten immer größer wird und die Aligner-Software im Vergleich zu anderen Softwaremodulen besonders ausgereift und anwenderfreundlich ist. Da diese Softwarelösungen nicht nur von Kieferortho-

päden genutzt werden, sind der Markt und die Auswahl für Aligner-Software-Module entsprechend groß. Deshalb sind auch die Kosten einer solchen Investition für Kieferorthopäden überschaubar. Außer der Software werden ein 3D-Drucker sowie ein Tiefziehgerät benötigt. In unserer Praxis wollten wir jedoch nicht nur Aligner digital planen, sondern auch unsere neu entwickelte Anti-Schnarchschiene (BioBiteCorrector® Sleep Appliance*) sollte digital konstruiert und hergestellt werden. Speziell dafür wurde eine neue Version des BioBiteCorrectors®* vollständig aus Titan entwickelt. Die Schienen, an denen das BBC®-Teleskop einpolymerisiert wird, sollen hierbei nicht tiefgezogen, sondern im digitalen CAD/CAM-Verfahren gefräst werden. Das Vorhaben, die Schienen digital zu designen und anschließend zu fräsen, stellte eine unerwartet große Herausforderung für uns dar. Die Schwierigkeit lag darin, eine Software zu finden, die nicht nur eine Schiene in einem Kiefer, sondern beide Schienen gleichzeitig im Ober- und Unterkiefer konstruieren kann. So beschäftigten wir uns intensiv mit verschiedenen Softwarelösungen von exocad, 3Shape, Image Instruments (OnxyCeph) und Dentsply Sirona (InLab). Für die digitale Planung der Schienen haben wir uns schließlich für die CAD-Softwarelösung von 3Shape entschied-

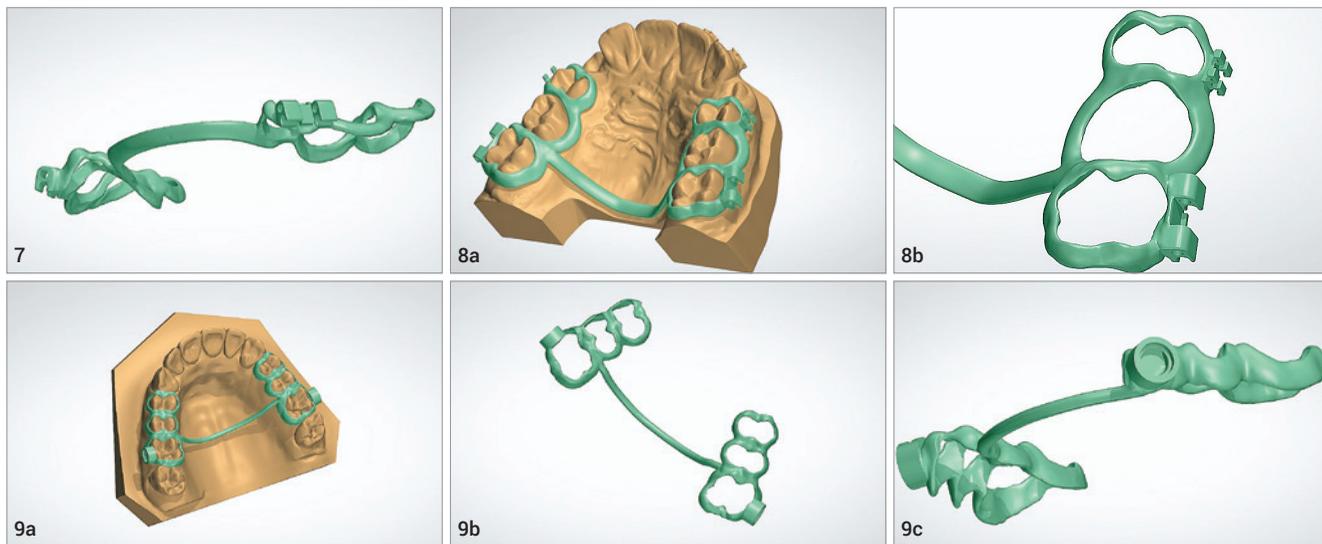


Abb. 7: CAD-3D-BBC-Herbst. Abb. 8a: CAD-3D-Design BBC-Herbst, Oberkiefer mit Modell. Abb. 8b: CAD-Gerüst BBC-Herbst mit Brackets und Attachments. Abb. 9a: CAD-3D-Design Standard-Herbst, Oberkiefer mit Modell. Abb. 9b: CAD-3D-Gerüst Standard-Herbst, Oberkiefer. Abb. 9c: CAD-Detailaufnahme Hülse, Standard-Herbst.

den und diese bei TEAMZIEREIS erworben, da uns ein sehr guter Support wichtig ist. Zum Fräsen der Schienen kaufen wir eine 5-Achs-CNC-Fräsmaschine. Nachdem wir gelernt hatten, die digitalen Apparaturen nach dem Prinzip Scan, Computer-Aided Design (CAD-Software) und Computer-Aided Manufacturing (CAM, 3D-Drucker, CNC-Fräse) herzustellen, waren wir der Meinung, dass sich der digitale Workflow effizient und zeitsparend auf unsere Arbeitsabläufe in der Praxis auswirken wird. Wir suchten nach neuen Zielen und digitalen Herausforderungen. So gründeten wir schließlich ein gewerbliches KFO-Labor (BBC-Orthotec Lab), um Kollegen an unserem neu gewonnenen Know-how und dem digitalen Herstellungsprozess der Apparaturen teilhaben zu lassen.

→Fazit: Für die langfristige Erleichterung und Beschleunigung von Arbeitsprozessen und die Herstellung von Apparaturen mit höchster Qualität und Passform führt unserer Meinung nach kein Weg an einem vollständig digitalen Workflow vorbei.

Digitale Herbst-Apparatur

Verschiedene Herbst-Apparaturen unterschiedlichen Gerätedesigns lassen sich digital fertigen, beispielsweise das

- Scheu-Herbst-Scharnier (Abb. 5)
- Dentaurum Herbst TS-Scharnier (Abb. 6)
- BioBiteCorrector (BBC) Herbst-Scharnier (Abb. 4)

Festsitzende Klasse II-Apparaturen mit einem Herbst-Funktionsprinzip (ohne Feder) korrigieren besonders effizient eine Klasse II-Anomalie. Warum? Festsitzend bedeutet wenig erforderliche Mitarbeit und 24-Stunden-Wirksamkeit. Aus diesen Gründen führt das Herbst-Scharnier oft schneller zur Bisslagekorrektur mit einer höheren Erfolgsquote als der Einsatz eines herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Therapiegeräts. Auch bei geringer Unterkieferrücklage favorisieren wir festsitzende Klasse II-Geräte, sobald uns der Zahnstatus dies erlaubt.

Das Volumen einer klassischen Herbst-Apparatur mit Standard-Herbst-Scharnier, das im konventionellen Modellgussverfahren hergestellt wird, ist im Mund



Abb. 10: Metalldruck der Apparatur im Laser-Melting-Verfahren. **Abb. 11a:** 3D-Druck des Kunststoffgerüsts mit aufgesteckten Hülsen zum Anguss. **Abb. 11b:** Detailansicht der gedruckten Modellgusschiene mit Retention zum Aufstecken der Gewindehülse. **Abb. 11c:** Detailansicht der gedruckten Modellgusschiene mit aufgesteckter Gewindehülse. **Abb. 11d:** Gegossener 3D-Druck der Modellgusschiene mit Hülsen (Castable-Wax-Resin-Verfahren). **Abb. 12:** Gewindehülse mit Schraube zur Befestigung des Scharniers an den Modellgusschienen.

bekanntermaßen sehr raumfordernd bzw. groß. Wir haben uns gefragt, ob eine digital geplante Herbst-Apparatur graziler konstruiert werden kann. Dies ist definitiv mit einem „Ja“ zu beantworten!

Wo liegen die Vorteile einer digitalen Herbst-Apparatur?

Es beginnt bereits mit der CAD-Konstruktion der Modellgusschienen (Abb. 7). Die „Bänder“ besitzen eine homogene Bandstärke. Es kann daher alles graziler, präziser und ästhetischer konstruiert werden als eine manuell hergestellte Herbst-Apparatur. Auch das häufig von Patienten als unangenehm empfundene Anpassen der Bänder entfällt.

In die Modellgusschienen können Sollbruchstellen oder Debonding-Attachments eingeplant werden. Auch sind Brackets an den Prämolaren einplanbar (Abb. 8a und b). Diese werden dann nicht angeschweißt oder angeklebt, sondern aus einer Einheit mit dem Band gegossen. Die Herbst-Attachments (Gewindehülsen von SCHEU DENTAL oder Dentaurum etc.) für die Aufnahme des Scharniers können sehr nah an die Zähne platziert und gleichzeitig die Scharniere perfekt parallel ausgerichtet werden (Abb. 9a–c). Sobald die digitale Konstruktion des Scharniergerüsts abgeschlossen ist, gibt es zwei Möglichkeiten für die Herstellung im CAM-Verfahren. Die 3D-Konstruktion der Apparatur kann entweder



Abb. 13a: Modellgusschiene mit zwei Attachments. **Abb. 13b:** Steckverbindung Edelstahl draht der Dimension 0,8 mm. **Abb. 13c:** Edelstahl draht in mesiodistaler Richtung durch Attachments und BBC-Scharnier geschoben. **Abb. 13d:** Feste Verbindung des BBC-Scharniers mit der Modellgusschiene durch umgebogenen Edelstahl draht.

direkt im Laser-Melting-Verfahren (selektives Laserschmelzen, Metalldruck) gedruckt werden (Abb. 10).

Alternativ ist es möglich, die 3D-Konstruktion mit Castable-Wax-Resin im 3D-Drucker zu drucken und anschließend im Feingussverfahren herzustellen (Abb. 1 und 11b).

druck) und dem Castable-Wax-Resin-Druckverfahren. Bei der Herstellung im Laser-Melting-Verfahren muss die Gewindehülse später an die Modellgusschienen angeschweißt werden. Eine Schweißnaht kann eine Schwachstelle darstellen und zum Lösen oder Abbrechen der Gewindehülse von der Modell-

„Das Herstellen konventioneller Apparaturen (z.B. aktive und passive Platten) ist auf Gipsmodellen einfacher, schneller und kostengünstiger.“

Bei der Verwendung eines Herbst-Scharniers der Firmen Dentaforum oder SCHEU DENTAL muss das Scharnier an die Modellgusschienen bekanntermaßen angeschraubt werden. Dazu werden Gewindehülsen (Abb. 12) mitgeliefert, die mit den Modellgusschienen fest verbunden sein müssen.

Wie werden die Gewindehülsen einer digital hergestellten Apparatur mit den Modellgusschienen fest verbunden? Hier besteht der große Unterschied zwischen dem Laser-Melting-Verfahren (Metall-

gusschiene führen. Dies bedeutet einen „Totalschaden“ der Apparatur.

Im Castable-Wax-Resin-Verfahren werden die Gewindehülsen mit den Retentionen durch die Gusslegierung während des Feingussverfahrens ummantelt und bilden eine stabile Einheit. Das Castable-Wax-Resin-Druckverfahren wird im Detail in den Abbildungen 11a bis d gezeigt. Durch diesen Anguss ist kein Anschweißen mehr notwendig. Die Gewindehülse ist dadurch deutlich stabiler an den Modellgusschienen befestigt.

Digitale BioBiteCorrector® Herbst-Apparatur

Natürlich hatten wir uns auch zum Ziel gesetzt, eine digitale Herbst-Apparatur mit einem BioBiteCorrector®-Scharnier zu entwickeln (Abb. 4). Unsere Intention war es, die Vorteile einer stabilen Modellgusschiene (kein Lösen von Brackets, kein Bogenbruch) und die Vorteile des grazilen BBC-Scharniers zu vereinen. (Das BioBiteCorrector® Herbst-Gerät ist eine moderne, neuartige Version des klassischen gegossenen Herbst-Scharniers. In früheren KN-Artikeln wurde bereits auf die Vor- und Nachteile des BioBiteCorrectors® und von festsitzenden Klasse II-Geräten in Kombination mit einer Multibracket-Apparatur eingegangen.)

Eine Besonderheit stellt beispielsweise dar, dass für die Geräteplanung kein Konstruktionsbiss erforderlich ist. Wie ist das möglich? Die Antwort liegt in den Kugelgelenken des BBC, welche das Scharnier ausrichten. Das Labor benötigt lediglich die Angabe, wie der Unterkiefer positioniert werden soll (z.B. Unterkiefer mit 1 mm Overjet positionieren). Natürlich

kann ein Konstruktionsbiss zur Ergänzung zugesendet werden.

Die zweite Besonderheit ist, dass das BBC-Scharnier nicht an die Modellguss-schiene angeschraubt wird. Es ist eine Draht-Steckverbindung. Diese wird im Detail in den Abbildungen 13a bis d gezeigt. Die Verbindung besteht aus zwei Attachments (Körper), welche sich vor und hinter dem Scharnier befinden (Abb. 13a). In der Mitte ist der Körper vom Scharnier. Alle drei Körper besitzen eine Bohrung bzw. ein Loch, durch welches ein Drahtstück durchgeschoben werden kann und somit die drei Teile verbindet (Abb. 13c und d).

Die zwei Attachments vor und hinter dem Körper sind digitale 3D-Körper, sie werden mit der digitalen Konstruktion verbunden (Abb. 8b). Dadurch bilden die Modellguss-schienen und das BBC-Attachment eine Einheit. Die Attachments werden somit nicht wie die Gewindehülsen eines klassischen Herbst-Scharniers angeschweißt oder angegossen. In diesem Bereich kann daher nichts brechen.

Die Kopplung zwischen den Attachments und dem Teleskop erfolgt mit einem 0,8 mm-Edelstahldraht (Abb. 13b und c). Die Drahtdimension ist im Bereich von 0,7 bis 0,9 mm frei wählbar. Somit können Drahtstück und Scharnier direkt chairside ausgetauscht werden. Während unserer zweijährigen klinischen Testphase ist das BBC-Teleskop häufig gebrochen. Dieses Problem kannten wir in solch einem Ausmaß bisher nicht vom BBC-Scharnier an einer Multibracket-Apparatur. In Kombination mit einer Modellguss-schiene erhöhte sich die Bruchhäufigkeit exorbitant, weshalb wir ein vollständig neues und stabileres Tele-

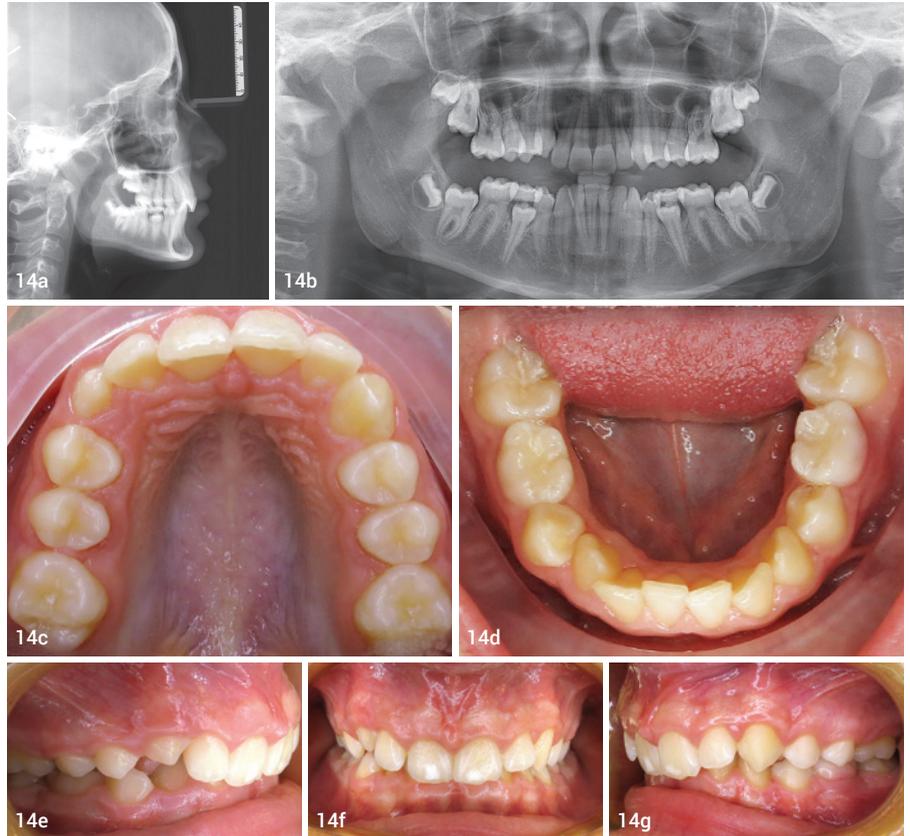


Abb. 14a und b: FRS (a) und OPG (b) Anfangsdiagnostik. **Abb. 14c–g:** Intraoralaufnahmen Anfangsdiagnostik: OK-Aufsicht (c), UK-Aufsicht (d), lateral rechts (e), frontal (f) und lateral links (g).

skop für das BBC-Herbst-Gerät entwickeln ließen. Trotzdem bleibt das BBC-Teleskop in dieser Kombination das schwächste Element der Apparatur.

Im Folgenden sind die Vorteile des BBC-Herbst auf einen Blick aufgelistet:

- hoher Tragekomfort durch flaches und graziles Design
- Konstruktionsbiss nicht erforderlich
- hohe Patientenakzeptanz durch Scharnier-Positionierung zentral an OK6 und UK4

- alle Komponenten bei Reparaturen direkt chairside austauschbar
- vertragszahnärztliche Kassenleistung, BEL (über BBC-Orthotec-Labor)
- generelle Vorteile des bewährten BioBiteCorrector-Scharniers (Kugelgelenkdesign für höheren Tragekomfort; mögliche Laterotrusion mit ausreichender Mundöffnung; reduzierte Kraftbelastung; Multiteleskop-Design für weite Mundöffnung ohne Entkopplung).

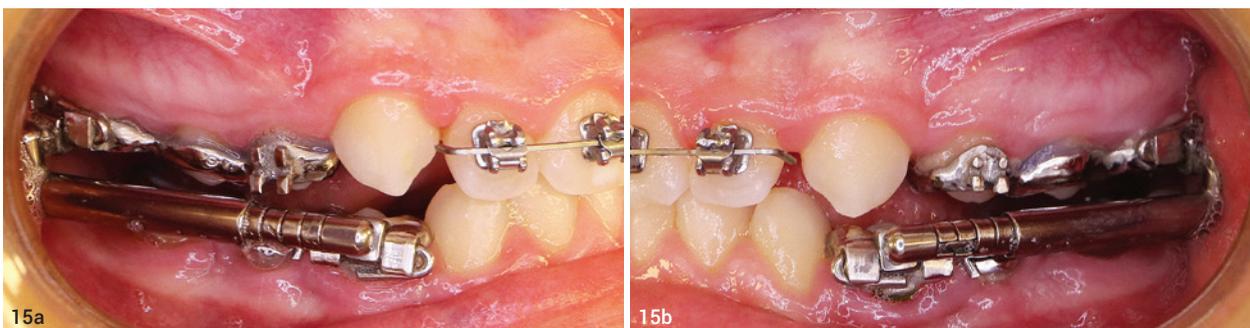


Abb. 15a und b: BBC-Herbst und Brackets in situ.



Abb. 16a und b: FRS (a) und OPG (b) nach Ausbau der Herbst-Apparatur. **Abb. 16c–g:** Intraoralaufnahmen nach Ausbau der Herbst-Apparatur: OK-Aufsicht (c), UK-Aufsicht (d), lateral rechts (e), frontal (f) und lateral links (g).

Eine weitere Variante: Modellgusschienen aus Titan

Besteht eine Allergie gegen Edelstahl, kann eine BBC-Herbst-Apparatur auch vollständig aus Titan hergestellt werden. Die Modellgusschiene wird dann im Laser-Melting-Verfahren aus Titan gedruckt. Das BBC-Scharnier besteht bereits vollständig aus Titan und der Edelstahldraht wird durch einen Titandraht ersetzt.

Klinisches Prozedere

Die Apparatur wird im Oberkiefer bereits vormontiert geliefert. Die Oberkiefer-Modellgusschiene wird mit montiertem Scharnier im Oberkiefer eingeklebt bzw. einzementiert. Bei Letzterem empfehlen wir zur Trockenlegung das Nola Dry Field System (Great Lakes Orthodontics, New York/USA). Als Kleber haben wir bezüglich der Haftfestigkeit gute Erfahrungen mit Neoband Light

Cure Band Zement (Dentsply Sirona, Bensheim/Deutschland) oder Ultra-Band Lok (Reliance Orthodontic Products, Itasca IL/USA) gemacht. Anschließend wird die Unterkiefer-Modellgussbasis ohne Scharnier eingeklebt. Nachdem beide Modellgusschienen adhäsiv eingesetzt wurden, wird der Verbindungsdraht im Unterkiefer in mesial-distaler Richtung durch die Attachments geschoben, wodurch das Scharnier mit der Modellgusschiene fest

„Für Apparaturen, die vollständig digital hergestellt werden können, stellt ein digitaler Workflow eine effektive und interessante Alternative dar.“

verbunden wird. Die C-Schleife des mesialen Drahtstücks muss sich unter dem mesialen Modellgussflügel befinden (Abb. 13c). Dies dient als Rotationschutz. Danach wird der Draht distal

umgebogen. Es ist ausreichend, diesen distalen Drahtanteil in einem Winkel von nur ca. 45° umzubiegen (Abb. 13d). Dieses Vorgehen erleichtert später das Aufbiegen des Drahtes.

Die Unterkiefer-Vorverlagerung bzw. die Aktivierung kann über c-förmige Distanzhülsen (Spacer) kalibriert werden oder stufenlos über die Gewindemutter erfolgen. Distanzhülsen sollten im gewindefreien Teleskopenteil gecrimpt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Distanzhülsen auf der Teleskopstange gleiten können. Bei der Einstellung über die Gewindemutter können diese manuell ohne Hilfsinstrumente gedreht und durch Kontern der Gewindemuttern fixiert werden. Dabei werden beide Gewindemuttern mit zwei Maulschlüsseln gegeneinander festgezogen.

Klinisches Patientenbeispiel

Der zum Abschluss präsentierte Fall zeigt eine 13-jährige Patientin mit einem ausgeprägten Deckbiss. Im Fernröntgenseitenbild ist eine Distalbisslage (ANB-Winkel: 3,9°, indiv. ANB-Winkel: 2,5°) erkennbar. Die Auswertung der Enface- und Profilaufnahme ergab ein verkürztes unteres Gesichtsdrittel, ein Vorgesicht mit konkavem Mundprofil mit ausgeprägter Supramentalfalte sowie einem prominenten Kinn. Intraoral zeigt sich eine Klasse II-Verzahnung mit Retroinklination der zentralen Oberkieferinzisivi und Tiefbiss (Abb. 14a–g). Therapeutisch wurde zur Protrusion der oberen Inzisivi bzw. zur Vergrößerung der sagittalen Frontzahnstufe zunächst eine 2-by-4-Apparatur im Oberkiefer ein-

gesetzt. Zur Korrektur der Distalbisslage kam anschließend eine BBC-Herbst-Apparatur zur Anwendung. Die Brackets wurden zur Stabilisierung in der Front in situ belassen (Abb. 15a und b).

Ulzerationen der Schleimhaut, die bei einem klassischen Herbst-Scharnier häufig sind und vor allem im Oberkiefer-Molarenbereich oder Unterkiefer-Eckzahnbereich vorkommen können, wurden bis dato bei BBC-Herbst-Fällen noch nicht beobachtet. Das könnte daran liegen, dass in den meisten Fällen das BBC-Scharnier zentral und nicht mesial am ersten Prämolaren im Unterkiefer bzw. im Oberkiefer nicht distal, sondern zentral am ersten Molaren platziert wird. Außerdem ist das Design der Apparatur sehr flach.

Nach sechs Monaten konnte bei der Patientin eine Neutralokklusion erzielt werden. Da ein leichtes Rezidiv einkalkuliert werden muss, blieb die Apparatur einen weiteren Monat in situ. Das Therapiegerät wurde mit einer Super-Klasse I-Verzahnung im Molarenbereich entfernt. Der starke Tiefbiss konnte verbessert werden. Es zeigte sich eine Intrusion und Distalisation der Oberkiefermolaren sowie eine Intrusion der Unterkieferinzivi. Auch die gnathische Mittellinienverschiebung des Unterkiefers konnte korrigiert werden. Das Ergebnis der Auswertung des Fernröntgenseitenbildes nach Entfernung des Herbst-Gerätes zeigte eine Neutralbisslage sowie eine moderate Proklination der Unterkieferfront (Abb. 16a–g).

Nach der Bisslagekorrektur erfolgte das Levelling und Alignment der Zähne mithilfe einer Multibracket-Apparatur im Ober- und Unterkiefer. Die Super-Klasse I-Verzahnung ist innerhalb von zwei Monaten zu einer Neutralverzahnung rezidiert. Das FRS der Abschlussdiagnostik zeigt einen ANB-Winkel von $1,7^\circ$ bzw. einen indiv. ANB-Winkel von $2,6^\circ$ (Abb. 17a). Die Überlagerung der FRS-Durchzeichnungen von Anfangs-, Zwischen- und Schlussbefund veranschaulichen die schrittweise Vorentwicklung der Mandibula in die Neutralbisslage (Abb. 17b). Die Intraoralaufnahmen der Schlussdiagnostik zeigen eine Neutralverzahnung (Abb. 17c–e). Zur Stabilisierung von Neutralbisslage und -verzahnung hat die Patientin nachts Klasse II-Gummizüge (3/16" heavy) eingehängt. Nach dem Ausbau der Multibracket-Apparatur wurden im Ober- und Unterkiefer zur semi-

permanenten Stabilisierung des Behandlungsergebnisses festsitzende Retainer eingesetzt sowie nachts ein funktionskieferorthopädisches Gerät (BBC-TWIN Appliance). Die aktive Behandlungsdauer betrug insgesamt 18 Monate.

Zusammenfassung

Die Digitalisierung bietet für die Kieferorthopädie viele Möglichkeiten und Chancen. Ein digitaler Workflow mit Intraoral-scan, 3D-Design (CAD) und 3D-Herstellung (CAM) ermöglicht ein schnelleres und effizienteres Arbeiten in der Praxis, erfordert jedoch auch viel Zeit und Know-how für den Umgang mit CAD/CAM-Prozessen. Durch die digitale Planung und Herstellung der Herbst-Apparatur in Kombination mit einem BBC-Scharnier konnten wir ein besonders flaches Geräte-design realisieren. Dadurch kann auch für den Patienten ein höherer Trage- und Sprechkomfort gewährleistet werden.

* www.bbc-orthohec.de

kontakt



Dr. Tamina Pasin

Fachärztin für Kieferorthopädie
bioBite Kieferorthopädie
Richard-Strauss-Straße 82
81679 München
Tel.: +49 89 92091910
muc@bio-bite.com
www.bio-bite.com

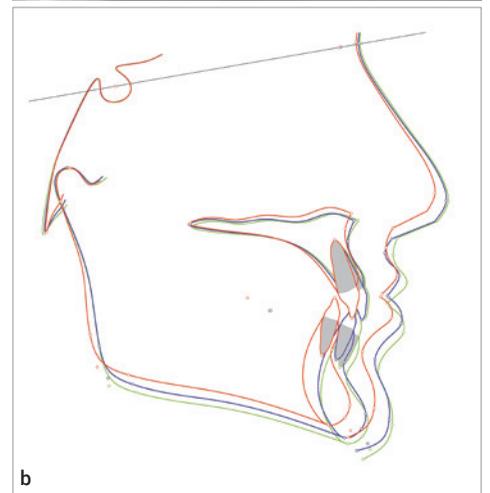
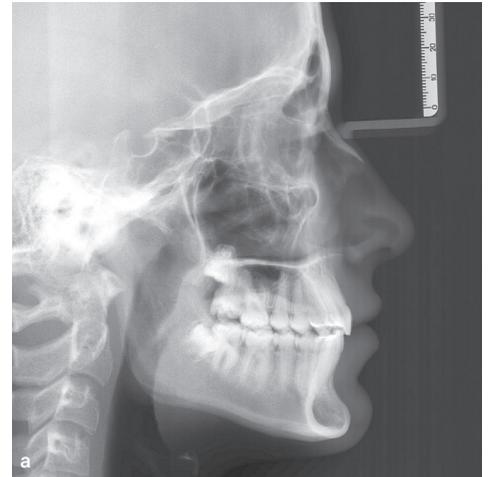


Abb. 17a: FRS Schlussdiagnostik. **Abb. 17b:** FRS Überlagerung: T0 Ausgangssituation rot; T1 Zwischenbefund blau; T2 Endbefund grün. **Abb. 17c–e:** Intraoralaufnahmen Schlussdiagnostik: frontal (c), lateral rechts (d) und lateral links (e).

Effizientes Duo: 3x DGNE – Teil 1

Von Dr. Santiago Isaza Penco, Dr. Andrea Nakleh, ZT Stefano Negrini, Dr. Federica Isaza Giordano und Dr. Thomas Lietz.



Abb. 1: Die digitale Prozesskette zur Herstellung einer kieferorthopädischen Behandlungsapparatur. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Firma 3Shape)

Einleitung

3xDGNE??? – ist das wieder so ein kryptischer Computercode oder eine der vielen schwer zu erratenden Abkürzungen? Vielleicht geht es irgendwie um die Erweiterung der Gaumennaht (GNE)? Zugegeben – die Autoren nahmen sich die Freiheit, Ihre Neugierde zu wecken, und spielten ein wenig mit der Verbindung zwischen GNE und 3D-Technologien. 3xDGNE steht hier für: **D**igitale **G**enialität, **D**igitale **N**acharbeit, **D**igitale **E**ndfertigung. Die Digitalisierung liefert inzwischen für alle Phasen der kieferorthopädischen

Behandlung sehr hilfreiche Werkzeuge (Abb. 1).

Im späten Wechselgebiss und bei Erwachsenen ist die transversale Erweiterung bzw. Expansion der Gaumennaht (GNE) eine sehr häufig eingesetzte Möglichkeit, die in ihrem Vorgehen gut bekannt ist. Weniger bekannt mag sein, dass es sich dabei um eine Therapievariante handelt, die schon sehr alt ist. Die Technik der Gaumennahterweiterung durch das Expandieren (Vergrößern) des Zahnbogens wurde erstmals 1860 von dem amerikanischen Zahnarzt Angell publiziert,² später von Black (1893) und Hawley

(1912).¹³ Das Grundprinzip dieser Behandlungsmethode wurde damals entwickelt und hat sich kaum geändert. Mit Hilfe einer an den Zähnen befestigten doppelseitig aktiven Schraube konnte man die Gaumennaht künstlich eröffnen (Abb. 2 und 3).

Geändert haben sich seit damals das Aussehen und das Material der Expansionsschrauben. Die heutigen Produkte sind international bekannt unter dem Begriff *hyrax*[®]. Auch das ist eine Abkürzung. Sie steht für: Hygienic rapid expansion. Dieses neue Schraubendesign wurde 1986 von Biedermann eingeführt.^{1,3} Die

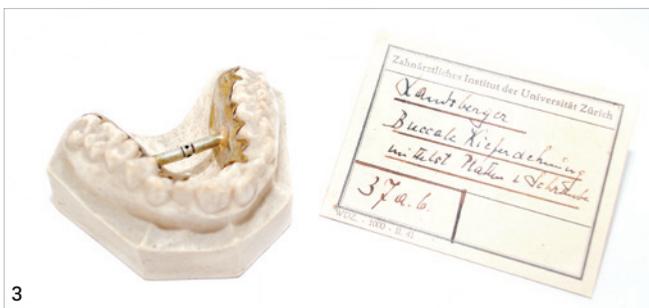
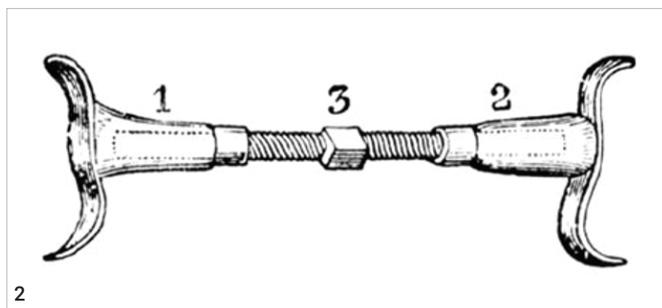


Abb. 2: Expansionsschraube nach E. C. Angell von 1860. Entnommen aus Machado et al.¹⁰ Abb. 3: Diese Apparatur vom Anfang des 20. Jahrhunderts ist als „Buccale Kieferdehnung mittelst Platten und Schraube“ beschrieben. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung von G. Pedrolí aus der Sammlung der Klinik für Kieferorthopädie und Kinderzahnmedizin am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich)

WE LOVE
WELL
STRUCTURED
ALIGNER
EDUCATION.

Reclaim control over each aspect of your treatment plan. **We show you how.**



inviSolution is now
www.tpsolution.com

 **TPACADEMY**

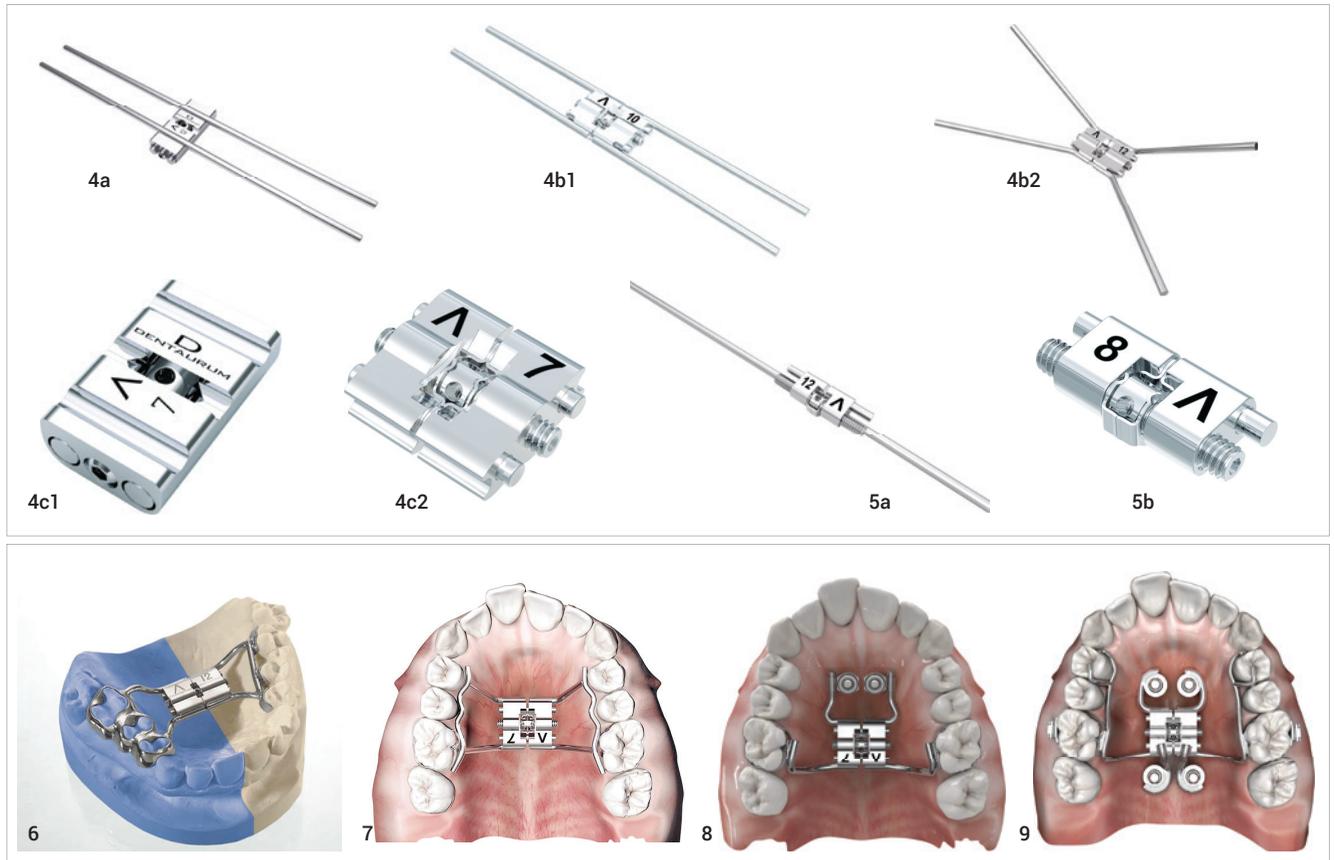


Abb. 4a–c: Die hyrax® (Fa. Dentaureum) gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Die Arme sind sagittal (hyrax® neo; a) oder transversal (hyrax® / hyrax® click; b) angeordnet. Die Versionen ohne Arme (c) sind ideal für die Digitaltechnik. **Abb. 5a und b:** Die Variety und Variety click (Fa. Dentaureum) sind zwei Expansionschrauben für reduzierte Platzverhältnisse (a). Die Versionen ohne Arme (b) sind ideal für die Digitaltechnik. **Abb. 6:** GNE-Apparaturen können komplett aus Titan hergestellt werden, entweder im Gussverfahren (linke Seite) oder aus Einzelelementen (rechte Seite). **Abb. 7:** Eine dentoalveolär verankerte GNE-Apparatur. **Abb. 8:** Bei der Hybrid-Hyrax werden die anterioren Arme an zwei Miniimplantate (z. B. tomas®-pin EP) mittels Abutments (z. B. tomas®-abutment tube 1.5) gekoppelt. Die distalen Arme werden in bekannter Weise an die Bänder geschweißt. **Abb. 9:** Bei einer MARPE-Apparatur erfolgt die skeletale Verankerung mithilfe von vier Miniimplantaten (z. B. tomas®-pin EP). Die Ankopplung an die Expansionschraube sollte durch vier variabel platzierbare Ösen (z. B. tomas®-RPE eyelet) erfolgen.

Schrauben bestehen aus einem zweigeteilten Grundkörper, der mit einer Spindel verbunden ist.

Seit 1968 werden bei Dentaureum hyrax®-Schrauben aus Edelstahl produziert*. Je nach Bauform verfügen sie über zwei Führungsstifte (z. B. hyrax®; Abb. 4) oder nur einen Führungsstift (z. B. Variety; Abb. 5) und entsprechende Arme zur Verbindung mit den Zähnen. In der klinischen Anwendung war immer wieder festzustellen, dass sich die Spindel selbstständig zurückdrehen kann. Einige Expansionschrauben sind gegen dieses schwer zu erklärende Phänomen mit einer Rückdrehsicherung (Rückstell-Stopp) ausgestattet. Über eine solche Vorrichtung verfügen zum Beispiel die Expansionschrauben von Dentaureum, wie hyrax® click (Abb. 4) und Variety click (Abb. 5).

Anfangs wurden die Arme angelötet. Da Lote in der Mundhöhle mehr oder weniger stark korrodieren, wurde bei Dentaureum seit 1984 schrittweise bei der Herstellung der hyrax® das Laserschweißen ein-

geführt. Seit 2002 wird nur noch dieses Fügeverfahren angewendet. Solche Schweißnähte verfügen über eine hohe Biokompatibilität.¹⁵ Bei einigen Patienten treten trotz der hohen Biokompati-

„Mehr als 100 Jahre lang wurde die Expansionschraube nur an die Zähne angekoppelt. Mit der Einführung der skeletalen Verankerung entstanden völlig neue Perspektiven.“

bität von Edelstahl korrosionsbedingte gesundheitliche Probleme auf. Für diese Patienten gibt es seit 2002 die hyrax®-Schrauben auch aus Titan (Abb. 6). Die Ankopplung an die Zähne kann mit Dräh-

ten und Klebebasen aus Titan hergestellt werden. Es gibt auch die Möglichkeit, das Gerüst aus Titan zu gießen. Alle diese Elemente müssen per Laser zusammenschweißt werden.

