

Dr. Santiago Isaza Penco



Dr. Andrea Nakleh



ZT Stefano Negrini



Dr. Federica Isaza Giordano



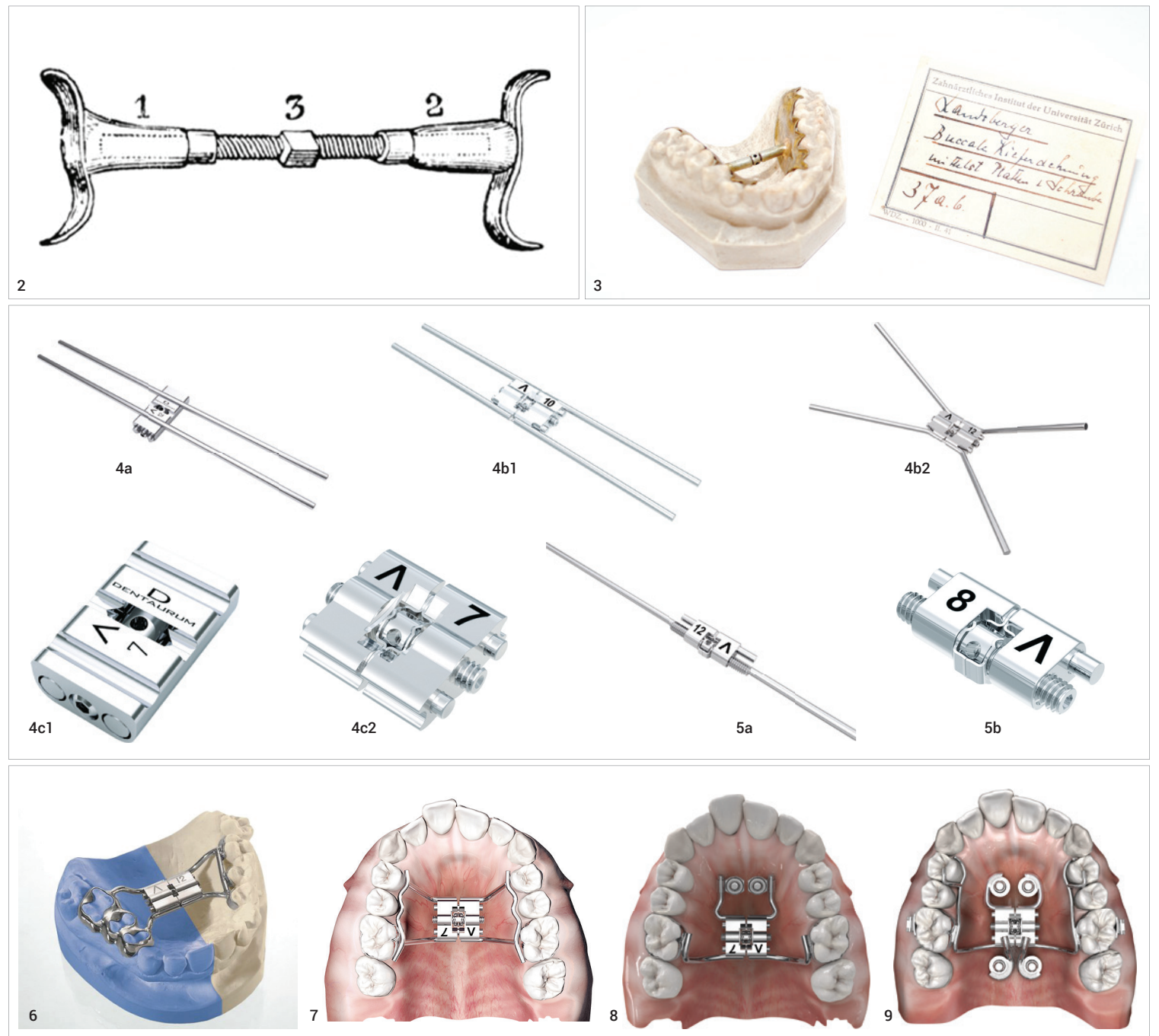
Dr. Thomas Lietz



Literatur



## Effizientes Duo: 3x DGNE



**Abb. 2:** Expansionschraube nach E. C. Angell von 1860. Entnommen aus Machado et al.<sup>10</sup> **Abb. 3:** Diese Apparatur vom Anfang des 20. Jahrhunderts ist als „Buccale Kieferdehnung mittelst Platten und Schraube“ beschrieben. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung von G. Pedrolini aus der Sammlung der Klinik für Kieferorthopädie und Kinderzahnmedizin am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich). **Abb. 4a–c:** Die hyrax® (Fa. Dentaaurum) 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. Dentaaurum) 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.

