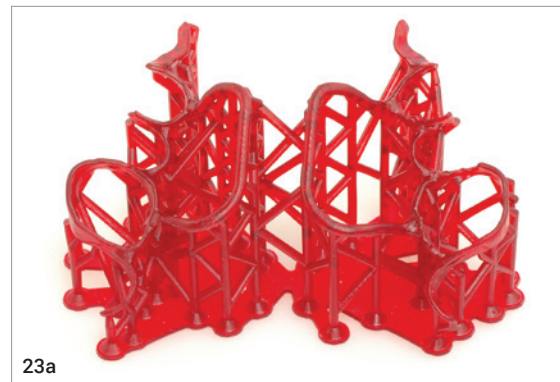
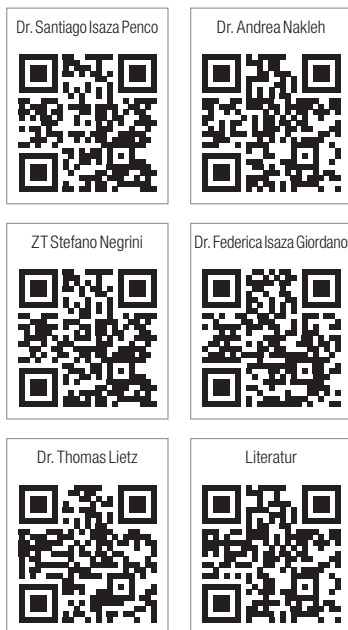


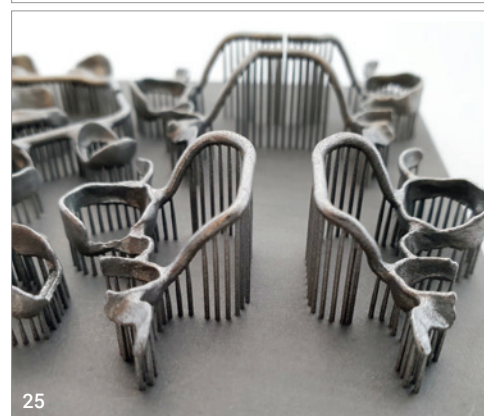
## Effizientes Duo: 3x DGNE – Altbewährte Technik und moderne Technologie

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

Die transversale Oberkieferexpansion durch Gaumennahterweiterung 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.



**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 Dentaurum-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.



Fortsetzung aus KN 11/2021

### 3. Digitale Endfertigung

**A**lle 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 volligitalen 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 Herstellungsvariante 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.

**„Beim komplett digitalen Weg erfolgt die Gestaltung des Gerüsts nur am Computer. Mit entsprechender Übung geht dies bedeutend schneller als der rein analoge oder auch semidigitale Weg.“**

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 Oberflä-

che. 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 Klebespalts. 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 Expansionsschraube gegen die Zähne gedrückt werden. Beim SLM-Verfahren ist die gesamte Oberfläche der Schienen mehr 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 herge-