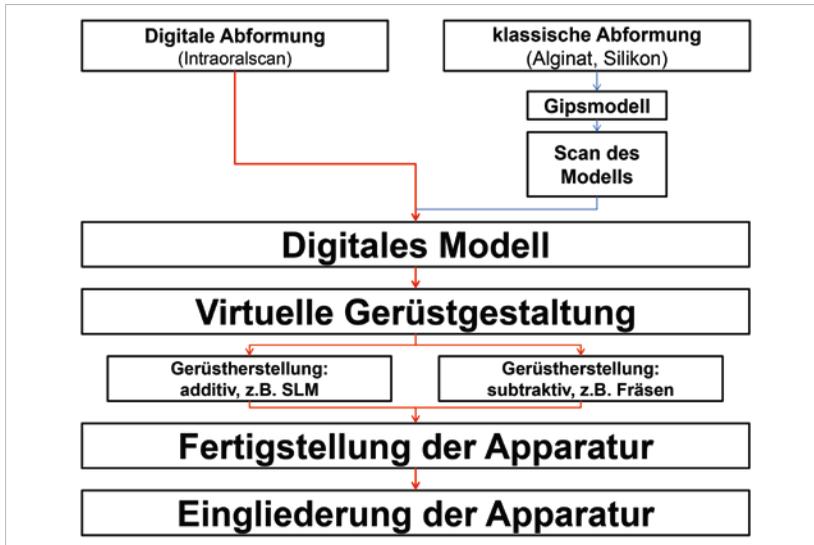


Abb. 10: Die digitale Prozesskette zur Herstellung einer GNE-Apparatur.

Mehr als 100 Jahre lang wurde die Expansionsschraube nur an die Zähne angekoppelt. Mit der Einführung der skelettalen Verankerung entstanden völlig neue Perspektiven. Heute gibt es dadurch für die Erweiterung der Gaumennaht drei Möglichkeiten:

Dentoalveolär verankerte GNE-Apparatur (Abb. 7)

Die vier Arme der hyrax®-Schraube werden an den ersten Prämolaren und Molaren in der digital hergestellten Variante an fortlaufenden Bändern verankert. Es

gibt aber auch die Variante, dass noch zusätzlich Verblockungen aus Kunststoff verwendet werden.

Hybrid-GNE-Apparatur (Abb. 8)

Das ist eine Mischung aus dentoalveolärer und skelettaler Verankerung – darum Hybrid. Die anterioren Arme der hyrax®-Schraube werden an zwei Miniimplantate gekoppelt, die distalen Arme an die Molarenbänder geschweißt.

Skelettal verankerte GNE (Abb. 9)

Diese Apparaturen werden u. a. als boneborne maxillary hyrax expander (BBME) oder als miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) bezeichnet.^{9,12} Die Arme oder der Körper der hyrax®-Schraube werden dabei direkt mit zwei oder vier Miniimplantaten gekoppelt.

Alle drei Varianten lassen sich mithilfe digitaler Techniken sehr effizient herstellen. Das prinzipielle Vorgehen (Abb. 10) für alle drei Arten ist immer gleich.

Zur Info 1

Pin-First® approach vs. Pin-Last® approach

Beim Pin-First® approach (auch als „TADs-First“-Methode bezeichnet¹⁶) inseriert man zuerst die Miniimplantate und fertigt danach die Apparatur an. Dies bedeutet, die Apparatur, insbesondere die Koppelungselemente (Abutments), richten sich nach der Position der Miniimplantate. Damit sich letztendlich die Apparatur ohne Probleme mit den Miniimplantaten verbinden lässt, erfordert dies bei der Insertion eine hohe Disziplin hinsichtlich der notwendigen Abstände und der Ausrichtung der Miniimplantate. Die am Computer geplante Position muss exakt im Mund (z. B. mit Insertionsschablone und Vorbohrung!) umgesetzt werden. Stimmen diese Positionen nicht überein, sind Probleme bei der Eingliederung der Apparatur vorprogrammiert. Dies gilt insbesondere für Systeme, bei denen die Verbindungen zwischen Abutment und Miniimplantat über keinen Kompensationsausgleich für leicht divergierende Einschubrichtungen verfügen. Diese Methode kann als einzeitiges Vorgehen (Single Appointment Workflow¹⁷) nur digital ausgeführt werden. Es ist aber auch ein zweizeitiges Vorgehen (Two Appointments Workflow¹⁷) in digitaler oder analoger Arbeitsweise möglich. Soll die Apparatur gewechselt werden, müssen die Miniimplantate nicht entfernt werden! Darum sollte diese Methode angewendet werden, wenn für die Miniimplantate nach der Gaumennahterweiterung noch weitere Aufgaben geplant sind.



Beim Pin-Last® approach (auch als „Appliance First“-Methode bezeichnet¹⁶) wird zuerst die Apparatur angefertigt, eingegliedert und dann setzt man beim gleichen Termin die Miniimplantate. Dies bedeutet, die Platzierung der Miniimplantate richtet sich nach der Apparatur. In der Regel sind an der Apparatur oder der Expansionsschraube Ringe oder Ösen vorhanden, durch die Miniimplantate geschraubt werden. Diese Ösen korrespondieren mit entsprechenden Stellen am Kopf oder Hals des Miniimplantats. Dort werden sie dann auch befestigt. Dadurch ergibt sich die Kopplung der Apparatur mit den Miniimplantaten. Bei dieser Methode handelt es sich um ein einzeitiges Vorgehen (Single Appointment Workflow¹⁷). Das Vorgehen kann sowohl digital als auch analog realisiert werden. Soll die Apparatur gewechselt werden, müssen die Miniimplantate entfernt werden! Darum ist diese Methode nur anzuwenden, wenn für die Miniimplantate nach der Gaumennahterweiterung keine weiteren Aufgaben geplant sind.



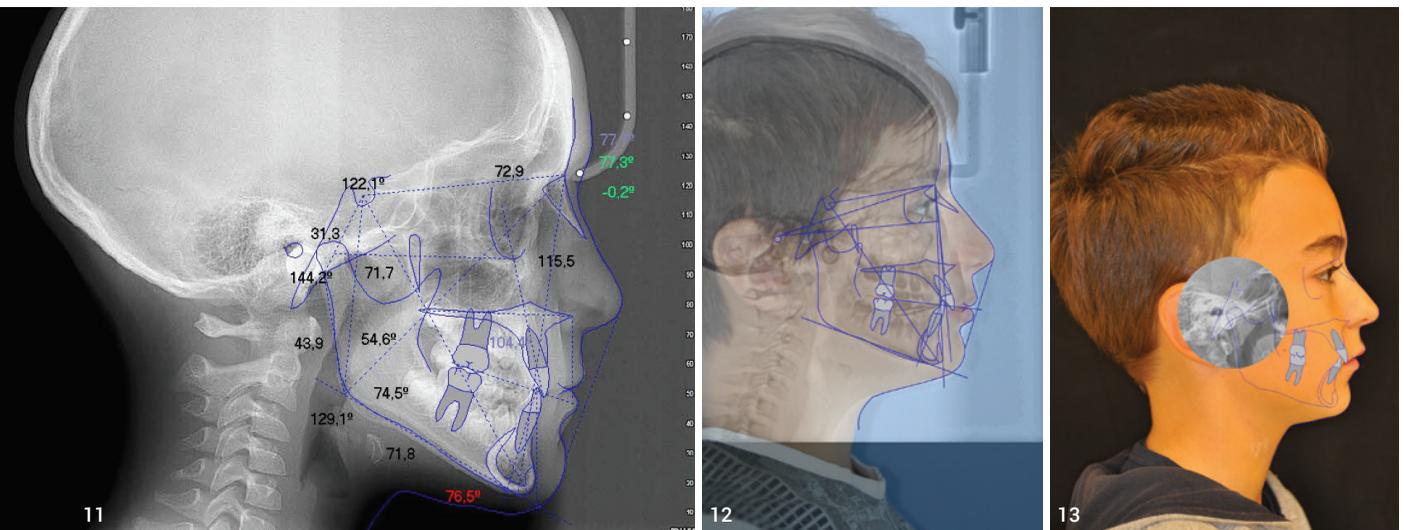


Abb. 11 und 12: Digitale Bilder helfen bei der Befunderhebung, Diagnostik und der Behandlungsplanung: FRS mit automatisierter Auswertung (11) und der Überlagerung mit dem seitlichen Profilbild (12). **Abb. 13:** Überlagerte Bilder sind hilfreich, um z. B. dem Patienten die Problematik zu erklären, und sie können als Basis für das Beratungsgespräch dienen.

2. Digitale Genialität

Über viele Jahrzehnte wurden GNE-Apparaturen nach dem immer gleichen (analogen) Verfahren hergestellt: Anamnese, Befund, Diagnose, Therapieplan, Setzen der Bänder, Abformung, Arbeitsmodell, Herstellung der Apparatur, Eingliederung. Die digitale Prozesskette in der Kieferorthopädie (Abb. 1) ermöglicht es zum Beispiel, die Apparatur zur Erweiterung der Gaumennaht nicht nur effizienter, sondern auch mit besserer Passfähigkeit und u. U. geringeren Nebenwirkungen herzustellen. Insofern steckt in der Anwendung der Digitaltechnik schon Genialität.

2.1. Befund, Diagnose, Behandlungsplanung

Digitale Bilder (extraoral, intraoral, Röntgen) gehören mehr und mehr zum Standard bei der Befunderhebung, Diagnose und Behandlungsplanung (Abb. 11 und 12). Durch die vielen technischen Möglichkeiten lassen sich Bilder überlagern und somit schnell neue Erkenntnisse gewinnen. Solche Bilder (Abb. 13) benutzen wir in unserer Praxis auch für das Beratungsgespräch mit dem Patienten. Das hat aus unserer Sicht zwei Vorteile. Erstens kann man dem Patienten sehr genau die Problematik illustrieren. Zweitens sieht der Patient: Mein Arzt hat sich

viele Gedanken über mich gemacht, um mir zu helfen. Das kann dazu beitragen, dass der Patient sich in Ihrer Praxis gut aufgehoben fühlt und diese Information auch in seinen Umkreis trägt.

2.2. Die Abformung und Modelle

Bei der traditionellen und der digitalen Technik ist für die Anfertigung einer passenden Apparatur die Abformung von Ober- und Unterkiefer inklusive Bissregistrierung der erste Schritt. In der analogen Technik erfolgt die Abformung in der Regel mit Alginat. Sie wird anschließend mit Gips ausgegossen. Diese traditionelle Arbeitsweise hat sich in der klini-



Abb. 14: Die digitale Abformung vom TRIOS-Scanner. **Abb. 15:** Das digitale Arbeitsmodell wird mit wenigen Mausklicks aus der digitalen Abformung erstellt. Hier wurde OnyxCeph^{3TM} (Fa. Image Instruments) verwendet. **Abb. 16:** Die zahnindividuelle Gestaltung der Elemente zur Kraftübertragung und Schubverteilung ist besser als konfektionierte Elemente (Bänder, Drähte) zu benutzen. Diese Apparatur wurde komplett aus Titan hergestellt.

WE LOVE NEXT LEVEL ALIGNER KNOWLEDGE.

SAVE THE DATE:

3rd TPAO Congress 24. – 25. NOV 2023

www.tpao-congress.com



 **TPAO CONGRESS**

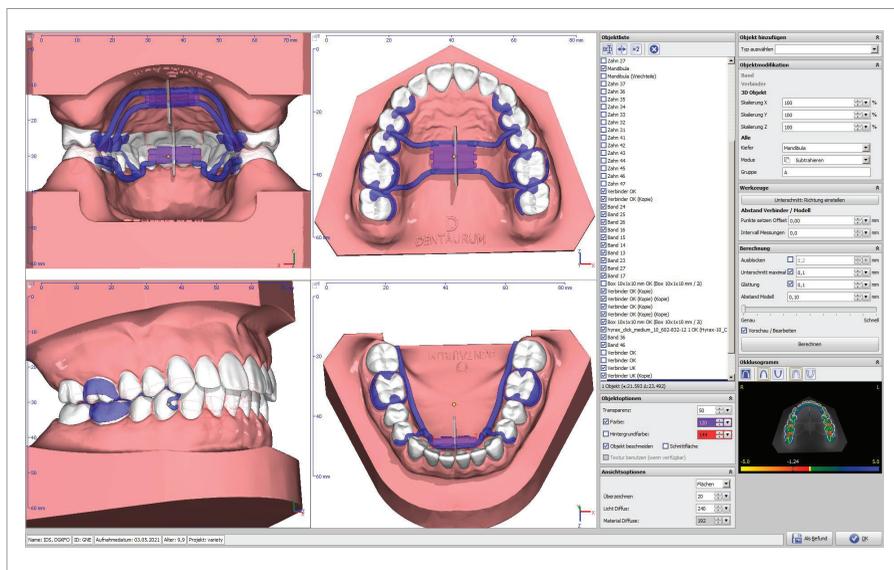


Abb. 17: Mithilfe eines entsprechenden Computerprogramms (hier das Modul Ortho Apps 3D von OnyxCeph^{3TM}) kann die GNE-Apparatur zusammengesetzt und von allen Seiten betrachtet werden.

schen Praxis bewährt, obwohl die Abform- als auch die Modellmaterialien Volumenänderungen aufgrund kontinuierlicher chemischer Reaktionen⁶ unterworfen sind. Zum Beispiel dehnt sich der Gips beim Abbinden aufgrund sekundärer Reaktionen aus.¹¹ Bei der klassischen Abformung kommt noch ein weiteres Problem hinzu. Je nach Abformmaterial und -technik kann es zur Kompression der Weichgewebe kommen. Kleinste Veränderungen der Zahnstellungen durch Kompressionen des parodontalen Ligaments sind denkbar, aber unter den Bedingungen einer

kieferorthopädischen Praxis nicht nachweisbar. Derartige Form- und Volumenänderungen können zur Fehlpassung von Apparaturen führen. Passungenauigkeiten bei festsitzenden oder herausnehmbaren Apparaturen erzeugen unvorhersehbare Kräfte an den Zähnen. Durch die Toleranz der Hart- und Weichgewebe sind geringe Ungenauigkeiten in der Passung primär nur schwer festzustellen. Alle Fehler während der Abformung und Herstellung des Modells können schon in dieser Phase Probleme erzeugen, die sich dann durch den gesamten restlichen Prozess der Herstel-

lung der Apparatur bis in die klinische Anwendung fortsetzen. Bei der digitalen Abformung hat man diese Probleme nicht. Aber es gilt nach wie vor noch der gleiche alte Grundsatz, egal, ob analoge oder digitale Technik, das Modell kann nie besser sein als die Abformung.

Für die digitale Herstellung einer Apparatur ist ein digitales Modell erforderlich. Wird das Gipsmodell durch einen Scanprozess digitalisiert, werden auch die zuvor genannten Fehler digitalisiert. Aus diesem Grund ist eine berührungslose – also rein optische Abformung zu empfehlen. Dies ist nur mit Intraoralscannern möglich. Dadurch können einige der genannten Fehler vermieden werden, die mit der traditionellen Abformung⁸ und der Modellherstellung⁴ verbunden sind. Der Nutzen und die Zuverlässigkeit der intraoralen Scanner waren in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Publikationen.^{5,7,14}

Die digitale Abformung (Abb. 14) wurde mithilfe eines intraoralen Scanners (TRIOS[®], Fa. 3Shape) erstellt. Dabei ist für das Scannen folgendes Vorgehen zu empfehlen:

1. unterer Zahnbogen
2. oberer Zahnbogen mit Gaumen
3. Bissregistrierung auf der rechten und linken Seite.

Die durchschnittliche Scandauer pro Zahnbogen beträgt bei geübten Anwendern knapp drei Minuten. Das ist im Vergleich zur traditionellen Abformmethode deutlich schneller. Die gewonnene Datei (also das mehr oder weniger fertige Modell; Abb. 15) kann sofort online per FTP-Datenübertragung an das kieferorthopädische Dentallabor gesendet werden.

Die durch das intraorale Scannen erzeugten Daten liefern hochpräzise Bilder der Zahnbögen und der Zahnfleischmorphologie. Die digitale Abformung gibt dem Kieferorthopäden die Möglichkeit, sämtliche Modelle elektronisch zu archivieren. Das spart viel Platz in der Praxis und im Labor. Es gibt einen weiteren Vorteil: Während der Konstruktions- und Herstellungsphase der Apparatur kann der Kieferorthopäde von seinem Praxiscomputer aus direkt mit dem Zahntechniker interagieren. Egal, wo sich das Labor befindet.

Zur Info 2

Single Appointment vs. Two Appointment Workflow

Das Setzen der Miniimplantate und die Eingliederung der Apparatur kann einzeitig (Single Appointment Workflow¹⁷) oder zweizeitig (Two Appointments Workflow¹⁷) erfolgen. Einzeitig bedeutet, beide Schritte werden an einem Termin durchgeführt. Die Kombination von Single Appointment Workflow und Pin-First[®] approach ist nur bei digitaler Arbeitsweise zu realisieren. Hingegen ist die Kombination von Single Appointment Workflow und Pin-Last[®] approach für die analoge und die digitale Arbeitsweise möglich. Zweizeitig bedeutet, die Insertion der Miniimplantate (inkl. Abformung) und die Eingliederung der Apparatur erfolgen an getrennten Terminen. Dafür kann der digitale oder analoge Herstellungsweg genutzt werden. Neben den rein technischen Aspekten spielt für die Entscheidung zwischen diesen beiden Wegen auch die Belastungsfähigkeit des Patienten eine Rolle. In der Praxis zeigte sich, dass das einzeitige Vorgehen jüngere Patienten schnell überfordert. Das ist natürlich von Fall zu Fall zu entscheiden und darum gibt es auch keine Regel dafür.

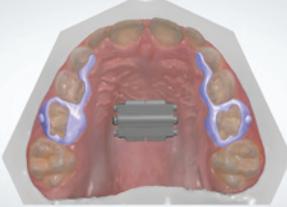
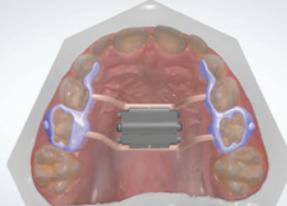
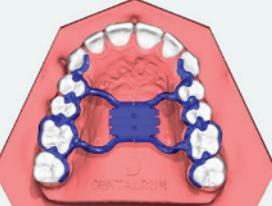
Arbeitsschritt	OrthoAnalyzer™ (3Shape)	Ortho Apps 3D (OnyxCeph™)	
GNE-Schraube	hyrax® / hyrax® click 		hyrax® neo 
hyrax® platziert			
Halte- und Schubelemente			
Verbinder			
Fertiges Gerüst			

Abb. 18: Die Schritte zur Konstruktion einer dentoalveolär verankerten GNE-Apparatur mit den verschiedenen Programmen OrthoAnalyzer™ (Spalte B) und Ortho Apps 3D (Spalte C und D) sowie den verschiedenen Arbeitsschritten (Zeile 3 bis 6).

2.3. Konstruktionsprinzipien

Unabhängig vom Herstellungsverfahren (analog oder digital) haben wir gute Erfahrungen mit zahnindividuellen Halte- und Schubverteilungselementen gemacht. Die Kraftübertragung von der Expansionsschraube erfolgt bei der rein dentoalveolären Verankerung (Abb. 7) via Bänder und Verbinder auf die Zähne. Die damit verbundenen Nebenwirkungen lassen sich minimieren oder verhindern, wenn man Übertragungselemente

anfertigt, die an die Zahnmorphologie und -stellung angepasst sind (Abb. 16). An den ersten Molaren wurden ringförmige Umfassungen mit zwei okklusalen Auflagen gestaltet, die für die Kraftübertragung und sichere Umfassung des Zahnes vollständig ausreichen. Die Umfassung liegt oberhalb des Zahnäquators und stört nicht in der Okklusion, vorausgesetzt, man benutzt einen Artikulator. Bei den klassischen Bändern ist der gesamte Zahn bedeckt. Das kann an sich

schon ein Problem sein. Die mit Bändern nicht zu erreichende Passung im zervikalen und approximalen Bereich ist in vielerlei Hinsicht nicht gewebefreundlich und fördert Plaqueablagerungen und Entzündungen in diesem Bereich. Bei der hier konstruierten ringförmigen Umfassung ist der zervikale Bereich nicht bedeckt und für die Pflege gut zugänglich. Um Bänder platzieren zu können, ist zuvor eine Separation zu den Nachbarzähnen erforderlich. Dies entfällt hier ebenfalls.

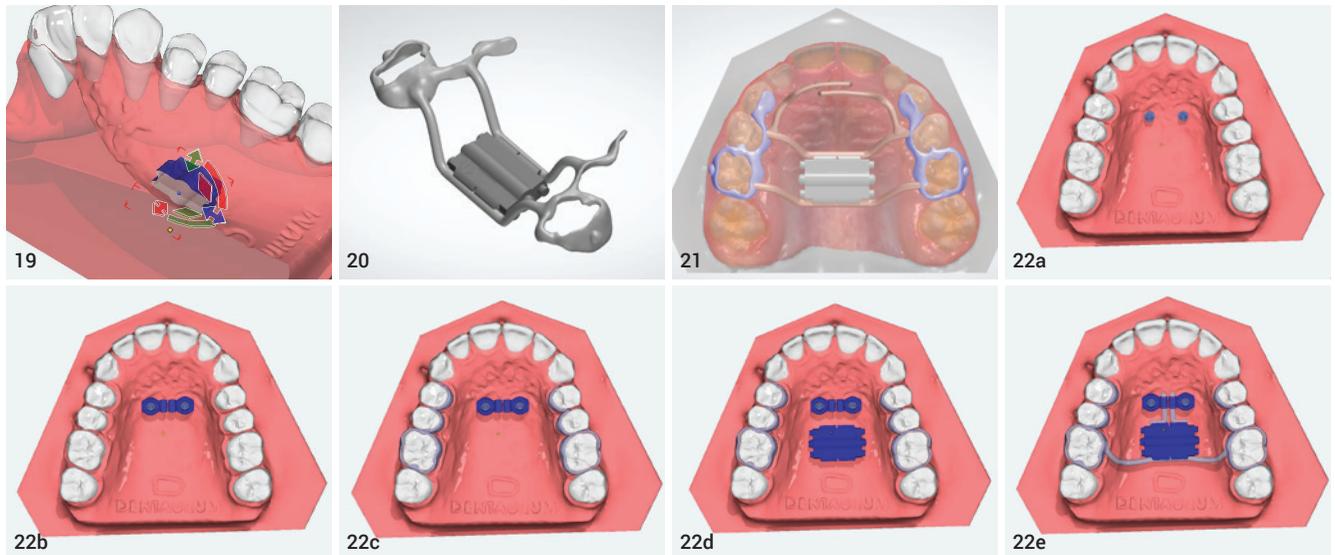


Abb. 19: Die hyrax® muss freischwebend im Gaumen, hier realisiert mit Ortho Apps 3D von OnyxCeph^{3TM}, platziert werden. Der Abstand zur Schleimhaut ergibt sich durch die zu erwartende Abflachung des Gaumens infolge der transversalen Erweiterung des Zahnbogens. **Abb. 20:** Führt man bei der hyrax®/hyrax® click die Verbindungsarme in transversaler Richtung parallel zueinander in den vorgesehenen Vertiefungen lässt sich später das Gehäuse ganz einfach einklipsen. **Abb. 21:** Am Gerüst können auch noch zusätzliche Elemente wie Zungengitter angefügt werden. **Abb. 22a–e:** Die Planung einer Hybrid-GNE nach Pin-First® approach. Auf die Miniimplantate (a) setzt man die Abutments (b), konstruiert die Halte- und Schubverteilungselemente (c), platziert die hyrax® (d) und gestaltet die Verbinder (e).

Der anteriore Kraftansatz für die Expansionsschraube ist an den ersten Prämolaren. Hier ist eine ringförmige Umfassung nicht notwendig. Aus kosmetischen und prophylaktischen Gründen können die approximalen und die Vestibulärflächen freigelassen werden. Auf der Oralseite wird eine Halbschale konstruiert.

Die an den Molaren und Prämolaren applizierte Kraft führt zur Öffnung der Gaumennaht und zur Transversalbewegung dieser Zähne. Um den therapeutischen Effekt zu optimieren und die Apparatur zu stabilisieren, sind gegebenenfalls weitere Zähne in die Apparatur einzubeziehen, vorausgesetzt, die permanenten Zähne sind komplett durchgebrochen. Bei der Hybrid-GNE (Abb. 8) erfolgt die Kraftübertragung der hyrax® im anterioren Bereich auf zwei paramedian gesetzte Miniimplantate. Je nachdem, ob Pin-First® approach oder Pin-Last® approach, sind die entsprechenden Abutments auszuwählen. An den Molaren sollte man die zuvor dargestellten zahnindividuellen Halteelemente verwenden. Bei vollständig durchgebrochenen Zähnen können zusätzliche Schubverteilungselemente, die bis zum ersten Prämolaren reichen, konstruiert werden.

2.4. Das Computerwerk im Labor

Für die Konstruktion der verschiedenen GNE-Apparaturen benutzen wir das Programm OrthoAnalyzerTM (3Shape), es sind aber auch andere Programme dafür geeignet (z. B. Modul Ortho Apps 3D von OnyxCeph^{3TM} von Image Instruments (Abb. 17). Am Computer können die verschiedenen Konstruktionselemente einer GNE-Apparatur zusammengefügt werden. Ein Teil kann aus einer Bibliothek mit Bauteilen (hyrax®-Schraube) übernommen werden und andere (Bänder, Verbinder) sind individuell zu konstruieren. Es ist empfohlen, die weiteren Arbeitsschritte unabhängig vom verwendeten Programm in der dargestellten Reihenfolge durchzuführen (Abb. 18).

Platzieren der hyrax®

Bei der rein digitalen Arbeitsweise benutzt man die hyrax® ohne Arme und fügt diese in die virtuelle Konstruktion ein. Wie man es vom analogen Weg kennt, muss auch beim digitalen Vorgehen die GNE-Schraube freischwebend im Gaumen positioniert werden. Das ist virtuell viel einfacher als analog. Sie soll mindestens 1 bis 2 mm über dem Gaumendach/Gingiva liegen (Abb. 19). Der Abstand sollte jedoch so gering wie möglich sein. Dabei

ist aber die im Verlauf der Expansion entstehende Abflachung des Gaumens zu berücksichtigen. Das dorsale Ende der GNE-Schraube bildet mit den mesiopalatalen Höckern der ersten Molaren eine Linie. Um Hebelwirkungen zu vermeiden, ist auf eine parallele Lage zur Okklusionsebene zu achten. Damit das Einführen des Sicherheitsschlüssels bzw. das Aktivieren der Schraube leicht erfolgen kann, wird die hyrax® mit der Drehrichtung nach dorsal eingebaut.

Halte- und Schubverteilungselemente

Die in Abbildung 16 gezeigte Konstruktion der Halte- und Schubverteilungselemente könnte im klassischen Modellgussverfahren hergestellt werden. Das bedeutet: Arbeitsmodelle dublieren, Einbettmassemodell herstellen, Wachsmodellation, Einbetten, Vorwärmen, Gießen, Ausbetten, Ausarbeiten und Polieren. Einfacher und schneller geht es mithilfe der Digitaltechnik (Abb. 18). Hier lassen sich die ringförmigen Zahnumfassungen und Kraftverteiler in Form von Halbschalen je nach verwendetem Programm mit wenigen Mausklicks realisieren (Abb. 18, Zeile 4). Das Vorgehen ist ähnlich wie das digitale Konstruieren von Klammern bei einer Prothese.

„Die digitale Prozesskette ermöglicht es z.B., die Apparatur zur Erweiterung der Gaumennaht nicht nur effizienter, sondern auch mit besserer Passfähigkeit und u.U. geringeren Nebenwirkungen herzustellen.“

Die weiteren Schritte hängen davon ab, welche der hyrax® (Abb. 4 und 5) zur Anwendung kommt. Benutzt man solche mit Armen, müssten die weiteren Schritte zur Vervollständigung der Apparatur, wie später noch dargestellt wird, analog erfolgen.

Verbinder

Anschließend gestaltet man die runden Verbinder. Bei der semidigitalen Arbeitsweise müsste man später im Rahmen der Fertigstellung die Arme der hyrax® manuell biegen, damit sie in Kontakt zu den Halte- und Schubverteilungselementen kommen. Bei der digitalen Arbeitsweise gestaltet man den Verlauf der Arme virtuell (Abb. 18, Zeile 5). Das ist natürlich viel einfacher, als einen Draht von 1,5mm Durchmesser per Hand in die gewünschte Form zu biegen.

Damit sich die Verbinder später leichter mit der hyrax® verschweißen lassen, führt man die beiden Drähte im Bereich der hyrax® parallel zueinander und legt sie in die entsprechenden Vertiefungen im Gehäuse. Bei der hyrax® und der hyrax® click verlaufen die beiden Arme transversal (Abb. 18, Spalte B und C) und bei der hyrax® neo sagittal (Abb. 18, Spalte D) zum Körper der Schraube. Am Gehäuse sind entsprechende Vertiefungen für die Arme vorgesehen. Legt man die virtuellen Arme dort hinein, erleichtert dies später das Zusammenfügen der realen Teile der Apparatur. Bei der hyrax® und der hyrax® click klemmt man den Schraubenkörper später zwi-

schen die beiden Arme (Abb. 20) und kann alles verschweißen, ohne dass eine Hilfskonstruktion erforderlich wäre. Die virtuelle Gestaltung des Gerüsts bietet die Möglichkeit, noch zusätzliche Elemente an das Gerüst anzufügen. Dies könnten zum Beispiel Zungengitter sein (Abb. 21).

Hybrid-GNE

Die virtuelle Gestaltung einer Hybrid-GNE läuft im Prinzip genauso ab, wie zuvor geschildert. Es sind lediglich die Ankopplungen an die Miniimplantate vorzusehen. Um welche Art von Ankopplungen es sich handelt, hängt davon ab, ob nach Pin-First® approach oder Pin-Last® approach gearbeitet wird. Für erstere Methode benötigt man Abutments, die zusammen mit der Apparatur auf den Miniimplantaten befestigt werden. Für die letzte Methode sind Ringe bzw. Ösen erforderlich, durch die nach der Eingliederung der Apparatur die Miniimplantate geschraubt werden.

Beim Pin-First® approach müssen die Miniimplantate im virtuellen Modell vorhanden sein (Abb. 22). Arbeitet man einzeln, setzt man die Miniimplantate zuvor am Computer und arbeitet dann mit diesem Modell weiter. Parallel zur Apparatur ist auch eine Insertionsschablone anzufertigen. Arbeitet man zweizeitig, sind die Miniimplantate bereits im digitalen Modell vorhanden. Dabei muss sichergestellt sein, dass die virtuellen Miniimplantate lagerichtig (horizontal und vertikal) positioniert sind. Andern-

falls wird die fertige Apparatur mit Schwierigkeiten oder überhaupt nicht einzugliedern sein. Auf die Miniimplantate setzt man ebenfalls in lagerichtiger Position die Abutments. Dann gestaltet man, wie zuvor beschrieben, die Apparatur (Abb. 22).

Beim Pin-Last® approach setzt man an den Stellen, an denen später die Miniimplantate sein sollen, die beiden Ringe (z.B. tomas®-RPE eylets). Diese liegen der Schleimhaut auf. Soweit dies nicht schon erfolgt ist, platziert man die hyrax® und stellt die Verbindungen zu den Ösen her. Das weitere Vorgehen ist wie zuvor beschrieben.

* www.dentaurum.de

kontakt



Dr. Santiago Isaza-Penco

CLINICA ISAZA

Via del Rondone 1/2a

40122 Bologna, Italien

Tel.: +39 051 6490904

isaza.santiago@studiodentisticoisaza.it

www.studiodentisticoisaza.it

co-autoren



Effizientes Duo: 3 x DGNE – Teil 2

Altbewährte Technik und moderne Technologie

Von Dr. Santiago Isaza Penco, Dr. Andrea Nakleh, ZT Stefano Negrini,
Dr. Federica Isaza Giordano und Dr. Thomas Lietz.

3. Digitale Endfertigung

Alle Planungen und Arbeiten am Computer enden spätestens dann, wenn man aus der Virtualität in die Realität übergehen muss. Der Zeitpunkt dafür ergibt sich daraus, ob man semidigital oder rein digital arbeitet (siehe Infokasten).

3.1. Von der Soft- zur Hardwarearbeit

Die Gerüste für die Apparatur kann man auf verschiedene Weise herstellen. Entweder man nutzt den semidigitalen oder den volldigitalen Weg.

Semidigitaler Weg

Bei einem semidigitalen Weg druckt man die Konstruktion zum Beispiel in einem rückstandslos verbrennbaren Kunststoff (Abb. 23). Dieser Weg ist fast so aufwendig wie der rein analoge über eine Wachsmodellation, denn man muss zunächst die Unterstützungsstrukturen vom Drucken entfernen. Dabei ist sehr vorsichtig vorzugehen, da dieser Rohling mehr oder weniger empfindlich ist. Anschließend

erfolgen das Einbetten, Gießen und Ausarbeiten.

Eine weitere semidigitale Herstellungsverfahren wäre, wie zuvor schon andeutungsweise erwähnt, dass man die Halte- und Schubverteilungselemente komplett digital herstellt. Wenn diese dann gegenständlich vorliegen, muss die Hyrax® entsprechend eingepasst werden. Das bedeutet, die Arme so anzupassen (biegen), dass die Schraube sich in der richtigen Position zum Gaumen und zur Okklusionsebene befindet. Wenn dies gegeben ist, verschweißt man die Schraube mit den anderen Elementen.

Dieses Verfahren stammt aus der Zeit, als Hersteller noch nicht die STL-Daten ihrer GNE-Schrauben zur Verfügung stellten. Sofern diese STL-Daten sich nicht in der Programmbibliothek der verwendeten Software befinden, sollte man diese selbst beim Hersteller anfragen. Dentaurum stellt zum Beispiel die STL-Daten von vielen Produkten auf seiner Homepage zum Download zur Verfügung (Abb. 24).

Digitaler Weg

Beim komplett digitalen Weg erfolgt die Gestaltung des Gerüsts nur am Computer (siehe Teil 1, Abb. 18 und 22). Mit entsprechender Übung geht dies bedeutend schneller als der rein analoge oder auch semidigitale Weg. Die rein virtuelle Konstruktion der Apparatur wird in Form von STL-Daten zu einer Maschine (i.d.R. eines externen Dienstleisters) exportiert, die ein reales Gerüst herstellt.

Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Die Umsetzung der virtuellen Daten in ein reales Werkstück kann durch subtraktive oder additive Verfahren erfolgen. Bei der subtraktiven Herstellung wird die Schiene aus einem Materialblock herausgefräst. Bei der von uns angewandten additiven Methode wird die Schiene durch gezieltes bzw. selektives Verschmelzen von Metallpulver gefertigt (Abb. 25). Das Verfahren nennt sich selektives Laserschmelzen (Selective Laser Melting, SLM). Wir benutzen als Metallpulver remanium® star (Fa. Dentaurum*).

Gefräste Konstruktionen haben nach der Herstellung eine glatte Oberfläche. Im Bereich der Klebeflächen müssen jedoch Retentionen geschaffen werden, die das Ankleben an die Zähne ermöglichen. Jede mechanische Bearbeitung an den Klebeflächen kann die hervorragende Passung auf den Oralflächen der Zähne und die Haftung negativ beeinflussen. Die mechanische Bearbeitung dieser Retentionsflächen hat Einfluss auf die Breite des Klebspalts. Je größer dieser ist, umso schlechter ist der Halt. Im Fall der GNE-Apparatur wirkt sich dies vermutlich kaum aus, da die Schienen durch die Expansionschraube gegen die Zähne gedrückt werden. Beim SLM-Verfahren ist die gesamte Oberfläche der Schienen mehr

Zur Info

Analoge Arbeitsweise

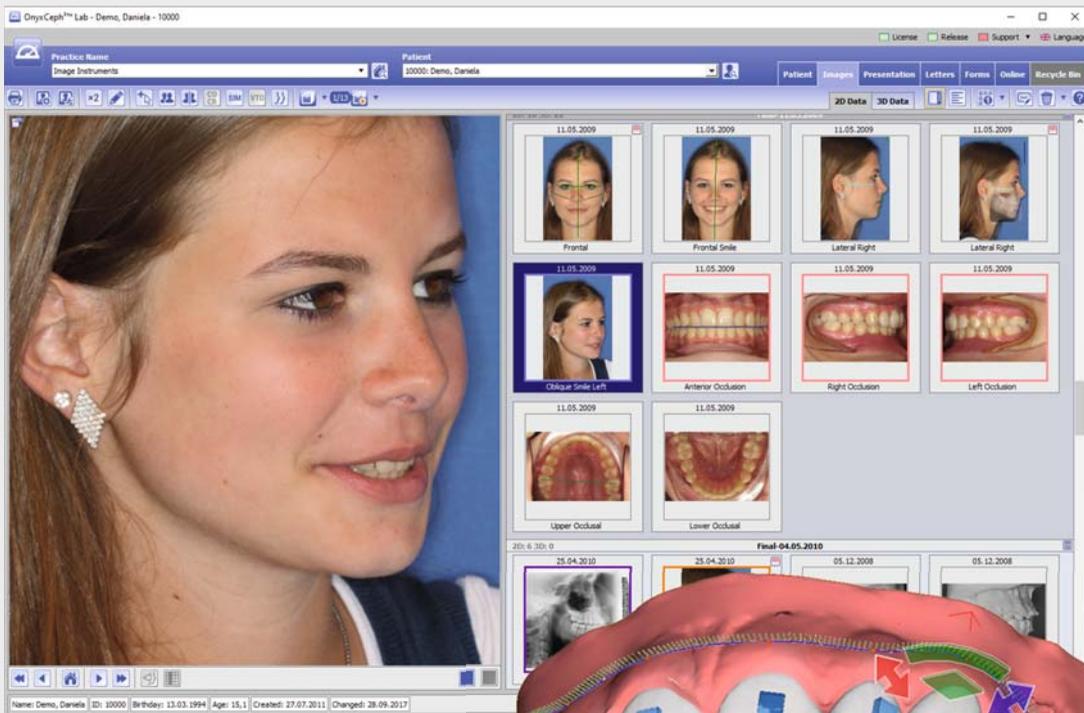
Bei der rein analogen Arbeitsweise werden für die Herstellung der GNE-Apparatur keinerlei digitale Hilfsmittel oder Herstellungsverfahren verwendet.

Semidigitale Arbeitsweise

Für die Herstellung der GNE-Apparatur werden für bestimmte Teilschritte digitale Hilfsmittel genutzt. Das kann z. B. die digitale Herstellung der Halte- und Schubelemente sein, an die dann die Hyrax® mit Armen gekoppelt wird. Oder das digital erstellte Gerüst der Apparatur wird in Kunststoff gedruckt, eingebettet und gegossen.

Digitale Arbeitsweise

Bei der rein digitalen Arbeitsweise werden für die Herstellung der GNE-Apparatur ausschließlich digitale Hilfsmittel oder Herstellungsverfahren verwendet.



