

KN

Supplement der KN Kieferorthopädie Nachrichten

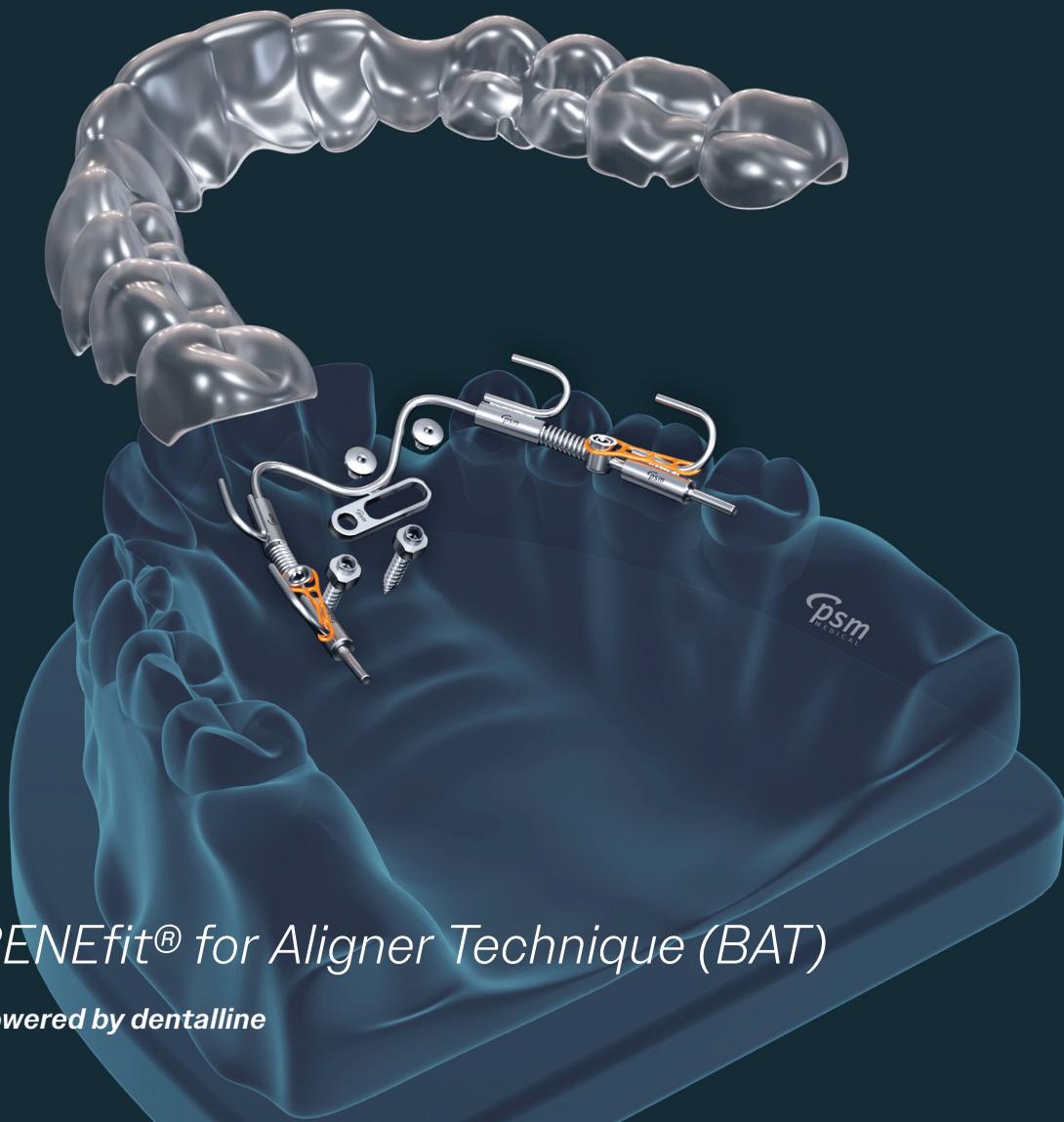
KIEFERORTHOPÄDIE NACHRICHTEN

www.kn-aktuell.de

2024 | Dezember | 16. Jahrgang

KOMPENDIUM

Kombinierte Behandlungsmethoden



BENEFIT® for Aligner Technique (BAT)

powered by dentalline

dentalline

05 **Editorial**

Interdisziplinarität in der Kieferorthopädie – Chancen durch Kombinationen
Dr. Carmen Schmid-Herrmann

Therapieansätze und Behandlungstechniken

06 Der Distalizer – eine friktionsfreie Alternative zum Beneslider?
Prof. Dr. Benedict Wilmes und Prof. Dieter Drescher

12 Ganzheitlicher Ansatz zur Behandlung des offenen Bisses
Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Lena Rass

22 Okklusionsqualität nach En-masse-Distalisation: im Oberkiefer mit
 interradikulären Minischrauben
Yann Janssens, Patrick F. Foley, Frauke Beyling, Rainer Schwestka-Polly und Jonas Q. Schmid

32 Umstellungsosteotomie ohne Kieferorthopädie sinnvoll?
Dr. Karsten Junghanns und Dr. Heiko Goldbecher

36 Behandlung von Engständen im unteren Frontzahnbereich durch
 interproximale Reduktion oder Extraktion von Schneidezähnen
Dr. Rafi Romano und Dr. Lih Keren

46 Anomalie des progenen Formenkreises mit frontalem und lateralem Kreuzbiss bei Missverhältnis
 zwischen Zahn- und Kiefergröße
Dr. Carmen Schmid-Herrmann

54 Das M.A.R.A. als effiziente Distalisierungsapparatur –
 ein Tausendsassa in der Klasse II-Behandlung (Teil 1 + 2)
Ein Anwenderbericht von Dr. Volkan Özkan, Dr. Uta Gönner und Dr. Stefan Blasius

66 Ist das Frühbehandlungskonzept mykie® nachhaltig? (Teil 1 + 2)
Dr. Andrea Freudenberg und Katrina Heuberger

Diagnostik und Screeningverfahren

82 Kieferorthopädisch-logopädisches Screeningverfahren zur Behandlung myofunktioneller Dysfunktionen
*Christoph-Ludwig Hennig, Antonia Neumann, Ann Nitzsche, Albert Stemmler, Knuth Tränckner,
 Nicola Kühn, Thomas Lehmann und Collin Jacobs*

92 Das infantile Schluckmuster und dessen Bedeutung in der Kieferorthopädie
Dr. Sandra Riemekasten

Genetik und Kieferorthopädie

96 Genetische Polymorphismen im Zusammenhang mit mandibulärer Retrognathie
Priv.-Doz. Dr. Eva Paddenberg-Schubert

102 Ist das Williams-Beuren-Syndrom für die Kieferorthopädie relevant?
Dr. Karin Habersack

Prävention und Gesundheitsförderung

110 Neuer Konsensus zur Prävention von Primärkaries während der KFO-Therapie
Dr. Esra Kosan

112 Kieferorthopädische Behandlung von parodontal erkrankten Patienten (Teil 1 + 2)
Dr. Bashar Muselmani

Digitalisierung und Innovation in der Kieferorthopädie

124 Lückenschluss im Unterkiefer mit CAD/CAM-Mesialslider und Alignern
Prof. Dr. Benedict Wilmes und Prof. Dr. Dieter Drescher

130 CAT-Hybridbehandlung unter simultaner Anwendung von 2D-Lingualbrackets
Dr. Marc Geserick

134 Leaf Expander® Hybrid – eine ästhetische Lösung zur langsamen
 transversalen Erweiterung **(Cover)**
Ein Anwenderbericht von Dr. Massimiliano Ciaravolo

138 Impressum

Cover: Mit freundlicher Unterstützung von
 PSM Medical/dentalline.



Interdisziplinarität in der Kieferorthopädie – Chancen durch Kombinationen



Dr. Carmen Schmid-Herrmann

Heutzutage ist es unumstritten, dass komplexe kieferorthopädische Fälle eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen (zahn-)medizinischen Disziplinen erfordern.

Interdisziplinäre Planung garantiert keinen Erfolg, aber interdisziplinäre Planlosigkeit einen Misserfolg.¹

Interdisziplinär bedeutet „unter Einbeziehung mehrerer wissenschaftlicher Disziplinen“.