### Zur Info

#### Analoge Arbeitsweise

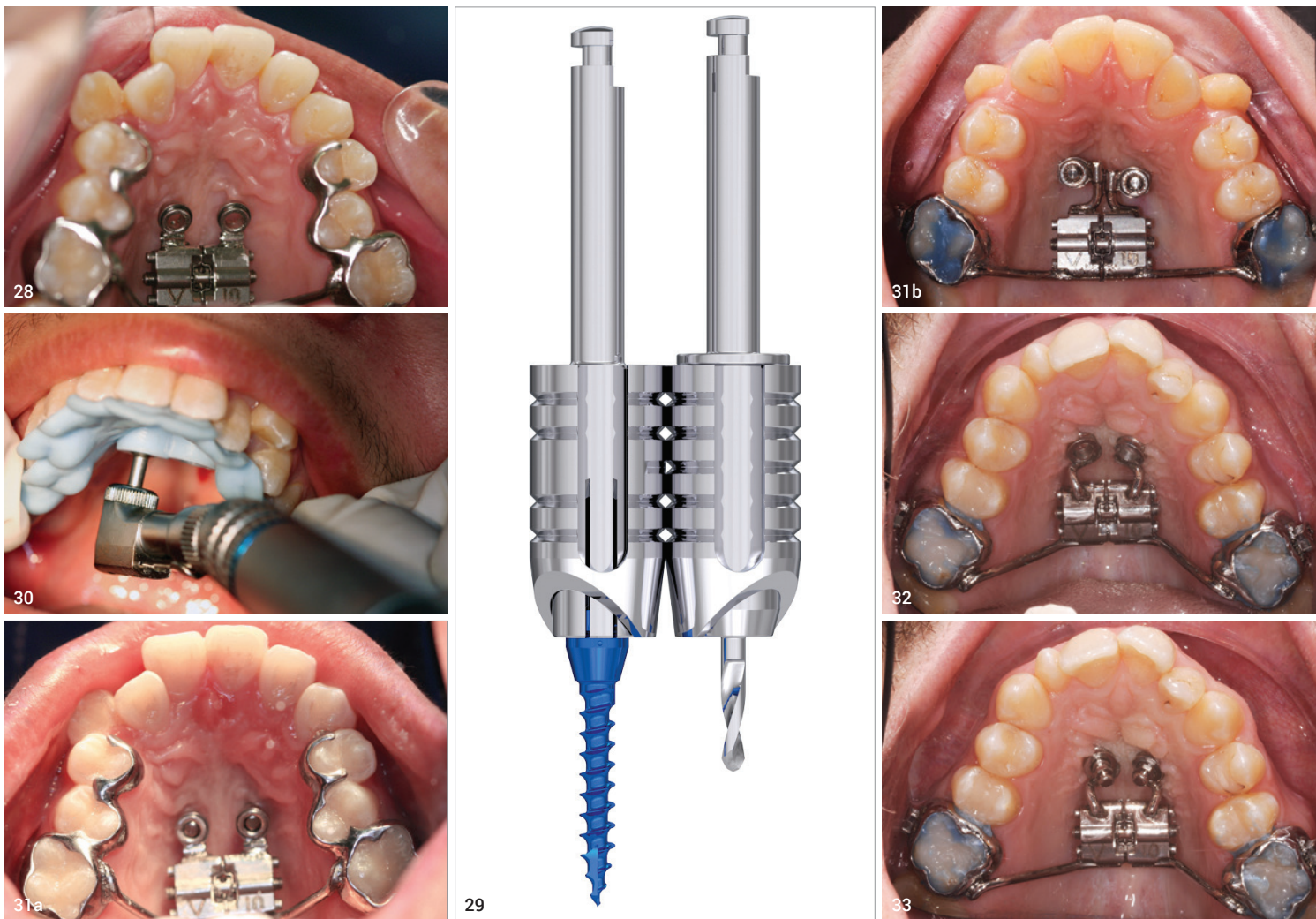
Bei der rein analogen Arbeitsweise werden für die Herstellung der GNE-Apparatur keinerlei digitale Hilfsmittel oder Herstellungsverfahren verwendet.

#### 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.



**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 eingliederte 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).

„Die Umsetzung der virtuellen Daten in ein reales Werkstück kann durch subtraktive oder additive Verfahren erfolgen.“

stellte 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 Lötensolcher Verbindungen kann, einmal abgesehen von den technischen Schwierigkeiten, aufgrund der erhöhten Korrosion des Lotmaterials nicht mehr empfohlen werden.<sup>15</sup> 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 Fertigungsverfahren 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.