Diagnostik
Planung
Beratung
Dokumentation

2D/3D



OnyxCeph^{3™}

www.onyxceph.com

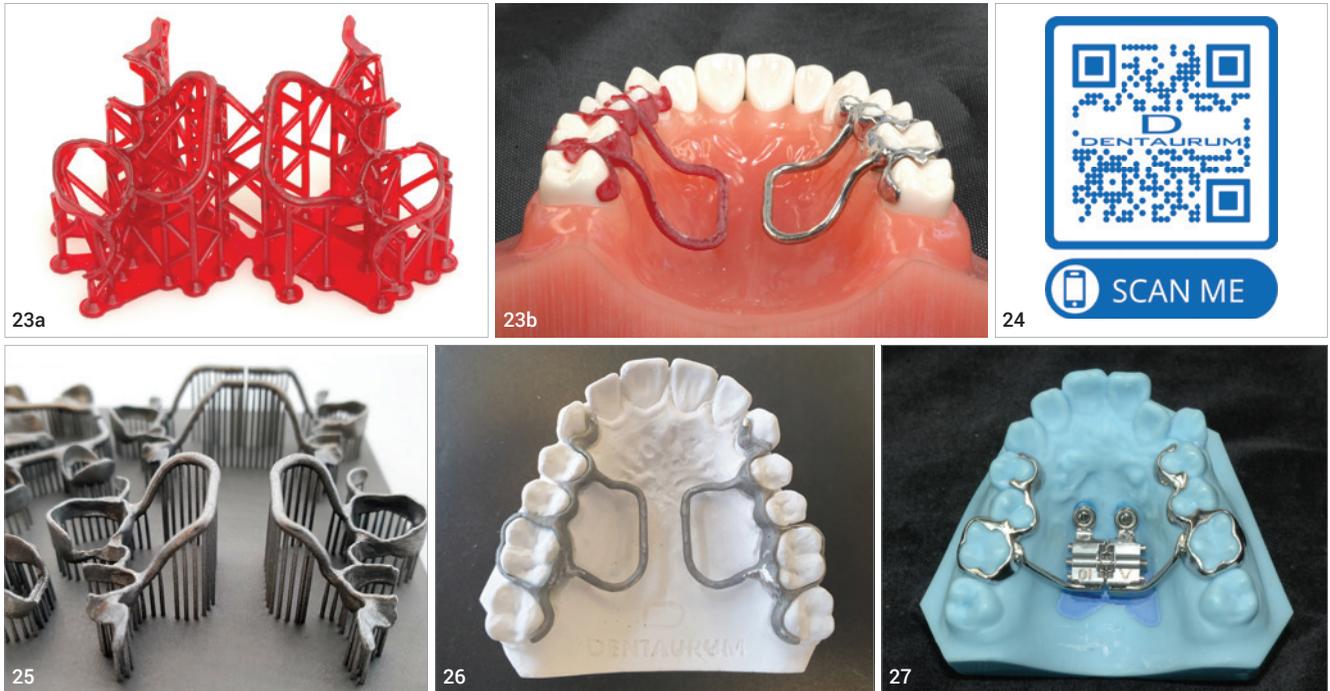


Abb. 23a und b: Das Gerüst für eine GNE-Apparatur kann zunächst in Kunststoff gedruckt (a) und anschließend im klassischen Gussverfahren in Metall überführt werden (b). **Abb. 24:** Hier kann man sich die STL-Daten von vielen Dentaurem-Produkten herunterladen. **Abb. 25:** SLM-Gerüste auf der Bauplattform. Im Vordergrund befindet sich das Gerüst für eine GNE-Apparatur mit einer hyrax® neo. Dahinter befindet sich das Gerüst für eine hyrax® click. Gut zu erkennen ist der notwendige Spalt zwischen der rechten und linken Hälfte der Apparatur. **Abb. 26:** Anprobe des Gerüsts nach dem Abtrennen der Unterstützungsstrukturen. **Abb. 27:** Hybrid-GNE: Kontrolle der Passung auf dem Modell.

oder weniger rau. Damit verfügen die Klebeflächen schon über die notwendigen Retentionen.

Nach dem Entfernen der Unterstützungsstrukturen erfolgt eine erste Anprobe auf dem Arbeitsmodell (Abb. 26). Bei manchen digital hergestellten Apparaturen kann man auf ein Arbeitsmodell verzichten. Wenn jedoch individuell hergestellte mit konfektionierten Teilen kombiniert werden sollen, wie das bei der Herstellung einer GNE-Apparatur notwendig ist, halten wir ein Arbeitsmodell für unerlässlich. Nur so kann der Zahntechniker seine Arbeit kontrollieren. Das Arbeitsmodell ist ein 3D-Druck des virtuellen Modells.

Wenn die einzelnen individuell hergestellten Elemente ausgearbeitet sind, fügt man sie mit den konfektionierten Teilen (hyrax®*) durch Laserschweißen zusammen. Das Lötens solcher Verbindungen kann, einmal abgesehen von den technischen Schwierigkeiten, aufgrund der erhöhten Korrosion des Lotmaterials nicht mehr empfohlen werden.¹⁵ Wird die GNE-Apparatur aus Titan hergestellt, ist ein Lötens ohnehin nicht möglich. Nach entsprechender Politur ist die GNE-Apparatur fertig zur Eingliederung (siehe Teil 1, Abb. 18, Zeile 5).

Die Hyrax-Schrauben gibt es aus Edelstahl und Titan. Das Gerüst der GNE-Apparatur muss aus dem gleichen Material hergestellt werden. Andernfalls lassen sich die Elemente nicht miteinander verschweißen. Das ist jedoch kein Problem, da sowohl die subtraktiven als auch die additiven Fertigungsmethoden mit Edelstahl oder Titan durchführbar sind.

Die digitale Herstellung einer GNE-Apparatur kann bis auf das Formen des Metallgerüsts im eigenen Labor erfolgen. Es gibt auch Firmen, die den kompletten Prozess (von der Planung bis zur Fertigstellung) als externe Dienstleistung anbieten.

Die digitale Herstellung einer GNE-Apparatur kann bis auf das Formen des Metallgerüsts im eigenen Labor erfolgen. Es gibt auch Firmen, die den kompletten Prozess (von der Planung bis zur Fertigstellung) als externe Dienstleistung anbieten.

3.2. Eingliederung und Aktivierung

Die Arbeitsschritte bei der Eingliederung richten sich nach der verwendeten Herstellungsmethode:

- Pin-First® approach im Single Appointment Workflow
- Pin-First® approach im Two Appointments Workflow
- Pin-Last® approach im Single Appointment Workflow.

Pin-First® approach im Single Appointment Workflow

Bevor die Miniimplantate gesetzt werden, kontrolliert man die Passfähigkeit der GNE-Apparatur auf dem Modell (Abb. 27) und dann im Mund (Abb. 28). Wenn das alles in Ordnung ist, können die Miniimplantate inseriert werden. Damit deren zuvor am Computer geplante Position sicher im Mund erreicht werden kann, ist eine Insertionsschablone nicht nur erforderlich, sondern ein absolutes Muss!

Da es bei diesem Arbeitsschritt auf sehr hohe Präzision ankommt, muss man die Passfähigkeit der Schablone sehr genau kontrollieren. Wenn die Schablone in Ordnung ist, sollte man mit einem auf die Schablone abgestimmten Vorbohrer arbeiten. Sowohl der Vorbohrer als auch das Insertionsinstrument müssen zwar exakt in die Führungshülsen passen, haben aber immer ein wenig Spiel. Sie sollen auch eine Orientierung für die richtige Insertionstiefe geben (Abb. 29).

Obwohl man für die gängigen Miniimplantate keine Vorbohrung benötigt, da diese selbstbohrend sind, ist das Perforieren der Kortikalis mit dem Vorbohrer wichtig.

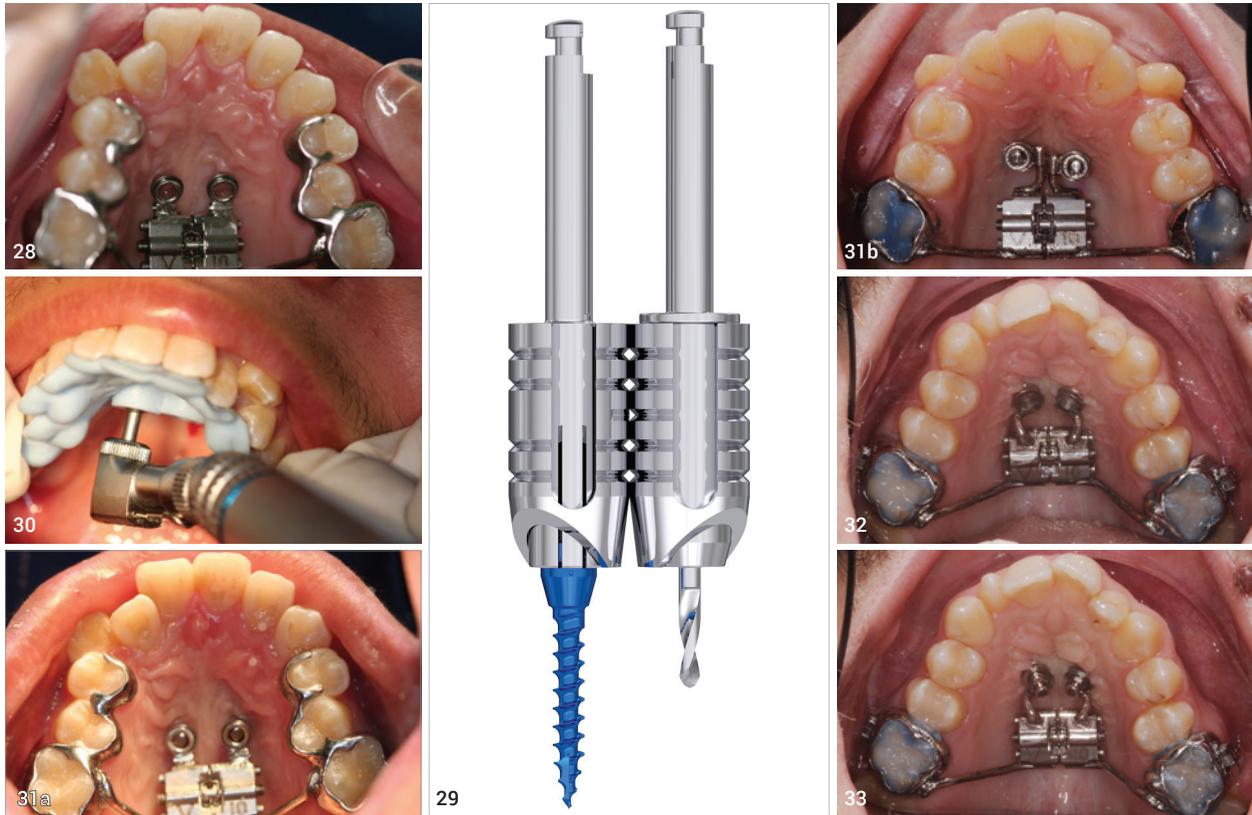


Abb. 28: Hybrid-GNE: Kontrolle der Passung im Mund ohne Miniimplantate. **Abb. 29:** Hilfsmittel für die schablonengeführte Insertion von tomas®-pin. **Abb. 30:** Bei der Insertion mit der Schablone ist auf die richtige Insertionstiefe zu achten. **Abb. 31a und b:** Die eingegliederte GNE-Apparatur von Abb. 28 (a) und von Abb. 22 (Teil 1) (b). **Abb. 32:** Kontrolle der Passfähigkeit der Apparatur, bevor die Miniimplantate inseriert werden (Pin-Last® approach). Die tomas®-RPE eyelets müssen drucklos auf der Schleimhaut liegen. **Abb. 33:** Nach der Insertion der Miniimplantate (tomas®-pin EP).

Nur so lässt sich sicherstellen, dass die Miniimplantate genau oder annähernd in die geplante Position gebracht werden können. Durch die Schablone ist die Ausrichtung der Miniimplantate in der Horizontalebene vorgegeben. Bei der Insertion muss man auf die richtige Vertikalposition achten (Abb. 30).

Nach der erfolgreichen Insertion ist die Passfähigkeit der Apparatur zu prüfen. Verwendet man Abutments mit integriertem Ausgleich für unterschiedliche Insertionsrichtungen (z. B. tomas®-Abutments) wird die Apparatur sofort passen (Abb. 31). Bei Abutments, die nicht über dieses konstruktive Merkmal verfügen, kann es sein, dass die Apparatur nicht sofort passt und befestigen lässt. In diesen Fällen muss man ermitteln, ob die Vertikal- oder die Horizontalposition der Miniimplantate nicht stimmt. Die Vertikalposition lässt sich ggf. am Miniimplantat korrigieren. Bei Fehlern in der Horizontalposition sind soweit wie möglich Korrekturen an den Abutments bzw. Verbindern vorzunehmen.

Pin-First® approach im Two Appointments Workflow

Bei dieser Methode sollte die Apparatur sofort passen, da die Position der Miniimplantate im Arbeitsmodell von der Mundsituation abgegriffen wurde. Hier kann jedoch eine Hauptursache für Fehler liegen. Wie im analogen Weg (mit Übertragungskapen) muss auch im digitalen Weg (mit Scanbodies) auf hohe Präzision bei allen Arbeitsschritten von der Platzierung der Transfermittel, der Abformung und Modellherstellung geachtet werden. Wenn die Apparatur nicht sofort passt, kann man wie im Abschnitt zuvor beschrieben vorgehen.

Pin-Last® approach im Single Appointment Workflow

Das ist die unkomplizierteste Variante der Eingliederung. Zunächst prüft man die Passfähigkeit der Apparatur (Abb. 32), was im gezeigten Fall recht einfach ist. Die Ringe für die Miniimplantate (hier tomas®-RPE eyelets) sollen drucklos der

Schleimhaut aufliegen. Wenn alles in Ordnung ist, kann die Apparatur einzementiert werden.

Als abschließenden Schritt inseriert man die Miniimplantate (Abb. 33). Die Richtung wird durch die Ösen vorgegeben. In gewisser Weise dienen sie als Insertionshilfe. Wichtig ist, dass man weiß, wie tief die Miniimplantate inseriert werden müssen. Man muss über diesen Punkt informiert sein, damit ein sicherer Halt der Apparatur gegeben ist, aber andererseits das Gewinde nicht im Knochen zu Zerstörungen führt. Beim tomas®-pin ist dieser Punkt erreicht, wenn das Insertionsinstrument auf dem tomas®-RPE eyelet aufsitzt (Abb. 34). Sind die Verbindungsarme zur hyrax® nur kurz, werden diese beim Einschrauben des Miniimplantats kaum nachgeben. Irgendwann ist der Punkt erreicht, an dem das Miniimplantat in der Öse aufsitzt und nicht mehr tiefer eindringen kann. Würde man jetzt weiterdrehen, finge das Gewinde an, den Knochen zu zerstören.

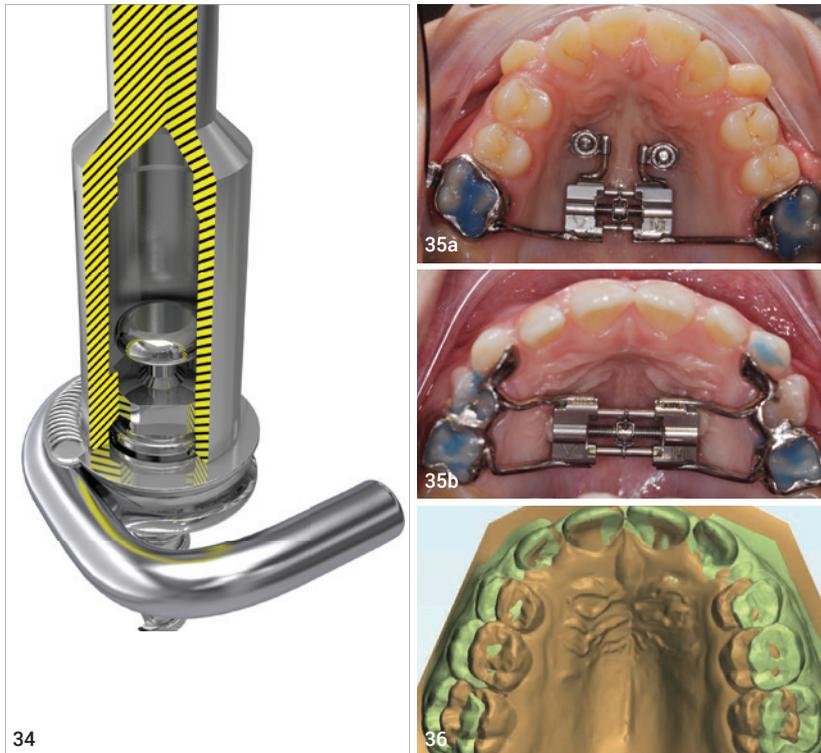


Abb. 34: Wenn das Insertionsinstrument das tomas®-RPE eyelet berührt, hat der tomas®-pin EP die richtige Insertionstiefe erreicht. Es darf nicht mehr weitergedreht werden! **Abb. 35a und b:** Aktivierte Hybrid-GNE, vergleiche mit Abb. 31b. **Abb. 36:** Durch die Überlagerung von Intraoralscans kann man den Behandlungsfortschritt nicht nur visualisieren, sondern auch metrisch erfassen.

Aktivierung

Bei der rein dentoalveolär verankerten und der Hybrid-Apparatur aktivieren wir die hyrax®-Schraube am ersten Tag um eine ganze Umdrehung (Abb. 35). Dem folgt täglich eine Viertelumdrehung, bis die gewünschte Öffnung der Expansions-schraube erreicht wird. Mit jeder Viertelumdrehung öffnet sich eine Variety oder hyrax® um 0,2 mm.

4. Digitale Nacharbeit

Die Digitaltechnik kann auch genutzt werden, um den Therapieverlauf und das Behandlungsergebnis zu doku-

mentieren und auszuwerten. Zum Beispiel kann man nach einer Verweildauer der Apparatur von sechs Monaten erneut intraorale Scans durchführen. Die Abstände zwischen den Molaren und den Eckzähnen können mithilfe der geeigneten Software gemessen und digital ausgewertet werden. Das könnte man natürlich auch an einem Gipsmodell machen. Man könnte auch die beiden Modelle auf den Tisch legen und rein optisch die Unterschiede ermitteln. Das geht mit digitalen Modellen noch viel einfacher, da sich die Modelle elektronisch überlagern und auswerten lassen (Abb. 36).

Zusammenfassung

Die digitale Prozesskette von der Diagnostik, über die Herstellung der GNE-Apparatur bis zur Auswertung der Therapieergebnisse bietet zahlreiche Vorteile. Das intraorale Scannen erzeugt Bilder der Zahnbögen und Zahnfleischmorphologie mit hoher Präzision. Dadurch werden die Ungenauigkeiten, die durch den Einsatz von Abformmaterialien und Gipsmodellen entstehen, vermieden. Die digitale Speicherung der Modelle schafft Platz in Praxis und Labor. Die virtuelle Konstruktion der Apparatur gibt dem Kieferorthopäden die Möglichkeit, den Prozess zu begleiten – egal, wie weit das Labor des Zahntechnikers entfernt ist. Die GNE-Apparatur kann sehr grazil bei verbesserter Passfähigkeit ausgeführt werden. Das reduziert die unerwünschten Nebenwirkungen.

* www.dentaurum.de

kontakt



Dr. Santiago Isaza-Penco

CLINICA ISAZA
Via del Rondone 1/2a
40122 Bologna, Italien
Tel.: +39 051 6490904
isaza.santiago@studiodentisticoisaza.it
www.studiodentisticoisaza.it

co-autoren

<p>Dr. Andrea Nakleh</p>	<p>ZT Stefano Negrini</p>	<p>Dr. Federica Isaza Giordano</p>	<p>Dr. Thomas Lietz</p>
--------------------------	---------------------------	------------------------------------	-------------------------

<p>Dr. Santiago Isaza-Penco</p>	<p>Literatur</p>
---------------------------------	------------------

ABOSERVICE

KN Kieferorthopädie Nachrichten

BESTELLUNG AUCH
ONLINE MÖGLICH



www.oemus-shop.de

Schnell. Aktuell. Praxisnah.

KN

Die Zeitung von Kieferorthopäden für Kieferorthopäden

KIEFERORTHOPÄDIE NACHRICHTEN

World Class Orthodontics®
Ortho Digitalwert GmbH

BLACK
WEEK

Alle Angebote im
bestimmtem
Prospekt.

www.kn-aktuell.de
Nr. 11 | November 2021 | 19. Jahrgang | ISSN: 1612-2577 | PwSt: 62133 | Einzelpreis: 8,- Euro

Aktuelles

KFO ist Medizin
Anhand klassischer Fallbeispiele zeigt Prof. Dr. Dr. h.c. Dirk Witschmann, warum die Kieferorthopädie Herzschläge ein lebendiger Pfeiler einer qualitativ hochwertigen medizinischen Versorgung ist. [Wissenschaft & Praxis](#) ▶ Seite 18

Digitalisierung
Dr. Michael Wisse stellt ein vernetztes und über Smartphone verknüpftes System für den Datenaustausch bei Einreichung und Bearbeitung von Leistungsanträgen vor. [Wirtschaft & Praxis](#) ▶ Seite 26

Rund um Aligner
Jens Stoll of Aligner Seven (0202282426) vom 29. September bis 1. Oktober 2022 auf Ibiza. [Weniger anzeigen](#) ▶ Seite 37

Kurz notiert

2.230 Studierende haben sich im vergangenen Jahr an deutschen Universitäten für das Fach Zahnmedizin eingeschrieben. (Quelle: KZM)

Fast Food
Im Jugendlichen Alter Bestandteil des Speiseplans. Eine Studie mit 1.831 Teilnehmern (12 bis 17 Jahre) ergab, dass knapp ein Viertel täglich mindestens zehn Prozent der Gesamtenergie durch Fast Food konsumiert. (Quelle: RKI)

Effizientes Duo: 3xDGNE

Abliebende Technik und moderne Technologie. Ein Beitrag von Dr. Santiago Isaza Perico, Dr. Andrea Hakkef, ZT Stefano Negri, Dr. Federica Isaza Giordano und Dr. Thomas Lietz.

Scannen

Registrieren

Planen/Designen

Fertigen

Abb. 1: Die digitale Prozesskette zur Herstellung einer kieferorthopädischen Behandlungsapparatur. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Form 3Shape)

Die transversale Oberkieferexpansion durch Gaumennaht-erweiterung ist eine alte Technik. Durch die Digitaltechnik lassen sich die Prozesse – von der Diagnostik über die Apparaturfertigung bis hin zur Auswertung des Behandlungsergebnisses – deutlich effizienter umsetzen als im rein analogen Weg.

Einleitung
3xDGNE??? – ist das wieder so ein kyrtischer Computerzeugs oder eine der vielen Scheiße zu erfinden.

Abkürzungen? Vielleicht geht es insgesamt um die Erweiterung der Gaumennaht (ENH)? Zugegeben – die Autoren nahmen sich der Freiheit, ihre Neugierde zu wecken, und spielten ein wenig mit der Verbindung zwischen ENH und 3D-Technologien. 3xDGNE steht hier für: Digitale Genetik, Digitale Nachrichten, Digitale Einrichtung. Die Digitalisierung liefert inzwischen für alle Phasen der kieferorthopädischen Behandlung sehr hilfreiche Werkzeuge (Abb. 1).

Im späten Wehrzeugzeitalter und bei Erwachsenen ist die transversale Erweiterung bzw. Expansion der Gaumennaht (ENH) eine sehr häufig eingesetzte Möglichkeit, die in ihrem Vorgehen gut bekannt ist. Weniger bekannt mag sein, dass es sich dabei um eine Therapievariante handelt, die schon sehr alt ist. Die Technik der Gaumennaht-erweiterung durch das Expandieren

▶ Seite 8

TopJet → distalizer

Das unsichtbare Kieferpaket für die Distalisation

A. Ahnfeldt GmbH
Helmholtzstr. 1 | 53175 Wipperf-
scheide | Tel. (0213) 31.400-0
www.ahnfeldt-gmbh.de

Aktuelles

KFO ist Medizin
Anhand klassischer Fallbeispiele zeigt Prof. Dr. Dr. h.c. Dirk Witschmann, warum die Kieferorthopädie Herzschläge ein lebendiger Pfeiler einer qualitativ hochwertigen medizinischen Versorgung ist. [Wissenschaft & Praxis](#) ▶ Seite 18

Digitalisierung
Dr. Michael Wisse stellt ein vernetztes und über Smartphone verknüpftes System für den Datenaustausch bei Einreichung und Bearbeitung von Leistungsanträgen vor. [Wirtschaft & Praxis](#) ▶ Seite 26

Rund um Aligner
Jens Stoll of Aligner Seven (0202282426) vom 29. September bis 1. Oktober 2022 auf Ibiza. [Weniger anzeigen](#) ▶ Seite 37

Kurz notiert

2.230 Studierende haben sich im vergangenen Jahr an deutschen Universitäten für das Fach Zahnmedizin eingeschrieben. (Quelle: KZM)

Fast Food
Im Jugendlichen Alter Bestandteil des Speiseplans. Eine Studie mit 1.831 Teilnehmern (12 bis 17 Jahre) ergab, dass knapp ein Viertel täglich mindestens zehn Prozent der Gesamtenergie durch Fast Food konsumiert. (Quelle: RKI)

Aligner und myofunktionelle Therapie (MFT)

Rezidivminimierung durch Kombinationsbehandlung. Nutzung der digitalen Daten des Aligner-Ziel-Set-ups zur Fertigung eines individuellen MFT-Trainingsgerätes. Von Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Michaela Weiß.

Form follows function
Kieferorthopädische Behandlungen stehen vermehrt in der Kritik, da sie keinen ausreichenden medizinischen Nutzen bringen sollen. Als Reaktion auf dieses vom Bundesrechnungshof 2018 erzielte Prüfungsergebnis veröffentlichte die DGKFO im Frühjahr 2018 ein Positionspapier, in welchem u. a. auf den präventiven Nutzen der Kieferorthopädie hingewiesen wird. Als Beispiel ist zu nennen, dass durch die Reduktion eines vergrößerten Overjets mit fetter Lippenbildung der Submandibuläre die Gefahr eines dentalen Traumas um das Zweier- bis Dreifache sinkt. Es gehört zum allgemeinen kieferorthopädischen Grundwissen, dass zur Erhaltung von Kiefer- und Zahnfehlstellungen, oralen Habits, aber auch Fehlbissungen und Dysfunktionen wie habitual offene Mundhaltung, Mundatmung, falsche Zungenlage und ein falsches Schluckmuster als wichtige ätiologische Faktoren beitragen können. Dieses wird auch in der Stellungnahme der DGKFO (2008) zur Diagnostik und

▶ Seite 12

SPARK
CLEAR ALIGNER SYSTEM

FORTSCHRITTLICHES
CLEAR ALIGNER SYSTEM
FÜR KIEFERORTHOPÄDEN

MEHR KONTROLLE UND FLEXIBILITÄT FÜR EINE
VORHERSAGBARERE BEHANDLUNGSANLAGE

Aufbauend auf die bewährte Erfahrung von mehr als 20 Jahren im Bereich der Digitalisierung der Kieferorthopädie, hat die Orthodontik-Software Clear Aligner System geschaffen, die das Bestmögliche der Kieferorthopädie ermöglicht. Ein Produkt, welches Ihnen Ihre Praxis in unsere Praxis bringt.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.ortho-digital.de/spark

Ormco

Aktuelles

...unser dentalline - Gesamtkatalog ist da!

viele Plankosten...
Resonanzwahl...
Beste Preise...

gleich aufordern
oder online herunterladen

Ihr FHO Team wird Sie gerne unterstützen. ☎ +49 331 48474-290 • www.dentalline.de

Es geht um die digitale Zahnorthodontik. Die Digitalisierung der Kieferorthopädie ist ein Prozess, der sich in den letzten Jahren stark beschleunigt hat. Die Digitalisierung ermöglicht es, die Kieferorthopädie effizienter zu gestalten und die Patienten zu unterstützen. Die Digitalisierung ermöglicht es, die Kieferorthopädie effizienter zu gestalten und die Patienten zu unterstützen.

▶ Seite 12

Fax an **+49 341 48474-290**

Name, Vorname _____

Telefon, E-Mail _____

Unterschrift _____

Ja, ich möchte die Informationsvorteile nutzen und sichere mir das günstige Abonnement der:

KN Kieferorthopädie Nachrichten 10 x jährlich 75,- Euro*

Widerrufsbelehrung: Den Auftrag kann ich ohne Begründung innerhalb von 14 Tagen ab Bestellung bei der OEMUS MEDIA AG, Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig schriftlich widerrufen. Rechtzeitige Absendung genügt. Das Abonnement verlängert sich automatisch um 1 Jahr, wenn es nicht fristgemäß spätestens 6 Wochen vor Ablauf des Bezugszeitraumes schriftlich gekündigt wird.

* Preis versteht sich inkl. MwSt. und Versandkosten.

Stempel

KN Kompendium 2021

Virtuelle Bracketpositionierung – ein Zukunftskonzept für jede KFO-Praxis?

Von MDDr. Anna Svoboda.



1



2

Abb. 1: Importierter Datensatz vor dem Beschneiden und Ausrichten in OnyxCeph^{3TM}. **Abb. 2:** Gesockeltes Modell.

Einleitung

Wie es bei den meisten medizinischen und zahnmedizinischen Bereichen der Fall war, erreichte die Digitalisierung in den letzten Jahren ebenfalls die Kieferorthopädie. Die Technologie gibt uns die Chance, schneller und effektiver zu arbeiten und Daten zu speichern, was sowohl für den Behandler als auch für den Patienten viele Vorteile mit sich bringt. Um die therapeutische Wirksamkeit und Kontrolle des Behandlungsverlaufs zu optimieren, ist die virtuelle Kieferorthopädie ein längst überfälliger Schritt.¹

Der Einsatz von Intraoralscannern ermöglicht es uns, sowohl den Kiefer als auch den Biss des Patienten digital zu erfassen, statt herkömmlich mit Alginat die Zähne abzuformen und mit Wachs den Biss zu registrieren. Aus den erfassten Daten wird ein 3D-Modell hergestellt und gespeichert. Zu den vielversprechenden Einsatzmöglichkeiten des 3D-Modells in der Kieferorthopädie gehört unter anderem die virtuelle Positionierung der Brackets, die nach der Planung durch den Behandler mittels im 3D-Drucker angefertigter Bonding Trays indirekt umgesetzt wird.

Die Entwicklung des indirekten Klebens

Die genaue Positionierung von Brackets ist einer der herausforderndsten Aspekte für die Optimierung der kieferorthopädischen Behandlung.² Um die Fehlerrate an dieser kritischen Stelle zu minimieren, wurden in der letzten Zeit zahlreiche Studien mit dem Ziel durchgeführt, die Protokolle für das indirekte Kleben zu verbessern. Vor allem befassten sich die Untersuchungen mit der CAD/CAM-Technologie.³ Die Technik des herkömmlichen indirekten Klebens wurde erstmals im Jahre 1972 zur Verbesserung der Genauigkeit der kieferorthopädischen Bracketpositionierung eingesetzt.⁴ Es gibt zahlreiche Studien, die das herkömmliche indirekte Kleben mit dem direkten Kleben verglichen haben. Manche dieser Untersuchungen zeigen, dass das indirekte Kleben eine genauere Platzierung der Brackets auf einigen Zähnen und in einigen Ebenen ermöglicht, es führt aber möglicherweise nicht zu einem klinisch signifikanten Unterschied für den Patienten in Bezug auf die gesamte Behandlungszeit oder Anzahl der Patientenvorstellungen.⁵

Im Vergleich zum direkten Kleben ist der gesamte zeitliche Aufwand für das herkömmliche indirekte Kleben länger, die Behandlungszeit am Stuhl hingegen kürzer.⁶ Manche Autoren stellten beim Vergleich zwischen herkömmlichem indirektem Kleben und direktem Kleben keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Bracketverlustrate fest.⁷⁻⁹

Das klassische indirekte Kleben besteht aus zwei Phasen: der Laborphase und der klinischen Phase. Jedes Bracket wird in der ersten Phase im Labor genau auf das Studienmodell platziert, in der zweiten klinischen Phase werden alle Brackets auf einmal mithilfe einer Übertragungsschiene auf die Zähne gesetzt.¹⁰ Das herkömmliche indirekte Kleben hat sich bei den meisten Behandlern nicht als ein Standardverfahren durchgesetzt, vor allem aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Technik sowie der Notwendigkeit der zusätzlichen Laborphase, welche die Kosten dieser Verfahrensweise deutlich erhöht.¹¹ Zu weiteren Nachteilen des herkömmlichen indirekten Klebens gehört die Tatsache, dass der Behandler wenig Einfluss auf die Bracketspositionierung hat, weil diese im Labor stattfindet.¹²

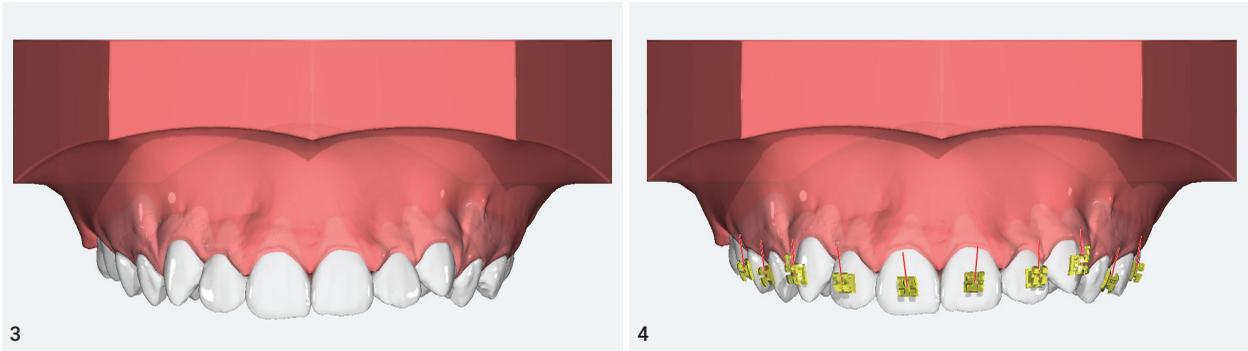


Abb. 3: Fertiges Arbeitsmodell nach dem Segmentieren. Abb. 4: Virtuell positionierte Brackets auf dem Malokklusionsmodell.

Beim virtuellen indirekten Kleben verwandelt sich die Laborphase in einen digitalen Workflow. Der komplette Ablauf des Prozedere vom Scannen der Kiefer über das Planen der Bracketspositionen, dem Drucken des Bonding Trays und dem indirekten Kleben der Brackets kann somit in der Praxis stattfinden. Natürlich ist auch ein Outsourcing der Produktion der Übertragungsschienen an ein Fremdlabor möglich.

Vorstellung des digitalen Workflows anhand eines Fallbeispiels

Im Folgenden wird anhand eines Fallbeispiels, bei welchem die Brackets im Oberkiefer virtuell platziert und indirekt geklebt wurden, der digitale Workflow vorgestellt.

Nachdem beide Kiefer digital abgeformt und der Biss erfasst wurde (Intraoral-scanner CS 3600, Carestream Dental*), importierten wir den Datensatz in die Planungssoftware OnyxCeph³™ (Image Instruments**), wo dieser gespeichert und weiter bearbeitet wurde. Zum virtuellen Bearbeiten gehören das Ausrichten, Beschneiden und Sockeln des so entstandenen Arbeitsmodelles. Die virtuell gesockelten Modelle wurden daraufhin segmentiert, d.h. der Behandler ordnete dem Arbeitsmodell einzelne Zähne zu und prüfte die Referenzpunkte aller Zähne (Abb. 1–3). So entstand aus dem Datensatz ein fertiges Arbeitsmodell. Die während der Bearbeitung entstandenen Kronenkoordinaten dienten als Grundlage für die Arbeit in den Planungsmodulen der Software.

Für die virtuelle Positionierung der Brackets gibt es in genannter Software zwei Alternativen: Bei der ersten Variante wird im nächsten Schritt ein Set-up erstellt, welches das Zielergebnis der Multibandbehandlung simuliert. Auf dem Set-up-Modell werden die Brackets ausgerichtet und danach wird das Set-up wieder in die Malokklusion zurückgesetzt (Modul „Wire_Bonding“).

Im vorliegenden Fall arbeiteten wir mit dem Modul „FA_Bonding“, welches sich in unserer Praxis bewährt hat. In dieser zweiten Variante werden die Brackets direkt auf das Malokklusionsmodell gesetzt. In der Bracket-Datenbank (Bibliothek) wurden hierzu die gewünschten Brackets ausgewählt und automatisch auf das Arbeitsmodell (Malokklusionsmodell) gesetzt. Der Behandler wählte

21 Zahnmittelpunkt		↕
Position X:		4,53 mm
Position Y:		1,17 mm
Position Z:		23,95 mm
Abstand:		↕
FA <-> Inzisal		4,00 mm
FA <-> Gingival		4,93 mm
FA <-> Mesial		4,35 mm
FA <-> Distal		4,29 mm

5

6

Abb. 5: Vom Behandler bestimmte Kleberregel. Abb. 6: Funktion „Line-up“: Visualisierung der Korrektur.

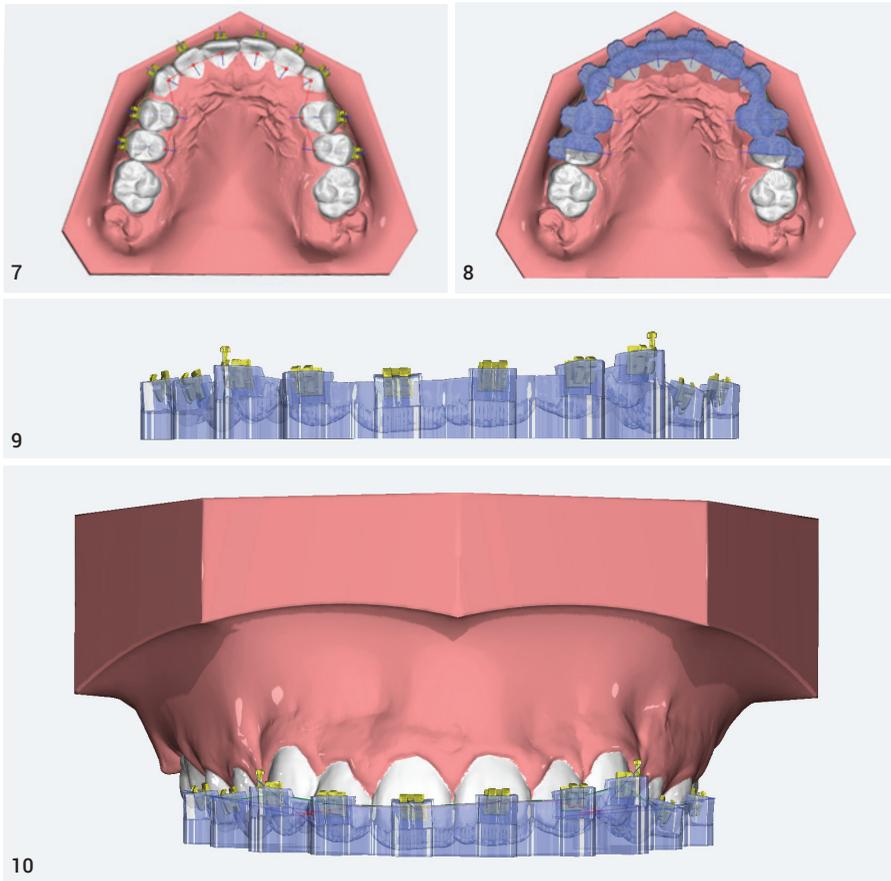


Abb. 7: Festlegen der Grenzpunkte der Übertragungsschiene. **Abb. 8:** Visualisierung der Übertragungsschiene. **Abb. 9 und 10:** Vorschau der Übertragungsschiene mit Brackets.

dann aus, auf welcher Höhe und auf welchen Abstand von der Zahnkrone die Brackets gesetzt werden (Abb. 5). Viele Tools im Modul „FA_Bonding“ sind sehr hilfreich, um die Genauigkeit zu erhöhen und die Arbeit zu erleichtern. So können die virtuellen Arbeitsmodelle z.B. vergrößert, die Zähne aus verschiedenen Winkeln betrachtet und gedreht werden. Zudem ist es möglich, die Nachbarzähne auszublenden, um den optimalen Sitz

des Brackets auf einem bestimmten Zahn zu überprüfen. Die Funktion „Line-up“ ermöglicht dem Behandler eine Visualisierung der Korrektur, wobei die Zahnkronen am geraden Bogen ausgerichtet werden (Abb. 6). In dieser Phase der Planung konnte der Behandler die Brackets in Ruhe platzieren, ohne sich unbequem über den Patienten beugen zu müssen. Sind alle Brackets auf dem 3D-Modell virtuell platziert und entsprechend über-

prüft, kann im nächsten Schritt ein Bonding Tray konstruiert werden, welches das exakte Übertragen der geplanten Bracketposition in den Mund des Patienten ermöglicht. Es bestehen mehrere Möglichkeiten, wie in OnyxCeph^{3™} die Übertragungsschiene konstruiert werden kann. Wir haben uns im vorliegenden Fall für das Modul „Bonding Trays“ entschieden (Abb. 7–10).