Die Kieferorthopädie geht weit über die reine Zahnstellungskorrektur hinaus. Sie berücksichtigt das gesamte stomatognathe System und auch medizinische Zusammenhänge außerhalb der Kopf-Hals-Region. Ein Beispiel für die Interdisziplinarität in der Kieferorthopädie ist die orthodontisch-parodontale Rehabilitation, die die Therapie von Engständen und die Reorientierung aufgefächerter Frontzähne (Flaring) umfasst. Im Rahmen der präprothetischen Kieferorthopädie erfolgt die Pfeileraufrichtung und -verteilung mit Lückenöffnung, Prämolarendistalisation, forcierter Extrusion frakturierter Zähne sowie die Rehabilitation bei multiplen Aplasien. Kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapien wie die Dekompensation mit anschließender Umstellungsosteotomie sowie chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterungen sind weitere Beispiele für interdisziplinäres Arbeiten.

Auch die Therapie von Patient:innen mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, Syndromen, seltenen Erkrankungen und orofazialen Fehlbildungen erfordert interdisziplinäre Vorgehensweisen wie beispielsweise Trinkplattenversorgungen, die Ausformung von Spaltkiefern und die Einordnung von Zähnen nach sekundärer Osteoplastik sowie die Dekompensation mit anschließender Umstellungsosteotomie. Aufgrund der Komplexität der Befunde stellt sich die langjährige, oft lebenslange, multidisziplinäre Betreuung der Patient:innen häufig als fach(zahn) ärztliche Herausforderung dar.

Zur Funktionsoptimierung, beispielsweise beim infantilen Schluckmuster, ist eine enge Zusammenarbeit mit der Logopädie in Verbindung mit einer

myofunktionellen Therapie sinnvoll – sowohl vor, während als auch nach der Behandlung, um Jiggling und Rezidive zu vermeiden. Genetische Faktoren, wie Polymorphismen im Zusammenhang mit Anomalien oder Erkrankungen, sollten in der kieferorthopädischen Behandlung ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen und der Einsatz von künstlicher Intelligenz eröffnen neue interessante Möglichkeiten des interdisziplinären Arbeitens: Durch das Erkennen komplexer Muster in Daten können neue Zusammenhänge zwischen oralen sowie sonstigen (extraoralen) Befunden analysiert werden. Durch die Detektion individueller Risikofaktoren können Therapiestrategien, die speziell auf die individuellen Bedürfnisse der Patient:innen zugeschnitten sind, entwickelt werden. Die Digitalisierung in der (Zahn-)Medizin erleichtert durch Telemedizin sowie schnellen und geringvolumigen Datenaustausch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden, Zahnärzten und anderen medizinischen Fachrichtungen. Dies ermöglicht nicht nur eine präzisere Diagnostik, sondern auch eine effizientere Behandlung und Nachsorge.

Die Herausforderungen, die sich aus der interdisziplinären Zusammenarbeit ergeben, sind nicht zu unterschätzen. Kommunikationsschwierigkeiten, unterschiedliche Denkansätze und Zeitmanagement sind nur einige der Aspekte, die es zu berücksichtigen gilt. Dennoch überwiegen die Vorteile. Umso wichtiger ist es, eine Kultur der offenen Kommunikation und des gegenseitigen Respekts zu fördern, um das Potenzial interdisziplinärer Möglichkeiten auszuschöpfen.

Denn schließlich haben wir alle gemeinsame Ziele: Die Verbesserung unserer Behandlungsqualität und die Optimierung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität unserer Patient:innen.



In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre und anregende Diskussionen über die breiten Möglichkeiten der Interdisziplinarität in der Kieferorthopädie. Lassen Sie uns gemeinsam die Zukunft unseres Fachgebiets gestalten!

¹ „Planung garantiert keinen Erfolg, aber Planlosigkeit einen Misserfolg.“ (Ernst Reinhardt, *1932, Schweizer Publizist und Aphoristiker)

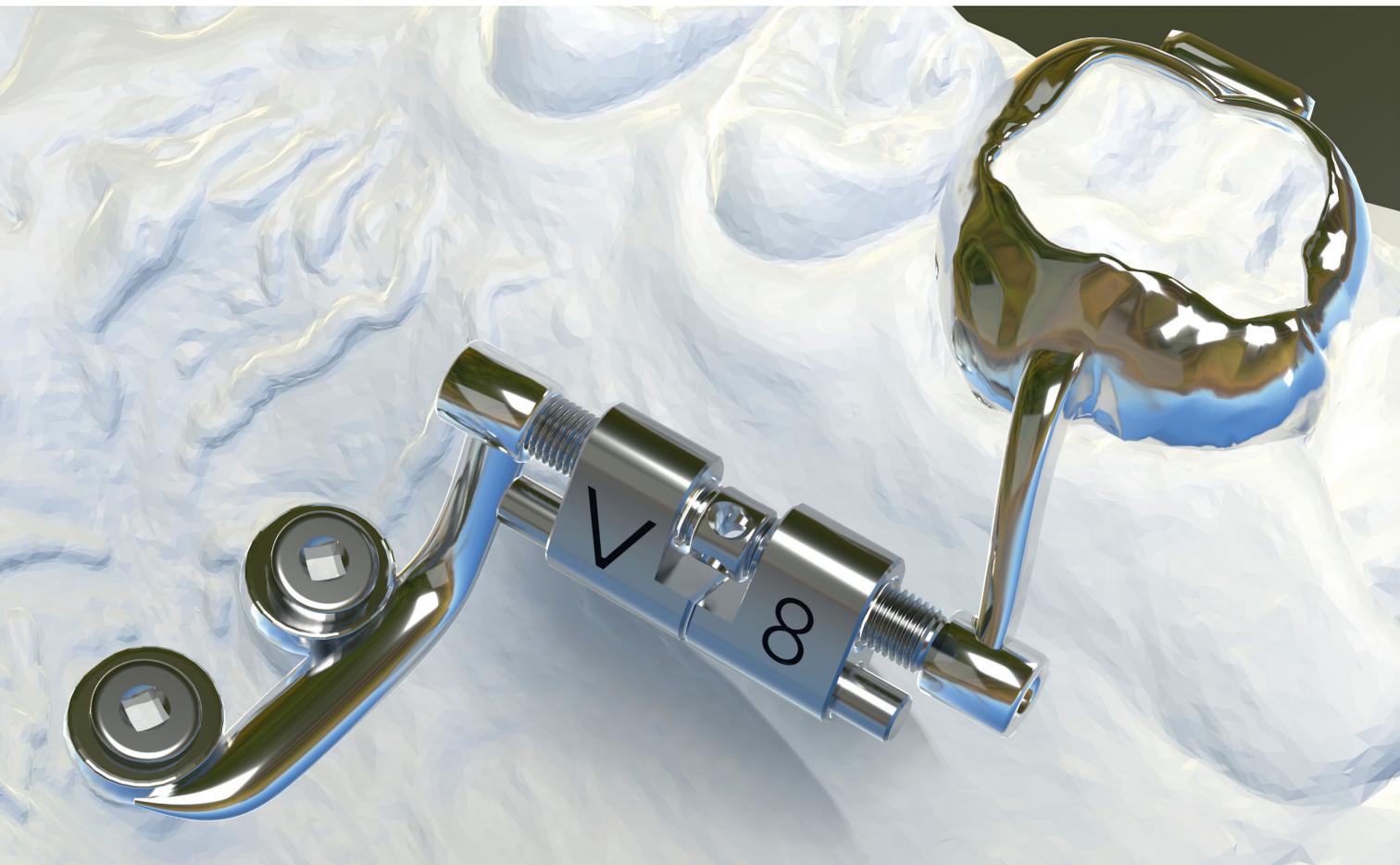
Der Distalizer – eine friktionsfreie Alternative zum Beneslider?

Von Prof. Dr. Benedict Wilmes und Prof. Dieter Drescher.