← Seite 1

(Vergrößern) des Zahnbogens wurde erstmals 1860 von dem amerikanischen Zahnarzt Angell publiziert,<sup>2</sup> später von Black (1893) und Hawley (1912).<sup>13</sup> Das Grundprinzip dieser Behandlungsmethode wurde damals entwickelt und hat sich kaum geändert. Mithilfe einer an den Zähnen befestigten doppelseitig aktiven Schraube konnte man die Gaumennaht artifiziell eröffnen (Abb. 2 und 3).

Geändert haben sich seit damals das Aussehen und das Material der Expansionschrauben. 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.<sup>1,3</sup> Die Schrauben bestehen aus einem zweigeteilten Grundkörper, der mit einer Spindel verbunden ist. Seit 1968 werden bei Dentaaurum 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 Ver-

bindung 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

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

Beispiel die Expansionschrauben von Dentaaurum, 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 Dentaaurum seit 1984 schrittweise bei der Herstellung der hyrax® das Laserschweißen eingeführt. Seit 2002 wird nur noch dieses Fügeverfahren angewendet. Solche Schweißnähte verfügen über eine hohe Biokompatibilität.<sup>15</sup> Bei einigen Patienten treten

trotz der hohen Biokompatibilität 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 Drähten und Klebbasen aus Titan hergestellt werden. Es gibt auch die Möglichkeit, das Gerüst aus Titan zu gießen. Alle

diese Elemente müssen per Laser zusammenschweißt werden. Mehr als 100 Jahre lang wurde die Expansionschraube 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)**

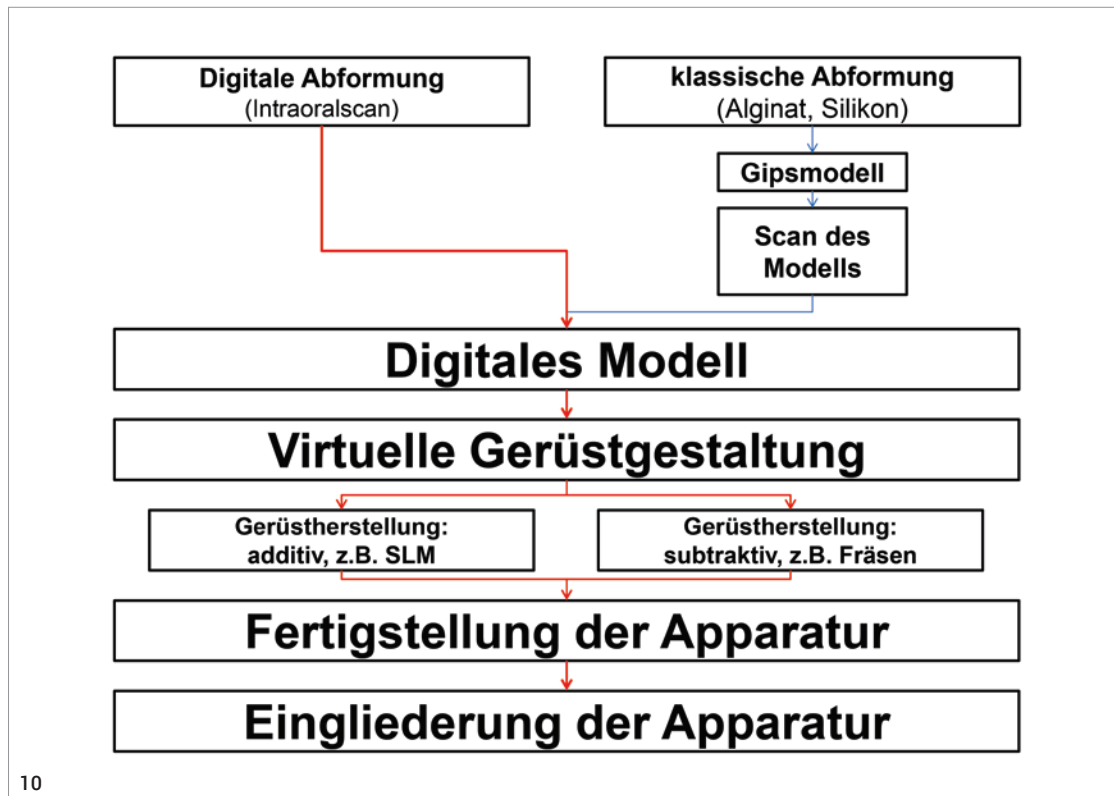
Das ist eine Mischung aus dentoalveolärer und skelettaler Verankerung – darum Hybrid. Die anterioren Arme der hyrax®-Schraube werden an zwei Miniimplantate gekoppelt, die distalen Arme an die Molarenbänder geschweißt.