Für das Drucken der Übertragungsschienen werden heutzutage verschiedene biokompatible Materialien eingesetzt. In unserer Praxis verwenden wir den Druckerharz Imprimo LC IBT (SCHEU DENTAL). Das Bonding Tray wird dann in einem letzten Schritt direkt in der Praxis 3D-gedruckt (Asiga MAX 3D-Drucker, SCHEU DENTAL) und weiter bearbeitet.

Das fertige Tray mit den bereits eingesetzten Brackets wurde als Nächstes im Mund des Patienten auf Passgenauigkeit überprüft. Nachdem diese als korrekt beurteilt wurde, erfolgte die Vorbereitung der Zahnoberfläche wie gewohnt. Unmittelbar vor dem Kleben wurden die Brackets (equilibrium mini, 18“er Slotgröße, Roth-Prescription, DENTAURUM) mit einer dünnen Schicht eines geeigneten Komposits (Transbond[™] Supreme LV, lichthärtendes Adhäsiv mit niedriger Viskosität, 3M Deutschland) beschichtet und sofort in den Mund des Patienten eingesetzt. Nach erfolgtem Lichthärten konnte die Übertragungsschiene wieder von den Zähnen gelöst und der Sitz der Brackets erneut überprüft werden (Abb. 11 und 12). Es konnte eine exakte Positionierung der Brackets bei einer deutlich kürzeren Behandlungszeit am Stuhl realisiert werden (Abb. 13 und 14).



Abb. 11: Die Überprüfung der Passgenauigkeit des Bonding Trays. **Abb. 12:** Brackets nach der Entfernung des Bonding Trays.



Abb. 13: Die Situation im Verlauf der Behandlung. Abb. 14: Die Situation nach der Entfernung der Brackets.

Die Behandlungsergonomie

Im Vergleich zum direkten Kleben am Patienten ist die Arbeit deutlich ergonomischer. Der Behandler sitzt gerade vor dem Bildschirm, hat ideale Beleuchtungsbedingungen sowie eine perfekte Übersicht, wodurch der Rücken und die Augen des Behandlers entlastet werden. Der Behandler positioniert die Brackets, ohne von Speichelfluss, Schlucken, eingeschränkter Mundöffnung und Bewegungen des Patienten gestört zu werden. Diese beeinflussenden Faktoren können sonst beim direkten Kleben zum Entstehen von Ungenauigkeiten führen, welche die Verlängerung der gesamten Behandlungszeit als Folge haben können. Die klinische Phase des indirekten Klebens am Patienten dauert deutlich kürzer, was wiederum für den Patienten angenehmer ist.⁶

Diskussion

Es wird in den nächsten Jahren erwartet, dass weitere Fortschritte in der Softwareentwicklung eine 3D-virtuelle maßgeschneiderte Behandlung und biomechanische Planung in der Kieferorthopädie ermöglichen werden.¹³ Die Kosten des Intraoralscanners und des 3D-Druckers machen die Technologie im Moment noch für viele Praxen unerreichbar.¹ Das zahnärztliche Personal muss ebenfalls umfangreich geschult werden und vor allem motiviert und bereit sein, die Komfortzone der herkömmlichen Behandlung zu verlassen.

Der Behandler steht am Anfang vor einer relativ flachen Lernkurve und ist oft gezwungen, seine Protokolle durch eine Trial-Error-Herangehensweise zu opti-

mieren. Die wenigen Studien, die das virtuelle indirekte Kleben mit dem direkten Kleben verglichen haben, zeigen, dass virtuelles indirektes Kleben eine genauere Positionierung der Brackets ermöglicht.^{1,3} In unserer Praxis haben wir uns seit mehr als zwei Jahren auf dem Weg zum Erlernen der Technik mit zahlreichen Fehlerquellen auseinandergesetzt – von Fehlern beim Scannen über Fehler bei der Bearbeitung des virtuellen Modells, ungünstige Werte bei virtueller Positionierung der Brackets, ungeeignetes Design des Bonding Trays bis hin zu Fehlern beim Bearbeiten der fertigen Übertragungsschiene.

Ein wichtiger Faktor, der zum Entstehen der Fehler in der kieferorthopädischen Behandlung beiträgt, ist die signifikante Lernkurve des durchführenden Kliniklers, der die Brackets positioniert.¹⁴ Das gilt auch für das virtuelle Kleben. Wer die Technik nicht beherrscht, wird kein genaueres Ergebnis erzielen. Brackets, die falsch auf die virtuellen Modelle platziert werden, führen klinisch zu den gleichen Diskrepanzen wie beim direkten Kleben. Der Verlauf der Behandlung wird dadurch genauso beeinflusst.¹⁵

Schlussfolgerung

Wenn man sich für die Praxis einen Intraoralscanner und einen 3D-Drucker angeschafft hat, stellt das virtuelle indirekte Kleben eine weitere interessante Anwendungsmöglichkeit dieser Technologie dar und ermöglicht dem Behandler, die teuren Geräte effektiv auszunutzen. Damit das virtuelle indirekte Kleben aber zum Zukunftskonzept für jede KFO-Praxis werden kann, muss die Technik preiswerter werden. Weiterhin werden viele

klinische Studien notwendig sein, um die Effizienz und Dauer der gesamten Behandlung, Anzahl der Besuche und um Notwendigkeit des Umklebens beurteilen und die Verlusten der Brackets zwischen dem direkten und indirekten virtuellen Kleben vergleichen zu können. Die Protokolle sollten weiter optimiert werden, damit der Behandler klare Leitlinien an die Hand bekommt, nicht ständig experimentieren muss und die Lernkurve der Technik sich steiler entwickelt.

* www.carestreamdental.com/de-de

** www.image-instruments.de

Kontakt



MDDr. Anna Svoboda

Gemeinschaftspraxis
Dr. Dietrich Seidl und Katja Magjera
Friedrich-Ebert-Straße 63
99096 Erfurt
Tel.: +49 361 3450934
kfo@dseidl.de
www.dseidl.de



Erwartungen steuern, Zufriedenheit erhöhen

Digitale Tools erleichtern interdisziplinäre Behandlungsplanung

Von Dr. Dirk Kujat M.Sc., M.Sc. L.O., Kieferorthopäde aus Groß-Gerau.



Abb. 1a–e: Porträtaufnahmen der Patientin vor Behandlungsbeginn im April 2020.

In den vergangenen Monaten war es nicht immer einfach, eine kieferorthopädische Fachpraxis erfolgreich zu führen: Verunsicherte Patienten blieben aufgrund der COVID-19-Pandemie fern, der Mehraufwand durch verschärfte Hygienestandards sowie Umstellungen im Zuge des Inkrafttretens der neuen Medizinprodukteverordnung ließen es nicht zu, Patienten im gewohnten Ablauf einzubestellen. Zudem sorgte die neue Option für Menschen mit Zahnfehlstellungen, eine Therapie scheinbar kostengünstig durch verschiedene Onlineanbieter zu erhalten und sich damit den Besuch in der Fachpraxis zu sparen, in einigen Praxen für eine veränderte Nachfrage.

Die aktuell erfolgenden Entwicklungen hinsichtlich Corona sowie der seit Mai geltenden EU-Medizinprodukteverordnung (MDR) lassen sich zweifellos als Chance für eine Neuausrichtung der eigenen Praxis nutzen. Denn wenn die neuen Abläufe einmal etabliert sind und die Patienten, bei denen leichtere Fehlstellungen zu korrigieren sind, weiterhin fernbleiben, bleibt mehr Zeit für die Konzentration auf andere Therapieansätze – beispielsweise die interdisziplinäre Behandlung von Erwachsenen. Laut einer aktuellen Umfrage der American Dental Association (ADA) hat die Anzahl an Patienten mit Bruxismus und CMD-Beschwerden in der

Pandemiezeit stark zugenommen. Ein Trend, der auch in Deutschland erkennbar ist.¹ Nicht selten benötigen Betroffene eine umfassende kieferorthopädische, konservierende sowie prothetische Behandlung, um die Beschwerden langfristig zu lindern und auch ein ästhetisch optimales Ergebnis zu erzielen.

Wer sich solchen Fällen vermehrt widmen möchte, der profitiert in hohem Maße von digitalen Tools für die Behandlungsplanung. Diese erleichtern die sichere Diagnostik, die Entwicklung eines optimalen Therapieplans und die Kommunikation mit Behandlungspartnern ebenso wie mit den Patienten. Dabei lassen sich sowohl der zu erwartende Verlauf der Behandlung als auch das Endergebnis vorab visualisieren und mit den Wünschen der Patienten in Einklang bringen. Selbst ästhetische Herausforderungen während der Therapie können hierbei visualisiert werden, um die Erwartungen der Patienten gezielt zu formen und spätere Überraschungen zu vermeiden, wie das folgende Fallbeispiel zeigt.



Abb. 2a: Initiale Fernröntgenseitenaufnahme. Abb. 2b: Orthopantomogramm bei Behandlungsbeginn.



Pleasant *e*motion.

Mehr als nur eine Distalisationsapparatur!

**Uni- und bilaterale Distalisation / Mesialisation von oberen Molaren,
Retraktion der oberen Frontzähne und Retention in einem System.**

- ➔ Keine Mitarbeit des Patienten notwendig
- ➔ Einfache Montage/Demontage
- ➔ Schnell und effizient
- ➔ Angenehm und hygienisch für den Patienten
- ➔ 24 h – in situ
- ➔ Erfunden von Prof. Dr. M. A. Papadopoulos,
Aristoteles Universität, Thessaloniki, Griechenland





Abb. 3a–f: Intraorale Aufnahmen der Ausgangssituation mit einer dentalen Klasse II/2-Relation.

Der konkrete Fall

Im April 2020 stellte sich eine 39-jährige Patientin in der Praxis des Autors in Groß-Gerau vor (Abb. 1a–e, Abb. 2a und b, Abb. 3a–f). Ihr Hauszahnarzt hatte sie aufgrund unphysiologischer Abrasionen im Frontzahnbereich beider Kiefer überwiesen. Er sah die Notwendigkeit, zunächst durch eine kieferorthopädische Behandlung eine Entlastung des genannten Bereichs zu erreichen, bevor eine restaurative Versorgung der Frontzähne (speziell des Zahnes 11) mit guter Langzeitprognose durchgeführt werden konnte. Extraoral zeigten sich keine Auffälligkeiten und die Patientin trug nachts eine Aufbissschiene. Intraoral wurde eine dentale Klasse II/2-Relation mit Schmal kiefer in der Maxilla und negativem Frontzahntorque der Zähne 11 und 21 sowie negativem Seitenzahntorque diagnostiziert.

Die Zähne 11 und 21 waren retrudiert und extrudiert. Im Frontzahnbereich des Ober- und Unterkiefers zeigten sich deutliche Abrasionen, wobei der Zahn 11 durch diese deutlich kürzer war als der benachbarte Zahn 21. Aufgrund einer Extrusion des Zahns 11 war die inzisale Höhe der mittleren Frontzähne identisch, die Gingivakontur jedoch unsymmetrisch.

Die Frontzähne im Unterkiefer waren ebenfalls retrudiert und extrudiert. Zudem zeigten sich ein Engstand sowie Frühkontakte. Des Weiteren waren ein Tiefbiss, eine Mittellinienabweichung, eine horizontale Wachstumstendenz

und progene Tendenz (Wits $-0,5$) sowie Rotationen und Einzelzahnabweichungen erkennbar.

Die manuelle Strukturanalyse ergab einen retralen Belastungsvektor sowie arthrotische Veränderungen in beiden Kiefer-

gelenken (Kompressionsgelenke). Anamnestisch waren Ohrgeräusche sowie Knirschen feststellbar. Eine Verminderung der Ohrgeräusche hatte sich bereits durch das nächtliche Tragen der Schiene eingestellt.



Abb. 4: Digital Smile Design mit 3Shape Smile Design. Abb. 5a und b: Simulation des Behandlungsergebnisses unter Verwendung eines Porträtfotos.

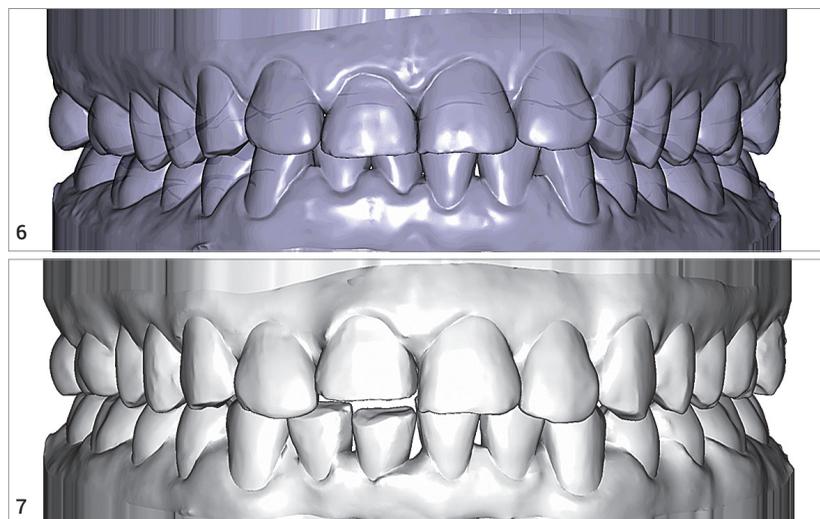


Abb. 6 und 7: Screenshots von Malokklusion und Set-up im Treatment Management Portal.

Behandlungsziel

Als Ziel der interdisziplinären Behandlung wurde das Einstellen von Klasse I-Verhältnissen in dekompressiver Gelenklage mit Bisshebung und korrektem Overjet sowie Overbite definiert. Dafür wurde geplant, die Ober- und Unterkieferfront zu protrudieren und den Biss zu heben.

Vorab-Visualisierung des Behandlungsergebnisses

Um die Patientin dabei zu unterstützen, eine realistische Vorstellung des möglichen finalen interdisziplinären Behandlungsergebnisses zu entwickeln, erfolgte eine virtuelle Simulation mit der Software 3Shape Smile Design (Abb. 4). Diese ermöglicht es, die Zähne der Patientin anhand von Fotos so zu positionieren und die Zahnformen so zu wählen, dass ein harmonisches Gesamtbild entsteht. Anschließend lässt sich das Ergebnis anhand der vorhandenen Aufnahmen simulieren (Abb. 5).

Da sich die Entwürfe der neuen Zahnpositionen und -formen auch in andere Module des 3Shape Dental System importieren lassen, können sie vom Allgemeinzahnarzt später als Grundlage für die Konstruktion des definitiven Zahnersatzes verwendet werden. Zudem ist es möglich, ein Mock-up zu fertigen und Patienten somit eine echte „Probefahrt“ anzubieten. Im vorliegenden Fall erfolgte lediglich die virtuelle Simulation des Ergebnisses in Absprache mit dem behandelnden Zahnarzt.

Wahl der Apparatur

Die Patientin ließ sich von der Simulation überzeugen und gab ihr Okay für die detaillierte Behandlungsplanung. Ihr dringender Wunsch nach einer nicht sichtbaren kieferorthopädischen Apparatur wurde berücksichtigt und die Lingualtechnik mit dem 3M Incognito Appliance System* als Behandlungsweg gewählt. Dieser Ansatz bietet Vorteile im Hinblick auf die für die Behandlung notwendigen Bewegungen: Die linguale Apparatur ermöglicht im Bereich der Inzisiven zum einen eine präzise Torquekontrolle und zum anderen eine kontrollierte vertikale Nivellierung bei der Intrusion.

Behandlungsplanung

Um die einzelnen Schritte der kieferorthopädischen Behandlung zu planen, wurde eine digitale Abformung beider Kiefer mit einem Intraoralscanner (3Shape TRIOS 3) durchgeführt. Es erfolgte die Übermittlung der Aufnahmen an TOP Service für Lingualtechnik (Bad Essen), wo ein erstes digitales Set-up durch geschulte Techniker erstellt wurde (Abb. 6 und 7). Für die Kommunikation rund um die Überprüfung, Anpassung und Freigabe des Set-ups steht das Unitek Treatment Management Portal (TMP) zur Verfügung, das auch zahlreiche Analysetools bietet.

Vor der Freigabe der Planung wurde diese mit dem Zahnarzt abgestimmt. Zudem wurde das digitale Set-up der Patientin präsentiert, um sie auf die äs-

thetischen Konsequenzen der Therapie vorzubereiten und die Notwendigkeit einer nachfolgenden restaurativen Behandlung zu veranschaulichen: Durch die geplante Intrusion des Zahnes 11 sollte eine Korrektur des Gingivaverlaufs erreicht werden. Dieser ästhetisch schönere Weg des gingivalen Levellings würde jedoch zu einem inzisalen Niveauunterschied führen, der schließlich durch restaurative Maßnahmen auszugleichen war, um ein ästhetisch nicht kompromittiertes Ergebnis zu erzielen. Anhand des Set-ups ließ sich neben der zu erwartenden Veränderung des Gingiva- und Inzivalskantenverlaufs auch die Höhe der erforderlichen Aufbauten abschätzen.

Nach Freigabe des Set-ups erfolgte die Planung der individuellen lingualen Apparatur. Diese besteht aus an die Morphologie der lingualen Zahnoberflächen angepassten Brackets mit exakten Slotdimensionen und vertikalem Slot im Frontzahnbereich sowie präzise vorgebogenen Bögen. Dank genauer Slot- und Bogendimensionen bietet die Apparatur eine sehr gute Torquekontrolle. Die hochkant einligierten Bögen sind für die gute vertikale Kontrolle verantwortlich.

Geklebt werden die Brackets mit einem indirekten Bondingtray (3M Clear Precision Tray), der eine exakte Umsetzung der geplanten Bracketpositionen sicherstellt und somit die Erzielung der geplanten Ergebnisse unterstützt.

Behandlungsverlauf

Gleich nach dem Einsetzen der lingualen Apparatur wurden Aufbauten aus TRIAD VLC Gel klar (Fa. Dentsply Sirona) im Seitenzahnbereich angefertigt, um Frühkontakte in der Front zu vermeiden und die angestrebte Bisslage zu unterstützen (Abb. 8a–f). Die neue Bisslage war im Vorfeld bereits durch eine Schiene getestet und mittels MRT-Aufnahme verifiziert worden. Ziel dieser Maßnahme war eine Entlastung der Kiefergelenke.

Beim ersten Kontrolltermin im Juli 2020 wurde im Oberkiefer ein .016" x .022" NiTi-Bogen einligiert. Im Unterkiefer wurde der Bogen aus dem selbstligierenden Hilfsslot in den vertikalen Slot überführt. Nach neun Wochen zeigte sich die beginnende Nivellierung und Intrusion bzw.



Abb. 8a–f: Intraorale Aufnahmen vom Behältertermin am 18. Juni 2020. Im Unterkiefer-Frontzahnbereich befindet sich der Bogen im selbstligierenden Hilfsslot. Aus Komfortgründen wurden die Brackets aber dennoch mit Gummiligaturen versehen. **Abb. 9a–e:** Situation am 30. Oktober 2020 nach dem Aufbau der Front mit Komposit. **Abb. 10a–f:** Situation am 22. Dezember 2020 mit Powerchain im Oberkiefer.



Abb. 11a–f: Intraorale Aufnahmen vom 9. Februar 2021 nach approximaler Schmelzreduktion im Oberkiefer-Frontzahnbereich. **Abb. 12a–f:** Situation nach approximaler Schmelzreduktion im Unterkiefer und Anpassung der Restaurationen im Oberkiefer am 29. April 2021. **Abb. 13a–e:** Porträtaufnahmen der Patientin nach Abschluss der kieferorthopädischen Therapie. **Abb. 14a und b:** Fernröntgenseitenaufnahme (a) und Orthopantomogramm (b) vom 28. Juni 2021.



Abb. 15a–f: Finale intraorale Aufnahmen.

Pseudointrusion durch Protrusion der Zähne 11 und 21. Die beiden Frontzähne wurden dann im Oktober 2020 mittels Kunststoff provisorisch aufgebaut (Abb. 9a–e).

Im Behandlungsverlauf wurden die Zahnbögen weiter ausgeformt und die kieferorthopädischen Aufgaben erfüllt. Ab Dezember 2020 begann im Oberkiefer der Lückenschluss mittels Powerchain (Abb. 10a–f). Im Unterkiefer wurde zur weiteren Derotation und Torquebewegung ein .016" x .024" SS-Bogen mit 13° Extratorque im Frontzahnbereich einligiert. Die Aufbisse im Bereich der Molaren wurden sukzessive reduziert, da sich im Prämolarenbereich die ersten Kontakte ergaben.

In der folgenden Behandlungsphase wurde im Frontzahnbereich des Oberkiefers eine approximale Schmelzreduktion durchgeführt. Ziel dieser Maßnahme war die Reduzierung der schwarzen Dreiecke und Anpassung der Zahnformen sowie eine ästhetische Korrektur der Aufbauten an den Zähnen 11 und 21 (Abb. 11a–f). Weitere elf Wochen später wurde auch in der Unterkieferfront gestrippt (Abb. 12a–f). Zudem erfolgte eine Anpassung der Kompositrestaurationen an den Zähnen 11 und 21, um das ästhetische Erscheinungsbild zu optimieren.

Anfang Juni 2021 fand erneut eine Kontrolluntersuchung statt, um letzte Feinheiten zu korrigieren, bevor wenige Wochen später, nach einer Gesamtbehandlungszeit von zwölf Monaten, die Apparatur entfernt werden konnte. Im Unterkiefer wurde ein fest-sitzender Retainer geklebt. Zu diesem Zeitpunkt wurden erneut Porträtfotos erstellt (Abb. 13a–e) und die finale röntgenologi-

sche Kontrolle durchgeführt (Abb. 14a und b). Zahn 13 wurde temporär mit Kunststoff aufgebaut, um die Eckzahnführung wiederherzustellen. Die finalen intraoralen Aufnahmen sind in den Abbildungen 15a bis f dargestellt. Nach dem Settling der Okklusion ist eine prothetische Versorgung der Zähne 13, 11 und 21 mit Keramikveneers durch den behandelnden Zahnarzt geplant.

Fazit

Durch den Einsatz digitaler Tools, welche eine Vorabsimulation des Behandlungsergebnisses sowie eine gezielte Aufklärung der Patienten ermöglichen, lassen sich Überraschungen am Ende einer komplexen interdisziplinären Therapie mit großer Sicherheit vermeiden. Erfahrungsgemäß ist es häufig schwierig, Patienten ohne Fachkenntnisse mit Worten allein einen Eindruck davon zu vermitteln, was im Rahmen der angestrebten Behandlung auf sie zukommen wird. Die bildliche Darstellung des zu erwartenden Ergebnisses sowie der anstehenden Herausforderungen hilft diesen Menschen, ein Verständnis für die anstehenden Maßnahmen zu entwickeln. Das nimmt ihnen in der Regel die Angst vor der Therapie und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit, dass sie dem Therapievorschlag zustimmen. Ihre Zufriedenheit am Ende der Behandlung ist nahezu gewiss, sofern die eingesetzte Apparatur ein mit dem Plan übereinstimmendes Ergebnis liefert.

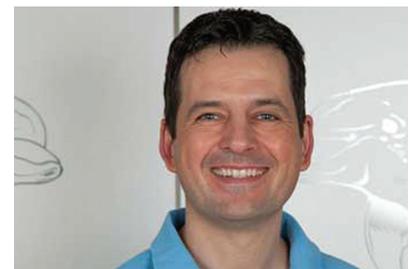
Im vorliegenden Fall gelang es u.a. aufgrund des Einsatzes einer vollständig individualisierten lingualen Apparatur mit präzisen Slot- und Bogendimensionen, die

ursprüngliche Planung exakt einzuhalten. Dadurch wurde ein für die Patientin sehr zufriedenstellendes Ergebnis erzielt, bei dem es gelungen ist, eine Klasse I-Relation in dekompressiver Gelenklage mit korrektem Overjet und Overbite zu erreichen. Die Versorgung der Frontzähne mit Veneers wird voraussichtlich Ende 2021 erfolgen.

1 Umfrage der American Dental Association – USA: Pandemie erhöht Prävalenz von Bruxismus. *zm* 111, Nr. 6, 16.3.2021, S. 34.

* www.3M.de/OralCare

Kontakt



Dr. Dirk Kujat M.Sc., M.Sc. L.O.

mein-smile Kieferorthopädie
Walther-Rathenau-Straße 28
64521 Groß-Gerau
Tel.: +49 6152 81485
www.mein-smile.de





Beständig wie ein Fels in der Brandung



GC Aligner **Connect**™

- lichthärtend
- optimale Viskosität
- hervorragende Ästhetik
- hohe Abrasionsstabilität

**Speziell entwickelt für
Aligner Attachments**



Since 1921
Towards Century of Health

Experts in Orthodontics
GC Orthodontics Europe GmbH
www.gcorthodontics.eu

Aligner und myofunktionelle Therapie (MFT) – Teil 1

Von Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Michaela Weiß.

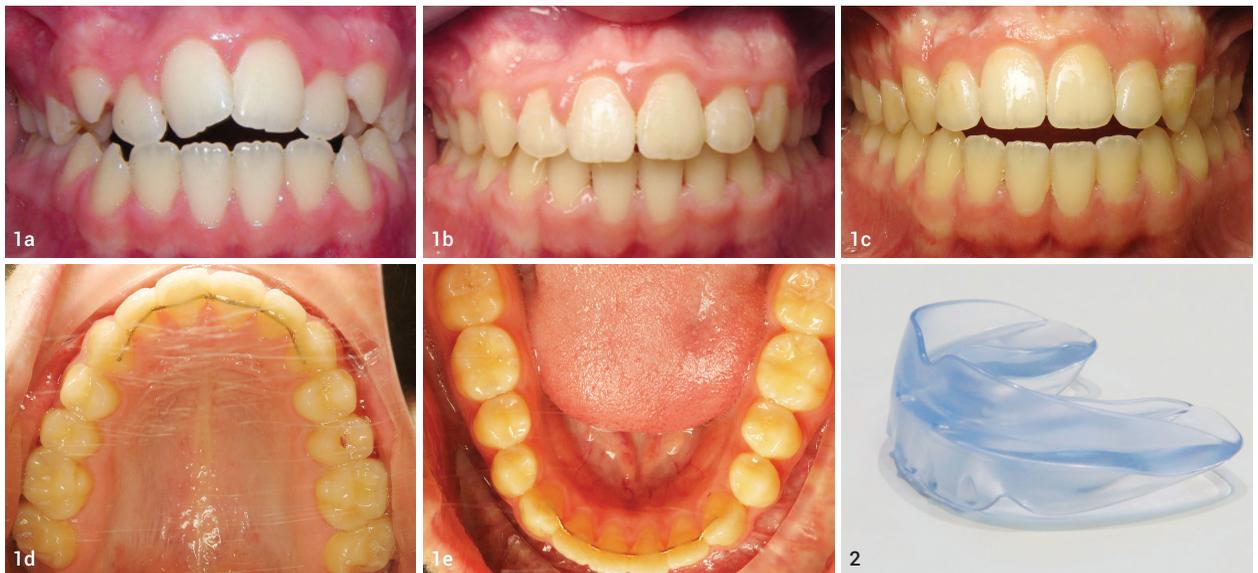


Abb. 1a–e: Anfangsbefund (a), nach GNE und fester Zahnsperre (b), ein Jahr nach Abschluss der aktiven Behandlung, Lingualretainer OK/UK sind in situ und intakt (c–e). **Abb. 2:** Silikonretainer orthoplus®. Er lässt eine Mundatmung (vor allem nachts) im Vergleich zu anderen funktioniekieferorthopädischen Geräten kaum zu.

Form follows function

Kieferorthopädische Behandlungen stehen vermehrt in der Kritik, da sie keinen ausreichenden medizinischen Nutzen bringen sollen. Als Reaktion auf dieses vom Bundesrechnungshof 2018 erzielte Prüfungsergebnis veröffentlichte die DGKFO im Frühjahr 2018 ein Positionspapier, in welchem u. a. auf den präventiven Nutzen der Kieferorthopädie hingewiesen wird. Als Beispiel sei zu nennen, dass durch die Reduktion eines vergrößerten Overjets mit fehlender Lippenabdeckung der Schneidezähne die Gefahr eines dentalen Traumas um das Zwei- bis Dreifache sinkt.¹

Es gehört zum allgemeinen kieferorthopädischen Grundwissen, dass zur Entstehung von Kiefer- und Zahnfehlstellungen, oralen Habits, aber auch Fehllagen und Dysfunktionen wie habituell offene Mundhaltung, Mundatmung, fal-

sche Zungenruhelage und ein falsches Schluckmuster als wichtige ätiologische Faktoren beitragen können. Dieses wird auch in der Stellungnahme der DGKFO (2008) zur Diagnostik und Therapie orofazialer Dysfunktionen sowie im Buch *Kieferorthopädische Retention* von Dankmar Ihlow und Ingrid Rudzki (2018) als sogar der *entscheidende* Faktor für einen langfristigen Therapieerfolg bekräftigt.² Auf diesen epigenetischen Einfluss wies Moss schon 1968 hin, als er beschrieb, dass 80 Prozent der Dysgnathien auf eine Dysfunktion zurückzuführen seien.³ Außerdem stellen sich pathologische Zahn- und Kieferbefunde umso komplexer dar, je länger die Dysfunktion persistiert. Sinnvoll erscheint es somit, eine symptomübergreifende Befundung sowohl aus kieferorthopädischer Sicht auf die Dysgnathie als auch aus myofunktioneller Sicht auf die Dysfunktion/Muskeldysbalancen durchzuführen.⁴ Dies

bedarf einer interdisziplinären und eng vernetzten Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden und Myofunktions-therapeuten/Logopäden.

Der Zusammenhang von Form und Funktion spielt in der Entwicklung von Zahn- und Kieferfehlstellungen eine wesentliche Rolle und hat damit auch Auswirkungen auf die Gesichtsentwicklung der Patienten.⁵ Bei ausgewachsenen Patienten ist eine Veränderung des Gesichtes nur durch eine kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationsbehandlung zu erreichen. Häufig wünschen sich Patienten aber nur eine Verbesserung der Funktion und/oder Korrekturen der Zahnstellung. Die verursachenden Muskelfehlbilanzen oder Ruheweichteilbeziehungen bzw. auch Fehlfunktionen werden bei der kieferorthopädischen Therapie meist vernachlässigt und sind dadurch oft Ursache eines Rezidivs (Abb. 1).⁶

Unterschied

Bionator	–	Trainer
	<p><u>Gemeinsame Funktionen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Abschirmen der Zunge + Wangen - beeinflussen Fehlfunktionen - unterstützen Automatisierung 	
<p><u>Vorteil</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - tagsüber besser zu tragen, sprechen! - gibt Kindern Halt <p><u>Nachteil</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - fast keine Einzelzahnausformungen möglich - Abformung notwendig - da individuelle Herstellung -> teurer 		<p><u>Vorteil</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - super Zahnausformungen, da flexibel - günstiger da konfektioniert - weiches Material <p><u>Nachteil</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - kein Sprechen, Eingewöhnung notwendig - Markt unübersichtlich: welcher Trainer wann?

Grafik 1: Unterschiede zwischen einem Bionator und einem Trainer.

Für die KFO-Therapie relevante Muskelbalancen (Ruheweichteilbeziehungen)

Muskelkräfte sind unseren kieferorthopädischen Kräften, die durch Zug und Druck Zahnbewegungen auslösen können, gleichzustellen. Wie bei kieferorthopädisch applizierten Kräften ist nicht die Größe der Kraft hierbei entscheidend, sondern die *Dauer* der Krafteinwirkung. Zur Zahnbewegung benötigen wir idealerweise leichte und kontinuierliche Kräfte. Genauso sollte es bei Muskelkräften sein.

Beim Kauen und Schlucken wirken zwar große Kräfte auf Kiefer und Zähne, jedoch ist deren Dauer äußerst kurz.⁷ Auch die immer wieder zu hörende Aussage, „man schluckt 600- bis 2.000-mal in 24 Stunden“, die den Einfluss der Zungenlage beim Schlucken auf die Zähne unterstreichen soll, muss neu betrachtet werden. Alles in allem bleibt der Schluckakt eine kurze Krafteinwirkung im Vergleich zu allen anderen Krafteinwirkungen, die in Ruhe auf Knochen und Zähne wirken. Schon Proffit hat die Wichtigkeit dieser Ruheweichteilbeziehungen erkannt.⁷

Myofunktionelle Therapie (MFT) bedeutete in den letzten 40 Jahren oft primär Schlucktraining. Die Zunge wurde dabei als „größter Feind des Kieferorthopäden“ bezeichnet. Doch ist dies richtig, wenn es doch – wie vorher ausgeführt – eher um die Ruheweichteilbeziehungen geht? Warum wird also noch immer fast ausschließlich eine Funktion trainiert, die nur maximal 2.000-mal am Tag durchgeführt wird? Rechnet man dies hoch (ein Schluckakt entspricht ca. zwei Sekunden x 2.000 = 4.000 Sekunden, sind 66 Minuten), wird deutlich, dass die Gesamtzeit des Schluckens maximal eine Stunde am Tag beträgt. Da stellt sich doch folgende Frage: Welche kieferorthopädische Apparatur zeigt bei einer Tragezeit von einer Stunde/Tag überhaupt eine Wirkung?

Ein anderer kieferorthopädischer Leitsatz lautet: „Die Zunge ist der Wachstumsmotor des Oberkiefers.“ Das ist absolut richtig, aber eine regelrechte Zungenruhelage kann nur dann eingenommen werden, wenn die Lippen geschlossen sind, durch die Nase geatmet wird und dadurch ein leichter Unterdruck (Donderscher Druck) im Mund-Rachen-Raum entsteht. Dabei saugt sich die Zunge – unterstützt durch die Viskosität des Speichels – an den Gaumen an. Der Unterdruck ist aufgelöst, sobald sich die Lippen öffnen und die Zunge damit der



Abb. 3a–f: Potenzial von konfektionierten Trainingsgeräten: Ausformung des Unterkiefers nur durch das Tragen eines konfektionierten Trainers über den Zeitraum von 1,5 Jahren (a–d). Ausformung des Oberkiefers nur durch das nächtliche Tragen eines Trainers in sechs Monaten (e–f).



Abb. 4: Ausgedruckte Ziel-Set-up-Modelle, mittelwertig einartikuliert. **Abb. 5:** Zungenrampe wird aufgetragen; anstelle des mykie®-Logos kann der TheraMon®-Chip aufgelegt und mit der zweiten Folie umschlossen werden. **Abb. 6:** Zweite BIOPLAST®-Folie wird über die Zungenrampe tiefgezogen.

„Es erscheint sinnvoll, eine symptomübergreifende Befundung sowohl aus kieferorthopädischer Sicht auf die Dysgnathie als auch aus myofunktioneller Sicht auf die Dysfunktion/Muskeldysbalancen durchzuführen.“

Schwerkraft in Richtung Mundboden folgt. Daraus lässt sich Folgendes ableiten: *Voraussetzung für eine Wachstumsstimulation des Oberkiefers ist die richtige Zungenruhelage und damit der Lippenchluss mit habitueller Nasenatmung.*^{8,9}

Kombiniert myofunktionelle kieferorthopädische Therapie (mykie®)

Diese Zusammenhänge brachten uns zur Entwicklung unseres Therapiekonzeptes „mykie®“* (myofunktionelle Kieferorthopädie). Dieses ist vor allem eine effektive und nachhaltige Frühbehandlungsmethode, aber natürlich auch in veränderter Form für Jugendliche und Erwachsene sinnvoll. Erarbeitet wurde das Konzept gemeinsam in einem interdisziplinären Team aus Kieferorthopädie, Logopädie und Buteyko-Atemtherapie. (Weitere Informationen zu unserem Frühbehandlungsansatz sind unter mykie.de zu finden.)

Für Patienten, deren Wachstum abgeschlossen ist, haben wir unser Konzept abgewandelt. Hierzu möchten wir später zwei erwachsene Patienten vorstellen, die zusätzlich zu einer dentoalveolären Korrektur der Zähne mit einer myofunktionellen Begleitbehandlung bei einer in unserem Fachzentrum tätigen und auf MFT spezialisierten Logopädin behandelt wurden. Im Unterschied zu vielen Logopädieerzelen dauern im Rahmen unseres mykie®-

Konzepts die MFT-Therapien nur jeweils 30 Minuten. Sie finden vor oder nach der kieferorthopädischen Kontrolle nur ca. alle sechs Wochen statt. Es wird ein Übungsprogramm für zu Hause erarbeitet mit der Vorgabe, jeden Tag mindestens zehn Minuten aktives mykie®-Training zu absolvieren sowie nachts und mindestens eine Stunde täglich zusätzlich zur orthodontischen Apparatur ein myofunktionelles Trainingsgerät zu tragen. Während dieser vielen Stunden (eine Stunde tags und nachts während des Schlafens = ca. sieben bis acht Stunden) wird sozusagen passiv weitertrainiert oder, anders ausgedrückt, die Automatisierung der veränderten Funktionsmuster/Ruheweichteilbeziehungen vorangetrieben – ein erheblicher Vorteil im Vergleich zu einem ausschließlich myofunktionellen Training.

Durch die längeren Therapieintervalle wird außerdem der Zeitraum mit Fokus auf die MFT bei gleicher Therapieanzahl und gleichem Kostenaufwand verlängert. Unserer Erfahrung nach lassen sich automatisierte Dysfunktionen, wie z. B. eine offene Mundhaltung, nicht innerhalb von zehn bis 30 Wochen Regelverordnung mit wöchentlicher Therapie-sitzung verändern. Wir stimmen daher Mark Twain bei folgender Aussage zu: „Gewohnheiten kann man nicht zum Fenster hinausschmeißen, man kann sie nur Stufe für Stufe die Treppe herunterlocken.“

Myofunktionelle Trainingsgeräte

Alle funktionskieferorthopädischen Geräte wie Bionator, Fränkel etc. sind myofunktionelle Trainingsgeräte. Etwas weniger bekannt sind Myofunktionstrainer (Abb. 2) oder auch Silikontrainer, konfektionierte Trainingsgeräte, EGA (Eruption Guidance Appliance) oder kurz Trainer genannt. Diese Trainer sind konfektioniert, müssen also nicht über eine Abformung individuell für den Patienten hergestellt werden.

Sie bestehen aus medizinischem Silikon mit einer hohen Rückstellkraft, sodass sie über die Malokklusion getragen werden können. Exemplarisch haben wir die Unterschiede zwischen einem Bionator und einem Trainer in Grafik 1 dargestellt. Der größte Vorteil der konfektionierten Trainer liegt aus unserer Sicht (gerade im Selbstzahlerbereich) im günstigeren Preis und – durch das Lippenschild – in einem Verhindern der Mundatmung bzw. „Erzwingen“ der Nasenatmung.

Am bekanntesten sind die Trainer Myobrace® (Fa. MRC, Australien). Es gibt aber viel mehr Firmen (EF-Line von Orthoplus®, Frankreich; LM-activator®, Finnland; OrthoPreventAligner® von Dr. Hinz Dental, Deutschland; etc.), die konfektionierte Trainer in verschiedenen Größen für unterschiedliche Indikationen herstellen. Der Markt ist dabei aber sehr unübersichtlich; wir haben daher in drei eigenen Veröffentlichungen die Ergebnisse



Abb. 7: Folien des Ober- und Unterkiefers werden verklebt. Abb. 8 und 9: Fertiger individueller Trainer.

unserer Untersuchung und Bewertung konfektionierter Trainer zusammengefasst.¹⁰⁻¹²

Darauf aufbauend haben wir unser eigenes Trainerkonzept abgeleitet, d. h. aus den vielen auf dem Markt befindlichen Trainern verwenden wir zurzeit ca. zehn Trainer, hauptsächlich der Firmen Orthoplus und LM-Activator, um damit den individuellen Indikationen unserer Patienten gerecht zu werden. Im wachsenden Kiefer funktioniert das aus unserer Sicht sehr gut und man kann dadurch höhere Kosten vermeiden.

Erwachsenenkiefer sind aber sehr unterschiedlich; konfektionierte Trainer passen daher leider oft nur schlecht und sind damit unkomfortabel zu tragen. Da wir die meisten unserer erwachsenen Patienten mit Alignern (Invisalign®) behandeln, stellte sich für uns die Frage, wie wir diese myofunktionell optimal und parallel zur orthodontischen Behandlung unterstützen können.