Herkömmliche Geräte zur Distalisierung von Oberkiefermolaren sind in ihrer Effektivität oft begrenzt und teilweise von der Mitarbeit des Patienten abhängig.^{1,2} Des Weiteren wird bei vielen Non-Compliance-Geräten (wie zum Beispiel bei der Pendulum-Apparatur) ein Verankerungsverlust von über 50 Prozent im Sinne einer Mesialwanderung

der Prämolaren beobachtet.^{3,4} Insbesondere die einseitige Molaren-distalisierung stellt eine schwierige Behandlungsaufgabe dar. Einseitige Klasse II-Gummizüge sollten hier in den meisten Fällen unbedingt vermieden werden, um die Dentition im Unterkiefer nicht aus einer korrekten in eine asymmetrische Position zu bewe-

gen. Die skelettale Verankerung hat sich in den letzten Jahren nicht zuletzt wegen ihrer geringeren Anforderungen an die Patientencompliance durchgesetzt. Vor allem die Mini-Implantate haben aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, ihrer geringen Invasivität und der relativ geringen Kosten große Aufmerksamkeit gewonnen.⁵⁻¹¹

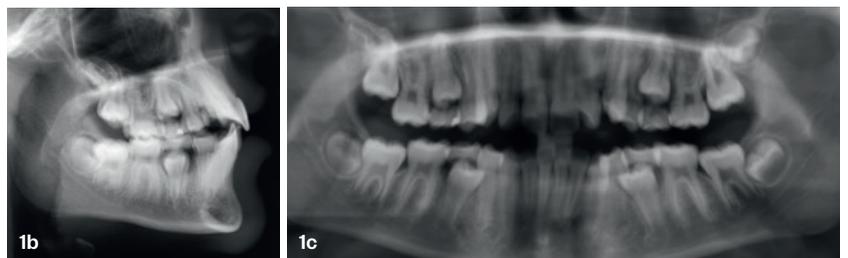


Distalizer versus Beneslider

Zur Distalisierung von Molaren im Oberkiefer bietet sich insbesondere der anteriore Gaumen als Insertionsregion an.¹² Diese Insertionsstelle weist nur eine dünne Weichgewebsschicht (ca. 1 mm) auf und liegt posterior der Gaumenfalten (T-Zone¹³). Der Beneslider¹⁴⁻¹⁶ hat sich als Distalisierungsapparat auf Basis einer Sliding-Mechanik mittlerweile sehr bewährt.¹⁷ Als Alternative zum Beneslider wurde der Distalizer¹⁸ als Schraubmechanik zur Molarendistalisierung vorgestellt, welcher insbesondere als Hybrid Hyrax Distalizer^{19,20} bei gewünschter zusätzlicher Gaumennahterweiterung zur Anwendung kommt. Der Distalizer wird wöchentlich durch die Patienten aktiviert (1/4 Umdrehung). Je nach eingesetzter Schraube entspricht dies einer Strecke von 0,2 mm pro Woche.



1a



1b

1c

Abb. 1a-c: Elfjährige Patientin mit einer Aufwanderung der Seitenzähne im 2. Quadranten, daraus resultierendem Platzmangel für Zahn 23 sowie einer Frontmittenverschiebung nach rechts.



Aligner zur Distalisierung

Aligner zeigen nur eine begrenzte Wirksamkeit, wenn eine körperliche Zahnbewegung gewünscht ist, wie es bei einem Lückenschluss, einer transversalen Expansion oder einer Distalisierung der Molaren der Fall ist.²¹ In der Literatur lassen sich zwar vereinzelt Artikel finden, wo mit Alignern eine Molarendistalisation von bis zu 2,5 mm erzielt wurde, als nachteilig werden jedoch die eher kippenden Molarenbewegungen, die hohe Anforderung an die Mitarbeit des Patienten (Notwendigkeit von intermaxillären Gummizügen) sowie eine sehr lange Behandlungsdauer genannt.²²⁻²⁴ Um eine körperliche Distalisierung mit einer hohen Verlässlichkeit und Geschwindigkeit zu erreichen, wird heutzutage der Beneslider in die Aligner-Therapie integriert.²⁵⁻²⁷ Dabei wurde sowohl das zweizeitige Vorgehen (erst Distalisierung mit Slider, dann Finishing mit Alignern) als auch das simultane Vorgehen (gleichzeitig Distalisierung der Molaren und Nivellierung der Frontzähne mit Alignern) vorgestellt.

Patientenbeispiel

Der Behandlungsverlauf einer elfjährigen Patientin mit einer asymmetrischen Angle-Klasse II wird dargestellt. Auffällig war eine Aufwanderung der Seitenzähne im 2. Quadranten mit einem daraus resultierenden Platzmangel für den Zahn 23 sowie einer Frontmittenverschiebung nach rechts (Abb. 1). Die Patientin und die Eltern wünschten eine möglichst wenig sichtbare Behandlung und idealerweise keine Extraktion von Zähnen. Bei dieser Patientin wurde nach einem intraoralen Scan ein einseitiger Distalizer designed und im SLM-Verfahren gedruckt (TADMAN; Abb. 2). Um Mini-Implantate und den Distalizer in einem Termin einsetzen zu können, wurde ein Insertions-Guide hergestellt (TADMAN; Abb. 2c). Nach dem Einsetzen zweier Mini-Implantate (Benefit, 2 x 9 mm) und des Distalizers (Abb. 3), wurde ein Scan zur Herstellung der Aligner (Abb. 4, Invisalign) angefertigt. Ziel bei dieser Patientin war die simultane Molarendistalisierung im 2. Quadranten mit-

Abb. 2a-c: Design des Distalizers (a, b). Für die gleichzeitige Verwendung mit Alignern empfiehlt sich entweder ein palatinales Tube oder eine CAD/CAM-Shell für den Zahn 26. Insertionsguide (c).

Abb. 3a-c: Einsetzen der Mini-Implantate (Benefit 2 x 9 mm) mit Insertionsguide (a, b) und des Distalizers (TADMAN) (c).

Abb. 4a und b: 3D-Scan zur Herstellung der Aligner (a). ClinCheck-Planung (20 Aligner) (b).



„Die skelettale Verankerung hat sich in den letzten Jahren nicht zuletzt wegen ihrer geringeren Anforderungen an die Patientencompliance durchgesetzt.“

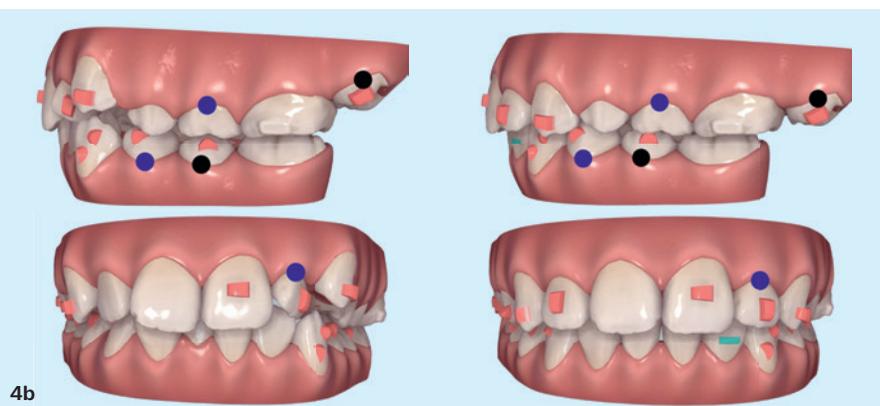
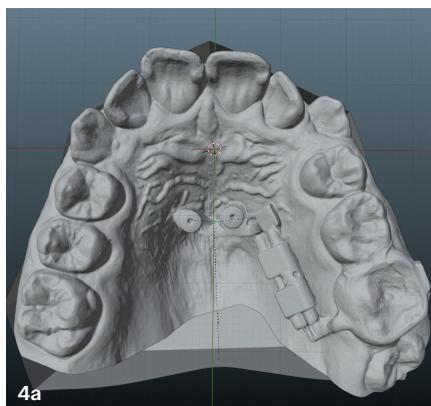




Abb. 5: Aktivierung des Distalizers. **Abb. 6a und b:** Zustand nach sechs Monaten: zweiter Satz Aligner, um den Zahn 25 zu integrieren.

tels Distalizer und Einstellen aller Zähne mittels Aligner-Schienen (einphasiges Vorgehen). Im ClinCheck sollte eine Distalisierungsgeschwindigkeit (0,15 bis 0,2 mm pro Woche) eingestellt werden. Zudem durfte der Zahn, der mit dem Distalizer gekoppelt war (hier Zahn 26), nur eine körperliche Distalisierungsbewegung durchführen. Eine sequenzielle Distalisierung war nicht erforderlich. Aufgrund der verlässlichen Verankerung können alle Zähne gleichzeitig (en masse) distalisiert werden. Eine Derotation oder Torquebewegung des Zahnes 26 sollte erst am Ende der Behandlung nach Entfernung des Dis-

talizers durchgeführt werden. Nach Eingliederung der Aligner wurde der Patientin die Aktivierung des Distalizers demonstriert (Abb. 5). Im Laufe der Behandlung wurden nun gleichzeitig die Zähne im 2. Quadranten distalisiert, Platz für den Zahn 23 geschaffen und die Frontmittenverschiebung korrigiert (Abb. 6–9). Die Röntgenbilder zeigen die Positionierung der Mini-Implantate in der T-Zone sowie die körperliche Distalisierung der Molaren (Abb. 7). Die Behandlung konnte nach insgesamt 15 Monaten mit einem hervorragenden Ergebnis beendet werden (Abb. 10).