**Skelettal verankerte GNE (Abb. 9)**

Diese Apparaturen werden u. a. als bone-borne maxillary hyrax expander (BBME) oder als mini-screw-assisted rapid palatal expansion (MARPE) bezeichnet.<sup>9,12</sup> 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.

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



10

**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**

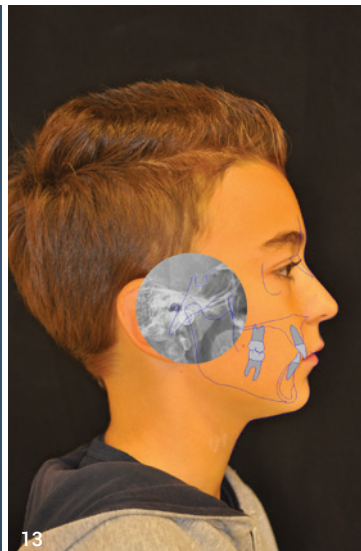
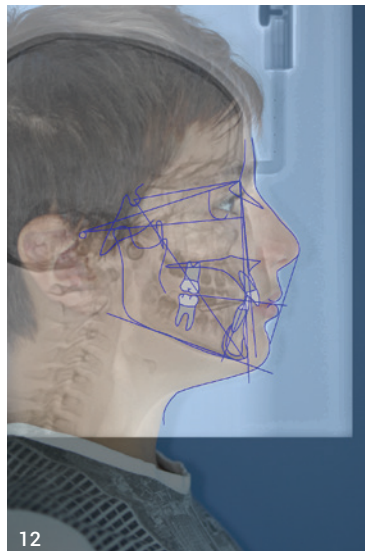
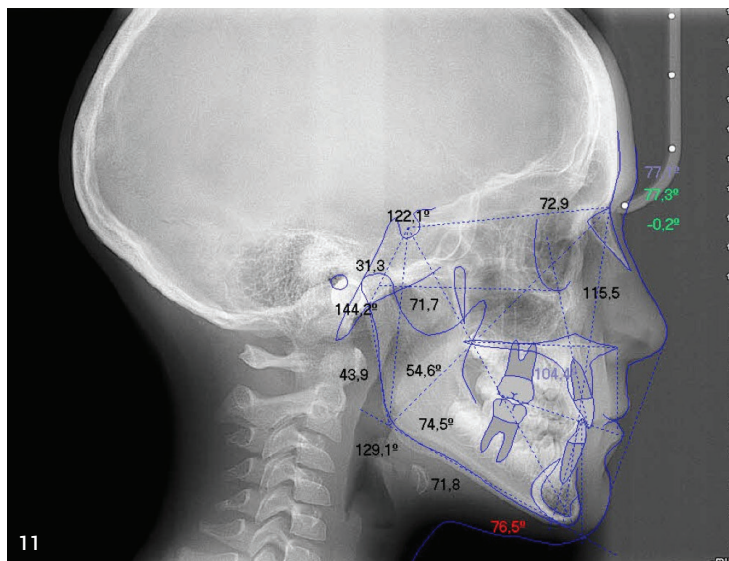
Digitale Bilder (extraoral, intraoral, Röntgen) gehören mehr und mehr zum Standard bei der Befunderhebung, Diagnose und Behandlungsplanung (Abb. 11 und 12). Durch die vielen technischen Möglichkeiten lassen sich Bilder überlagern und somit schnell neue Erkenntnisse gewinnen. Solche Bilder (Abb. 13) benutzen 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 Bissregistrator 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

klinischen Praxis bewährt, obwohl die Abform- als auch die Modellmaterialien Volumenänderungen aufgrund kontinuierlicher chemischer Reaktionen<sup>6</sup> unterworfen sind. Zum Beispiel dehnt sich der Gips beim Abbinden aufgrund sekundärer Reaktionen aus.<sup>11</sup> 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 festsetzenden 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



11

12

13

**FotoDent®**  
**biobased model**

**Unser erster grüner  
3D Druck Kunststoff**

FotoDent® biobased model ist ein lichthärtender Kunststoff, der zu 50 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen besteht. Die Materialeigenschaften sind natürlich optimal auf die Modellproduktion (auch im Alignerworkflow) abgestimmt.