**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. 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

ANZEIGE

**„Danke, dass Sie mit uns neue Wege gehen“**

**KFO MANAGEMENT BERLIN**

**WEBINAR**

Weiterbildungsprogramm & Produkte **2022**

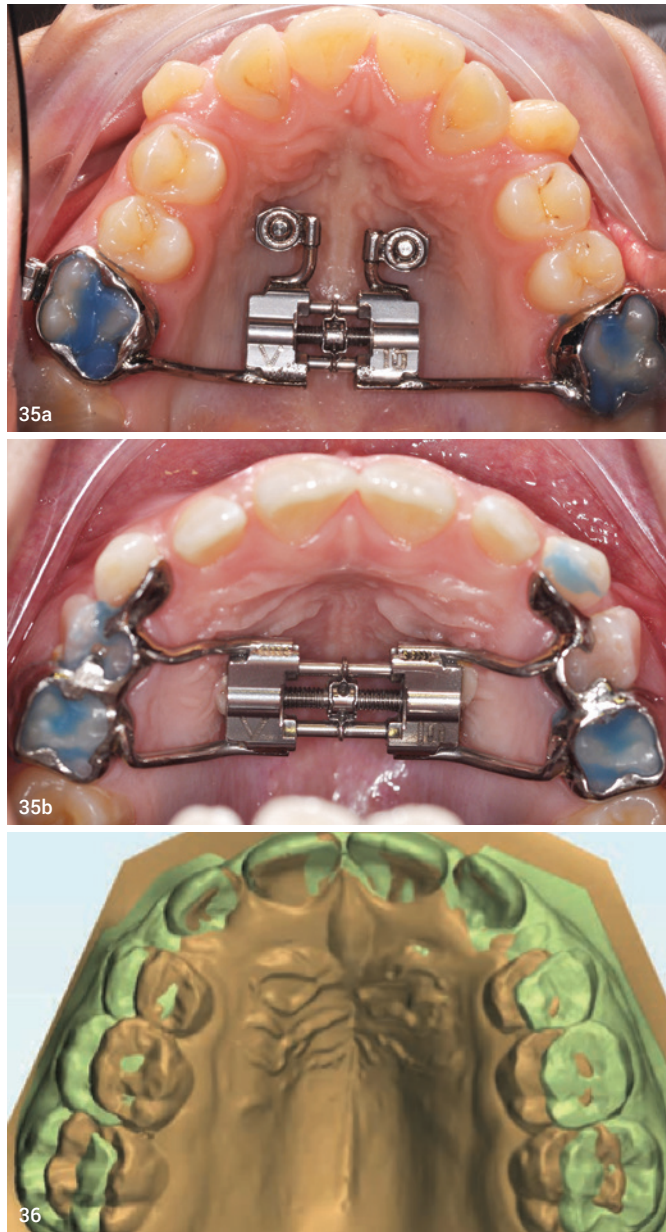
KFO-Management Berlin  
 Lyckallee 19, 14055 Berlin  
 Tel.: 030 96095590  
 Fax: 030 96065591  
 info@kfo-abrechnung.de  
 www.kfo-abrechnung.de

**KFO MANAGEMENT BERLIN**

Foto © thredemal-AdobeStock



34



36

**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.

### „Bei der subtraktiven Herstellung wird die Schiene aus einem Materialblock herausgefräst. Bei der additiven Methode wird sie durch gezieltes bzw. selektives Verschmelzen von Metallpulver gefertigt.“

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 so weit 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 auf 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.

#### 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 Expansionsschraube 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 dokumentieren 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 präzise bei verbesserter Passfähigkeit ausgeführt werden. Das reduziert die unerwünschten Nebenwirkungen.

#### 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

#### ANZEIGE

WERDEN SIE AUTOR\*IN

KN Kieferorthopädie Nachrichten

Ihre Ansprechpartnerin:  
Cornelia Pasold  
c.pasold@oemus-media.de  
Tel.: +49 341 48474-122

OEMUS MEDIA AG

www.oemus.com



## Entdecken Sie die Innovationen von ClearPilot™ 3.0

...und Anfang 2022 heißt es dann für Sie „volle Kontrolle über alle Zahnbewegungen“!

Anfang 2022 führt ClearCorrect™ ClearPilot™ 3.0 ein. Mit der neusten Version haben Sie als Behandler die volle 3D-Kontrolle über die Zahnbewegungen. Dadurch sind Sie in der Lage, die Zähne eigenständig über ein 3D-Dialogtool in die finale Position zu bewegen und simultan die gewünschten okklusalen Kontakte einzustellen.

Die Okklusion kann zusätzlich durch transparente Zahnbögen im 3D-Modell überprüft werden. Zudem bietet die Software eine Multi-View Ansicht (Darstellung der Zahnbögen aus verschiedenen Perspektiven), sowie die In-App Navigation zu vorherigen Planungsversionen.

Registrieren Sie sich heute noch kostenlos und werden auch Sie ein „ClearCorrect Pilot“!



Mehr Informationen unter: **0800 4540 134**  
E-Mail: **info@do-digitalorthodontics.de**