Zusammenfassung und Diskussion

Der Einsatz von Mini-Implantat-getragenen Apparaturen und Alignern hat sich als eine ästhetisch ansprechende und sehr effektive Kombination herausgestellt. Eine sequenzielle Distalisierung oder das Einsetzen intermaxillärer Gummizüge ist somit nicht mehr notwendig, was die Behandlung weit aus effektiver gestaltet. Als Alternativen findet heutzutage der Beneslider als Gleitmechanik und der Distalizer als Schraubmechanik Anwendung. Folgende der Vor- und Nachteile dieser

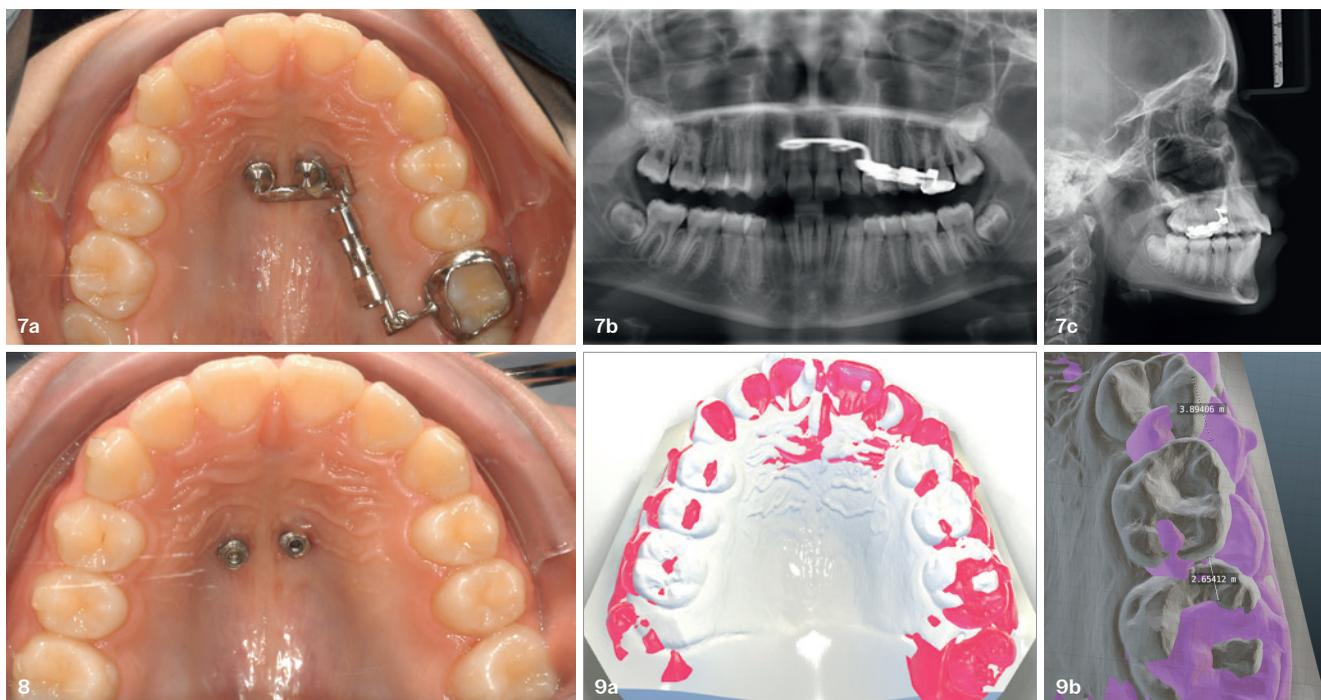


Abb. 7a–c: Zustand nach acht Monaten: Die Zähne im 2. Quadranten sind ausreichend distalisiert und die Oberkiefermitte eingestellt. **Abb. 8:** Zustand nach zehn Monaten: Entfernung des Distalizers und Scan für ein Refinement. **Abb. 9a und b:** Überlagerung der Scans vor und nach Distalisierung im 2. Quadranten: Man erkennt 2,6 mm Distalisierung von Zahn 26 und 3,9 mm Distalisierung von Zahn 24.

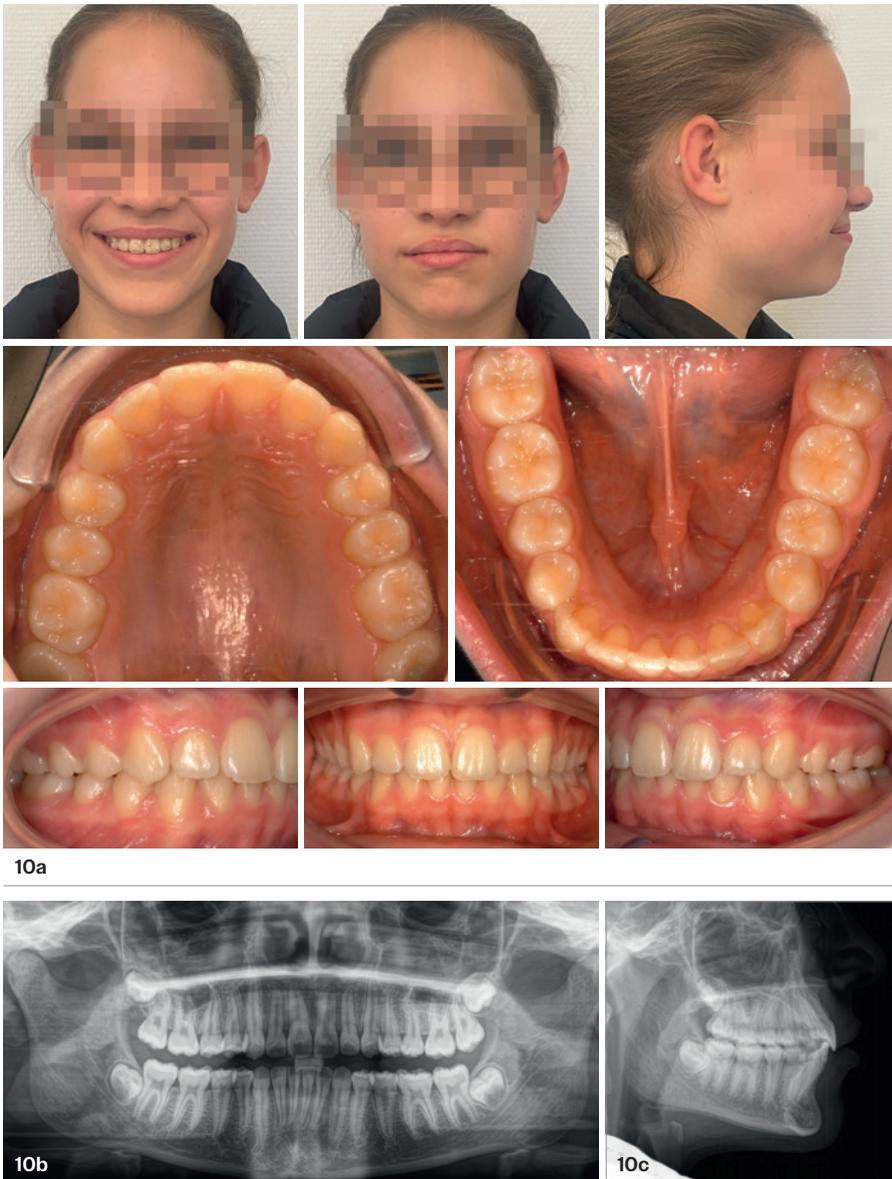


Abb. 10a-c: Behandlungsergebnis nach 15 Monaten.

beiden Molarendistalisierungsapparaturen können diskutiert werden:

1. Der Beneslider wird alle sechs Wochen in der Praxis aktiviert, während der Distalizer wöchentlich vom Patienten aktiviert wird. Manche Patienten bzw. Eltern tun sich etwas schwer mit der Aktivierung des Distalizers.
2. Die Aktivierungsstrecke pro Zeiteinheit ist beim Distalizer eindeutig, was insbesondere die Synchronisation mit dem Aligner-Staging beim einphasigen Einsatz weiter vereinfacht.