FotoDent® biobased model 385 nm  
Für DLP- und LCD-Drucker geeignet



- Geringere Belastung der Atmosphäre
- Frei von krebserregenden Stoffen
- Kürzere Reinigungszeiten





**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<sup>3™</sup> (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.

**Abb. 17:** Mithilfe eines entsprechenden Computerprogramms (hier das Modul Ortho Apps 3D von OnyxCeph<sup>3™</sup>) kann die GNE-Apparatur zusammengefügt und von allen Seiten betrachtet werden. **Abb. 18:** Die Schritte zur Konstruktion einer dentoalveolär verankerten GNE-Apparatur mit den verschiedenen Programmen OrthoAnalyzer<sup>™</sup> (Spalte B) und Ortho Apps 3D (Spalte C und D) sowie den verschiedenen Arbeitsschritten (Zeile 3 bis 6).

„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.“

restlichen Prozess der Herstellung 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 ge-

nannten Fehler vermieden werden, die mit der traditionellen Abformung<sup>8</sup> und der Modellherstellung<sup>4</sup> verbunden sind. Der Nutzen und die Zuverlässigkeit der intraoralen Scanner waren in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Publikationen.<sup>5,7,14</sup> Die digitale Abformung (Abb. 14) wurde mithilfe eines intraoralen Scanners (TRIOS<sup>®</sup>, 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.

### 2.3. Konstruktionsprinzipien

Unabhängig vom Herstellungsverfahren (analog oder digital) haben wir gute Erfahrungen mit zahnindividuellen Halte- und Schubverteilungselementen gemacht. Die Kraftübertragung von der Expansionschraube 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.

Der anteriore Kraftansatz für die Expansionschraube 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<sup>®</sup> im anterioren Bereich auf zwei paramedian gesetzte Miniimplantate. Je nachdem, ob Pin-First<sup>®</sup> approach oder Pin-Last<sup>®</sup> 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.

## Zur Info 1

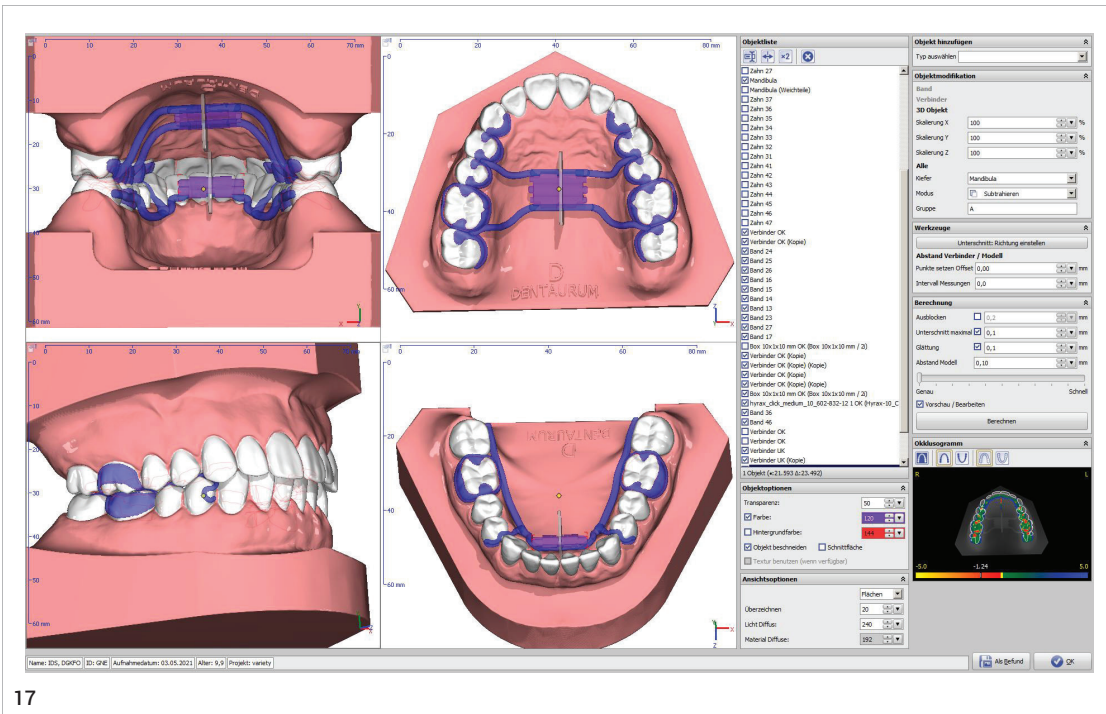
### Pin-First<sup>®</sup> approach vs. Pin-Last<sup>®</sup> approach