Im Gegensatz zu allen Gaumen bedeckenden Apparaturen sind Aligner nämlich grundsätzlich für eine begleitende

myofunktionelle Behandlung gut geeignet. Bei der Behandlung von Kindern haben wir sehr gute Erfahrungen bzgl. Zahnausformungen durch konfektionierte Trainer gemacht (Abb. 3), da der Trainer aufgrund seiner Form ja in gewisser Weise einem Ziel-Set-up entspricht. So entstand die Idee, das Ziel-Set-up des ClinChecks von Invisalign® zu nutzen und darüber einen individuellen Trainer herzustellen, der zusätzlich zu den Alignern die Zähne in die gewünschte Endposition drückt.

ANZEIGE

„Danke, dass Sie mit uns neue Wege gehen“

KFO
MANAGEMENT
BERLIN

WEBINAR

Weiterbildungsprogramm & Produkte
2022

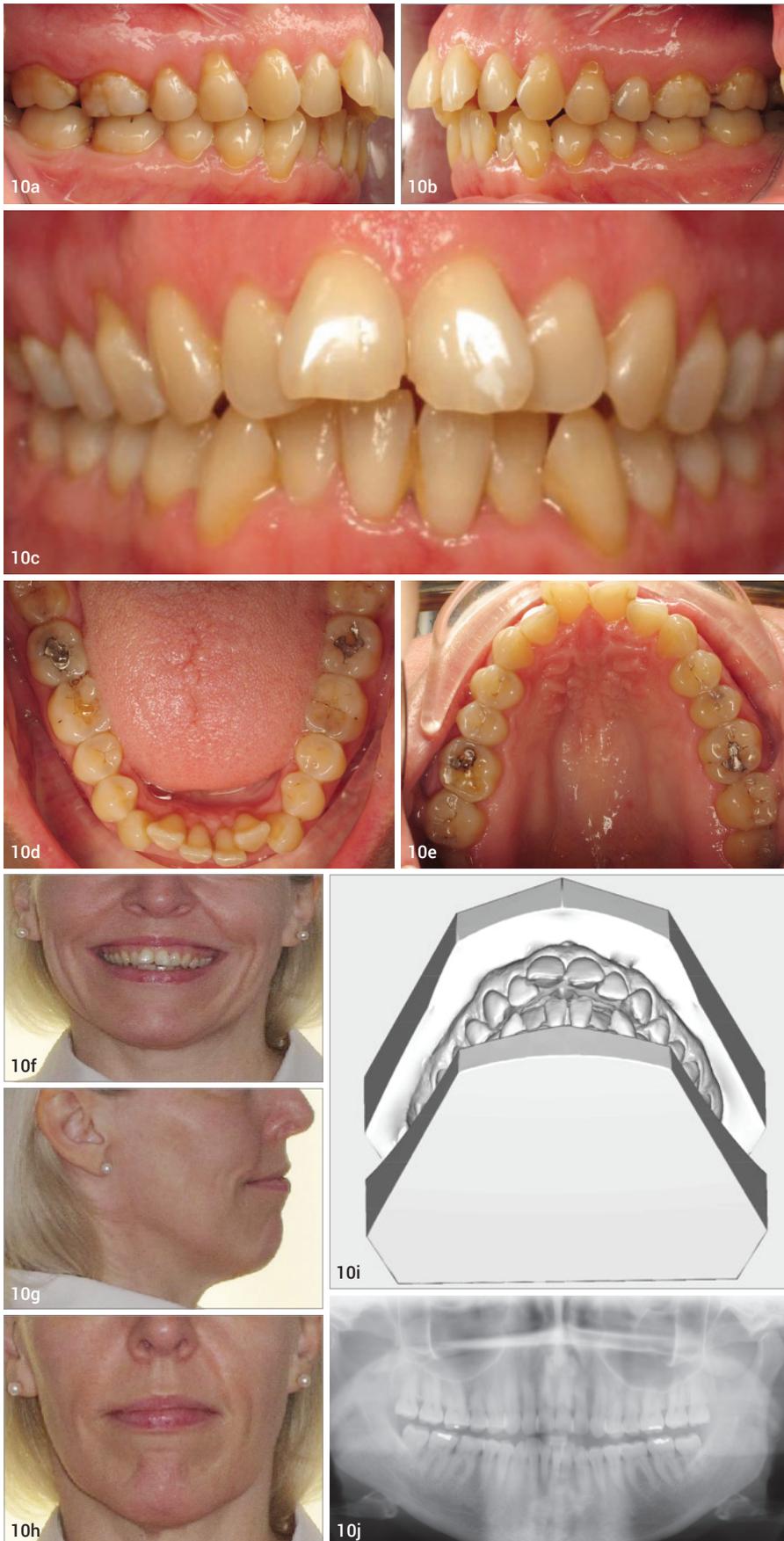


KFO-Management Berlin
Lyckallee 19, 14055 Berlin

Tel.: 030 96095590
Fax: 030 96065591

info@kfo-abrechnung.de
www.kfo-abrechnung.de





Herstellung eines individuellen Trainers

Das nachfolgend erklärte Verfahren haben wir aus der analogen Herstellung von individuellen Positionern zu einer digitalen Vorgehensweise weiterentwickelt. Genutzt wird in diesem Fall das Ziel-Set-up von Ober- und Unterkiefermodell aus der ClinCheck-Software von Invisalign®, welches als digitaler Datensatz (STL-Export) exportiert werden kann. Diese Ober- und Unterkiefermodelle werden über unseren 3D-Drucker ausgedruckt und mittelwertig im Zielbiss einartikuliert (Abb. 4).

Als erstes werden Platzhalterschienen (DURAN® 0,75 mm, Fa. SCHEU-DENTAL) über die Modelle für die zukünftigen Aligner gezogen. Im Oberkiefer wird anschließend eine BIOPLAST®-Folie 0,3 mm und im Unterkiefer eine BIOPLAST®-Folie 0,2 mm gleicher Firma über die Zahnkränze tiefgezogen.

Nach Reposition der Zahnkränze mit Folien im Artikulator wird im Unterkiefer lingual aus SIL KITT-Knetmaterial (Fa. SCHEU-DENTAL) eine Zungenrampe modelliert (Abb. 5). Diese Zungenrampe ist aus unserer Sicht myofunktionell sehr wichtig, da sie die Zunge in Ruhelage nach oben lenkt. Beim individuellen Positioner dagegen sucht sich die Zunge die bequemste Position, und diese befindet sich mittig, da hier der Positioner der Zunge den meisten Platz lässt. Zur Kontrolle der Tragezeit und Compliance kann in der Zungenrampe zusätzlich ein TheraMon®-Chip (Fa. Sales Agency Gschladt) zur Tragezeitmessung platziert werden, was wir bei Jugendlichen häufiger einsetzen. Anschließend wird über den Unterkiefer (inkl. Zungenrampe) eine BIOPLAST®-Folie 1,0 mm gezogen und ausgearbeitet (Abb. 6).

Patientenbeispiel 1:

Abb. 10a–j: Alignerbehandlung in Kombination mit individuell gefertigtem Trainer über Invisalign®-Schienen. Intraorale (a–e) sowie extraorale Ansichten (f–h) vor Behandlungsbeginn. Man beachte die Anspannung des M. mentalis beim Lippenschluss (h). Intraoraler Scan zur Demonstration des frontal offenen Bisses (i) sowie OPG vor Beginn der aktiven Invisalign®-Behandlung (j).

Beide Zahnkränze mit Folien werden unter den Heizstrahler des Tiefziehgerätes gestellt und solange erhitzt, bis die Folien weich sind. Nach schnellem Einbringen und Zuklappen des Artikulators werden die Folien miteinander verklebt (Abb. 7). Anschließend wird der individuelle Trainer ausgearbeitet und mit einer Handflamme vorsichtig zum Glänzen gebracht (Abb. 8 und 9).

„Die verursachenden Muskelfehlbilanzen oder Ruheweichteilbeziehungen bzw. auch Fehlfunktionen werden bei der kieferorthopädischen Therapie meist vernachlässigt und sind dadurch oft Ursache eines Rezidivs.“

Im Folgenden werden exemplarisch zwei Fallbeispiele von erwachsenen Patienten vorgestellt, die kombiniert mit Invisalign® und einem individuellen Trainer, zusätzlich unterstützt durch unser mykie®-Training, behandelt wurden.

Fallbeispiel 1

Klinische Untersuchung

Die 49-jährige Patientin kam zu uns, weil sie vor allem die Ästhetik ihrer Schneidezähne im Oberkiefer und der frontale Engstand im Unterkiefer störten. Bei der Anfangsdiagnostik (Abb. 10) standen die Zähne 11 und 21 aufgrund des Platzmangels ausgeprägt rotiert und anteinkliniert sowie im Vergleich zu den Nachbarzähnen infraokkludiert. Außerdem zeigte sich ein frontal offener Biss, die Schneidezähne von Ober- und Unterkiefer hatten keinen Kontakt. Die Korrektur der geringen Distalbisslage beidseits war nicht das Hauptanliegen der Patientin.

Auf den extraoralen Fotos frontal und seitlich sieht man beim Lippenschluss eine deutliche Anspannung des Musculus mentalis. Bei weiterer ausführlicher

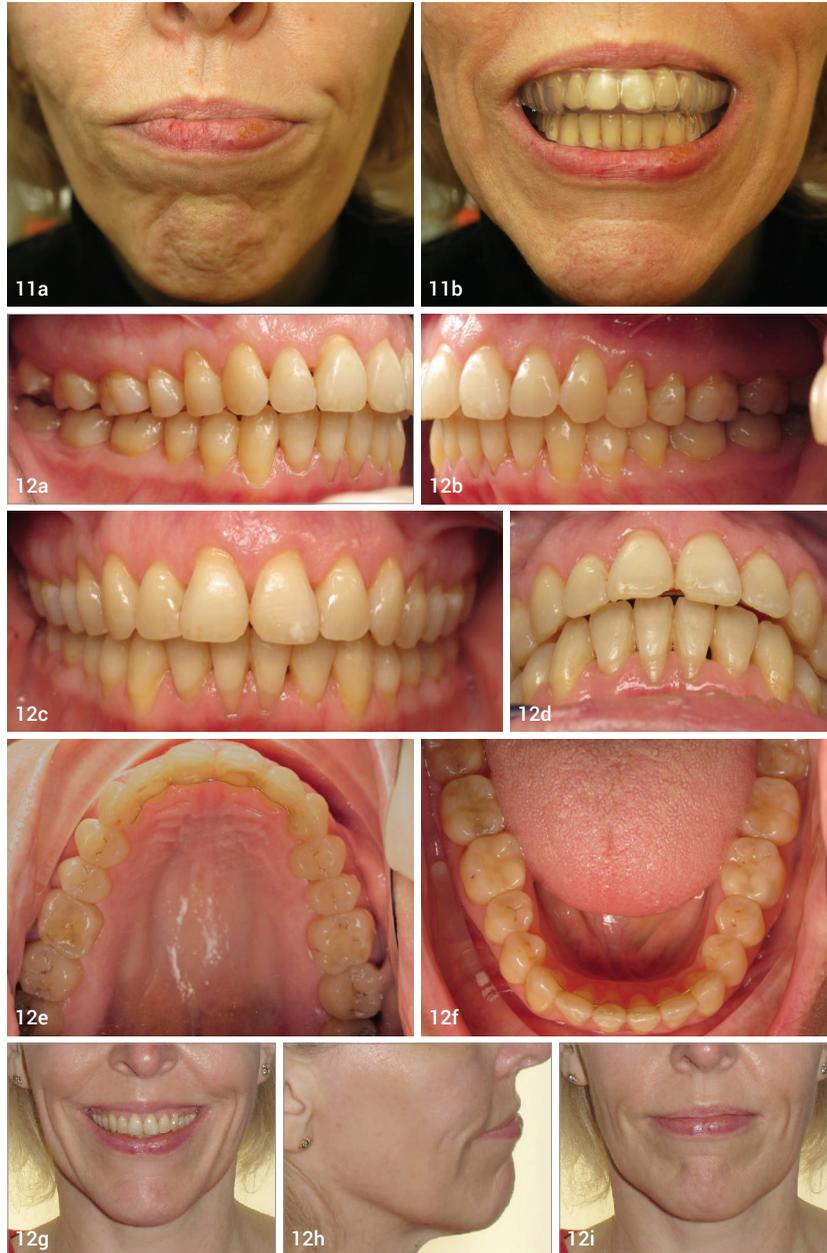


Abb. 11a und b: Gleiche Patientin mit eingesetztem Trainer (a) und mit eingesetztem Trainer über den Invisalign®-Schienen (b). **Abb. 12a–i:** Intra- und extraorale Ansichten bei Behandlungsende: physiologische Frontzahnstufe (f), geringere Anspannung des M. mentalis und entspannter Mundschluss (i).

Untersuchung durch eine Logopädin in unserem Fachzentrum wurde deutlich, dass die Patientin die Zunge sowohl in Ruhelage als auch beim Schlucken frontal gegen die Schneidezähne drückte, nicht überraschend bei dieser Fehlstellung. Zähne sind nämlich ein Spiegel der sie umgebenden Muskulatur. Die Patientin selbst nahm ihre Zungendysfunktion nicht wahr, ist auch noch nie darüber aufgeklärt worden.

Behandlung

Der Behandlungsplan umfasste als orthodontisches Ziel die Korrektur der frontalen Engstände im Ober- und Unterkiefer mithilfe von Invisalign®-Schienen. Auf die Darstellung der ClinCheck-Planung wird hier verzichtet, da sie unspektakulär ist. Die Patientin trug nur ein Set mit 25 Schienen für Ober- und Unterkiefer bei einer Tragezeit von zwei Wochen.



Abb. 13: Inzisale Stufe mehr als zwei Jahre später: Der Biss ist immer noch zu!

Die Zahnausformung erfolgte durch leichte Expansion im anterioren Bereich, zusätzlich im Oberkiefer durch ASR, im Unterkiefer durch Protrusion. In Absprache mit der Patientin wurde die leichte Distalokklusion erhalten.

Parallel zur Alignertherapie wurde ihr eine myofunktionelle Begleitbehandlung empfohlen, um auch die Ursache des frontal offenen Bisses (falsche Zungenruhelage) zu therapieren. Als Voraussetzung für eine regelrechte Zungenruhelage am Gaumen muss – wie weiter oben erläutert – auch am kompetenten Lippenschluss gearbeitet werden. Die Anspannung des Musculus mentalis sollte zumindest minimiert werden. Ein kompetenter Lippenschluss und eine regelrechte Zungenruhelage sind die entscheidenden Voraussetzungen für die langfristige Stabilität des erreichten Ergebnisses und damit für die Vermeidung eines Rezidivs. Bei der ausgeprägten Anspannung und der hohen Untergesichtshöhe der Patientin ist aber sicher nur ein Teilerfolg zu erreichen.

Die Patientin erhielt nach dem oben beschriebenen Verfahren einen individuellen Trainer aus BIOPLAST®, den sie zusätzlich zu den Invisalign®-Schiennen mindestens eine Stunde tags und nachts tragen sollte. In Abbildung 11 ist sichtbar, wie herausfordernd der Mund-

schluss für die Patientin mit eingesetzten Schienen und Trainer war. Die einstündige Tragezeit am Tag ist also aktives Lippenschlusstraining bzw. „Muckibude“ für die Lippen und wird durch ein spezielles Plättchen unterstützt (an einem Band befestigt, das um den Hals liegt), welches die ganze Zeit zwischen den Lippen gehalten werden soll. Dadurch kann sich die Patientin selbst kontrollieren, denn wenn sich die Lippen öffnen, fällt das Plättchen nach unten und macht so auf den fehlenden Lippenschluss aufmerksam. Dieses ist relativ leicht in den Alltag, parallel zu Computerarbeiten, Lesen oder Fernsehen, zu integrieren. Nachts hat die Patientin sehr erfolgreich ein Lippenhilfsband verwendet, um die Lippen zusammenzuhalten.

Die Fotos der Enddiagnostik (Abb. 12) zeigen eine gute Ausformung der Zahnbögen durch Aligner und Ziel-Set-up-Trainer und einen frontalen Bisschluss mit inzisalem Frontzahnkontakt. Dieses spricht deutlich für eine veränderte Zungenruhelage. Leider lehnte die Patientin eine konservierende Versorgung der in der Kindheit abgebrochenen mesialen Inzisalkanten der Zähne 11 und 21 ab. Diese hätte das Ergebnis natürlich noch verschönert.

Der Lippenschluss ist verbessert, aber weiterhin nur unter Mitwirkung des

Mentalis möglich, was aufgrund der hohen unteren Gesichtshöhe nicht anders zu erwarten war. Wegen der hohen Rezidivneigung von offenen Bissen, aber auch um Rotationen der Frontzähne vorzubeugen, wurden Lingualretainer im Ober- und Unterkiefer geklebt.

Spannend war, nun zu beobachten, ob der offene Biss auch geschlossen bleibt. Die Patientin hat den Retentionstrainer im ersten Jahr nur unregelmäßig getragen, dann nur noch zur Kontrolle oder wenn sie merkte, dass sich die Zungenruhelage verändert. Die Kontrollaufnahme nach zwei Jahren (Abb. 13) zeigt, dass der Biss geschlossen geblieben ist, wahrscheinlich durch die Sensibilisierung und damit stattgefundene Automatisierung der neuen Ruheweichteilbeziehung.

* <https://mykie.de>

Kontakt



Dr. Andrea Freudenberg

Fachzentrum für Kieferorthopädie

Dr. Freudenberg & Kollegen

Karlsberg 4 a

69469 Weinheim

Tel.: +49 6201 501316

Fax: +49 6201 501326

info@fz-kieferorthopaedie.de

infomykie@fz-kieferorthopaedie.de

Dr. Andrea Freudenberg



Dr. Michaela Weiß



Literatur





orthoLiZE
DIGITALE KIEFERORTHOPÄDIE



Ob Scan oder Modell:

Bestellung > Konstruktion > Freigabe > Fertigung

Mit orthoLiZE ein digitaler Workflow.



orthoLiZE ist Ihr Partner für kieferorthopädische Konstruktionen und Fertigungen.

Ebenso unterstützen wir Sie mit Beratung und Trainings sowie dem Vertrieb, Installation und Service für KFO Hard- und -Software.

www.ortholize.de

orthoLiZE GmbH · Im Nordfeld 13 · 29336 Nienhagen

Aligner und myofunktionelle Therapie (MFT) – Teil 2

Von Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Michaela Weiß.



Fallbeispiel 2

Klinische Untersuchung

Die 18-jährige Patientin stellte sich in unserer Praxis auf Anraten eines Kieferchirurgen nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung vor. Grund waren die fehlenden Kontakte der Seitenzähne rechts und eine Klasse III-Tendenz. Geklärt werden sollte auch die Frage, ob ein kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisches Vorgehen notwendig ist. Eine logopädische Behandlung hatte stattgefunden. Sie selbst gab an, ausschließlich auf der linken Seite zu kauen.

„Die Zähne sind ein Spiegel der sie umgebenden Muskulatur.“

Der Befund in Abbildung 14 zeigt eine Mesialokklusion links um eine $\frac{1}{4}$ PB mit einer mandibulären Schwenkung des Unterkiefers nach rechts und einem knappem – teilweise negativem (OK-2er) – Overbite und Overjet. Im Oberkiefer ist ein festsitzender Retainer von 2-2 und im Unterkiefer von 3-3 in situ. Aufgrund der grazilen Basis der Unterkieferfront und der dort anteinkliniert stehenden Zähne sind Rezessionen in diesem Bereich entstanden. Eine chirurgische De-

Patientenbeispiel 2:

Abb. 14a–j: Invisalign®-Therapie mit myofunktioneller Begleitbehandlung (mykie®). Intraorale (a–e) und extraorale Ansichten (f–h) bei Behandlungsbeginn. Zirkulär offener Biss (a–c), besonders ausgeprägt rechts (a). FRS und OPG vor Beginn der aktiven Invisalign®-Behandlung (i, j).

ckung der Rezessionen blieb erfolglos. Auffällig war der fehlende okklusale Kontakt von 15-23.

Die ausführliche Untersuchung der Myofunktionen ergab eine tiefe Zungenlage. Sie lagerte sich zusätzlich zwischen den Zähnen ein, sodass die Seitenzähne keinen Kontakt finden konnten. Die Zähne sind auch hier wieder ein Spiegel der sie umgebenden Muskulatur. Außerdem kaute sie deutlich einseitig, und zwar nur links. Die leicht aufgeworfenen Lippen deuten auf wenig Muskelspannung und damit eine offene Mundhaltung hin. Dieses wurde von der Patientin nach Sensibilisierung und Eigenbeobachtung auch bestätigt. Beim Sprechen zeigte sich ein leichter Sigmatismus.

Aufgrund des FRS-Befundes und des extraoralen Profils kam für uns keine chirurgische Intervention infrage. Viel-

mehr schlugen wir der Patientin eine Alignerbehandlung mit ASR und myofunktionaler Begleitbehandlung vor. Durch die schon früher stattgefundenen logopädische Behandlung war die Patientin skeptisch, ließ sich aber überzeugen, dass Logopädie nicht mit unserem mykie®-Konzept gleichzusetzen ist.

„Voraussetzung für diesen Therapieansatz ist ein motivierter Patient.“

Behandlung

Der Fokus der myofunktionalen Therapie lag damit auf der Verbesserung des Lippenschlusses, der Zungenlage sowie des Kauverhaltens und damit vor allem

auf der Vermeidung eines Rezidivs des offenen Bisses.

Die Behandlung mit Invisalign®-Schielen wurde im Unterkiefer mit approximaler Schmelzreduktion und Retrusion der Front bei gleichzeitigem Tragen von Klasse III-Gummizügen geplant. Im Oberkiefer waren eine einseitige Distalisation rechts durch ASR zum Einstellen der oberen Mitte und eine Extrusion der Front vorgesehen. Der Bisschluss sollte durch einen vertikalen Jump erreicht werden. Das geplante Ziel ist in Abbildung 15 zu sehen.

Nach Tragen des ersten Sets, bestehend aus 26 Alignern (damals noch pro Aligner je zwei Wochen Tragezeit) und Klasse III-Gummizügen tags sowie des Trainers nachts, zeigten sich ein guter Overjet und Overbite, aber weiterhin ein seitlich offener Biss, jetzt sogar links und

Variable	Beschreibung	Bergen / Hasund (erw.)			Abweichung	Verbal
		Norm []	Wert []	Diff.		
Winkel in ° (Grad)						
SNA	SNA-Winkel	82,0±3°	86,3°	+1,3		prognathe Maxilla
SNB	SNB-Winkel	80,0±3°	84,0°	+1,0		prognathe Mandibula
ANB	sagittaler Kieferbasiswinkel	2,0±2°	2,3°	0,0		
SNPog	Kinn-Schädelbasiswinkel	82,0±3°	85,7°	+0,7		prognathe Mandibula
NSBa	Basion-Schädelbasiswinkel	130,0±6°	136,4°	+0,4		gestreckte Schädelbasis
arGoGn	Kieferwinkel	126,0±10°	128,9°	0,0		
ML NSL	Winkel zw. vord. Schädelbasis u. UK-Grund	32,0±6°	29,2°	0,0		
NL NSL	Winkel zw. vord. Schädelbasis u. OK-Grund	8,5±3°	11,7°	+0,2		post. Neigung d. Maxilla
MLNL	Winkel zw. OK- u. UK-Grundebene	23,5±3°	17,5°	-3,0		kleiner Basiswinkel
Holdaway	Winkel zw. N-B und Ls-Pog°	9,2°	10,2°	+1,0		
Nasolabial	Nasolabialwinkel	109,8°	94,8°	-15,0		
Norderval	Winkel zw. Pog-B u. Go-Gn	56,3±5°	54,5°	0,0		
II	Interinzisalwinkel	131,0±6°	115,1°	-9,9		extr. kleiner Interinzisalwinkel
OK1-NA	Winkel zw. Achse d. 1o u. N-A	22,0±3°	30,0°	+5,0		extr. protrudierte OK-Inzisivi
UK1-NB	Winkel zw. Achse d. 1u u. N-B	25,0±5°	32,7°	+4,7		extr. protrudierte UK-Inzisivi
OK1-NSL	Winkel zw. Achse d. 1o u. vord. Schädelbasis	102,0°	116,2°	+14,2		
UK1-ML	Winkel zw. Achse d. 1u u. UK.-Grundebene	90,0°	99,4°	+9,4		
Strecken in mm						
1o-NA	Abstand d. Schneidekante d. 1o zu N-A	4,0±2 mm	14,9 mm	+8,9		→ OK-Inzisivi sehr weit vor OK-Basis
1u-NB	Abstand d. Schneidekante d. 1o zu N-B	4,0±2 mm	18,4 mm	+12,4		→ UK-Inzisivi sehr weit vor UK-Basis
Pog-NB	Abstand d. Progonion zu N-B	4,0±2 mm	6,4 mm	+0,4		ausgeprägtes knöchernes Kinn
Holdaway Ratio	Holdaway Ratio	0,0±2 mm	11,9 mm	+9,9		→ sehr kritische Position d. UK-Inzisivi
N-Sp'	obere Gesichtshöhe		99,6 mm			
Sp'-Gn	untere Gesichtshöhe		130,6 mm			
WIT's-Wert	Abstand zw. A. u. B auf. Okkl.-Ebene		-3,6 mm			
Verhältnis in %						
Index	Verhältnis obere zu unterer Gesichtshöhe	79,0±5 %	76,2 %	0,0		
Gesichtshöhen (n. Jarabak)						

Grafik 2: FRS-Auswertung. Diese zeigt deutlich die vor der Kieferbasis anteinkliniert stehenden Fronten, vor allem im Unterkiefer, und einem WITS von -3,6 mm.

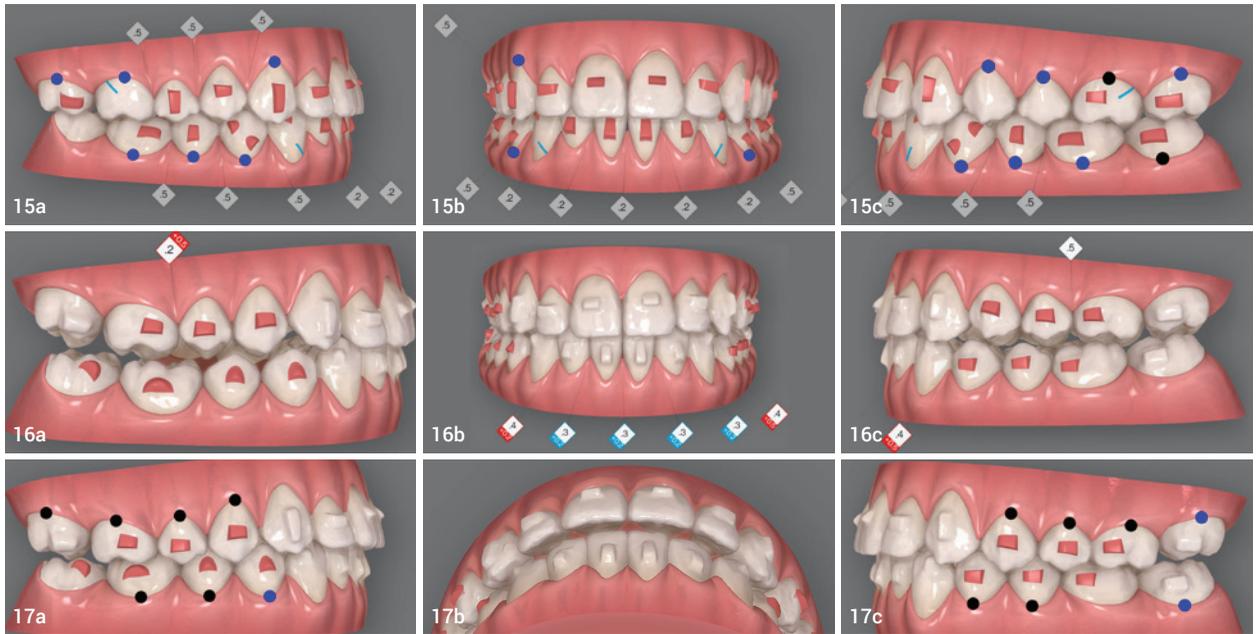


Abb. 15a–c: Geplantes Ziel: erstes Set Aligner mit Klasse III-Gummizügen. **Abb. 16a–c:** Erreichtes Ziel: erstes Set Aligner: frontale Vorkontakte bei seitlich offenem Biss. **Abb. 17a–c:** Geplantes Ziel: zweites Set Aligner mit Überkorrektur der sagittalen Stufe.

rechts. Dieses ist auf deutliche Vorkontakte der Front zurückzuführen, eine häufig auftretende Nebenwirkung von Alignerbehandlungen, hier aber durch die Klasse III-Thematik besonders ausgeprägt. Der Planungsfehler von unse-

rer Seite liegt in der nicht eingeplanten Überkorrektur des Overjets (Abb. 16). In einem zweiten Set wurde diese Überkorrektur des Overjets (Abb. 17) und zusätzlich eine ausgeprägte Extrusion der Seitenzähne eingeplant. Im Laufe des

zweiten Sets wurde der seitliche Bisschluss zusätzlich durch das Tragen von Box-Elastiks (Schienen wurden dafür beschnitten und Hooks geklebt.) erreicht (Abb. 18).

Der normalerweise vorgesehene Trainer wurde von der Patientin anfangs nicht akzeptiert. Nach Einsetzen der ersten Schienen wurde alternativ tags der Lippenchluss mit einem Liptrainer geübt. Nachts wurde der Lippenschluss durch ein Lippenhilfsband erreicht. Tägliche Übungen für die Zunge sensibilisierten die Patientin zusätzlich bzgl. ihrer Zungenruhelage. Gemäß unserem Kautraining wurde sie motiviert, beim Essen die gesamte periorale Muskulatur zu benutzen und keine hackenden, sondern malmende Bewegungen durchzuführen. Außerdem sollte sie bewusst die Nahrung vorne abbeißen und vor allem rechts kauen. Anfangs kontrollierte sich die Patientin beim Essen vor dem Spiegel, nach geraumer Zeit wurde dieser nicht mehr benötigt.

Nach ca. vier Monaten Alignerbehandlung und mykie®-Training konnte vom Liptrainer auf den Trainer umgestiegen werden. Erst am Tag eine Stunde, dann auch zusätzlich nachts.

Nach Abschluss der Behandlung und mithilfe der sehr motivierten Patientin



Abb. 18a und b: Seitlicher Bisschluss durch tags vertikale Gummizüge, nachts Abhalten der Zunge durch den Trainer.



Abb. 19a–h: Intraorale (a–e) und extraorale (f–h) Aufnahmen zum Abschluss der aktiven Behandlung.

„Unsere Erfahrung zeigt, dass viele erwachsene Patienten sehr offen für dieses ursächliche, mehr ganzheitlich orientierte Vorgehen sind, auch wenn es Zusatzkosten verursacht und zusätzlich zum Schienen tragen mehr Mitarbeit erfordert.“

erreichten wir eine Neutralverzahnung beidseits mit zirkulärem Bisschluss (Abb. 19). Overjet und Overbite sind regelrecht. Zahn 13 ist noch leicht rotiert, ein weiteres Behandlungsset wurde aber von Patientenseite abgelehnt. Die frontalen Rezessionen im Unterkiefer konnten durch die Retrusion der Front deutlich verbessert werden. Myofunktionell hat sich die Lippenkraft verbessert und die Zunge ist rückverlagert. Die Patientin kaut jetzt auf beiden Seiten, was für die Stabilität des Ergebnisses sehr wichtig ist. Abbildung 20 zeigt die sagittale Stufe nach einem Jahr, das Ergebnis bleibt bisher stabil.

Diskussion und Ausblick

Voraussetzung für diesen Therapieansatz ist ein motivierter Patient. Unsere Erfahrung zeigt, dass viele erwachsene Patienten sehr offen für dieses ursächliche, mehr ganzheitlich orientierte Vorgehen sind, auch wenn es Zusatzkosten verursacht und zusätzlich zum Schienen tragen mehr Mitarbeit erfordert. Oft ist auch die Erfahrung des stattgefundenen Rezidivs ein zusätzlicher Motivator für die Patienten.

Viele Patienten mit offenem Biss hören zum ersten Mal, dass eine Zungendys-

funktion ursächlich für diese Zahnfehlstellung ist. Aber auch gesundheitliche Aspekte stellen einen nicht zu unterschätzenden Mehrwert für die Patienten dar. Die Eigenerfahrung, plötzlich morgens nicht mehr mit trockenem Mund aufzuwachen, viel weniger anfällig für Erkältungskrankheiten zu sein, nicht mehr oder leiser zu schnarchen, sind positive Erfahrungen, die von vielen Patienten berichtet werden und neben einer besseren Gebissfunktion und geraden Zähnen als Motivator wirken. Leider ist bei einem ausgeprägten Vertikalwachstum, wie bei der Patientin in



Abb. 20: Intraorale Situation nach einem Jahr später: das Ergebnis ist stabil!

Beispiel 1 (siehe Teil 1), ein zwangloser Lippenschluss nachts, also bei entspannter Muskulatur, nicht zu erreichen. Hier sind langfristig Hilfsmittel, wie ein nächtliches Lippenhilfsband (z.B. Leukopor®, Fa. BSN Medical; Myotape, Fa. OXYGEN ADVANTAGE) oder das weitere Tragen des individuellen Trainers notwendig, um die nächtliche Nasenatmung zu gewährleisten.

Problematisch an unserem Herstellungsverfahren ist der nicht zur Verfügung stehende Konstruktionsbiss, zumindest bei großen Zahnumstellungen, da der Biss auf den Ziel-Set-up-Modellen nicht passen würde. Die Modelle

müssen dann mittelwertig im Zielbiss einartikuliert werden. Als Retentionsgerät sollte damit ein neuer Trainer mit kiefergelenkbezüglichem Biss hergestellt werden.

Im Vergleich zum Silikon der konfektionierten Trainer ist das BIOPLAST®-Material härter, weniger elastisch und damit unkomfortabler zu tragen. Hier hoffen wir auf Weiterentwicklungen der Industrie, vor allem, was die druckbaren Materialien betrifft. Ein riesiger Schritt in der Zukunft wäre es, den Trainer am Computer über dem Ziel-Set-up zu designen und dann einschließlich Zungenrampe auszudrucken.

Zusammenfassung

Auch bei Erwachsenenbehandlungen sollte bei bestimmten Fehlstellungen das Augenmerk auf dahinterliegende, myofunktionelle Dysbalancen gelegt werden und diese als Rezidivprävention gleichzeitig zur KFO mitbehandelt werden. Der an zwei Fallbeispielen demonstrierte Ansatz wird dem gerecht, indem neben Alignern ein aus dem digitalen Zieldatensatz hergestellter Myotrainer vom Patienten getragen wird. Vor allem durch die nächtliche Tragezeit des Trainers über den Schienen wird ein wesentlicher Beitrag zur Automatisierung der im parallel laufenden MFT-Training erlernten Ruheweichteilbeziehungen erreicht.

* <https://mykie.de>

Kontakt



Dr. Andrea Freudenberg

Fachzentrum für Kieferorthopädie

Dr. Freudenberg & Kollegen

Karlsberg 4 a

69469 Weinheim

Tel.: +49 6201 501316

Fax: +49 6201 501326

info@fz-kieferorthopaedie.de

info@mykie@fz-kieferorthopaedie.de

mykie AKADEMIE

Gelebte Interdisziplinarität in Praxis und Weiterbildung

– 18./19. Februar 2022: Gleich richtig wachsen! MFT + KFO für Kinder unter 6 Jahren

Webinare 2022:

- 08. April 2022: Einführung in die Buteyko-Atemtherapie
- 13. Mai 2022: Das (kurze) Zungenband und seine Auswirkungen
- 20. Mai 2022: Status quo und Perspektive der MFT
- 24. Juni 2022: Bewertung von KFO-Geräten unter MFT-Gesichtspunkten

Anmeldung unter: <https://mykie.de/mykie-akademie>

Dr. Andrea Freudenberg



Dr. Michaela Weiß



Literatur



FROM GOOD TO GREAT!

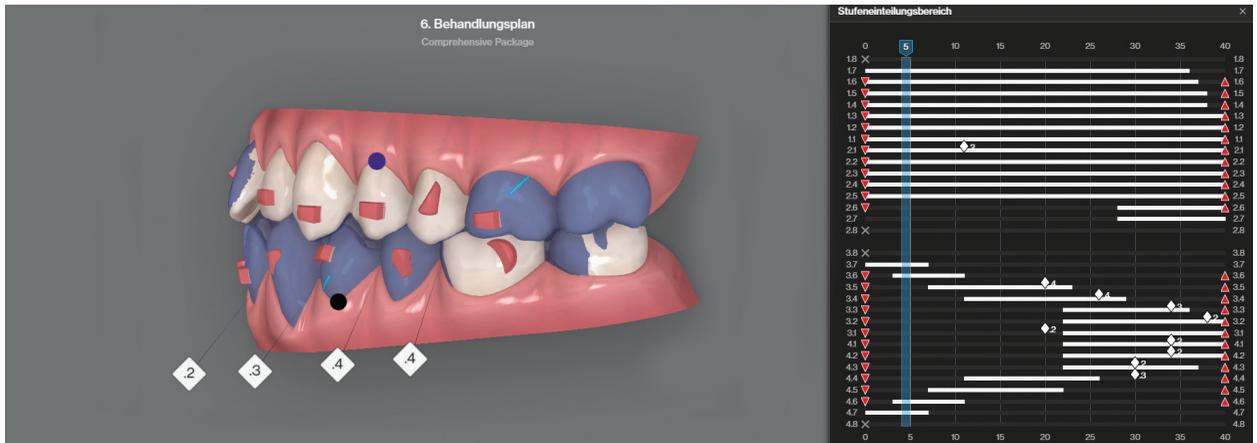
Durchdachte digitale Kommunikation verbindet!

Nie war die Kommunikation zu Ihren Patienten wertvoller als heute!



Digitale Behandlungsplanung in der Alignertherapie – Teil 1

Von Dr. Michèle Fuchs und ZTM Matthias Peper.



Planungsbeispiel: Stufeneinteilung für die Unterkiefer-Distalisation. (Quelle: © Align Technology Inc.)

Neben ursachenspezifischen Behandlungsmaßnahmen, wie z. B. die Hemmung des Unterkiefer- bzw. Förderung des Oberkieferwachstums bei maxillärer Retrognathie und/oder mandibulärer Prognathie, stellt die dentoalveoläre

Kompensation bei schwach bis moderat ausgeprägter skelettaler Klasse III-Malokklusion eine alternative Behandlungsmodalität dar. In den letzten Jahren hat sich neben der Multiband- und Lingualbehandlung auch die Alignertherapie

als valide und zuverlässige Therapievariante etablieren können. Das nachfolgende Patientenbeispiel gibt einen Einblick in die digitale Fallplanung einer dental kompensierten Klasse III mit primären und sekundären Engständen.