3. Der Distalizer erscheint als „One-Piece-Appliance“ manchen Behandlern etwas einfacher.
4. Der Distalizer ist etwas großvolumiger als der Beneslider, was insbesondere bei erwachsenen Patienten berücksichtigt werden sollte.

Grundsätzlich ist bei jedem Fall mit einem Platzmangel die Frage zu diskutieren, ob extrahiert oder distalisiert werden sollte. Bei angelegten Weisheitszähnen tendieren viele Behandler eher zu einer Extraktion von Prämolaren. Laut Kang et al. ist jedoch auch

nach erfolgter Molarendistalisierung nicht mit einer größeren Wahrscheinlichkeit einer Weisheitszahn-Retention zu rechnen.²⁸

Die Verwendung von Insertionsguides erscheint aus mehreren Gründen sinnvoll: Eine exakte intraorale Positionierung der Mini-Implantate ist möglich, und außerdem können Mini-Implantate und Apparatur in nur einem Termin eingesetzt werden. Last, but not least: Werden die Mini-Implantate extern eingesetzt (Zahnarzt oder Oral- bzw. MKG-Chirurg), können Missverständnisse bzgl. der Insertionsregion vermieden werden.



Prof. Dr. Benedict Wilmes

wilmes@med.uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de/kieferorthopädie



Prof. Dieter Drescher

d.drescher@uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de/kieferorthopädie

neu

ab **2⁶⁹** €



ProSlide™ 4

passive self-ligating bracket

Entdecken Sie dieses „State of Art“- Bracket mit zahlreichen durchdachten Verbesserungen.

ProSlide™ 4 Brackets bieten modernstes Design und Präzision durch ein Herstellungsverfahren auf höchstem Niveau.

Jetzt auch als High- und Low-Torque- Variante erhältlich!

Jetzt online entdecken



Maximale Präzision

Verlässlicher Mechanismus mit Clip mit **maximaler mesio-distaler Breite** für eine größere Rotationskontrolle.



Flexibilität

Brackets ohne Hooks verfügen über einen **zweifachen vertikalen Slot** für die nachträgliche Anbringung von Hooks.



Sicherer Halt & Laser-Markierung

Eine anatomisch gestaltete Basis mit 80 Gauge-Mesh gewährleistet maximalen Halt.



Bestellen Sie noch heute bei

www.orthodepot.de

Ihr **All-in-One-Shop**

Mehr als **23.000 Artikel** sensationell günstig!



Tel. 0800 / 0000 120

 **Ortho Depot**®



1a



1b

Ganzheitlicher Ansatz zur Behandlung des offenen Bisses

Von Dr. Andrea Freudenberg und Dr. Lena Rass.

Der Terminus „offener Biss“ beschreibt eine vertikale Abweichung, welche durch fehlenden Kontakt zwischen einzelnen Zähnen oder Zahngruppen in Schlussbissstellung gekennzeichnet ist.¹⁻⁴ Es lässt sich hier zwischen einem negativen Overbite (klassischer offener Biss) und einem positiven vertikalen Overbite, aber mit fehlendem Frontzahnkontakt differenzieren (Abb. 1).

Die Behandlung des offenen Bisses gilt als eine der anspruchsvollsten Aufgaben im Bereich der Kieferorthopädie und stellt den Behandler nicht zuletzt wegen seiner hohen Rezidivrate vor besondere Herausforderungen.^{3,5-8}

Unbehandelt kann ein offener Biss eine Reihe von Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden einer Person haben. Dazu gehören funktionelle Beeinträchtigungen, wie eine eingeschränkte Kaeffizienz, Sprachstörungen und Mundatmung. Auch Kiefergelenkbeschwerden aufgrund ungünstiger Belastung der Ge-

lenkstrukturen sind möglich. Zusätzlich kann die Ästhetik durch inkompetenten Lippenschluss und ein sogenanntes „Long Face“ beeinträchtigt werden, was sich wiederum auf die psychische Verfassung auswirken kann.^{4,9}

In der Kieferorthopädie wird zwischen dem dental und dem skelettal offenen Biss unterschieden, wobei häufig Mischformen vorliegen, was die Unterteilung erschwert.^{4,5,8,10}

Die Ätiologie ist multifaktoriell. Neben genetischen Faktoren tragen häufig auch epigenetische und exogene Einflüsse zu dieser Fehlstellung bei.^{1-5,8-14} Dem dental offenen Biss liegen oft orofaziale Dysfunktionen wie Lutschhabits, Zungenpressen, viszerales Schluckmuster, frontale Zungenlage oder Mundatmung zugrunde. Somit liegt die Ursache hier meist in einer Funktionsstörung begründet. Bereits im Jahr 1968 wies Moss auf den wechselseitigen Einfluss von Form und Funktion hin und stellte fest, dass 80 Prozent der Dys-

gnathien auch auf eine Fehlfunktion zurückzuführen seien.¹⁵

In der Regel liegt bezogen auf die vertikale Relation ein normognathes Fernröntgenseitenbild-Befund vor, während die Alveolarfortsätze unterentwickelt sind. Bei dem skelettal offenen Biss steht eine allgemeine Wachstumsstörung im Vordergrund. Meist findet sich hier eine verstärkt vertikale Entwicklung des Gesichtsschädels mit dolichofazialen Wachstumsmustern wieder. Der Unterkiefer ist nach posterior kaudal und/oder der Oberkiefer nach anterior kranial geneigt.

Typische kephalometrische Charakteristika sind ein vergrößerter Gonion-, y-Achsen- und Kieferbasen-Winkel sowie eine vergrößerte untere vordere Gesichtshöhe bei verkleinerter posteriorer Gesichtshöhe.^{1,5}

Die Therapie muss je nach Ursache der Dysgnathie und dem Alter des Patienten individuell angepasst werden.

Neben dem Abstellen von Habits und der Normalisierung der Funktion, was



umso schwieriger ist, je länger die Fehlfunktion besteht, gibt es die Möglichkeit einer rein kieferorthopädischen Behandlung oder einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Intervention.^{4, 5, 7, 8, 10, 13, 14}

Der Erfolg der Therapie ist abhängig von verschiedenen Faktoren, darunter dem Zeitpunkt des Behandlungsbeginns, der Ausprägung der Anomalie und dem Abstellen von dyskinetischen Einflüssen mit Automatisierung des neu erlernten physiologischen Funktionsmusters.^{4, 10, 11}

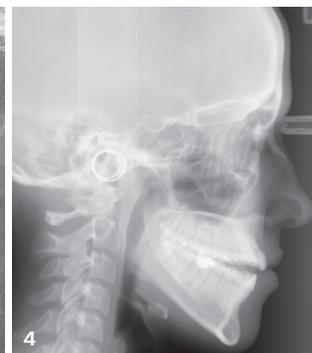
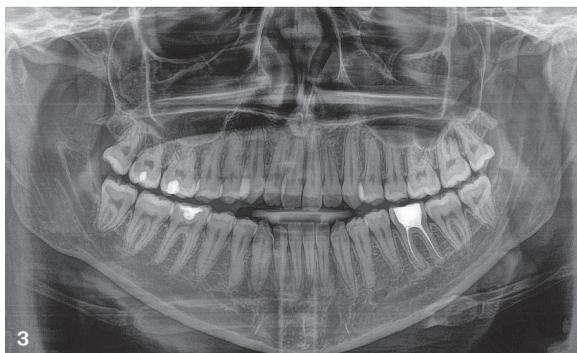
„Die Behandlung des offenen Bisses gilt als eine der anspruchsvollsten Aufgaben im Bereich der Kieferorthopädie und stellt den Behandler nicht zuletzt wegen seiner hohen Rezidivrate vor besondere Herausforderungen.“