Beim Pin-First<sup>®</sup> approach (auch als „TADs-First“-Methode bezeichnet<sup>16</sup>) inseriert man zuerst die Miniimplantate und fertigt danach die Apparatur an. Dies bedeutet, die Apparatur, insbesondere die Kopplungselemente (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 einzelntages Vorgehen (Single Appointment Workflow<sup>17</sup>) nur digital ausgeführt werden. Es ist aber auch ein zweitägiges Vorgehen (Two Appointments Workflow<sup>17</sup>) 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<sup>®</sup> approach (auch als „Appliance First“-Methode bezeichnet<sup>16</sup>) 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 Expansionschraube 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 einzelntages Vorgehen (Single Appointment Workflow<sup>17</sup>). 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.





17

**2.4. Das Computerwerk im Labor**

Für die Konstruktion der verschiedenen GNE-Apparaturen benutzen wir das Programm OrthoAnalyzer™ (3Shape), es sind aber auch andere Programme dafür geeignet (z.B. Modul Ortho Apps 3D von OnyxCeph3™ 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 ein-

facher als analog. Sie soll mindestens 1 bis 2mm 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 mesio-palatinalen 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 Akti-

# Zerosil® soft

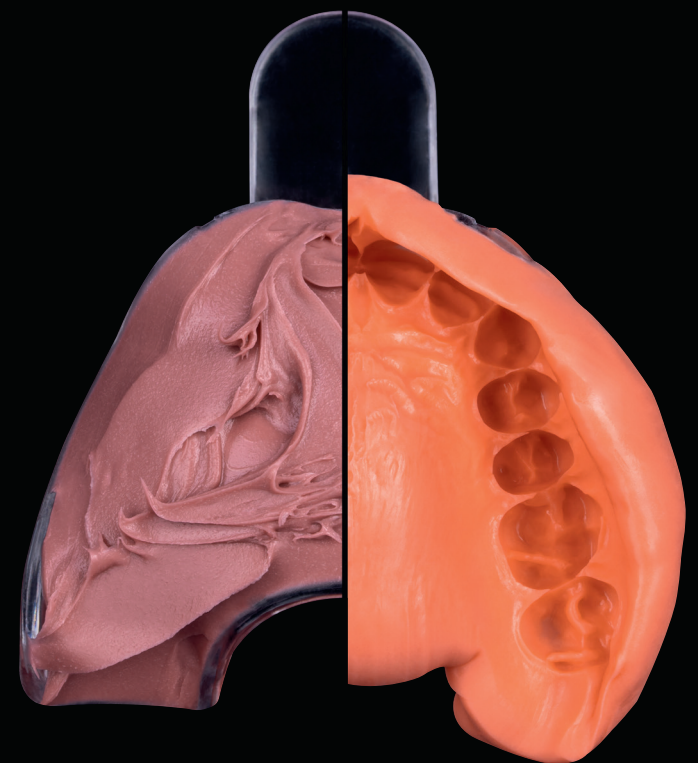
## 25 % Zeitersparnis

### DIE Alternative zu Alginaten

Jetzt neu mit chemischem Farbindikator, der visuell den Abbindeprozess anhand des Farbverlaufs 1:1 widerspiegelt. So wird die finale Farbe erst erreicht, wenn die Aushärtephase wirklich beendet ist. Zusätzlich wurden Verarbeitungszeit und Mundverweildauer um 25% verkürzt.