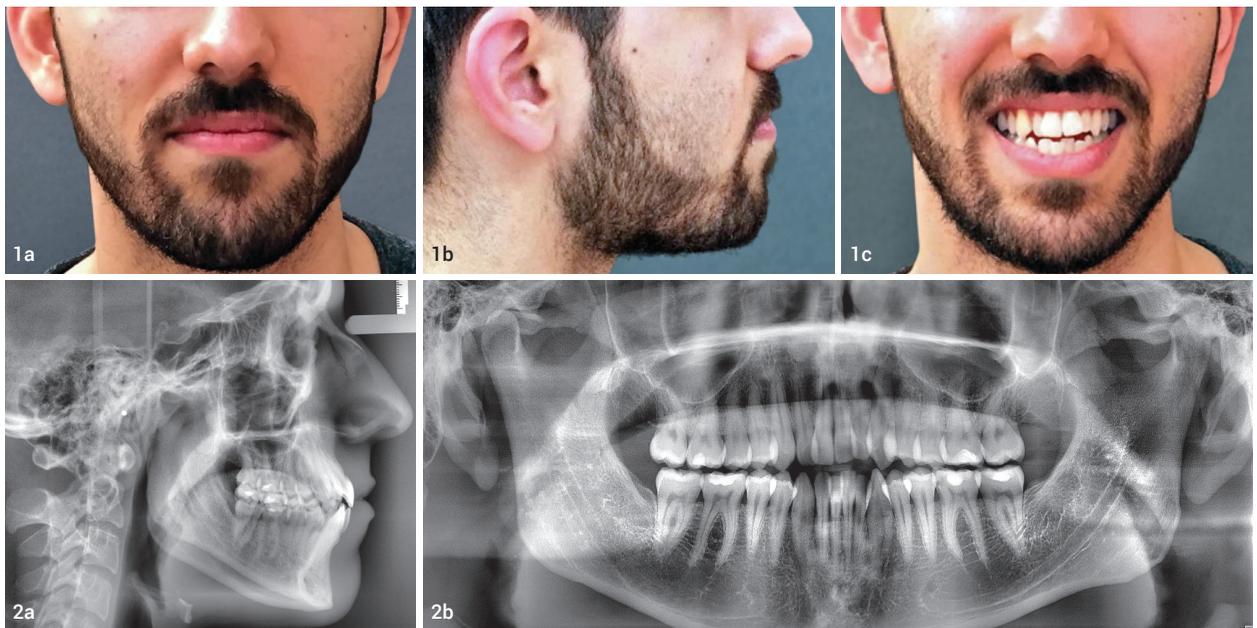


Abb. 1a und b: Gesichtsfotos des Patienten, Front und Profil. Abb. 1c: Gesichtsfoto des Patienten lächelnd. Abb. 2a und b: Fernröntgenseitenaufnahme (a) und Orthopantomogramm (b) der Ausgangssituation. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs)



Abb. 3a–e: Intraorale Aufnahmen der Ausgangssituation: Ausgeprägter transversaler Schmal kiefer im Ober- und Unterkiefer (insbesondere im Bereich der Prämolaren), primäre und sekundäre Engstände, Kreuzbiss und Kopfbiss im Frontzahnbereich. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs) **Abb. 4a–e:** Klinische Ausgangssituation in der ClinCheck®-Software. (Fotos: © Align Technology Inc.)

Klinisches Fallbeispiel

Der Patient P. M. stellte sich im Alter von 24 Jahren erstmalig in der kieferorthopädischen Praxis mit der Bitte um Behandlung seines von ihm als unattraktiv empfundenen Lächelns vor. Der extraorale Befund ergab ein nach vorn schiefes Durchschnittsgesicht, ein vergrößertes unteres Gesichtsdrittel und eine positive Lippentreppe (Abb. 1a–c).

Die radiologische und klinische Analyse ergab eine dental kompensierte Klasse III mit mesialbasaler Schädelkonfiguration (Wits $-4,7$ mm) bei prognather Maxilla (SNA 84°) und prognather (SBA $81,5$) sowie metrisch verlängerter Mandibula und dolichofaziale Gesichtsschädel aufbau (Abb. 2a und b).

Klinisch zeigte sich eine Neutralokklusion und gute Interkuspidation im Bereich der Molaren beidseits. Der Patient wies einen insbesondere anterior akzentuierten transversalen Schmal kiefer mit ausgeprägten primären und sekundären Engständen im Ober- und Unterkiefer auf. Ferner zeigten sich ein frontaler

Kreuzbiss mit Zwangsbisskomponente und einer alveolären Mittellinienverschiebung im Unterkiefer nach rechts sowie ein frontal offener Biss bei persistierendem viszeralem Schluckmuster (Abb. 3a–e und 4a–e). Zudem zeigten sich Rezessionen der Zähne 13, 33 und 43 bei tendenziell dünnem gingivalem Phänotyp.

„Bei gut durchdachter digitaler Planung hat sich auch die Klasse III-Therapie in der Alignerorthodontie etablieren können.“

Die funktionelle Analyse ergab eine Druckdolenz im Bereich des dorsalen Kiefergelenks sowie ein terminales Knacken bei anamnestisch beschriebener moderater Beschwerdesymptomatik. Aufgrund der CMD-Problematik wurde der Patient initial mit einer Zentrikschiene behandelt, um eine neuromuskuläre Ent-

lastung zu erhalten. Schmerzfreiheit erlangte der Patient in der zentrischen Position $1,25$ mm ventral der initialen habituellen Interkuspidation, sodass diese Position als therapeutische Zielposition gewählt wurde (Abb. 5a und b, 6–8 sowie 9a und b).

Nach ausführlicher Auswertung der diagnostischen Unterlagen wurde der Patient über folgende Behandlungsoptionen aufgeklärt: 1. kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie mit Rückverlagerung des Unterkiefers und chirurgischer Gaumennahterweiterung im Oberkiefer; 2. rein kieferorthopädische Behandlung mittels Multibracketapparatur/Lingualbehandlung und 3. rein kieferorthopädische Behandlung mittels Aligner. Nach umfangreicher Aufklärung (ggf. Verschlechterung der vorbestehenden Rezessionen infolge der transversalen Erweiterung im Oberkiefer, Ausbleiben des Behandlungserfolges z. B. bei Non-Compliance entschied sich der Patient für die Alignerbehandlung (Invisalign® System) mit einem Behandlungszeitraum von ca. zwei Jahren.

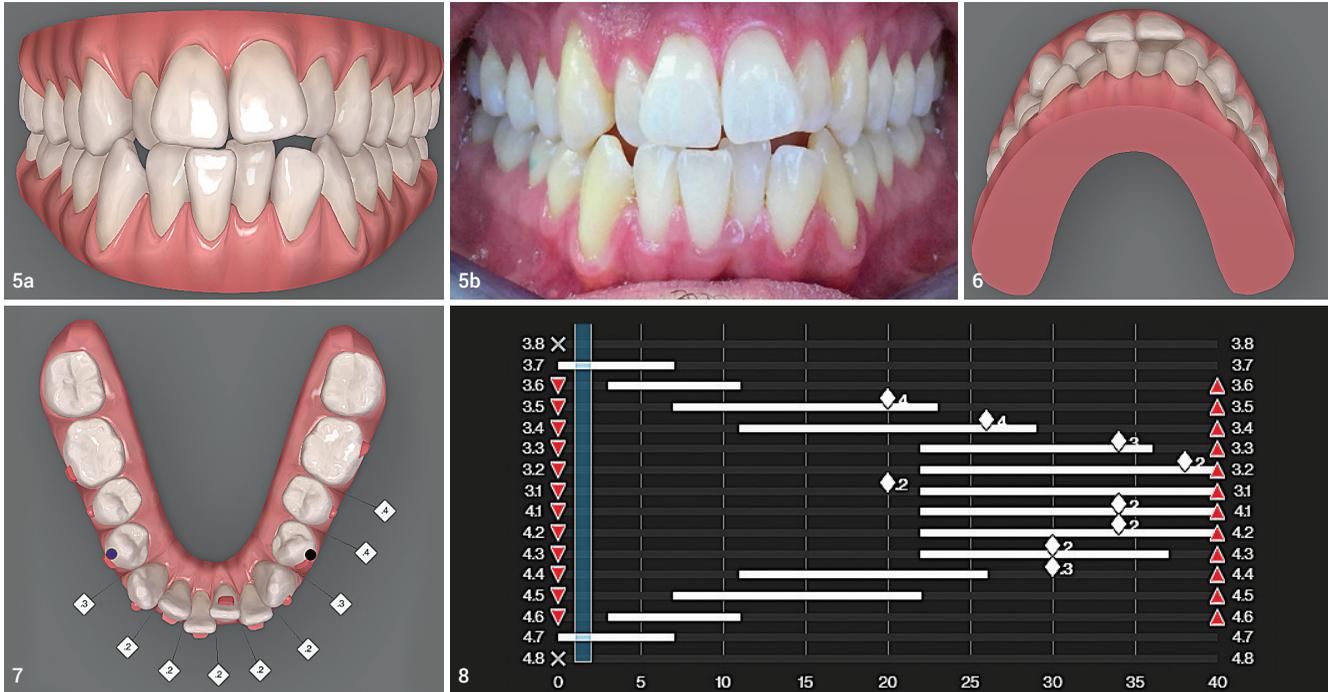


Abb. 5a: Ausgangssituation nach Aufbißsschienenbehandlung. (Foto: © Dr. Michèle Fuchs) **Abb. 5b und 6:** Ausgangssituation in der ClinCheck®-Software: frontale Ansicht (5b) und Overjet (6). **Abb. 7:** Semisequenzielle Distalisation (50 Prozent) im Unterkiefer um 1,75 mm beidseitig. Beachte: Bei Klasse III-Kompensation und Distalisation im Unterkiefer wird nie mit einem „Ästhetik-Start“ (Frontzahnbewegungen während der Distalisation) gearbeitet. **Abb. 8:** Im Bereich der UK-Prämolaren wird die Bewegungsgeschwindigkeit reduziert, da gleichzeitig die Expansion mit eingearbeitet wird. (Fotos: © Align Technology Inc.)

Digitale Behandlungsplanung

Bei der digitalen Behandlungsplanung lag die Schwierigkeit in der von der Zentrik abweichenden habituellen Interkuspidation, weil die exakten Werte der Abweichungen in die Behandlungsplanung miteinbezogen werden mussten. Da der genaue Wert der Differenz zwischen Zentrik und habitueller Interkuspidation ermittelt worden war, konnten wir unsere Strategie nun in den digitalen Behandlungsplan einprogrammieren. Diese optimale Strategie wurde wie folgt mit dem Techniker kommuniziert:

Technikerkommunikation*

Semisequenzielle Distalisation 50 Prozent im UK um 1,75 mm beidseitig (Abb. 7)

Die Analyse mit der Zentrikschiene hatte ergeben, dass der Unterkiefer sich um 1,25 mm nach ventral bewegen wird. Eine Überkorrektur der Distalisation um 0,5 mm wurde programmiert, da das klinische Ergebnis erfahrungsgemäß leicht unterkorrigiert sein würde. Zusätzlich wurde ein minimaler vertikaler Jump ein-

geplant, welcher wiederum auch einen leichten Effekt auf die sagittale Stufe haben würde. Des Weiteren wurde im Bereich der unteren Prämolaren die Bewegungsgeschwindigkeit reduziert, da hier die Expansion zeitgleich umgesetzt wird (Abb. 8).

Außerdem musste darauf geachtet werden, ein leichtes Tipp-Back mit einzuprogrammieren. Die Bewegung wurde also nicht rein translatorisch geplant, vielmehr sollte der distale Kronentipp stärker ausgeprägt sein als die Wurzelbewegung. Dies diente zum einen dazu, durch die einfachere Umsetzbarkeit dieser Bewegungsart den gesamten Behandlungsplan vorhersehbarer zu gestalten. Zum anderen sollte zugleich die bei der Distalisation nötige Molarenaufrichtung exakt gesteuert werden können.

Posteriore semisequenzielle Intrusion 50 Prozent von 7 bis 5 um jeweils 0,4 mm im UK synchron zur Distalisation

Posteriore Intrusionen lassen sich gut umsetzen, wenn diese ebenfalls semisequenziell, synchron zur Distalisation geplant werden.

AP-Sprung des UK nach anterior um 1,25 mm

Um dem Unterkiefer genügend Freiraum für die leichte Autorotation zu verschaffen, wurde zunächst eine starke positive sagittale Stufe eingeplant. Hierbei ist es unumgänglich, im ClinCheck® genau zu überprüfen, dass nach dem Sprung keine anterioren Kontakte vorhanden sind (Abb. 9a und b).

Der AP-Sprung erfolgte in Kombination mit:

Vertikaler Sprung von exakt 0,4 mm

Um diesen Wert wurde während der Unterkieferdistalisation auch intrudiert. Die Abfolge der UK-Distalisation war also eine Kombination aus Distalisation und leichter Intrusion (Abb. 10a–c, 11a–c). Achtung! Beim Einplanen von vertikalen Sprüngen sollte immer auch die sagittale Dimension berücksichtigt werden!

Simultane Expansion im OK über die gesamte Behandlungslänge / 0,3 mm Lingual-/Palatinalbewegung der 7er

Hier war es wichtig, dass die 7er weder im Oberkiefer noch im Unterkiefer expandiert, sondern im Gegenteil sogar um

0,3 mm nach lingual bewegt wurden. Diese Bewegung diente der reziproken Kraftübertragung, da der Expansions-effekt im Prämolarenbereich sowie im Bereich der 6er somit deutlich besser übertragen wird (Abb. 12). Während der Expansion sollte ein leicht verstärkter bukkaler Wurzeltorque durchgeführt werden. Auch dieser ist als Überkompensation zu verstehen, damit die Expansionskräfte optimal übertragen werden können.

Klasse III-Precision-Cuts von OK-6er auf UK-4er

Da die unteren ersten Prämolaren mesial einrotiert werden mussten, hätten sich hier auch sehr gut Knöpfchen geeignet, die der Patient jedoch nicht akzeptierte. Aus diesem Grund wurden Einschnitte für das Tragen von Klasse III-Gummizügen geplant. Zu beachten ist an dieser Stelle, dass sich durch das Tragen der Gummizüge ein leichter negativer Effekt in Bezug auf die Vertikale aufbaut, da in dieser Planung mit posteriorer Intrusion gearbeitet wird. Allerdings sind die Elastics für eine ausreichende Verankerung unabdingbar für die Distalisation im Unterkiefer. Da hier jedoch die unteren 4er leicht extrudiert und nur die 5er, 6er und 7er 0,4 mm intrudiert werden sollten, konnte diese Strategie erfolgreich angewandt werden (Abb. 13).

Auflösung von approximalen Mikrokollisionen/Erstellung von Ausrichtungsstufen/Mobility Effect

Um dem Zahn 34 ausreichend Platz für die entsprechende Bewegung zur Verfügung zu stellen, war es unabdingbar, dass für alle Rotationsbewegungen zunächst die Approximalkontakte aufgelöst wurden (Abb. 14 und 15). Überhaupt gilt bei Rotationen, stets ausreichend Platz für diese Bewegungen zu schaffen. So ist darauf zu achten, dass während der einzelnen Rotationsbewegung mesial und distal kein Kontakt zu sehen ist.

Attachment-Management

Die SmartForce-Features und voraktivierten Attachments von Align Technology Inc. eignen sich hervorragend für gewünschte Einzelzahnbewegungen und

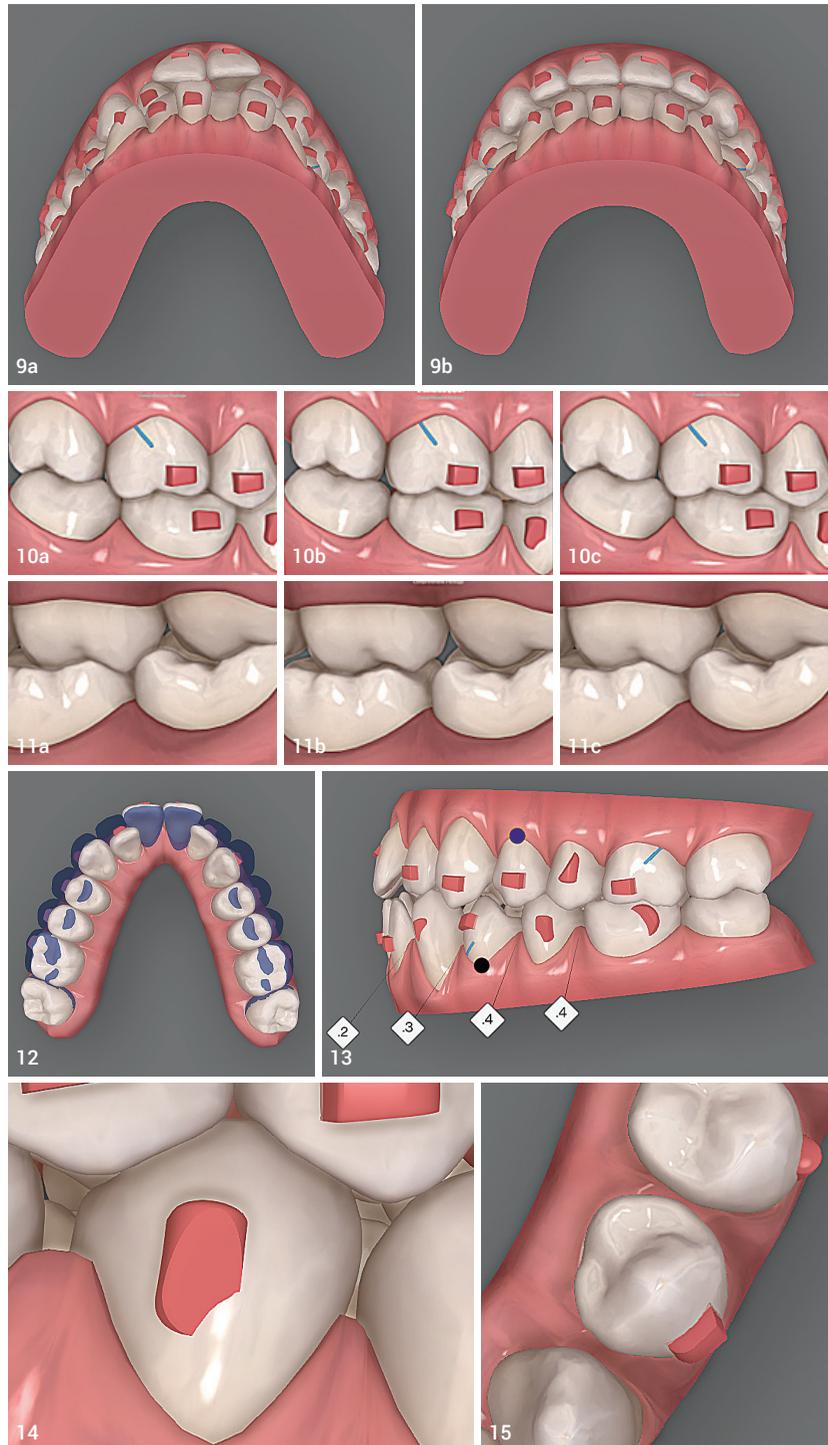


Abb. 9a: Ausgangssituation. **Abb. 9b:** Leicht vergrößerte sagittale Stufe, auch nach AP-Jump (wichtig!). **Abb. 10a–c und 11a–c:** Ausgangssituation (a), vor AP und vertikalem Sprung (b) sowie Endposition (c). Es ist gut zu erkennen, dass hier nur ein leichter vertikaler Sprung eingeplant ist. Die Interkuspitation sollte stets aus dieser Perspektive kontrolliert werden. **Abb. 12:** Expansion im Oberkiefer. Durch die Überlagerung ist gut zu erkennen, dass die 7er während der Expansion der 3er, 4er, 5er, 6er nach palatinal/lingual bewegt werden. Zum einen ist die Expansion somit besser umsetzbar und zum anderen hat diese Kraft eine leichte protrusive Wirkung auf die OK-Front, womit der Frontzahnretraktion ein wenig entgegengewirkt werden kann. **Abb. 13:** Klasse III-Gummizug-Einschnitte (der untere erste Prämolare musste derotiert und extrudiert werden). **Abb. 14:** Platz für Rotation Zahn 34. **Abb. 15:** Auflösen von approximalen Mikrokollisionen/Erstellen von Ausrichtungsstufen. (Fotos: © Align Technology Inc.)

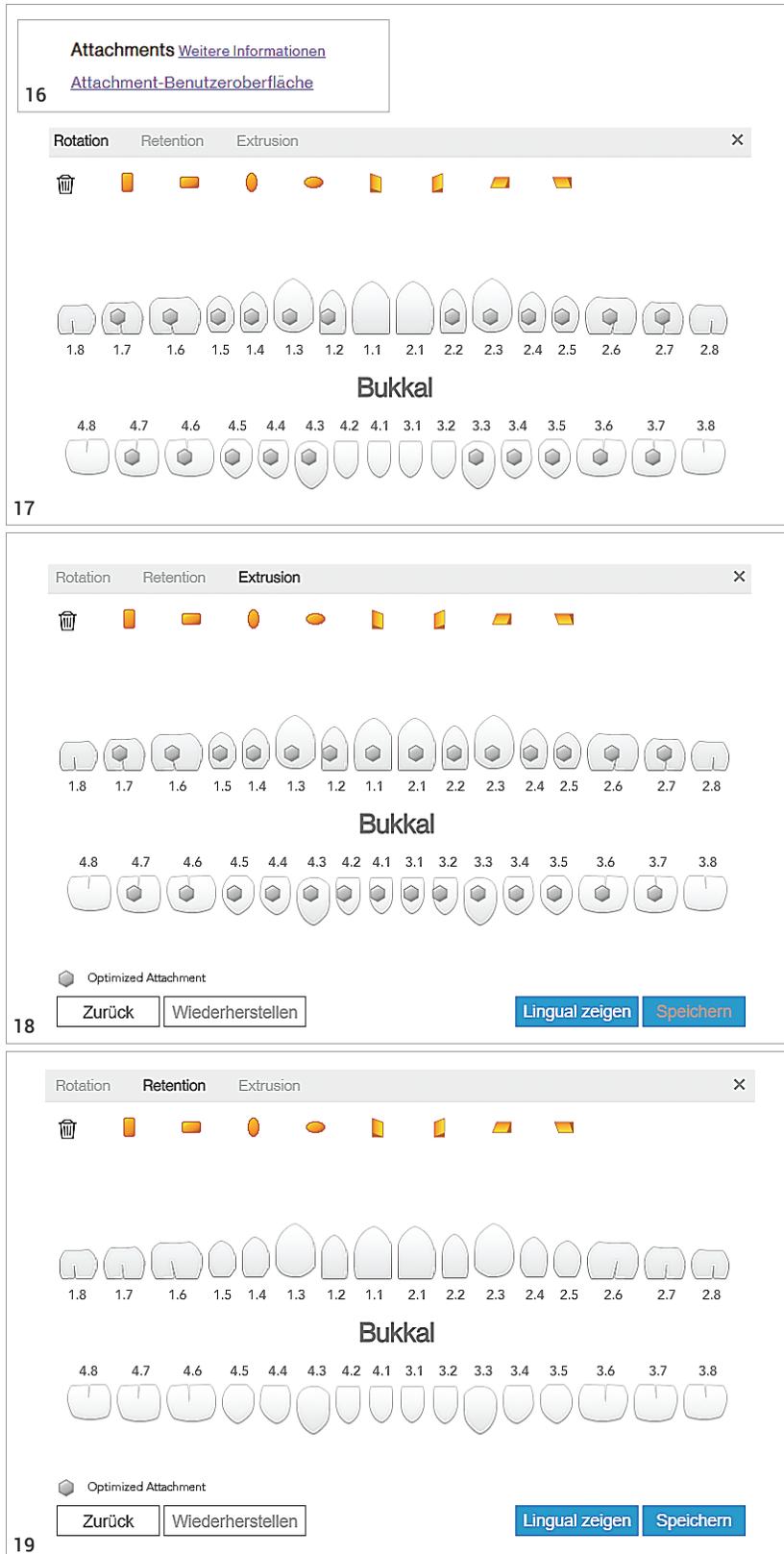


Abb. 16: Klinische Präferenzen. **Abb. 17:** Rotationsbewegung mit Auslöseschwelle von 5 Grad. **Abb. 18:** Extrusionsbewegung mit Auslöseschwelle von 0,5 mm. **Abb. 19:** Für die Retention muss vom Behandler für ausreichend Verankerungsattachments gesorgt werden. Viele Behandler setzen hier direkt in den Präferenzen schon Attachments auf die OK-2er und alle 6er, um eine ausreichende Verankerung sicherzustellen. (Fotos: © Align Technology Inc.)

sollten grundsätzlich für notwendige komplexe Einzelzahnbewegungen belassen werden. Wie aus den klinischen Präferenzen zu sehen ist, wird vom Behandler bei verankerungsstrategischen Fragen jedoch erwartet, selbstständig Verankerungsattachments einzuplanen (Abb. 16).

Im Falle einer Rotation mit entsprechender Auslöseschwelle von 5 Grad wird automatisiert durch die Softwarealgorithmen auf allen Zähnen (außer obere Inzisivi, untere Frontzähne und 8er) ein optimiertes Rotationsattachment gesetzt (Abb. 17). Im Falle einer Extrusion mit entsprechender Auslöseschwelle von 0,5 mm wird automatisiert auf allen Zähnen (außer 8er) ein optimiertes Extrusionsattachment von der Software gesetzt (Abb. 18).

Bei der Retentionsplanung ist der Behandler in der Verantwortung, für ausreichend Verankerungsattachments zu sorgen. Aus diesem Grund haben wir in diesem Fall zusätzliche Verankerungsattachments eingeplant (Abb. 19). Grundsätzlich jedoch sind die von den Softwarealgorithmen berechneten SmartForce-Attachments ausreichend. Die optimierten Attachments auf den oberen lateralen Inzisivi wurden bewusst ausgetauscht (Abb. 20–22), da sie bedingt durch die kleine klinische Krone und grazile Wurzel oft ungewollt intrudieren. Um sie in ihrer Position zu halten und den Kreuzbiss zu korrigieren, wurden sie mit horizontalen, rechteckigen, leicht abgeschrägten Attachments, die leicht inzisal platziert wurden, versehen.

Für die Umsetzung von Einzelzahnbewegungen ist es sinnvoll, mit den optimierten Attachments zu arbeiten. Die Abbildungen 23 und 24 zeigen auf den Zähnen 13, 25, 35, 33, 43, 45 jeweils ein optimiertes Rotationsattachment. Diese sind für die entsprechende Rotation voraktiviert und eignen sich hervorragend, da sie das entsprechend benötigte Drehmoment optimal auslösen.

Im Bereich 34 und 44 wäre ein optimiertes Rotationsattachment anzubringen, da diese Zähne leicht derotiert werden sollten. Die Attachmentpositionierung wäre hier jedoch zu dicht an den Einschnitten der Precision Cuts gewesen.

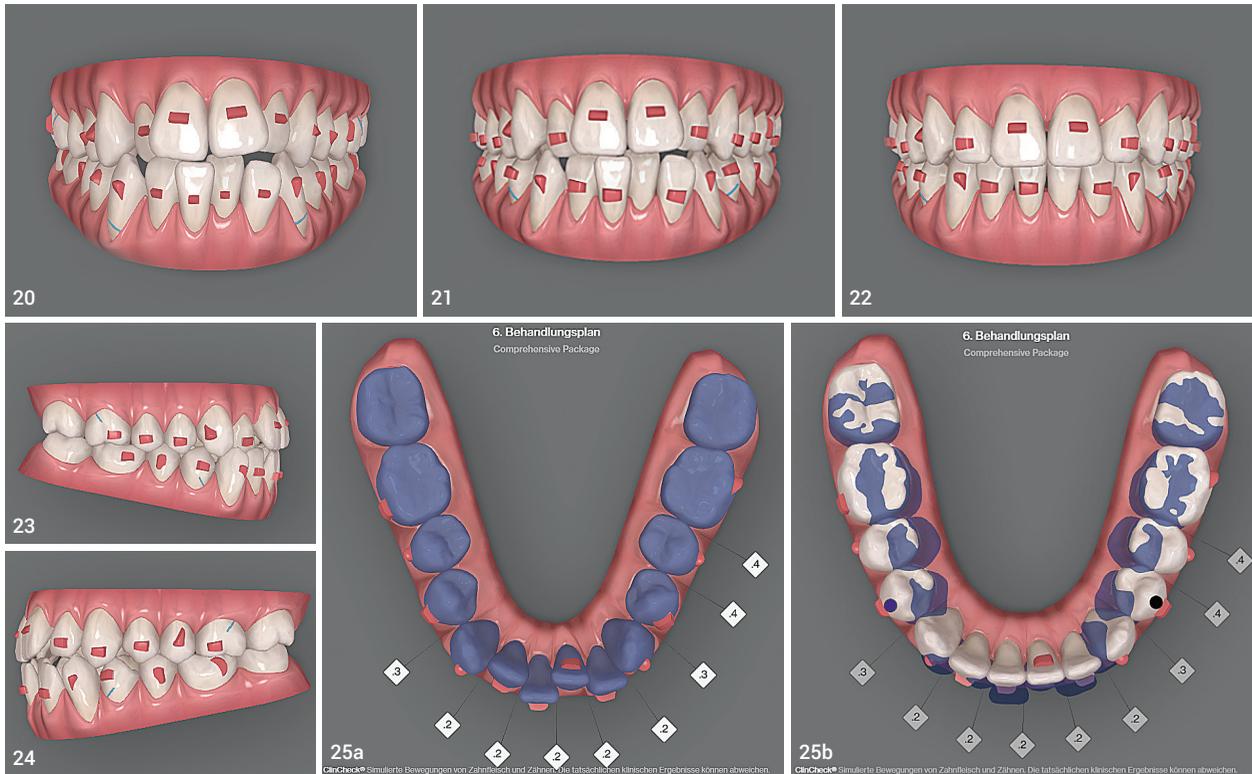


Abb. 20: Die automatisch berechneten SmartForce- oder auch optimierten Attachments (ClinCheck® #1). **Abb. 21 (Ausgangssituation) und 22 (Endposition):** Individualisierte Attachmentplanung mit ausgetauschten/zusätzlichen Attachments (bestätigter ClinCheck®). **Abb. 23 und 24:** Optimierte Rotationsattachments. **Abb. 25a und b:** Linguale Anbringung des Attachments an 31. Die Überlagerung zeigt, dass der Zahn weitestgehend in seiner Position gehalten wird. (Fotos: © Align Technology Inc.)

Daher wurden stattdessen horizontal rechteckige Attachments platziert, welche ebenfalls die korrekte Zugrichtung ermöglichen. Statt an den unteren Eckzähnen wurden die Klasse III-Gummizug-Einschnitte bewusst an den ersten Prämolaren angebracht, um auch die Disto-in- sowie Mesio-out-Rotation des Zahnes gut umsetzen zu können.

Für die Gesamtverankerung sind auf den Zähnen 14, 15, 16, 23, 24, 26, 32, 41, 42 und 46 horizontal rechteckige, abgeschrägte 3 mm-Attachments geplant worden. Anzumerken sei hier, dass keine Rotations-, Wurzelaufrichtungs- oder Extrusionsbewegungen eingeplant wurden. Die Attachments dienen der Gesamtverankerung.

Auf Zahn 36 wurde ein Optimized Multiplane Attachment eingeplant, zur Unterstützung der Distalisationsbewegung. Um ein Gleichgewicht zwischen genügend Verankerung und dem Wohlbefinden des Patienten sicherzustellen, wurde bei 37 und 47 auf Attachments verzichtet. Da die Bewegung der 7er nicht rein

translatorisch, sondern mit einem leichten Tipp-Back einprogrammiert und der Aligner im Bereich 36, 46, 35, 45, 34 und 44 gehalten wird, sollte der Aligner die Distalisation im Bereich 37 und 47 optimal umsetzen können.

Zahn 31 sollte weitgehend in seiner Position gehalten werden. Zu Verankerungszwecken wird hierfür von der Software nicht automatisiert ein Attachment vorgeschlagen. Wir haben ein Attachment lingual angebracht (Abb. 25), da im Unterkiefer nicht ausreichend Platz vorhanden war, das Attachment horizontal, bukkal anzubringen, und da sich die Aligneranpassung schwierig gestaltet hätte. Ohne Attachment würde der Zahn 31 mit hoher Wahrscheinlichkeit intrudieren (durch eine zu starke Kompressionswirkung auf den Aligner kann es oft vorkommen, dass Zähne ungewollt intrudieren, sie müssen daher entsprechend gehalten werden). Da das Attachment bukkal aufgrund von Platzmangel nicht anzubringen war, wurde eine linguale Platzierung geplant.

Behandlungsfortschritt

Die ersten beiden Aligner wurden nach jeweils 14 Tagen gewechselt. Beim anschließenden Monitoring wurde eine sehr gute Patientenmitarbeit festgestellt – der Vergleich der entsprechenden Stufe im ClinCheck®-Behandlungsplan mit der klinischen Situation zeigte eine gute Übereinstimmung.

Bei der Insertion des dritten Aligners konnte festgestellt werden, dass sich distal der unteren 6er wie geplant eine Lücke geöffnet und sich der untere 7er nach distal bewegt hatte. Bei Fällen mit guter Compliance lassen wir die Patienten die Aligner nach jeweils zehn Tagen wechseln. Nach drei Alignerstufen bestellen wir die Patienten zum Monitoring ein. Wenn sich nach insgesamt sechs Alignerstufen die Mitarbeit nicht verschlechtert hat, überlegen wir uns meist, ob nicht ein Alignerwechsel in noch kürzeren Intervallen möglich wäre. In diesem Fall haben wir uns jedoch dagegen entschieden, da Distalisationen

im Unterkiefer aufgrund der kortikalen Knochenstruktur nach unserer Erfahrung schlechter vorhersehbar sind als im Oberkiefer.

Nach der sechsten Alignerstufe kommen die Patienten bei uns alle acht Wochen zum Monitoring.

Die Phase, in der die Kreuzbissüberstellung im Frontzahnbereich stattfindet, ist meist schwierig für den Patienten, weil er – sobald der Aligner nicht getragen wird – Frühkontakte im anterioren Bereich aufweist. Doch durch die Alignerstärke von 0,75 mm pro Schiene, also einer Gesamtstärke von 1,5 mm posteriorer Disklusion, ist während des Tragens meist jedoch kein Problem feststellbar. Obwohl es im ClinCheck® so aussieht, als würden die Zähne ineinander bewegt werden, reicht die posteriore Bissperrung von 1,5 mm für die Frontzahn-Kreuzbissüberstellung aus, da die Zähne klinisch bereits diskludiert sind.

Der Patient wurde darauf hingewiesen, dass ohne die Aligner Frühkontakte auftreten würden, wodurch die Compliance des Patienten zusätzlich gesteigert wurde, da dieser sich mit den Alignern in situ wohler fühlte. Der anteriore Kreuzbiss war bei Stufe 24 bereits vollständig überstellt. Im weiteren Verlauf wurde der Frontzahnkreuzbiss vollständig aufgelöst.

Tipp zum Umgang mit ASR

Die Invisalign®-Software plant eine proximale Schmelzreduktion immer erst dann ein, wenn der Behandler optimal in die Approximalkontakte gelangen kann. Somit kann es vorkommen, dass (wie auch in diesem Fall) die ASR im Unterkiefer erst zu einem relativ späten Zeitpunkt geplant ist (hier erst gegen Aligner 29). Insbesondere wenn ein extremer Engstand vorliegt, öffne ich die Approximalkontakte trotzdem präventiv bereits bei Stufe 1, und zwar mit roten 0,1 mm Strips, direkt nach Anbringen der Attachments. Selbst im Oberkiefer, wo die Software überhaupt keine ASR mesial und distal der 2er eingeplant hatte, öffnete ich vorsichtig die Approximalkontakte, um gerade den lateralen Inzisivi ausreichend Platz zu gewährleisten. Hier besteht häufig das Problem, dass sie intrudieren, weil zu viel Kompressionskraft auf die gesamte Front wirkt.

Zwischenergebnis

Die Mitarbeit des Patienten war bislang hervorragend. Bei jedem Monitoring wurden die Approximalkontakte, besonders mesial und distal der oberen lateralen Inzisivi, kontrolliert, und der Patient konnte die Aligner bis zum Ende ohne Schwierigkeiten tragen. Abbildung 26 zeigt die klinische Situation nach Umsetzung der

digitalen Behandlungsplanung (welche die Distalisation im Unterkiefer, die Kreuzbissüberstellung im Frontzahnbereich, die Expansion und das Ausformen der Zahnbögen umfasste) und vor der Feineinstellung. Die Analyse und Planung des Refinements, für das weitere acht Stufen geplant wurden, stellen wir in Teil 2 dieses Fallberichts dar.

Kontakt



Dr. Michèle Fuchs

MVZ für Kieferorthopädie
Dr. Fuchs & Kollegen
Bahnhofstraße 17
71638 Ludwigsburg
Tel.: +49 7141 99075-0
rezeptionfuchs@googlemail.com
www.dres-fuchs.de



ZTM Matthias Peper

inviSolution GmbH
Treatment Planning Service
Händelstraße 31, 50674 Köln
Tel.: +49 221 99409965
info@invisolution.de
www.invisolution.de



Abb. 26a–e: Intraorale Ansicht vor Refinement-Beginn. Durch die detaillierte und exakte Planung und die gute Compliance des Patienten sind nur noch Feinheiten zu korrigieren. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs)



Dr. Michèle Fuchs



ZTM Matthias Peper

DESIGNPREIS

2022

Wir suchen Deutschlands
schönste Zahnarztpraxis.
Jetzt bis zum 1.7.2022
bewerben:
www.designpreis.org

ZAHNARZT
WIRTSCHAFT PRAXIS

© Joy Wolk - stock.adobe.com

Digitale Behandlungsplanung in der Alignertherapie – Teil 2

Von Dr. Michèle Fuchs und ZTM Matthias Peper.

Teil 2: Refinement-Phase

Einleitung

Im ersten Teil dieses Artikels hatten wir die digitale Fallplanung einer dental kompensierten Klasse III mit primären

und sekundären Engständen beschrieben (Abb. 1a–e) und die klinische Umsetzung der mithilfe von Alignern erfolgenden Behandlung präsentiert. Bis jetzt wurden dabei folgende Therapieziele erreicht: Distalisation im Unterkie-

fer, Kreuzbissüberstellung im Frontzahnbereich sowie Expansion und Ausformung des oberen und unteren Zahnbogens (Abb. 2a–e).

Im nun folgenden zweiten Teil dieses Artikels soll insbesondere auf das Refinement eingegangen werden, welches beim vorgestellten Patientenfall im Oktober 2020 in der kieferorthopädischen Fachpraxis der Autorin begonnen wurde. Die dargestellten Abbildungen zeigen anhand der intraoralen (Abb. 2a–e) und extraoralen Fotos (Abb. 7a–c), der Röntgenbefunde (Fernröntgenseitenaufnahme und Orthopantomogramm, Abb. 8a und b) sowie der Darstellung im ClinCheck® (Abb. 3a–e; 4a, 5a und 6a) nun die klinische Ausgangssituation vor dem Beginn der Refinementphase.

Attachments in der Refinement-Planung:

Im Rahmen des Refinements gibt es unterschiedliche Herangehensweisen im Umgang mit den Attachments. Normalerweise sollten zumindest alle optimierten Attachments vor dem erneut zu erfolgenden Intraoralscan entfernt werden. Es gibt allerdings auch die Möglichkeit, diese unverändert so zu belassen und nachträglich virtuell zu entfernen, um sie dann individuell neu planen zu können. Der Vorteil dieser Option des Nicht-Entfernens liegt darin begründet, dass jedes vorhandene Attachment – auch wenn der mit dem Attachment versehene Zahn während des Refinements gar nicht bewegt wird – zumindest eine zusätzliche Verankerung bietet. In der Refinement-Planung kann dann individuell entschieden werden, ob bestimmte Attachments virtuell entfernt und neu geplant werden sollen.



Abb. 1a–e: Klinische Ausgangssituation: Ausgeprägter transversaler Schmal kiefer im Ober- und Unterkiefer, insbesondere im Bereich der Prämolaren. Primäre und sekundäre Engstände, Kreuzbiss und Kopfbiss im Frontzahnbereich. **Abb. 2a–e:** Intraorale Ansicht vor Beginn des Refinements. Durch die detaillierte und exakte Planung sowie die gute Compliance des Patienten sind nur noch Feinheiten zu korrigieren. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs)

Refinement-Analyse

Der ClinCheck® eignet sich sehr gut für die genaue Analyse dessen, was bisher klinisch umgesetzt wurde. Hierzu öffnen wir immer den zuvor bestätigten ClinCheck® (Abb. 9).

Im Rahmen der Refinement-Analyse gilt es, verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, um letztendlich optimale Ergebnisse erzielen zu können. So ist beispielsweise bei schwarzen Dreiecken Vorsicht geboten. Denn diese sind im ClinCheck® häufig nicht so deutlich erkennbar wie in der tatsächlichen klinischen Situation. Von daher sollten zur besseren Orientierung in jedem Fall stets die klinischen Bilder mit herangezogen werden.