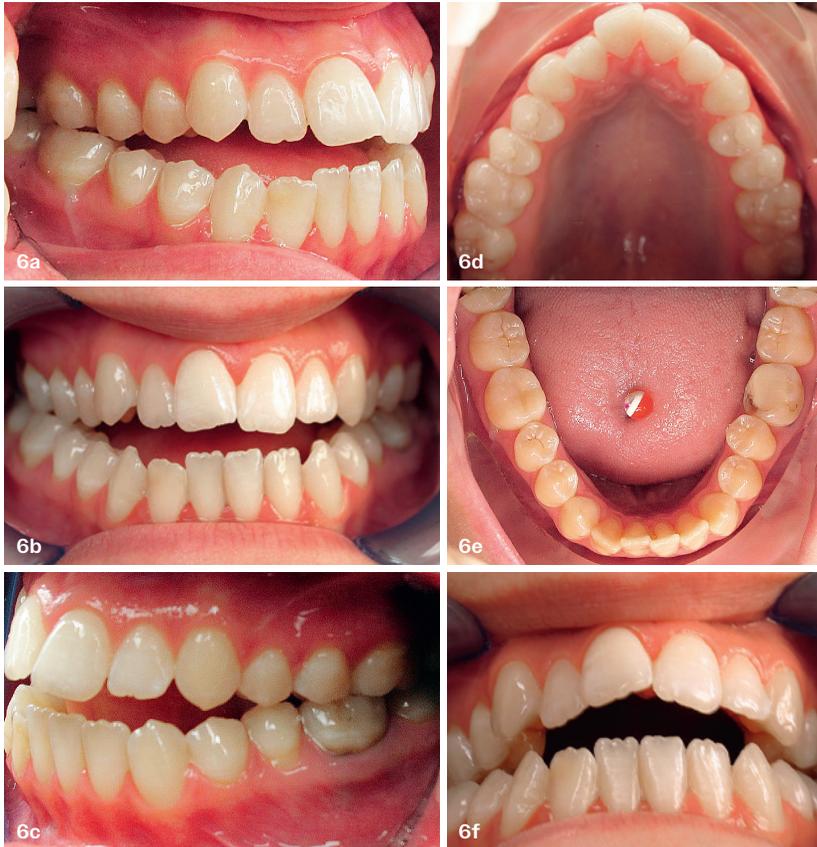
Die folgenden Behandlungsbeispiele sollen zwei unterschiedliche Methoden zur Behandlung eines offenen Bisses im Erwachsenenalter nach abgeschlossenem Wachstum veranschaulichen.

Fall 1

Die Patientin stellt sich erstmals im Alter von 21 Jahren und zehn Monaten in unserer kieferorthopädischen Praxis vor, mit dem Anliegen aufgrund ihres offenen Bisses nicht mehr Kauen und Abbeißen zu können. In ihrer Jugend unterzog sich die Patientin bereits alio

loco einer kieferorthopädischen Behandlung, welche aber frühzeitig abgebrochen wurde. Allgemeinanamnestisch berichtete die Patientin, an Bruxismus, Kiefergelenkknacken und Schmerzen im Rücken-, Nacken- und Kopfbereich zu leiden. Die Anfangsdiagnostik und Planung fanden im Alter von 22 Jahren und zwei Monaten statt.





Extraoraler Ausgangsbefund (Abb. 2a-c)

Die Auswertung der Profil- und En-face-Aufnahmen ergibt ein nach hinten schiefes Rückgesicht mit retrusivem Lippenprofil. Man erkennt das

Vorliegen eines langen Untergesichts („Long Face“), mit leicht zurückliegendem Oberkiefer. Ein Lippenschluss ist möglich, allerdings zeigt sich dabei eine Anspannung der perioralen Muskulatur.

Intraoraler allgemein Zahn-ärztlicher Ausgangsbefund

Intraoral zeigt ein parodontal gesundes, vollständiges permanentes Gebiss mit allen Weisheitszähnen.

Radiologischer Ausgangsbefund (Abb. 3 und 4)

Im Orthopantomogramm (OPG) vom Erstbefund zeigt sich wie bereits intraoral erkennbar, das Vorhandensein von allen bleibenden Zähnen inklusive der Weisheitszähne. Neben vereinzelt Füllungen (17, 16, 36, 46) weist 36 eine Wurzelfüllung auf. Radiologisch auffallend stellt sich die apikale Aufhellung an der mesialen Wurzelspitze des wurzelbehandelten Zahnes dar.

Die Analyse des Fernröntgenseitenbildes (FRS) zeigt eine Tendenz zur skelettalen Klasse III (WITs = -16°) bei leicht retrognathen Maxilla (SNA 78,8°) mit vertikalem Wachstumsmuster. Neben einem extrem großen Basiswinkel (35,2°) und einer mesial-basalen Diskrepanz (ANB = -0,5°) liegt eine posteriore Neigung der Mandibula (ML NSL = 38,9°) und eine anteriore Neigung der Maxilla (NL NSL = 3,7°) vor. Zusätzlich zeigt sich ein ausgeprägtes knöchernes Kinn und ein hohes Untergesicht (vergrößerter Kieferbasenwinkel von 33,8°). Die Oberkieferfront weist stark anteinklinierte Inzisivi auf.



„In der Kieferorthopädie wird zwischen dem dental und dem skelettal offenen Biss unterschieden, wobei häufig Mischformen vorliegen, was die Unterteilung erschwert.“

Kieferorthopädischer Ausgangsbefund (Abb. 5a-d)

Die vorliegende kieferorthopädische Indikationsgruppe lautet: KIG 05

Oberkiefer

- Mesialrotation von 16 und 26
- Transversale und sagittale Zahnbogenenge



- Anteinklination der Front mit Engständen und Lückeneinengung für 12
- Rotation von 15, 13, 11, 21

Unterkiefer

- Supraposition der Front mit Engständen
- Ausgeprägte Speekurve
- Rotation von 35, 33, 31, 42, 43, 45, 48

Okklusion und Bisslage

- Neutralverzahnung rechts und Mesialokklusion um 1/4 PB links
- Zirkulär offener Biss 15-24 von 4,5 mm
- Overjet: 3 mm
- Kreuzbiss von 48 mit 18 und 45 mit 15/14

Funktionskieferorthopädischer/myofunktioneller Ausgangsbefund:

- Kiefergelenk ohne Befund
- Viszerales Schluckmuster
- Habituell offene Mundhaltung

Behandlungsziele

- Korrektur des offenen Bisses durch kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie
- Verbesserung der Myofunktion
- Ausformung der Zahnbögen

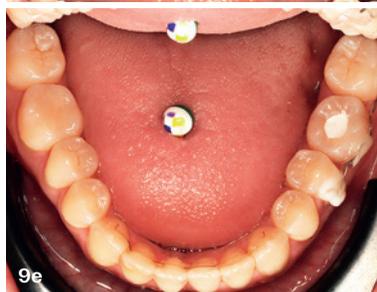
Kieferorthopädischer Behandlungsplan und -durchführung

- OK: chirurgisch unterstützte zahngetragene Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE)
- OK+UK: Multiband-Bracket-Apparatur (MBA) + Transpalatinalbogen (TPA)

- OK+UK: bimaxilläre Umstellungsosteotomie
- myofunktionelle Therapie (MFT)
- OK+UK: OP zur vollständigen Metallentfernung im OK und UK beidseits sowie operative Entfernung von 18, 28, 48 und 36 und Autotransplantation von 38 ad O36
- Retentionsgeräte

Gesamtbehandlungszeit aktiv: 25 Monate

Inwieweit das Zungenpiercing die Entstehung des offenen Bisses begünstigt hat, ließ sich nicht nachvollziehen. Eine Entfernung wurde angeraten, aber abgelehnt. Nach Rücksprache und Abstimmung mit der Abteilung für Mund-





„Die dargestellten Beispiele verdeutlichen, dass nach abgeschlossenem Wachstum in vielen Fällen eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie erforderlich ist, es aber bei moderaten Fällen auch sinnvoll sein kann, eine konservative Behandlungsmethode anzuwenden und damit eine chirurgische Intervention zu vermeiden.“

Kiefer-Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Heidelberg und dem Hauszahnarzt der Patientin (bezüglich Zahn 36) wurde die Therapie mit einer chirurgisch unterstützten zahngetragenen Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE), mit Abstützung durch Bänder an den ersten Prämolaren und ersten Molaren im Oberkiefer, begonnen. Das Drehprotokoll zur schrittweisen transversalen Nachentwicklung der Maxilla sah in der ersten Woche zwei Drehungen pro Tag vor, gefolgt von einer 1x täglichen Drehung ab Woche

zwei. Die klinische Wirkung der Apparatur zeigte sich durch die Entstehung eines deutlichen Diastema mediale sowie einer Verbreiterung des oberen Zahnbogens. Nach sieben Wochen konnte die gewünschte Breite erreicht werden.