Zerosil® soft

Kompatibel mit allen Gipsen



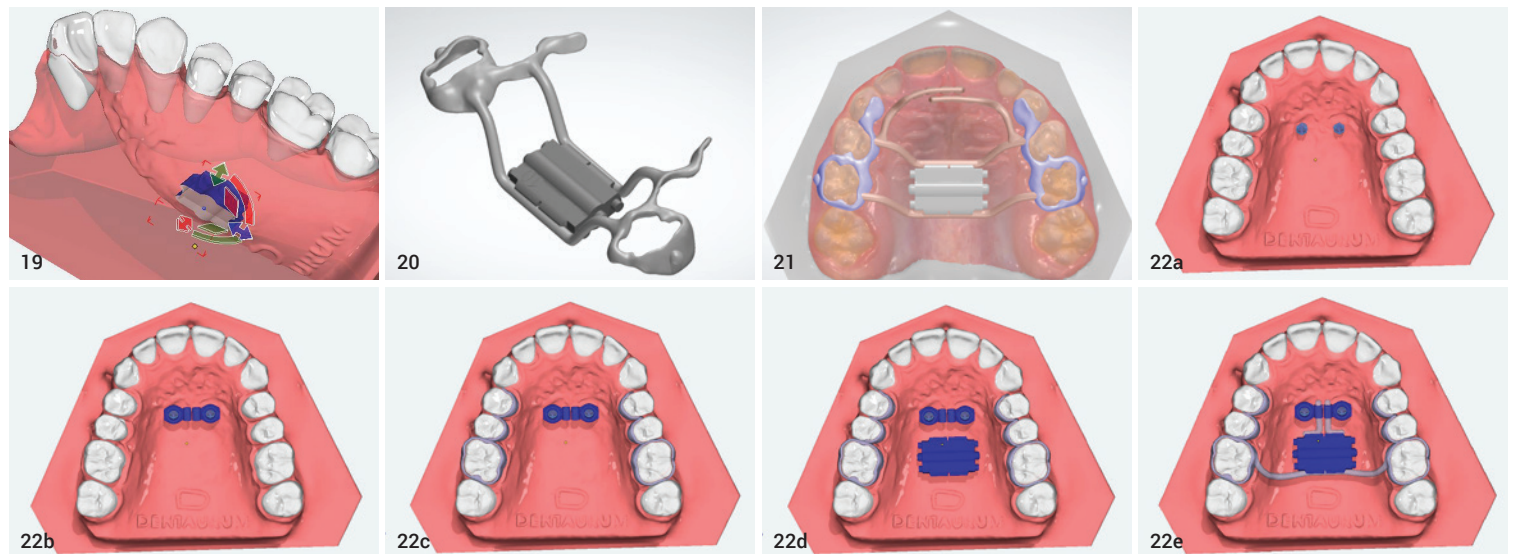
- Schrumpffrei
- Zeigt visuell den Abbindeprozess an
- Unbegrenzt lagerfähige Abformungen

Arbeitsschritt	OrthoAnalyzer™ (3Shape)	Ortho Apps 3D (OnyxCeph3™)
GNE-Schraube	hyrax® / hyrax® click 	hyrax® neo 
hyrax® platziert		
Halte- und Schubelemente		
Verbinder		
Fertiges Gerüst		

18



**Abb. 19:** Die hyrax® muss freischwebend im Gaumen, hier realisiert mit Ortho Apps 3D von OnyxCeph<sup>3™</sup>, 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 einklippen. **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).



vieren 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 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 zwischen 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 einzzeitig, 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. Andernfalls wird die fertige Apparatur mit Schwierigkeiten oder überhaupt nicht einzuwickeln 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 eyelets). 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.

Die Fortsetzung des Artikels erfolgt in KN 12/2021.

#### kontakt



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

## Zur Info 2

### Single Appointment vs. Two Appointment Workflow

Das Setzen der Miniimplantate und die Eingliederung der Apparatur kann einzzeitig (Single Appointment Workflow<sup>TM</sup>) oder zweizeitig (Two Appointments Workflow<sup>TM</sup>) 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.

ANZEIGE

SIE WOLLEN MEHR  
QUALITÄT FÜR IHRE  
PATIENTEN?

DKV  
**goDentis**  
Ihr Partner für Zahngesundheit  
und Kieferorthopädie

Sprechen Sie uns an! [godentis.de/kieferorthopaedie](http://godentis.de/kieferorthopaedie)



SMILE LITE FULL

CA® PROFESSIONAL FAMILY

CA  
DIGITAL  
SCHEUGROUP

# SIMPLY SMILE.

JETZT FÜR ALLE INDIKATIONEN – DIE CA® PROFESSIONAL FAMILIE:  
DAS ALIGNER-SYSTEM MIT RUNDUM-SUPPORT!

Mit SMILE, unserem neuen Spezialisten für ästhetische Korrekturen, ist die CA® Professional Familie komplett. Damit erhalten Sie ab sofort EIN Aligner-System für ALLE Indikationen. Mit dem neuen CA® Professional Premium Service und den attraktiven Preismodellen für alle Behandlungslösungen, bringen wir Sie und Sie Ihre Patienten mit Sicherheit zum Lächeln.

Jetzt reinschauen - unter [www.ca-digit.com](http://www.ca-digit.com)