Abb. 3a–e: ClinCheck® Refinement-Beginn Stufe #1. (Fotos: © Align Technology Inc.)



Abb. 4a und b: Anteriore Ansicht bei Refinement-Beginn: Schwarze Dreiecke sind durch die Zahnmorphologie bedingt und werden im Refinement reduziert (der Approximalkontakt wird nach gingival verlegt). Die oberen Eckzähne werden noch für eine verbesserte Eckzahnführung eingestellt. Abb. 5a und b: Leicht offener Biss im Bereich 34 – die Derotation und Extrusion sind unterkorrigiert. Abb. 6a und b: Ansicht bukkal rechts – Die optimale Okklusion im Molaren- und Prämolarenbereich wird im Rahmen des Refinements eingestellt. Abb. 7a–c; Abb. 8a und b: Extraorale Fotos (Abb. 7a–c) sowie Röntgenaufnahmen (Abb. 8a und b) nach Abschluss der aktiven Alignerbehandlung. (Fotos 4a, 5a und 6a: © Align Technology Inc.; Fotos 4b, 5b und 6b; 7a–c sowie 8a und b: © Dr. Michèle Fuchs)

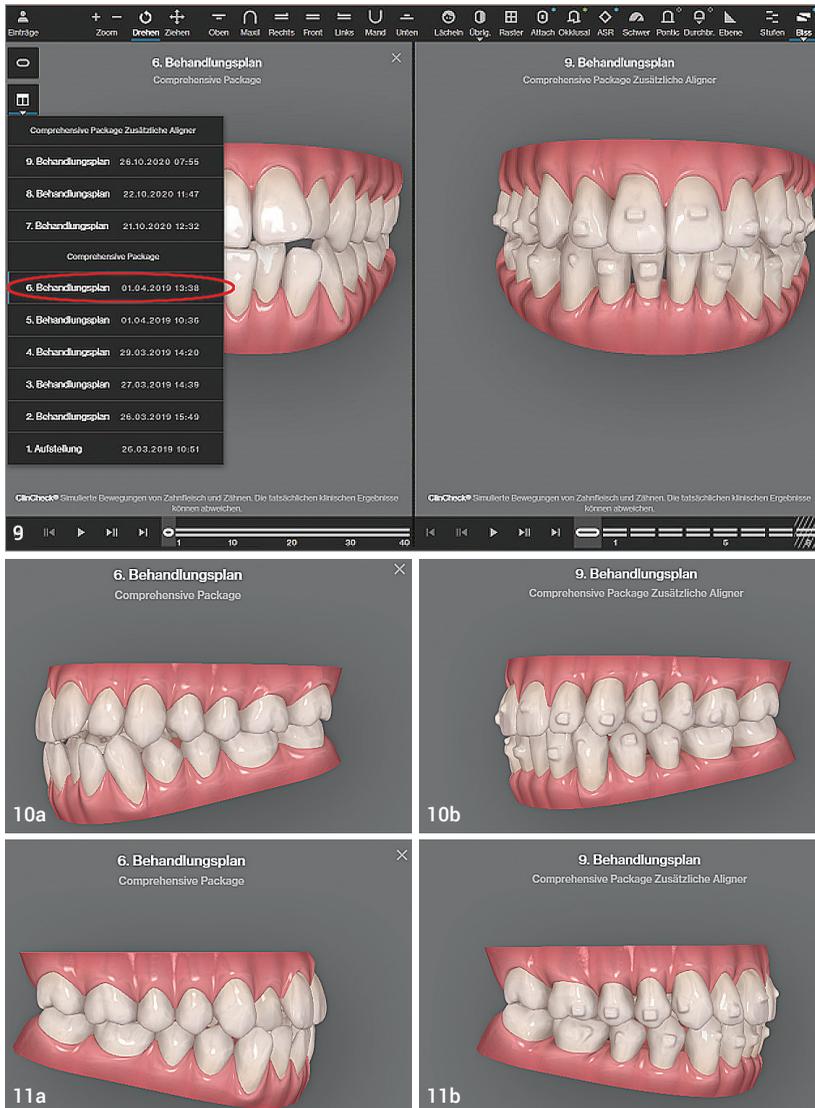


Abb. 9–15: Gegenüberstellung der Ausgangssituation vor Behandlungsbeginn (jeweils links) mit dem Refinement-ClinCheck® in der initialen Stufe (jeweils rechts). (Fotos: © Align Technology Inc.)

Im dargestellten Fallbeispiel hat die geplante Rotation und Extrusion von Zahn 34 im ersten Durchlauf nicht einwandfrei funktioniert; generell stellt sich die Verzahnung im Prämolarenbereich als nicht optimal dar. Hier muss nun im

finalen Schritt mit einer sogenannten „Hard Occlusion“ gearbeitet werden, damit definitiv kein weiteres Refinement erforderlich ist. Dabei sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Approximalkontakte frei sind.

In der Refinement-Planung zu berücksichtigen ist zudem die Frage, wie nach Behandlungsabschluss retiniert werden soll. Besteht beispielsweise ausreichend Platz für einen eventuell einzusetzenden Palatinalretainer?

Aber auch die Umsetzung einer korrekten Interkuspitation im Molarenbereich oder die optimale Feineinstellung aller Rotationen gilt es in der Planung zu berücksichtigen.

Technikerkommunikation*

Um das Refinement im vorliegenden Fall zu verdeutlichen, ist im Folgenden wieder die Kommunikation der behandelnden Kieferorthopädin mit dem Techniker aufgeführt, inklusive der entsprechenden detaillierten Erläuterungen. Da in diesem Fall die AP-Situation nicht mehr korrigiert werden musste, also keine sequenziellen Bewegungen auftraten, musste nur noch an der optimalen Endsituation gearbeitet werden. Die Strategie als solche musste also nicht mehr verändert werden.

0,1 mm ASR zwischen 11, 21, distal 12, 13, 22, 23 und zusätzlich 1 C-Chain am Ende der aktiven Behandlung

Ein C-Chain-Aligner entspricht ebenfalls einer approximalen Schmelzreduktion (ASR) distal 3 bis distal 3 von je 0,1 mm und wird als Überkorrektur genutzt. Sollten also am Ende der aktiven Behandlung noch schwarze Dreiecke zu sehen sein, kann hier klinisch eine weitere leichte ASR von 0,1 mm durchgeführt werden, um die ästhetisch störenden Dreiecke zu reduzieren. Dann werden der C-Chain-Aligner eingesetzt und die Lücken entsprechend reduziert (Abb. 10).

„Hard Occlusion“ im Prämolarenbereich

Die sogenannte „Hard Occlusion“ kann angefragt oder besser noch vom Behandler selbst mithilfe der zur Verfügung stehenden 3D-Tools eingestellt werden. Die okklusale Kontakte werden dann von der Software nicht mehr in Grün, sondern in Rot dargestellt. Rot bedeutet, dass die Kontaktpunkte um mehr als 0,3 mm „ineinander“geschoben sind; also eine Art Überkorrektur der Extrusion erfolgt ist. Wir stellen diese Kontakte mithilfe der dreidimensionalen Tools in der Praxis immer selbst ein, da so eine deutlich bessere Kontrolle des optimalen Dreipunktkontakts sichergestellt ist und keine Balancekontakte entstehen (Abb. 11).

Leichte Intrusion der UK 3er und optimale Einstellung der Eckzahnführung mit 3D-Tools

Hier ist es unabdingbar, mit den 3D-Tools zu arbeiten. Zunächst werden aus oral-

Hinweis

Sollte dieser klinische Fall Ihr Interesse geweckt haben, würden wir uns sehr freuen, Sie bei unseren „Mastering the Aligner Software“-Seminaren (z.B. am 22.01., 05.03., 19.03. oder 14.05.2022) zu begrüßen. Dort werden wir auf diesen Fall sowie auf weitere spannende Alignerfallplanungen eingehen.

palatinaler Sicht der ClinCheck® betrachtet und die Eckzähne so eingestellt, dass ausreichend Platz für einen späteren Retainer vorhanden ist. Wir arbeiten in diesem Fall mit einer leichten Überkorrektur (0,2 mm mehr Intrusion). Abschließend müssen die Eckzahnrelationen im Ober- und Unterkiefer unbedingt aus allen Perspektiven verglichen und optimal eingestellt werden (Abb. 12).

Interkuspitation im Molarenbereich

Die ClinCheck®-Software ermöglicht dem Anwender mithilfe der dreidimensionalen Tools die optimale Kontrolle und Einstellung der Interkuspitation im Molarenbereich. Es ist also ratsam, diese entsprechend zu nutzen (Abb. 13).

Feineinstellung aller Rotationen

Auch bei der Feineinstellung der Rotationen erweisen sich die 3D-Tools als äußerst hilfreich, insbesondere bei kritischen Bewegungen. In diesem vorliegenden Fall wurde die Rotation der Zähne 34 und 41 mit jeweils drei Grad Überkorrektur eingestellt. Zu beachten sind hierbei unbedingt die Auflösung von approximalen Mikrokollisionen, die Erstellung von Ausrichtungsstufen sowie die Berücksichtigung des sogenannten Mobility Effects, um dem Zahn ausreichend Platz für die entsprechende Bewegung zur Verfügung zu stellen (Abb. 14 und 15). Das Refinement wurde bei diesem Fallbeispiel mit weiteren acht Stufen geplant, wovon die letzte Stufe der Über-

korrektur dient. Das definitive klinische Endergebnis wird im Frühsommer dieses Jahres zu erwarten sein.

* www.invisolution.de

kontakt



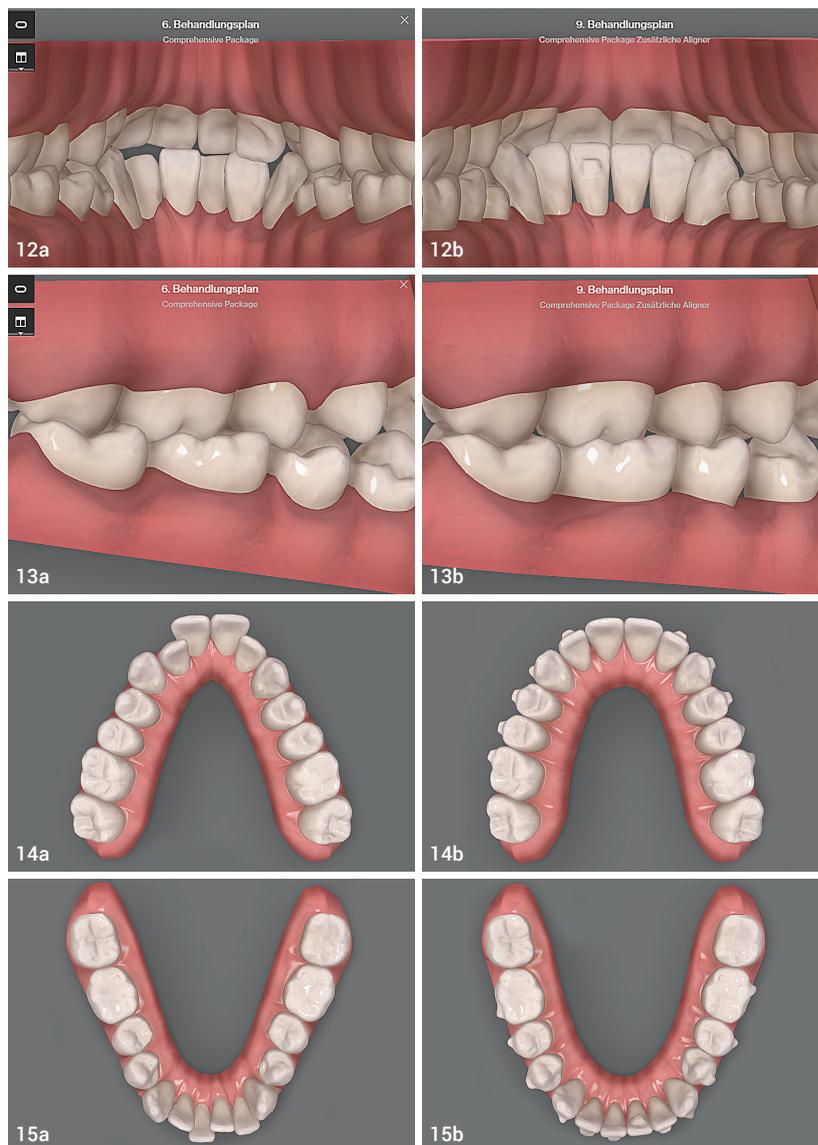
Dr. Michèle Fuchs

MVZ für Kieferorthopädie
Dr. Fuchs & Kollegen
Bahnhofstraße 17
71638 Ludwigsburg
Tel.: +49 7141 99075-0
rezeptionfuchs@googlemail.com
www.dres-fuchs.de



ZTM Matthias Peper

inviSolution GmbH
Treatment Planning Service
Händelstraße 31, 50674 Köln
Tel.: +49 221 99409965
info@invisolution.de
www.invisolution.de





1



2

Abb. 1: Modellscanner helfen dabei, die Berge an Gipsmodellen loszuwerden.

Abb. 2: Abdrucknahme mittels Intraoralscanner. (Foto: © 3M ESPE)

© Alexandr Grant/Shutterstock.com

Digitale KFO-Prozesse und deren Abrechnung

Von Dipl.-Kffr. Ursula Duncker.

Die Geschwindigkeit der aus der Digitalisierung resultierenden Marktveränderung ist hoch und viele kieferorthopädische Praxen stehen dieser Veränderung offen gegenüber. Kieferorthopädische Dienstleistungen, Produkte, Geräte, Hardware, Software und Praxisprozesse müssen absolut neuartigen Anforderungen standhalten und bringen gleichzeitig neues Potenzial im Wettbewerb um den „digital-affinen“ Patienten. Frü-

her oder später wird jede KFO-Praxis digitalisiert sein, denn „Stillstand ist Rückschritt“, und somit gilt es, rechtzeitig die richtigen Weichen zu stellen, um auch Ihre Praxis zukunftsfähig zu gestalten. Alles das, sowohl die Wahrnehmung der derzeitigen Marktveränderung als auch die Umsetzung digitaler Prozesse in der eignen Praxis, stellen das Praxismanagement vor neue Herausforderungen.

Digitale KFO-Diagnostik

Neue Wege zu gehen, kostet Zeit und Geld. Man muss sich mit dem Thema auseinandersetzen, um entsprechendes Wissen zu erlangen. Die Zeit rast und die angebotenen Produktlösungen verändern sich ständig. Das setzt zweifels- ohne eine gewisse „Affinität voraus: die Lust zum Lernen. Wenn man sich im Bereich der kieferorthopädischen Diagnos-



ZWP ONLINE

www.zwp-online.info

show some 
leave a like. _____



© kelly-sikkema – unsplash.com

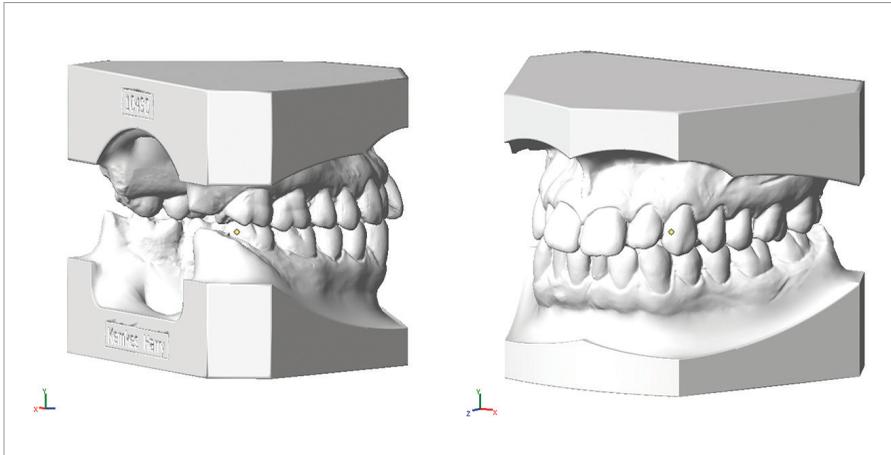


Abb. 3: Virtuelles Modellpaar, dreidimensional gesockelt. (Foto: © Software OnyxCeph)

tik und Behandlung sowie im Bereich des KFO-Labors umschaut, dann stellt man fest, wo hier überall Investitionen getätigt werden könnten: Angefangen bei der Anschaffung eines digitalen Röntgengerätes hinüber zu einem hochmodernen Intraoralscanner bis hin zu einer aktuellen Software für die digitale Therapieplanung. Sie könnten Ihre KFO-Praxis so ausstatten, dass Sie mit der digitalen Entwicklung Schritt halten.

Im KFO-Labor geht es dann weiter mit der wohl möglichen Investition in einen 3D-Drucker (oder gleich mehrere Drucker?) und einen Modellscanner, um die „Berge von Diagnostikmodellpaaren“ geschmeidig „loszuwerden“, die ansonsten bzw. bis zu zehn Jahren nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung aufbewahrt werden müssen. Das ist eine lange Zeit. Da sind der Keller bzw. das Archiv schnell voll mit alten Gipsmodellen.

„Analoge“ Planungsmodelle verschenken

Unser Tipp hierzu: Bitte „zelebrieren Sie Ihre Abschlussbesprechung mit sämtlichen Patienten stets so, dass Sie die Patienten – inklusive deren Eltern – zum Abschlussgespräch in die Praxis einladen, um ihnen dann zu dem Behandlungsergebnis zu gratulieren. Zeigen Sie den Patienten dann die zuvor eingescannten Anfangs- und Schlussmodelle und überreichen Sie diese beiden Original-Planungsmodellpaare (aus Gips) dem Patienten „als Geschenk“ in einer

schönen Schachtel, die Sie zuvor eigens samt Praxislogo haben anfertigen lassen. Das macht Eindruck und ist zudem eine wunderbare Werbung für Ihre Praxis! Die Patienten freuen sich riesig, heben die Planungsmodelle jahrelang auf und erzählen es weiter. Achtung: Solch ein Präsent darf selbstverständlich nur dann übergeben werden, wenn Sie zuvor die Planungsmodelle eingescannt haben! Sonst natürlich nicht!

Vorab-Fragen helfen bei der Entscheidung

Weil Digitalisierung Geld kostet, macht es Sinn, sich mit einigen Fragen im Vorfeld einer Investition zu beschäftigen:

- Lohnt sich die Anschaffung eines Intraoralscanners für Ihre Praxis?

- Was kostet der Intraoralscanner, für den ich mich interessiere?
- Wie lange braucht man, bis sich die Anschaffungskosten amortisieren?
- Gibt es weitere Zusatzkosten, wie z. B. Wartungskosten?
- Muss ein Wartungsvertrag geschlossen werden?
- Wie ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Scans?
- Wie schwer ist der Scankopf?
- Kann ich puderfrei scannen?
- Wie lang ist die durchschnittliche Scandauer bzw. wie viel Zeit wird mein routiniertes Team für eine optisch-elektronische Abformung benötigen? Von zahlreichen Kieferorthopäden wird derzeit eine Durchschnittszeit von 10 bis 20 Minuten für eine optisch-elektronische Abformung beider Kiefer inklusive Scan- und Bearbeitungszeit angegeben.
- Bei welchen Patienten kann der Intraoralscanner eingesetzt bzw. die erbrachte Leistung auch berechnet werden? Schließlich ist es nun einmal eine Privatleistung.
- Zu welchem Preis bietet man seinen Patienten diese moderne Leistung an? Da es sich beim Intraoralscan um eine Privatleistung handelt, muss diese bei Kassenpatienten ja als Wahl-/Wunschleistung vorab schriftlich vereinbart werden. (Achtung: Ausnahme Bayern! Hier ist der Intraoralscan unter bestimmten Umständen als Kassenleistung abrechenbar.)

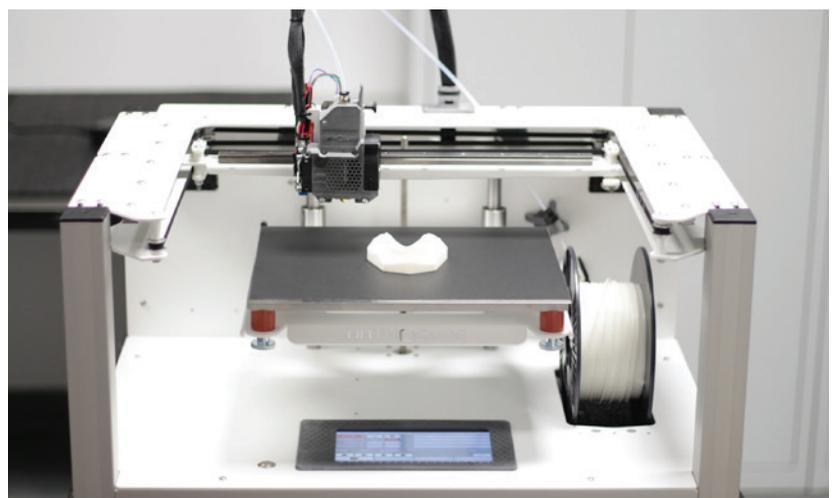


Abb. 4: Dreidimensionaler Druck von Zahnkränzen. (Foto: © OrthoCube®, WCO)



© Weissblick – stock.adobe.com

Abrechnung digitaler Abformungen bis zum virtuell gesockelten Modellpaar

Die optisch-elektronische Abformung wird nach GOZ 0065 je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich berechnet. Sie umfasst – neben der dreidimensionalen Datenerfassung – auch die vorbereitenden Maßnahmen wie beispielsweise die optische Aufbereitung der abzuformenden Zähne oder Modelle, die einfache Registrierung der Bissverhältnisse auf digitalem Weg sowie die Archivierung der Daten. Berechnungsfähig sind:

- 4 x GOZ 0065 zum 2,3-fachen Satz = 41,40 Euro

alternativ zum Beispiel:

- 4 x GOZ 0065 zum 3,5-fachen Satz = 63,00 Euro > Begründungsmöglichkeit für die Faktorserhöhung: „Erhöhter Zeitaufwand aufgrund erschwelter Erreichbarkeit dorsaler Molarenregionen und enger Approximalkontakte“

Digitale Abformungen werden z. B. für die Übermittlung der Abformung an ein Fremdlabor oder zur Anfertigung von Alignerschienen und für die Herstellung virtueller Modelle benötigt. Selbstverständlich müssen die virtuellen Modelle nach dem Scan noch optimiert und die Modelle virtuell gesockelt werden. Diese Leistungen sind als Laborleistung nach BEB 1997 als Nummer 0028 und 0033 berechnungsfähig.

Danach erfolgt dann die virtuelle KFO-Modellauswertung. Hierbei handelt es sich wieder um eine Honorarleistung. Diese „virtuelle KFO-Modellauswertung“

ist nach GOZ 6010 analog berechnungsfähig (analog der KFO-Modellauswertung). Übrigens, eine Analogleistung orientiert sich immer in der Leistungsbeschreibung und in der Gebührenhöhe an der „originalen Gebührenleistung“. Geregelt ist die Möglichkeit, Leistungen auch analog zu berechnen, in § 6 Abs. 1 GOZ.

Scan-Software zur digitalen KFO-Behandlungsplanung

Natürlich kann eine gute Scan-Software zusätzlich sehr nützlich sein und diverse weitere digitale KFO-Prozesse planen und steuern. Was ist mit einer guten Scan-Software realisierbar? Eine solche Software kann digitale Modelle weiterverarbeiten und zahlreiche virtuelle Prozesse, wie z. B. virtuelle Set-ups, planen sowie einen Behandlungsverlauf dreidimensional simulieren.

„Früher oder später wird jede KFO-Praxis digitalisiert sein, denn ‚Stillstand ist Rückschritt‘“

Eine Soll-Ist-Simulationen an virtuellen Modellen ist auch bei der Alignerplanung wichtig. Auch sie ist berechnungsfähig. Da es sich um eine moderne kieferorthopädische Leistung handelt, die vom Behandler selbst durchgeführt wird, empfiehlt es sich, die GOZ 6010 analog hierfür zu berechnen.

Wie funktioniert eine dreidimensionale Behandlungsplanung und was kostet diese? Viele verschiedene Anbieter von digitalen Planungssoftwarelösungen bieten „Module“ zur digitalen Planung an. Es können mit solchen „Modulen“ dann beispielsweise Bracketübertragungstrays digital geplant oder auch Retainer virtuell designt werden. Ein spannendes, sich immer mehr öffnendes Feld! Schauen wir, was sich die Entwickler hierzu noch alles einfallen lassen. In Bezug auf die KFO-Abrechnung sind Sie bei uns gut aufgehoben!



kontakt



Dipl.-Kffr. Ursula Duncker

KFO-Management Berlin
Lyckallee 19
14055 Berlin
Tel.: +49 30 9606-5590
Fax: +49 30 9606-5591
info@kfo-abrechnung.de
www.kfo-abrechnung.de





Beim ClearCorrect™ Alignersystem erfolgt die dreidimensionale Behandlungsplanung mithilfe der ClearPilot™ Software.
(Foto: © Dr. Jörg Schwarze / © Straumann AG)

Tiefbisskorrektur mit Alignern

Von Lina Alattar, ZÄ in kieferorthopädischer Weiterbildung, und FZA Dr. Jörg Schwarze.

ClearCorrect™ wurde bereits 2006 in den USA gegründet und ursprünglich als kieferorthopädische Behandlungsmethode für geringfügige Malokklusionen eingeführt.

Seit dessen Übernahme durch die Straumann AG mit Sitz in Basel/Schweiz wird das Behandlungssystem zuneh-

mend weiter ausgebaut und mit zusätzlichen technologischen Bausteinen zu einem komplexen kieferorthopädischen Ökosystem entwickelt. Damit erweitern sich auch dessen klinische Indikationsstellungen, was auch den Ausschlag für die hier gezeigte Tiefbisskorrektur mit ClearCorrect™ Alignern* gab.

Klinisches Patientenbeispiel

Sehr häufig gehen anteriore Tiefbisse mit einer Klasse II-Okklusion einher. So auch bei dieser 47-jährigen Patientin, bei der die starke Verschlüsselung der Okklusion zu einer Kompression beider Kiefergelenke und funktionellen Beschwerden geführt hat. Sie stellte sich bei uns in der kieferorthopädischen Praxis mit Nackenbeschwerden, Kopfschmerzen sowie reziprokem Kiefergelenkknacken rechtsseitig vor. Ihr Hauptanliegen war daher eine funktionelle Verbesserung, sie wünschte sich aber auch eine ästhetische Zahnkorrektur mittels Alignerbehandlung. Die Patientin störte sich ästhetisch vor allem an den aufgefächerten Oberkieferfrontzähnen. Eine kieferorthopädische Behandlung war bereits im Jugendalter erfolgt. Die Funktionsanalyse ergab eine Diskusdislokation rechtsseitig bei Kompression beider Kiefergelenke. Die Mundöffnung war eingeschränkt und erfolgte

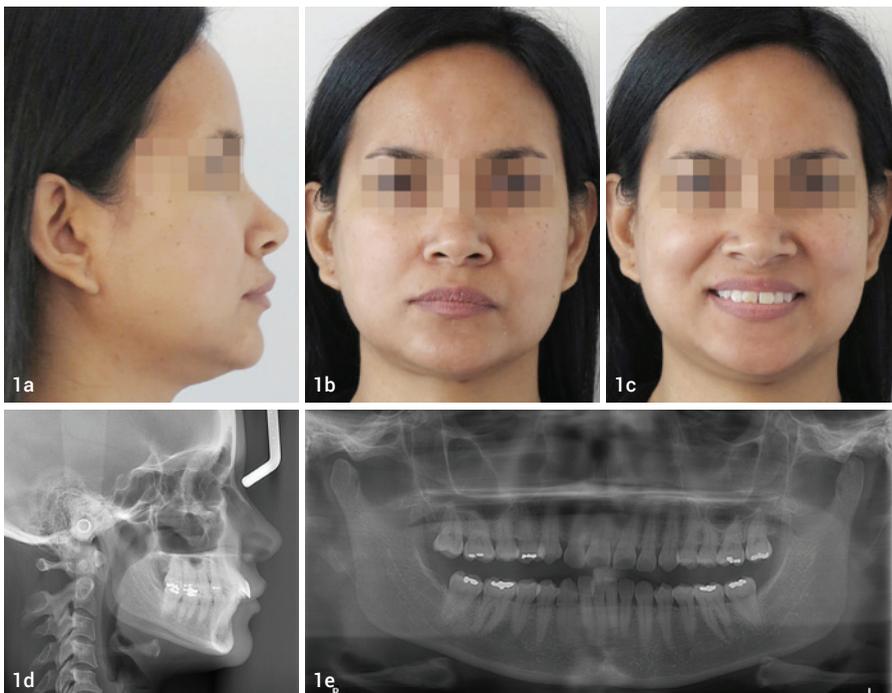


Abb. 1a–e: Initiale Aufnahmen: extraorale Patientenfotos, Front und Profil (a–c), Fernröntgenseitenaufnahme (d) und Orthopantomogramm (e).

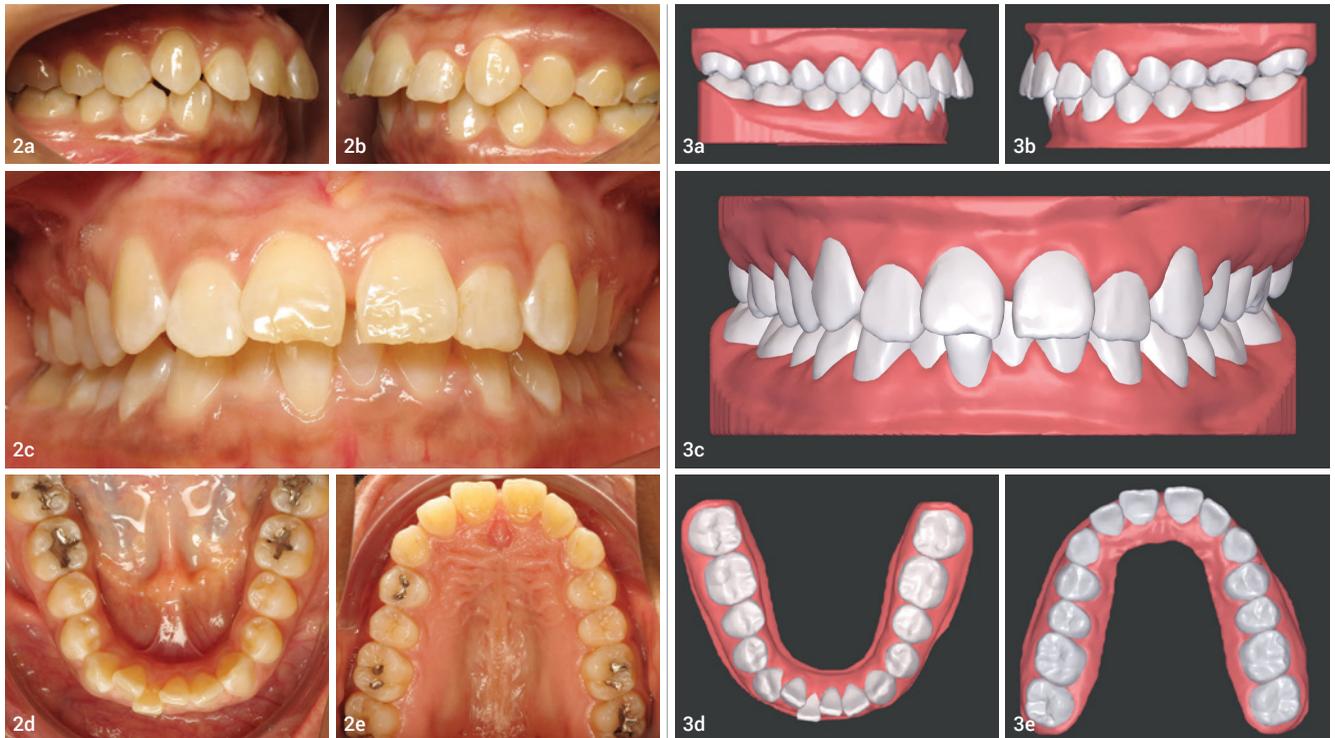


Abb. 2a–e: Intraorale Aufnahmen der Ausgangssituation. Abb. 3a–e: Korrespondierende Ausgangssituation in der ClearPilot™ 3D-Behandlungsplanung.

wie der Mundschluss mit Deviation. Der extraorale Befund (Abb. 1a–c) zeigte ein konvexes Gesichtsprofil bei deutlich verkleinertem Nasolabialwinkel ($90,8^\circ$). Zudem waren Impressionen der Oberkieferzähne in der Unterlippe erkennbar. Die FRS-Auswertung (Abb. 1d) ergab eine distal-basale Kieferrelation nach WITS (2,6 mm) bei tendenzieller maxillärer Prognathie (SNA $86,5^\circ$). Aus der dentalen Analyse des FRS ging eine deutliche Anteinklination der Oberkieferinzisivi (IOK-NL $126,5^\circ$) und eine manifeste Anteinklination der Unterkieferinzisivi (IUK-ML $103,6^\circ$) bei stark verkleinertem Interinzisalwinkel (IOK-IUK $112,3^\circ$) hervor. Die vertikalen Parameter ergaben einen brachiofazialen Gesichtsschädelaufbau. Die Auswertung des OPG (Abb. 1e) zeigte eine adulte Dentition mit fehlenden dritten Molaren. Außerdem war eine extreme Mesialkrümmung der Wurzel 25 erkennbar. Es zeigte sich ein moderater generalisierter horizontaler Knochenabbau des Limbus alveolaris im Ober- und Unterkiefer von ca. 15 Prozent. Die kieferorthopädische Hauptdiagnose beschreibt eine Angle-Klasse II/1 mit vergrößerter vertikaler Frontzahnstufe und

traumatischem Einbiss der Unterkieferfront in die Gaumenschleimhaut. Ferner lag eine Laterognathie nach rechts aufgrund eines posterioren Zwangsbisses vor. Der intraorale Befund (Abb. 2a–e) sowie die Modellanalyse (Abb. 3a–e) zeigten neben dem Diastema mediale im Oberkiefer vor allen Dingen eine Anteinklination und Supraokklusion beider Fronten. Besonders anterior wiesen beide Zahnbögen eine transversale Enge auf. Dies zeigte sich in einem deutlichen Unterkieferfrontengstand mit Labialklippung des Zahnes 41.

Neben Abrasionen und Schliiffacetten, vor allem in der Front, waren auch vereinzelt Gingivarezessionen erkennbar. An Zahn 11 lag eine Schmelzfraktur der Inzisalkante vor. Durch die zwangsgeführte Laterognathie ergab sich eine Mittellinienverschiebung nach rechts von 3 mm. Eine beidseitige Distalokklusion bei vergrößerter sagittaler (6 mm) und vertikaler (5 mm) Stufe war erkennbar. Aufgrund der deutlichen transversalen Zahnbogenenge im Unterkiefer ergab sich links eine Tendenz zum Scherenbiss. Nach ausführlicher Diagnostik und intensiver Aufklärung über Behandlungs-

alternativen und -risiken entschied sich die Patientin für eine Behandlung mittels ClearCorrect™ Alignern. Durch die hohe Trimline weisen diese Aligner eine äußerst große Formstabilität auf und eignen sich deshalb besonders gut für transversale Korrekturen und Tiefbissbehandlungen. Neben der ca. zweijährigen kieferorthopädischen Behandlung wurde eine physiotherapeutische Behandlung verschrieben.

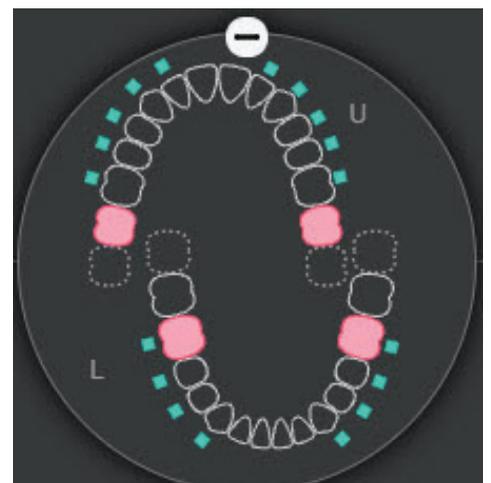


Abb. 4: Darstellung der sequenziellen Distalisation mithilfe der Zahnbewegungsanzeige in ClearPilot™.

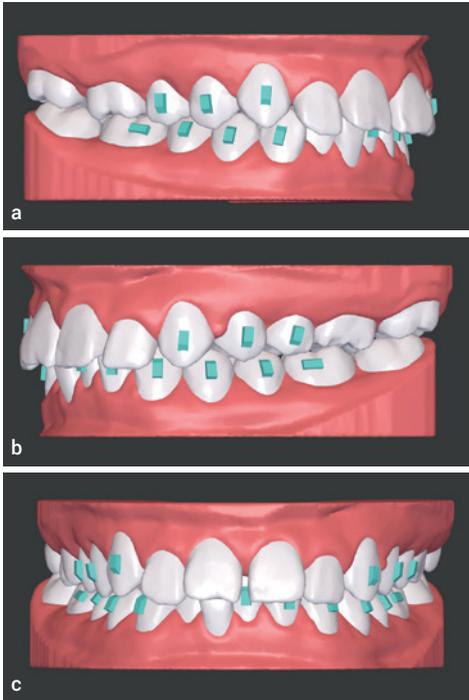


Abb. 5a–c: Attachmentplanung, Platzierung ab Alignerstufe 3.

Digitale Behandlungsplanung

Die durch intraorale Scans generierten STL-Dateien wurden über das ClearCorrect™ Doktorportal hochgeladen. In Zusammen-

arbeit mit dem Planungsteam von ClearCorrect™ erfolgte die digitale Behandlungsplanung mithilfe der ClearPilot™ Software*. Das Hauptaugenmerk lag auf der funktionellen Verbesserung der Ausgangssituation durch die Beseitigung der anterioren Vorkontakte und des damit verbundenen posterioren Zwangsbisses. Zudem sollte durch die Reduktion der vertikalen und sagittalen Frontzahnstufe eine harmonisch abgestützte Frontzahnrelation geschaffen werden. Die Einstellung in eine Klasse I-Verzahnung wurde außerdem durch eine umfangreiche Distalisation der Oberkieferseitenzähne und geringere Distalisation der Unterkieferseitenzähne geplant. Trotz hoher Trimline mit einer erhöhten Retention erfolgte eine rein sequenzielle Distalisation (Abb. 4), um einem Verankerungsverlust vorzubeugen.^{1,2} Zusätzlich wurde die Oberkiefermolarbewegung mit einem Tipback und einer Mesial-out-Rotation kombiniert, um eine korrekte Achsenstellung und Kontaktpunktsituation zu erreichen. Gleichzeitig entspricht diese Art der Bewegung der natürlichen Zahnbewegung und ist somit besonders verankerungsschonend.

Die Anzahl der Aligner – in diesem Fall 67 pro Kiefer – bemaß sich an der Bewegungsstrecke und der Segmentierung der einzelnen Zahnbewegungen. Es wurde explizit darauf geachtet, dass nicht mehr als ein Molar bzw. zwei Prämolaren/Eckzähne pro Quadrant gleichzeitig distalisiert wurden. Aus Verankerungsgründen wurde pro Aligner eine maximale Bewegung von 0,2 mm eingepplant,^{3,4} obwohl der Standard bei Distalisationen mit diesem System bei 0,3 mm pro Aligner liegt. Das Staging und damit auch die Zahnbewegungsgeschwindigkeit wurden durch entsprechende Anweisung in der Verschreibung angepasst. Auch die Expansion im Unterkiefer und die Intrusion der Unterkieferfront wurden segmentiert geplant. Die Intrusion der Unterkiefer- und der Oberkieferfront, hier besonders der Zähne 12 und 22, wurde in der 3D-Behandlungsplanung überkorrigiert. Bei der gegen Ende der Behandlung eingeplanten Retrusion der Fronten wurde auf die Implementierung eines Wurzeltorque geachtet, um weitere Gingivarezessionen zu vermeiden und einer zu steil stehenden Oberkieferfront am Ende der Frontzahnretrusion vorzubeugen.