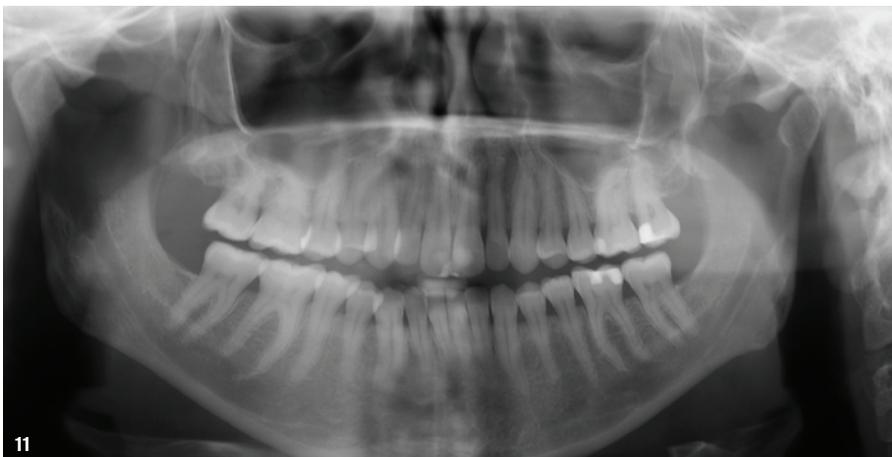
Der Patientin wurde empfohlen, im Rahmen unseres interdisziplinären Behandlungsprinzips mykie® eine begleitende myofunktionelle Therapie durchzuführen, mit dem Ziel, die Stabilität des finalen Ergebnisses zu erhöhen und das Risiko auf ein Rezidiv nach

Abschluss der Behandlung zu verringern.

Nach der Entfernung der Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE) wurde eine festsitzende Multiband-Bracket-Apparatur (MBA) zur Nivellierung der Zähne und ein Transpalatinalbogen (TPA) zum Halten der transversalen Breite eingegliedert. Durch regelmäßigen Bogenwechsel gelang eine rasche Ausformung der Zahnbögen. Wenige Wochen vor der geplanten Umstellungsosteotomie wurden im Unterkiefer die Brackets von 2-2 entfernt und lingual von 3-3 ein festsitzender Retainer geklebt, um eine Überkorrektur des Overbites post OP zu ermöglichen.

Aufgrund der damaligen Coronapandemie wurde die Operation der Patientin um ca. vier Monate nach hinten verlegt. In der Zwischenzeit erfolgten in unserer Praxis regelmäßige Kontrollen. Nach erfolgter bimaxillärer Umstellungsosteotomie zeigte sich eine beidseitige Neutralbisslage sowie ein physiologischer Overjet und Overbite.

Im Anschluss wurde die Feinjustierung der Zahnstellung mittels der Multiband-Bracket-Apparatur fortgesetzt und die



Okklusion durch Einhängen von Elastics stabilisiert. Zusätzlich erfolgten zwei Termine myofunktionaler Therapie in der Praxis. Die Patientin erhielt die Anweisung, nachts den Mund zu tapen, um die Nasenatmung zu fördern, und betont mit den Schneidezähnen zu kauen, damit durch aktive Nutzung der Zähne der Bisschluss weiter angeregt wird.

Dreieinhalb Monate nach der Umstellungsosteotomie wurde die Multiband-Bracket-Apparatur vollständig entfernt. Zusätzlich zu dem bereits vorhandenen festsitzenden Retainer im Unterkiefer wurde ebenfalls ein festsitzender Retainer im Oberkiefer von 2-2 geklebt und die Patientin erhielt als Retentionsgeräte Schienen für den Ober- und Unterkiefer sowie einen Abschirmbionator mit Zungenrampe (Abb. 7) zur Umleitung der Zunge an den Gaumen. Zusätzlich war der Bionator für die vertikale Verlängerung der Frontzähne freigeschliffen.

Obwohl eine zusätzliche logopädische Behandlung unsererseits empfohlen wurde, lehnte die Patientin diese aus zeitlichen Gründen ab, versprach jedoch, zu Hause eigenständig weiter Übungen zur Rezidivprophylaxe durchzuführen.

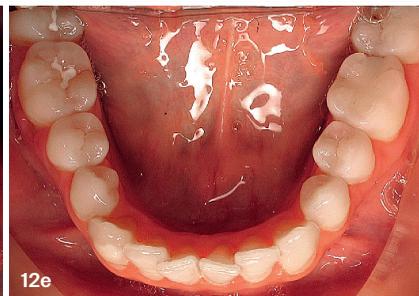
Während der Retentionsphase wurden in einem weiteren Eingriff alle metallischen Komponenten entfernt. Zudem wurden die Zähne 18, 28, 36 und 48 operativ extrahiert und der Zahn 38 anstelle O36 autotransplantiert.

Der Schlussbefund zeigt die Patientin mit harmonisch ausgeformten Zahnbögen sowie einem physiologischen Overjet und Overbite mit Frontzahnkontakt (Abb. 8a–c und 9a–f).

Fall 2

Die Patientin wurde in unserer kieferorthopädischen Praxis vorstellig, da sie die Schiefstellung ihrer Unterkieferfrontzähne ästhetisch als auch haptisch mit der Zunge störte.

Zum Zeitpunkt der Anfangsdiagnostik und der Therapieplanung war die Patientin 39 Jahre und drei Monate alt. Im Jugendalter fand bereits eine ab-



geschlossene kieferorthopädische Behandlung alio loco statt.

Bis auf einen Sturz aufs Kinn ca. fünf Jahre vor Behandlungsbeginn, der aber bis auf eine Narbe keinerlei Auswirkungen hatte, gab es keine weiteren anamnestischen Auffälligkeiten.

Extraoraler Ausgangsbefund (Abb. 10a–c)

Die Analyse der Profil- und En-face-Aufnahmen der Patientin zeigt das Vorliegen eines nach hinten schiefen Rückgesichts mit retrusivem Lippenprofil. Die Lachlinie verläuft schief nach unten rechts, ein Lippenschluss ist möglich, jedoch nur mit Anspannung der perioralen Muskulatur.

Intraoraler allgemeinzahnärztlicher Ausgangsbefund

Es liegt ein parodontal gesundes, vollständiges bleibendes Gebiss vor. Lediglich ein paar Füllungen sind vorzufinden.

Radiologischer Ausgangsbefund (Abb. 11)

Im Anfangs-Orthopantomogramm zeigen sich alle permanenten Zähne bis auf die Weisheitszähne. Es lässt sich ein leichter horizontaler Knochenabbau erkennen. Vereinzelt Füllungen an 11, 21, 26, 27 und 36 sind vorhanden.

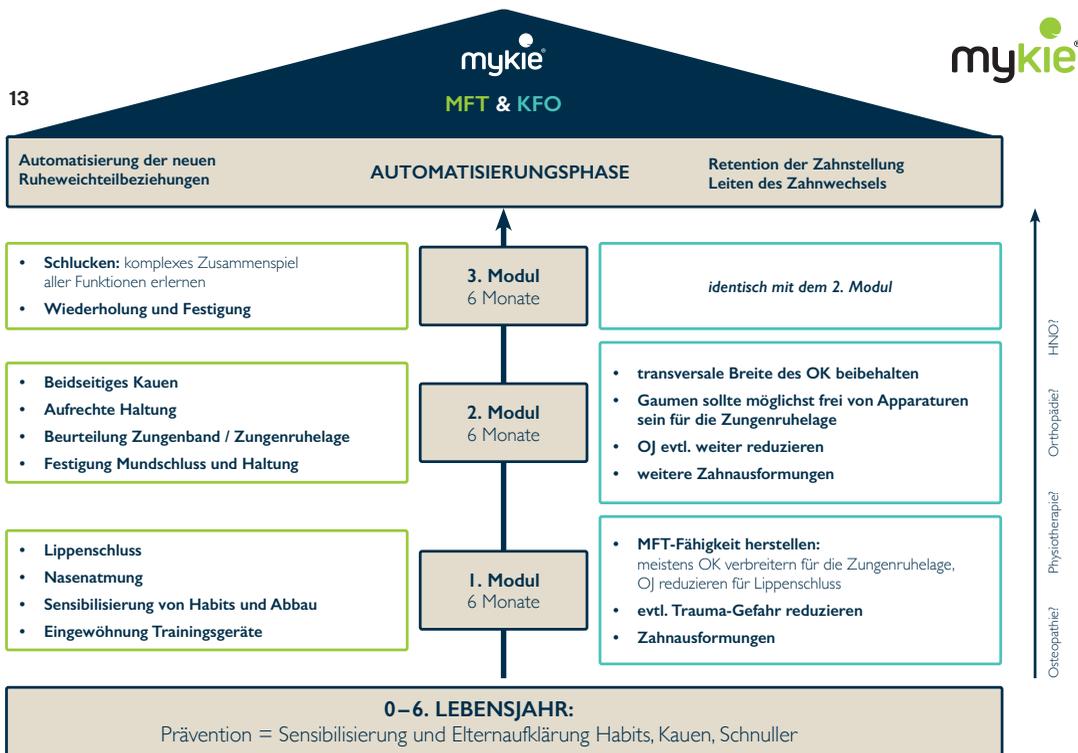
Kieferorthopädischer Ausgangsbefund (Abb. 12a–f)