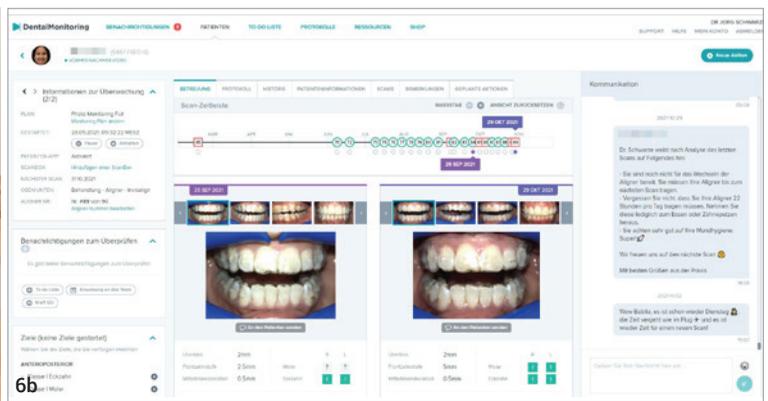


Abb. 6a: Patientin bei der Durchführung eines Dental Monitoring® Scans mithilfe der Scan Box. Abb. 6b: Dental Monitoring® Portal. Abb. 7a und b: Alignerstanzslot Machine (Fa. Hammacher) in Anwendung. Abb. 7c: Klasse II-Gummizüge (4½ oz./16,4 mm) links.



Abb. 8a: Zwischenbefund bei Aligner 67. Zustand vor dem Refinement. Gut zu erkennen sind die hohe Trimline und die gute Passform der Aligner. **Abb. 8b:** Digitale Darstellung zu Refinement-Beginn.

Attachmentplanung

Im Unterkiefer wurden auf den Eckzähnen und Prämolaren vertikale rechteckige Attachments geplant, um die Vorhersagbarkeit der Frontzahnintrusion zu erhöhen. Die horizontalen rechteckigen Attachments auf den ersten Unterkiefermolaren dienten als Ausgleich für die durch Klasse II-Gummizüge erzeugten Abzugskräfte. Im Oberkiefer wurden analog auf den Eckzähnen und Prämolaren vertikale rechteckige Attachments geplant, um die Oberkiefer-Frontzahnintrusion zu gewährleisten (Abb. 5a–c).

Behandlung

Die ersten beiden Aligner wurden, wie in der Software geplant, zwecks besserer Gewöhnung ohne Attachments getragen. Vor dem dritten Aligner wurden mittels zweier Übertragungstrays (Templates) die Attachments mit stopfbarem Komposit auf den Zähnen platziert. Der Wechselrhythmus der Aligner wurde zunächst auf 14 Tage festgelegt, um dann sukzessive während der Behandlung einen schnelleren Wechsel zu erreichen.

Der anfängliche 14-tägige Wechselrhythmus empfiehlt sich, weil am Anfang der Behandlung mit geringerer kieferorthopädischer Zahnbewegung zu rechnen ist, da die von Osteoblasten/-klasten gesteuerten Umbauprozesse erst nach ca. zwei bis vier Wochen stattfinden.^{5,6} Somit wäre ein schnellerer Wechsel zu Beginn der Behandlung nicht zu empfehlen.

Zusätzlich zu den geplanten Recall-Terminen wurde bei der Patientin eine ergänzende digitale Behandlungskontrolle mithilfe von Dental Monitoring® durchgeführt. Basierend auf künstlicher Intelligenz fand eine Auswertung der

mit dem Smartphone aufgenommenen intraoralen Fotos statt, sodass die Alignerpassung stets zusätzlich fernüberwacht wurde (Abb. 6a und b).

Die Tragedauer jedes Aligners wurde auf die tatsächlich vorliegende klinische Situation angepasst. Bei subjektiv als gut empfundener Alignerpassung, die zusätzlich durch die KI nach jedem Scan überprüft wurde, konnte das Wechselintervall auf sieben bis zehn Tage reduziert werden (dynamischer Alignerwechsel). Zudem ermöglichte diese moderne Technologie Kontrollen auf konstantem Qualitätsniveau sowie die Chance, frühzeitig und nicht erst bei den Kontrollterminen eingreifen zu können. Das Angeben von klinischen Zielsetzungen bei Anwendung des Monitoring-Systems ermöglichte es, in der Therapiezeit zu sparen und Termine nur zu klinisch relevanten Ereignissen zu setzen. Dabei half auch die Tatsache, dass bei der Patientin keine interproximale Reduktion (IPR) geplant war.

Als zusätzliche Unterstützung der Verankerung der sequenziellen Distalisation im Oberkiefer wurden Klasse II-Gummizüge rechts und links während der Nacht getragen (4½ oz./6,4 mm); allerdings erst, nachdem die geringfügige Distalisation im Unterkiefer abgeschlossen war.⁷ Da zum Zeitpunkt der Behandlung noch keine Ausschnitte für Buttons (Cut Outs) bestellbar waren, wurden die Korrekturschienen mittels der Alignerstanze Slot Machine (Fa. Hammacher, Abb. 7a und b) bearbeitet. Dies erfolgte mesial der Oberkiefer Eckzähne und distal der Unterkiefer-Sechsjahrmolaren. Im Gegensatz zu einer Bearbeitung mittels einer

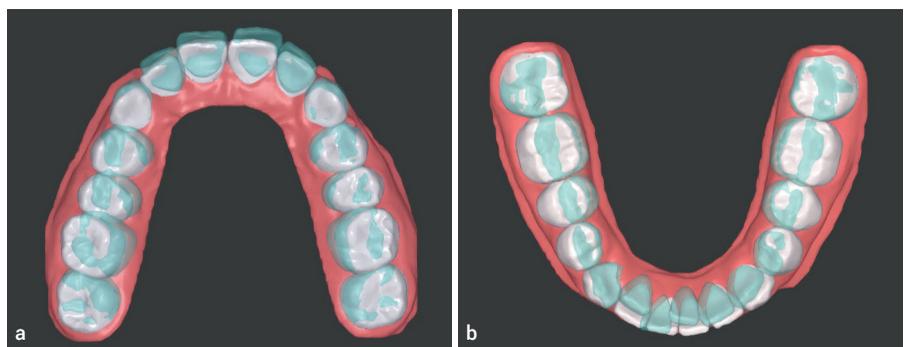


Abb. 9a und b: Überlagerungstool Ober- und Unterkiefer in der ClearPilot™ 3D-Behandlungsplanung (Step 1–67).

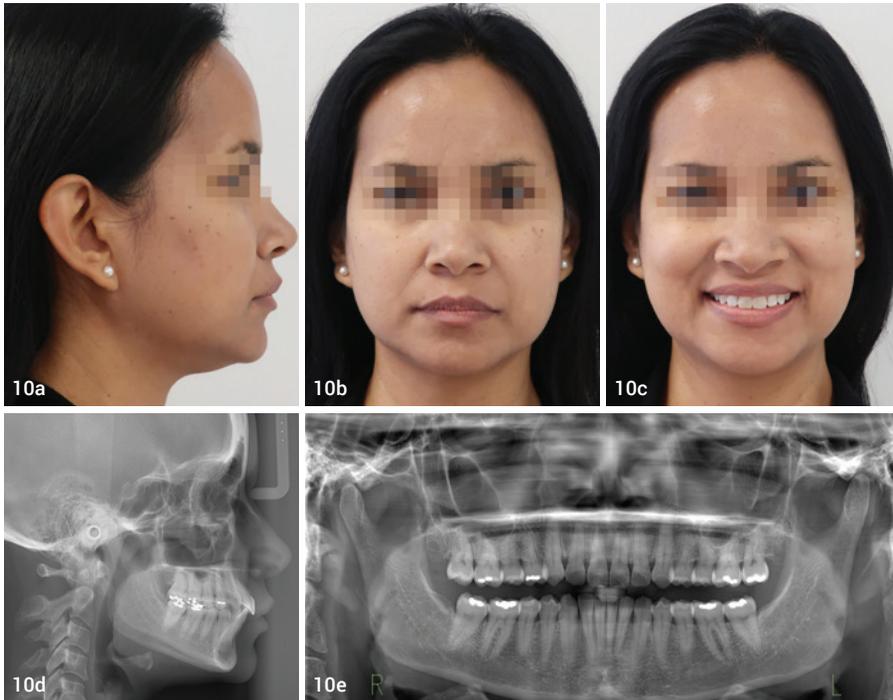


Abb. 10a–e: Abschlussaufnahmen: finale extraorale Patientenfotos, Front und Profil (a–c), Fernröntgen-seitenaufnahme (d) und Orthopanthomogramm (e).

Schere oder eines Ligaturenschneiders konnte somit sichergestellt werden, dass die Aligner nicht beschädigt und die Gummizüge sicher in diese eingehängt werden konnten (Abb. 7c).

Die Patientin kam in unterschiedlichen Abständen zu Behandlungskontrollen,

welche in einem Zeitraum von acht bis teilweise 20 Wochen lagen. Dies war zum einen möglich, da die komplette Behandlung ohne interproximale Schmelzreduktion erfolgte, und zum anderen, da bei der Patientin eine regelmäßige ergänzende digitale Behandlungskontrolle erfolgte.

Zwischenbefund

Um das angestrebte Behandlungsziel zu erreichen, ergab sich die Notwendigkeit einer weiteren Alignerbestellung. Die Patientin wurde zu diesem Zeitpunkt über die anstehende Materialumstellung bei ClearCorrect™ informiert. Das neue dreischichtige Multi-Layer ClearQuartz™ Material verfügt über zwei harte Außenschichten und eine flexible Elastomerinnenschicht, wodurch laut Herstellerangaben die Vorhersagbarkeit von Translations- und Rotationsbewegungen erhöht werden soll. Obwohl es dadurch zu einer Retentionsphase von 20 Wochen kam, entschied sich die Patientin, das sogenannte Refinement (Revision) mit dem neuen Material umsetzen zu lassen.

Der Zwischenbefund bei der Refinement-Planung zeigte bereits eine deutliche Bisshebung und Verbesserung der Seitenzahnokklusion (Abb. 8a und b). Die Passform der Aligner mit der spezifisch hohen Trimline kann als sehr gut bezeichnet werden.

Behandlungsabschluss

Nach dem Refinement konnte bei der Patientin sowohl eine beidseitige Neutralokklusion als auch eine deutliche Reduktion von Overjet und Overbite er-



Abb. 11a–e: Intraorale Aufnahmen der Endsituation. Abb. 12a–e: Korrespondierende Endsituation in der 3D-Behandlungsplanung.



Abb. 13a und b: Schneidekantenaufbau Zahn 11. **Abb. 14:** Dreidimensionale Kontrolle innerhalb der Behandlungsplanung mithilfe von Einzelzahnbewegungen.

zielt werden (Abb. 11a–c). Aufgrund des vormals ausgeprägten Frontengstandes und des Verzichts auf interdentale Schmelzreduktion blieb im Bereich der Zähne 31/41 ein schwarzes Dreieck bestehen (Abb. 11c), welches mit einem geringfügigen Kompositaufbau noch beseitigt werden könnte. An dem Zahn 11 wurde der Schneidekantendefekt mit Komposit versorgt (Abb. 13a und b).

Allgemein trat bei der Patientin eine wesentliche funktionelle Verbesserung auf. Sowohl die Kopf- und Nackenschmerzen als auch das Kiefergelenkknacken konnten behoben werden. Auch die Mundöffnung wurde signifikant verbessert. Retiniert wurde im Unterkiefer mit einem Sechs-Punkt-Retainer (5-fach verseilt .0155" Lingualretainer-Draht 24K vergoldet, Fa. KFO24) und mit einem zusätzlichen Hawley-Retainer im Ober- und Unterkiefer.

Diskussion

Die digitale Behandlungsplanung gestaltete sich sehr schwierig, da die Zahnbewegungen in allen drei Ebenen stattfanden und zum Zeitpunkt der Planung die sogenannte Tooth Editing Funktion nicht verfügbar war. Die endgültige Zahnstellung konnte lediglich durch die in der Software verfügbare Textkommunikation mit den Technikern von ClearCorrect™ justiert werden. Der Vorteil der systemspezifischen hohen Trimline und die damit verbundene Formstabilität hat sicherlich dazu geführt, dass die geplante transversale Korrektur klinisch voll umgesetzt werden konnte. Auch die Bisshebung wurde

zufriedenstellend realisiert, obwohl Bite Ramps nicht zur Verfügung standen. Neben der Intrusion der anterioren Zahnbögen und der Verbesserung der posterioren Okklusion mittels sequenzieller Distalisierung der Seitenzähne wurde auch eine retrusive Aufrichtung der Frontzähne erreicht. Dadurch konnte unter anderem der Lippenschluss entspannt und das Gesichtsprofil geringfügig verbessert werden.

Die Unterschiede zwischen dem Material zu Beginn der Behandlung und dem ClearQuartz™-Material des Refinements wurde von der Patientin subjektiv als sehr deutlich beschrieben. Bei annähernd gleich großen Inkrementen der unterschiedlichen Zahnbewegungen empfand die Patientin eine bessere Passform und konstantere Kraftabgabe, was sich unter anderem durch eine geringe Anfangsspannung nach dem Schienenwechsel bemerkbar machte.

Die Integration von Dental Monitoring® in die Behandlungsprozesse führte zu einer deutlichen Reduktion der physischen Kontrolltermine in unserer Praxis, was vor allen Dingen für berufstätige Patienten, aber auch für Schulkinder deutliche zeitliche und ökonomische Vorteile bietet.

Fazit

Das ClearCorrect™-Behandlungssystem scheint aufgrund der Materialeigenschaften und der Schienenform nicht nur für einfache Zahnstellungskorrekturen geeignet zu sein, sondern kann seine Stärke auch in ausgeprägten dreidimensionalen Abweichungen der Zahnbogenform unter Beweis stellen.

Aufgrund der positiven Erfahrungen denken wir über eine grundsätzliche Verwendung von Dental Monitoring® bei allen Patienten unserer Praxis nach. Die damit verbundenen Compliance-Vorteile auch in puncto Zahnpflege sind durchaus wünschenswert.

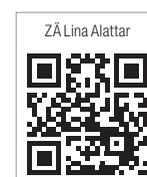
* www.straumann.de/
www.do-digitalorthodontics.de

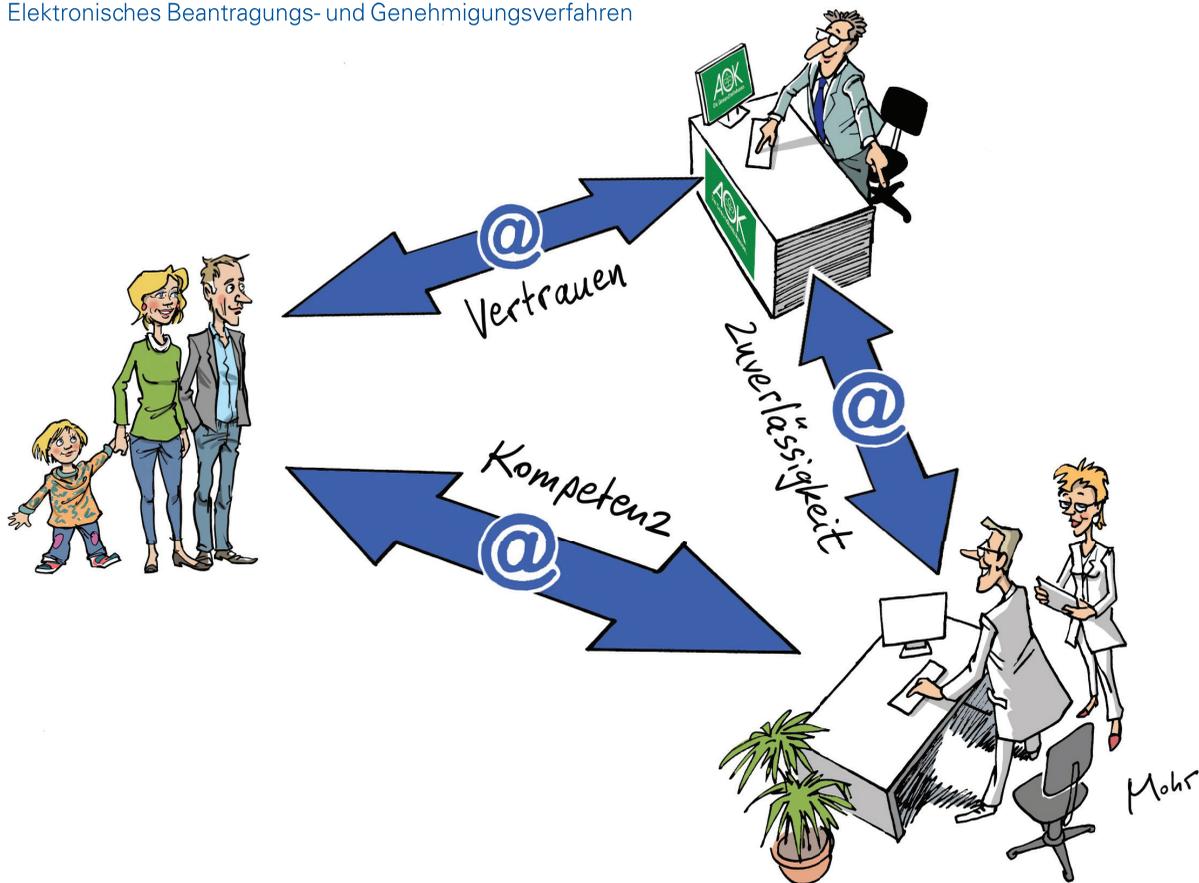
kontakt



Dr. med. dent. Jörg Schwarze

Generalsekretär der DGAO
Privatpraxis für Kieferorthopädie
RingColonnaden am Rudolfplatz
Richard-Wagner-Straße 9–11
50674 Köln
Tel.: +49 221 212020
Fax: +49 221 212196
info@dr-schwarze.com
www.dr-schwarze.com





Elektronisches Beantragungs- und Genehmigungsverfahren für Leistungsanträge

Von Dr. Michael Visse, Kieferorthopäde aus Lingen.

Grundlage für die sichere Digitalisierung ist die Telematikinfrastuktur. ePA (elektronische Patientenakte – KIM-Postfach – E-Rezept) sind erste Anwendungen, mit denen Praxen, Patienten und Krankenkassen zukünftig arbeiten werden. Das übergeordnete Ziel ist hierbei ein besserer und sicherer Informationsaustausch zwischen allen Akteuren im Gesundheitssystem.

Richtig angewendet, entlastet eine solche Technologie auch die kieferorthopädische Praxis und beschleunigt Genehmigungsprozesse zwischen Praxen und den Krankenkassen als Kostenträger.

Die AOK Niedersachsen als Vordenker

Als Pionier in diesem Bereich hat die AOK Niedersachsen mit André Wietusch (Leiter Strategie/Verträge der AOKN) und seinem Team bereits im September 2019 ein gesichertes Portal zur elektronischen Übermittlung von Leistungsanträgen für Zahnärzte und Kieferorthopäden erfolgreich umgesetzt. Bei der KZV Niedersachsen registrierte Praxen können somit Leistungsanträge schnell, sicher und kostenlos online einreichen. Damit bietet die AOK Niedersachsen als bislang einzige Krankenkasse bun-

desweit ihren Versicherten und Praxen gleichermaßen ein erlebbares digitales Angebot (Abb. 1). Aktuell (Stand Sommer 2021) sind bereits 1.200 registrierte Praxen in Niedersachsen begeistert beteiligt.

Digitalisierung im Gesundheitswesen bringt allen Beteiligten Vorteile

- Digitalisierung optimiert und vereinfacht den Prozess der Antragsbearbeitung und spart wertvolle Zeit. Versicherte/Patienten sind von dieser Innovation beeindruckt (Abb. 2).

Garantiert virenfrei.

Jetzt Newsletter abonnieren!



ZWP ONLINE

www.zwp-online.info



Die aktuellen Newsletter sind auch online einsehbar – ganz **ohne Anmeldung** und Verpflichtung.

Einfach den QR-Code scannen, Newsletter auswählen und selbst überzeugen.

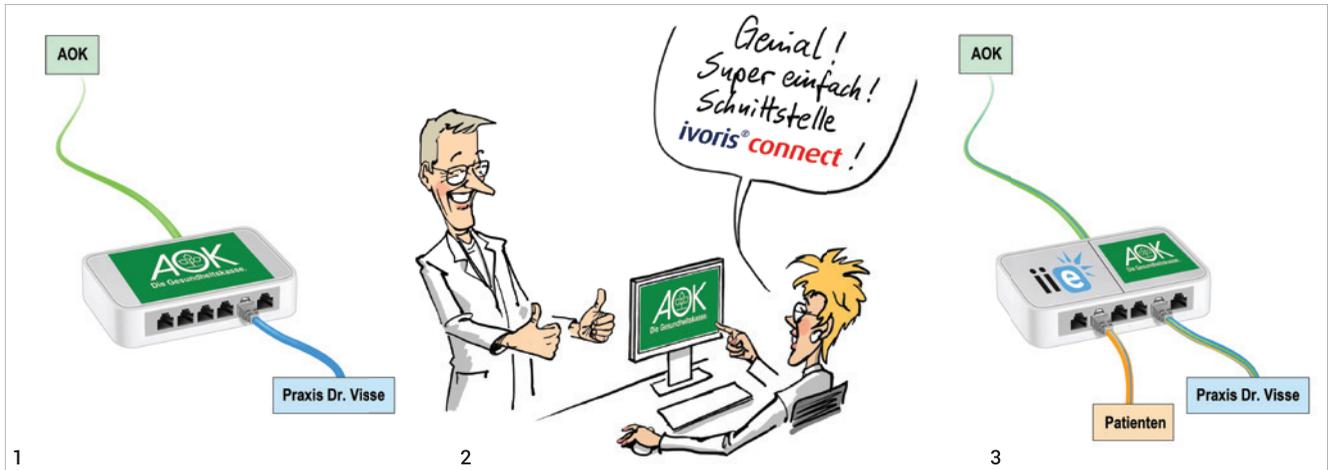


Abb. 1: Über das gesicherte Portal der AOK Niedersachsen können Leistungsanträge elektronisch übermittelt werden. **Abb. 2:** Optimierung und Vereinfachung der Antragsbearbeitung, von der alle Beteiligten profitieren. **Abb. 3:** Durch die abgestimmte Schnittstelle zu ii-systems erfolgt die Übermittlung direkt aus der PVS.

- Praxen und die Leistungsabteilung der AOK Niedersachsen werden entlastet.
- Konsequente Umsetzung der Digitalisierung optimiert tradierte Modelle und beweist Innovationsgeist.
- Frühzeitiges Handeln und Vorwegnehmen der zukünftigen Entwicklung bringt Erkenntnisse über die Durchführbarkeit und schafft Akzeptanz.

Raum zur Optimierung gibt es immer

Eine Optimierung des bestehenden Zahnarztportals stellt die abgestimmte Schnittstelle zu ii-systems* dar (Abb.3). Über diesen Weg werden Leistungsanträge direkt aus der PVS zur AOK Niedersachsen übermittelt. Zudem wird der Patient automatisch über den Stand der Bearbeitung informiert. Der gesamte Prozess der Antragsgenehmigung wird damit ohne Medienbrüche direkt aus der Praxisverwaltungssoftware initiiert.

Ziel: Entlastung der Praxis und abgestimmte Information des Patienten.

Die konsequente Digitalisierung des Gesundheitswesens bringt fraglos zahlreiche Vorteile. Sie kann jedoch nur dann gelingen, wenn tatsächlich alle am Prozess Beteiligten entlastet werden. Mit einer erprobten digitalen Vernetzung zwischen PVS, Krankenkasse und Pa-

tienten hat auch ii-systems in diesem Bereich Pionierarbeit geleistet. Diese Lösung schafft schnelle und innovative Abläufe.

- Über die Schnittstelle ivoris connect werden Leistungsanträge direkt aus der Praxisverwaltungssoftware ivoris an ii-systems übertragen.
- Über eine definierte Schnittstelle werden die Leistungsanträge sodann aus ii-systems an die AOK Niedersachsen übermittelt.

- Patienten werden in Echtzeit über Einreichung und Genehmigung bzw. Ablehnung der Anträge informiert (Abb.4).

Vorteile für die Praxis

- Leistungsanträge werden schnell bearbeitet. Technologiegestützte Bearbeitung verkürzt die Genehmigungszeit erheblich.
- Alle relevanten Informationen sind auf einen Blick immer und überall online einsehbar.

„Der gesamte Prozess der Antragsgenehmigung wird damit ohne Medienbrüche direkt aus der Praxisverwaltungssoftware initiiert.“

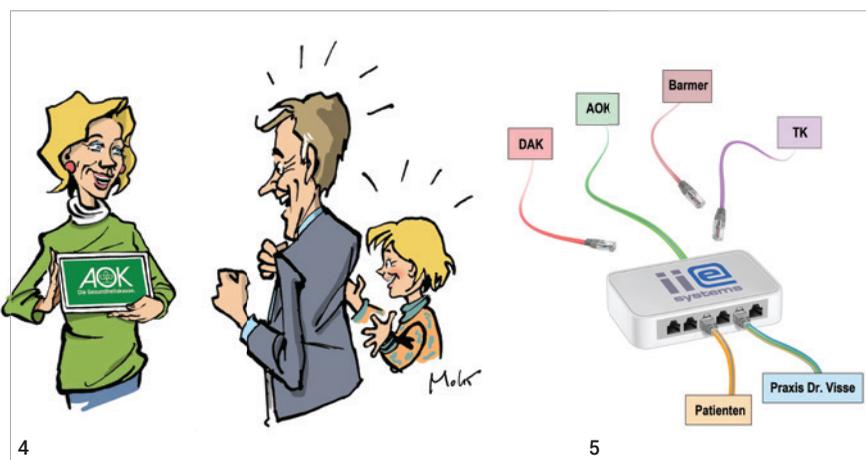


Abb. 4: Patienten werden in Echtzeit hinsichtlich der Genehmigung bzw. Ablehnung der Anträge informiert. **Abb. 5:** Blick in die Zukunft. Auch bei anderen Krankenkassen versicherte Patienten könnten von dieser modernen Form des Datenaustauschs profitieren.



6

„Das bedeutet einen echten Mehrwert für alle Seiten.“

7



Abb. 6: Eine digitale Innovation, von der die Gesundheitsversorgung auch finanziell profitiert. Abb. 7: Über Service ins Bewusstsein.

- Der Bearbeitungsstatus ist besser verfügbar und die Dokumentation bedeutend einfacher.

Vorteile für den Patienten

- Die Bearbeitung des Leistungsantrages durch die Krankenkasse erfolgt schneller.
- Vollständige Transparenz und Information über den Bearbeitungsstatus des Leistungsantrages verschafft ein gutes Gefühl.

Der gesamte Prozess läuft vollautomatisch, ohne dass Praxis bzw. Patient selbst tätig werden müssen. Das bedeutet einen echten Mehrwert für alle Seiten.

Entwicklung des Gesundheitssystems – ein Blick in die Zukunft

Die digitale Entwicklung des Gesundheitswesens bedeutet die Entwicklung hin zu einem patientenorientierten System. Hier bestehen Chancen für einen noch größeren Mehrwert im Hinblick auf den zukünftig gesetzlich vorgeschriebenen Datenaustausch zwischen Praxisverwaltungssoftware und Krankenkassen (Abb. 5).

Ein wichtiger Schritt in diese Zukunft ist das bereits bestehende, erprobte und den strengen Richtlinien des europäischen Datenschutzes entsprechende CRM-System von iie-systems, das auf moderner

Cloud-Technologie basiert und eine geprüfte Schnittstelle zur PVS sowie zur AOK Niedersachsen bietet. Mit dem Zahnarztportal der AOK Niedersachsen hat das Entwicklerteam bereits wertvolle Erfahrungen machen können.

Intelligente Vernetzung

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen ist nicht mehr aufzuhalten. Wer sich hier verweigert, blockiert oder nicht kompatible Insellösungen anstrebt, muss sich der Konsequenzen bewusst sein und handelt damit auf eigene Gefahr.

Zunehmend mehr Anbieter von Praxisverwaltungssoftware sowie Krankenkassen stehen daher innovativen Technologien offen gegenüber. Dies ist eine erfreuliche Entwicklung, denn digitale Innovationen können die Gesundheitsversorgung nicht nur eklatant verbessern, sondern ganz nebenbei auch noch kosteneffizienter machen (Abb. 6).

Die nahe Zukunft ist ein vernetztes und über Schnittstellen verbundenes System, bei dem ein einfacher, sicherer und strukturierter Datenaustausch garantiert ist. Im Mittelpunkt soll und muss dabei das Wohl des Patienten sowie die Sicherheit seiner Daten stehen. Es gilt, den Patienten mit einem perfekt abgestimmten Service zu überraschen (Abb. 7). Dazu gehört ein intuitives Verstehen des Systems, aber auch eine Optimierung auf mobile Endgeräte, die einen immer größeren Stellenwert einnehmen.

Dass Digitalisierung immense Chancen bietet, dass sie die Zukunft ist, wird kaum jemand mehr leugnen können. Was jetzt im Vordergrund stehen muss, ist die entsprechende Umsetzung.

* www.iie-systems.com

kontakt



Dr. Michael Visse

Fachzahnarzt für KFO
Gründer iie-systems GmbH & Co. KG
Georgstraße 24
49809 Lingen
Tel.: +49 591 57315
info@iie-systems.de
www.iie-systems.com

Dr. Michael Visse



Rechtliche Aspekte der digitalen Behandlungsplanung

Von RA Michael Zach, Mönchengladbach.

Es war wohl zunächst die Zahnimplantologie, der es gelang, mit einer 3D-Befunderfassung dem Behandler prospektiv Anhaltspunkte zu geben, wie eine Implantatpositionierung und der Behandlungsablauf bis hin zur prothetischen Versorgung zu gestalten sei. Diese Visualisierung diente dabei primär dem Chirurgen zur Operationsvorbereitung. Auf dieser Grundlage wurden dann auch Ausführungsbehelfe wie Bohrschablonen und prothetische Versorgungskonzepte zur Darstellung gebracht.

Tatsächlich gelang es hier sogar frühzeitig, eine Kostentragung zu erwirken, sodass die Behandlungsplanung in Gestalt einer Behandlungsvisualisierung nicht nur als medizinisch notwendig, sondern auch als kostenmäßig darstellbar anerkannt wurde („Virtuelle Implantatplanung“, BZÄK Juni 2013; Verwaltungsgericht Stuttgart, Ur. v. 11.7.2017, 12 K 634/15: zur MKG-Abrechnung der Simulation einer bimaxillären Umstellungsosteotomie im Rahmen des Surgery-First-Konzeptes).

Derartige Visualisierungen im Rahmen der Planung hielten dann mit der Etablierung der Alignertechnologie auch in der KFO-Praxis Einzug. Auch hier waren sie primär adressiert an den Behandler. Erst in den letzten Jahren wurden solche Visualisierungen auch zur Patienteninformation im Vorfeld einer Behandlung oder gar als Grundlage der initialen Patienteneinwilligung eingesetzt.

Durch den Fortfall des Verbots der Werbung mit Vorher-Nachher-Bildern nach dem Heilmittelwerbegesetz (HWG) wurde die weitergehende Verwendung dieser Visualisierungstools direkt gegenüber dem Verbraucher möglich. Eine eigene separate Abrechnung dieser Visualisierungen, beispielsweise nach Nr. 0040a GOZ oder Nr. 0610a GOZ oder 5377a

GOÄ, hat sich indes im Bereich der Kieferorthopädie nicht etablieren können. Dutzende gerichtliche Entscheidungen befassen sich zwar mit dem Begriff der Behandlungsplanung im kieferorthopädischen Kontext. Ihm wohnt ein prognostisches Element inne, da ein Therapieziel zu definieren ist. Ärztlich nachvollziehbar, juristisch aber unzulässig ist

eine alternative Planung im kieferorthopädischen Behandlungsplan mit mehreren denkbaren Behandlungsgeräten für die Behandlungsförderung nach dem künftigen Durchbruch der bleibenden Zähne (Oberlandesgericht Düsseldorf, Ur. v. 24.3.2015, I-4 U 179/11). Insofern ist eine Planung nur soweit erstattungspflichtig, wie sie im Planungszeitpunkt

„Neben der Arzt- und Patienteninformation im Vorfeld der Behandlung bildet die Verlaufskontrolle eine weitere Kernfunktion der digitalen Befunddarstellung.“



wirklich schon konkretisiert ist. Ein Offenlassen des Behandlungsgerätes nimmt der Planung die Beurteilbarkeit.

Dem Begriff der Behandlungsplanung liegt ferner der Gedanke der Einheitlichkeit der Planung zugrunde, auch wenn womöglich mehrere Plankonzepte zunächst aufgeworfen werden, beispielsweise auf Wunsch des Patienten. Bei nichtärztlichen Planungen hat die digitale Darstellbarkeit alle Formen einer Planbesprechung geradezu revolutioniert. Es ist nicht erkennbar, dass sich in der Zahnheilkunde die Digitalisierung weniger drastisch durchsetzt. Die Planungsgebühr ist für den Kieferorthopäden indes nur einmal abrechenbar, weil letztlich verworfene Detailkonzepte im finalen Plan aufgehen und durch diesen abschließend, und zwar einmalig, vergütet werden.

Trotz des gesamthaften Ansatzes einer Planung, die alle fachlich gebotenen Aspekte erfasst und in der Planung bewältigt, ermöglicht gerade die Digitalisie-

rung eine absichtende Verfolgung von Behandlungs- und Planungszielen. So soll bei einer 55-jährigen Patientin eine Beschränkung der Kieferorthopädie auf den sichtbaren Frontzahnbereich bei Belassen eines beiderseitigen Kreuzbisses zulässig sein, wenn diese Behandlung fachzahnärztlich geplant und der Patient über die Vorteile einer umfassenden Behandlung aufgeklärt worden war (Amtsgericht Siegburg, Urt. v. 11.2.2019, 113 C 89/17). Ferner soll die Beschränkung der Behandlung auf den Oberkiefer planerisch nicht zu beanstanden sein, wenn ein Beratungsarzt der privaten Krankenversicherung aus Kostengründen allein den dritten Quadranten für behandlungswürdig hält (Amtsgericht Düsseldorf, Urt. v. 19.5.2018, 33 C 10350/13). Solche Planungen wären nach bisheriger Rechtsprechung als Planungsfehler qualifiziert worden (insbesondere im prothetischen Bereich); offenbar ermöglicht die digitale Planung eine stärkere Segmentierung der Behandlungsziele, was für ästhetisch angetriebene Patienten ein Segen sein mag, für den konventionell tätigen Kieferorthopäden aber sicher einige Fragen aufwirft. Immerhin dürfte eine solche Planung dank einer vorherigen Visualisierung des prospektiven Ergebnisses in einem stärkeren Maße vom „informed consent“ des Patienten getragen sein als bei einer rein textlichen Darstellung der Behandlungsziele im schriftlichen Heil- und Kostenplan. Neben der Arzt- und Patienteninformation im Vorfeld der Behandlung bildet die Verlaufskontrolle eine weitere Kernfunktion der digitalen Befunddarstellung. Möglicherweise ist die Kieferorthopädie dasjenige zahnmedizinische Fach, in dem ein Behandlungserfolg am sichersten realisiert werden kann, wenn einmal eine ideale Patientenmitwirkung vorausgesetzt wird. Dies mag wohl der Grund dafür sein, warum die Realisierung eines Behandlungszieles, wie z. B. „perfekte Zähne“ in der Werbung einer Fachärztin für Kieferorthopädie, als sicher dargestellt wurde, was indes nach dem zahnärztlichen Werberecht nicht zulässig ist. Denn stets kann im Einzelfall auch eine standardgerecht und fachzahnärztlich begleitete Behandlung scheitern. Das

Erfordernis einer Verlaufskontrolle entspringt den zum Teil beträchtlichen Behandlungszeiträumen von bis zu vier Jahren bei Verlängerungsmöglichkeit (Indikation vorausgesetzt). Zusätzliche Scans können hier eine zusätzliche Absicherung bewirken.

Durch regelmäßige Scans in der Praxis nach 0065 GOZ kann die Erwartungstreue einer Behandlung durch digitale Applikationen erfasst und bewertet werden. Hierzu ergänzend eingesetzte „remote monitoring tools“ gestatten die Einbindung des Patienten in die Behandlung. Die Erkenntnisse aus beiden Bildgebungen und deren Kommunikation mit dem Patienten erhöhen nicht nur bei digitalaffinen Alignerpatienten die Therapietreue. Insofern schafft die Digitalisierung dem Kieferorthopäden Zugang zu eben jenem Bereich, der bislang die Hauptursache des Versagens einer fachgerechten Therapie war: die unzureichende Patientenmitwirkung.

kontakt



RA Michael Zach

Kanzlei für Medizinrecht
Volksgartenstraße 222a
41065 Mönchengladbach
Tel.: +49 2161 68874-10
Fax: +49 2161 68874-11
info@rechtsanwalt-zach.de
www.rechtsanwalt-zach.de

RA Michael Zach



Verlag

OEMUS MEDIA AG
Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig
Tel.: +49 341 48474-0
Fax: +49 341 48474-190
kontakt@oemus-media.de

Redaktionsleitung

Cornelia Pasold (cp), M.A.
Tel.: +49 341 48474-122
c.pasold@oemus-media.de

Fachredaktion Wissenschaft

Prof. Dr. Axel Bumann (ab) (V.i.S.d.P.)
Tel.: +49 30 200744100
ab@kfo-berlin.de
Dr. Christine Hauser, Dr. Kerstin Wiemer,
Dr. Kamelia Reister, Dr. Vincent Richter,
ZÄ Dörte Rutschke, ZÄ Margarita Nitka

Projektleitung

Stefan Reichardt
(verantwortlich)
Tel.: +49 341 48474-222
reichardt@oemus-media.de

Anzeigen

Marius Mezger
(Anzeigendisposition/-verwaltung)
Tel.: +49 341 48474-127
Fax: +49 341 48474-190
m.mezger@oemus-media.de

Abonnement

Sylvia Schmehl
(Aboverwaltung)
Tel.: +49 341 48474-201
s.schmehl@oemus-media.de

Art Direction

Dipl.-Des. (FH) Alexander Jahn
Tel.: +49 341 48474-139
a.jahn@oemus-media.de

Grafik

Josephine Ritter
Tel.: +49 341 48474-144
j.ritter@oemus-media.de



**SAVE
THE DATE**
ALIGN DACH SUMMIT 2022
Kieferorthopädisches Fachwissen
trifft auf „New Reality“
Live Event am
29. - 30. April 2022

Scannen. Zeigen. Begeistern.

Zeigen Sie Ihren **jüngeren Patienten** ihr potenzielles zukünftiges Lächeln mit dem **Invisalign Ergebnissimulator** auf dem **iTero Intraoralscanner**.

96 % der mit dem Invisalign System erfahrenen Kieferorthopäden stimmen zu, dass das Angebot einer **transparenten Aligner Behandlung für Teenager** zum Wachstum ihrer Praxis beiträgt.*

Aus diesem Grund lohnt es sich mehr als je zuvor zu überdenken, wie Ihre Patienten vom **Invisalign System** in Ihrer Praxis profitieren könnten.

Erfahren Sie mehr unter
www.yourbrillianceenhanced.com/de



align

© 2021 Align Technology Switzerland GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Invisalign, ClinCheck und SmartTrack sowie weitere Bezeichnungen sind Handels- bzw. Dienstleistungsmarken von Align Technology, Inc. oder dessen Tochtergesellschaften bzw. verbundenen Unternehmen, die in den USA und/oder anderen Ländern eingetragen sein können.

Align Technology Switzerland GmbH, Suurstoffi 22, 6343 Rotkreuz, Schweiz.

*Daten aus einer Umfrage unter 78 Kieferorthopäden (aus den Regionen Nordamerika, EMEA, APAC) mit Erfahrung in der Behandlung von Teenagern (mindestens 40 Fälle, in den letzten 8 Monaten) mit Invisalign Alignern bei Teenagern mit bleibendem Gebiss; die Ärzte erhielten ein Honorar für ihre Zeit.