Oberkiefer:

- Transversale Zahnbogenenge
- Retroinklination und Infraposition von 14-12 und 22 mit Engstand
- Rotation von 14, 12, 11
- Hypoplasie 12 und 22

Unterkiefer:

- Retroinklination der Front mit Engstand
- Rotation von 31, 41, 42, 43, 44
- Mittellinienverschiebung nach links um 1 mm



Okklusion und Bisslage:

- Neutralbisslage beidseits
- Frontaler Kopfbiss von 21 mit 31/32
- Offener Biss 14-12 und 22 von -2,5 mm
- Overjet: 1,2 mm

Funktionskieferorthopädischer/myofunktioneller Ausgangbefund:

- Kiefergelenk ohne Befund
- Frontale Zungenlage

- Offene Mundhaltung (OMH)
- Lippenschluss mit Anspannung des Musculus mentalis

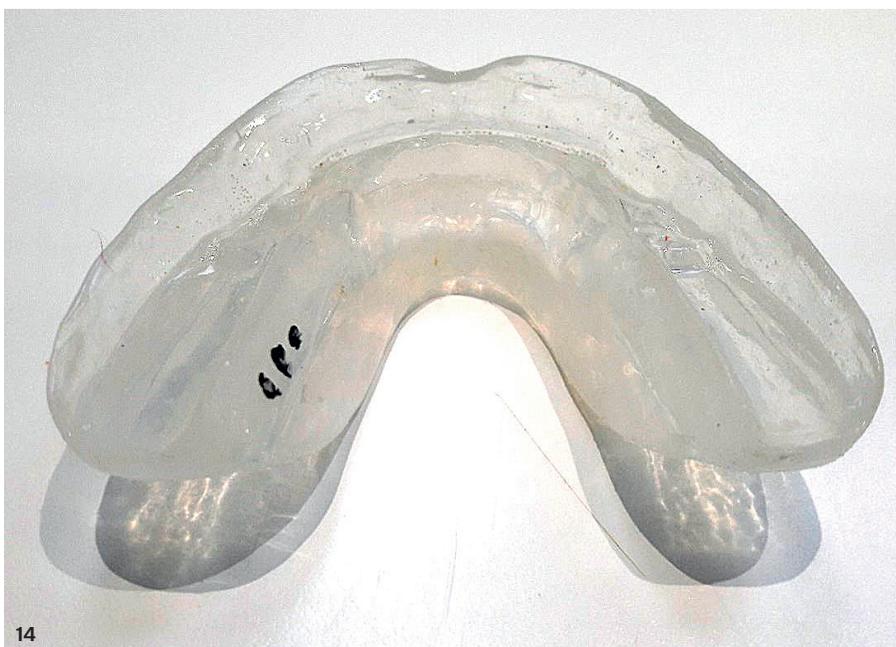
Behandlungsziele

- Korrektur des offenen Bisses durch Intrusion der Seitenzähne und Extrusion der Frontzähne
- Verbesserung der Myofunktion
- Ausformung der Zahnbögen

Kieferorthopädischer Behandlungsplan und -durchführung

- OK+UK: Set 1 Aligner
- Begleitende myofunktionelle Therapie mit individuell hergestelltem Trainer
- OK+UK: Set 2 Aligner mit myofunktioneller Bissnahme nach Osteopathie

Gesamtbehandlungszeit aktiv: 13,5 Monate



Die Patientin wurde mithilfe von Alignern der Firma Invisalign® behandelt. Begleitend zum ersten Aligner-Set erfolgte im Rahmen unseres interdisziplinären Behandlungskonzepts mykie® (= myofunktionelle Kieferorthopädie) ein myofunktionelles Training (Abb. 13). Dieses Training zielte darauf ab, die Ruheweichteilbeziehungen des äußeren und inneren Muskelfunktionskreises zu verbessern und damit das Risiko für ein Rezidiv nach Abschluss der Behandlung zu minimieren. Hierbei wurden verschiedene Übungen zur Förderung der Nasenatmung, eines kompetenten Lippenschlusses und einer physiologischen Zungenlage am Gaumen durchgeführt. Zudem wurde während der gesamten Behandlung ein individuell für die Patientin hergestelltes



Trainingsgerät aus Silikon (Abb. 14) nach Anweisung getragen. Dieses wurde in unserem Technikerlabor über das ausgedruckte Ziel-Set-up der Patientin hergestellt und enthielt eine Zungenrampe, um die Zunge an ihre physiologische Position am Gaumen umzuleiten. Um den Lippenschluss sowie die Umstellung von Mund- zur Nasenatmung zu unterstützen, wurde nachts zusätzlich ein Lippenhilfsband (Leukopor) verwendet.

Etwa nach neun Monaten erfolgte ein Scan für ein zweites Aligner-Set. Für dieses Set wurde eine myofunktionelle Bissnahme bei maximal entspannter Muskulatur (nach erfolgter osteopathischer Behandlung) genommen.

Nach weiteren fünf Monaten mit Set 2 erzielten wir ein zufriedenstellendes Ergebnis, das durch einen guten Bisschluss und harmonische Zahnbögen mit physiologischem Overjet und Overbite gekennzeichnet war. Ein physiologischer Frontzahnkontakt wurde fast erreicht. Um die erreichte Situation weiter zu stabilisieren, wurden im Ober- und Unterkiefer festsitzende Retainer im Bereich 3-3 geklebt. Zusätzlich zu den Drahtretainern wurden Retentions-Aligner eingesetzt. Es wurde empfohlen, den individuellen Trainer über den Behandlungsabschluss hinaus weiter zu tragen, und ein logopädisches Rezept ausgestellt, um weiter an der Automatisierung der natürlichen Zungenruhelage und dem physiologischen Schluckvorgang zu arbeiten (Abb. 15a–c und 16a–f).

Diskussion

Der offene Biss stellt oft eine kieferorthopädische Herausforderung dar, und eine interdisziplinäre Abwägung der Behandlungsoptionen ist unumgänglich. Unter Berücksichtigung des Patientenalters, dem Ausprägungsgrad der Anomalie sowie der Ursache der Dysgnathie muss für jedes Individuum individuell ein optimaler Behandlungsplan ausgearbeitet werden. Die dargestellten Beispiele verdeutlichen, dass nach abgeschlossenem Wachstum in vielen Fällen eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie erforderlich ist, es aber bei moderaten Fällen auch sinnvoll sein kann, eine konservative Behandlungsmethode anzuwenden und damit eine chirurgische Intervention zu vermeiden. Neben Extraktionen im Seitenzahnbereich als nicht kieferchirurgischem Ansatz¹⁶ gibt es die Möglichkeit des aktiven Bisschlusses durch Intrusion der in Kontakt stehenden und/oder Elongation der nicht in Kontakt stehenden Zähne. Hierbei ist es von besonderer Bedeutung, die Auswirkungen auf die Lachlinie des Patienten sorgfältig zu berücksichtigen, um ästhetische Probleme wie ein „Gummy Smile“ zu vermeiden.

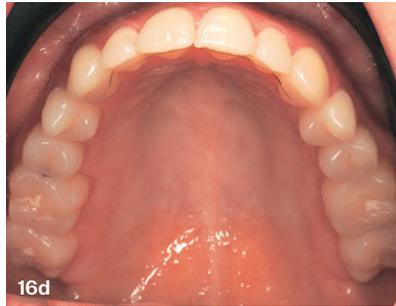
Als Alternative zum aktiven Bissschluss gibt es auch passive bissschließende Maßnahmen, bei denen durch Belastung und Entlastung von Zähnen – beispielsweise mittels Aktivator nach Klammt oder Bionator nach Balters –

der dental offene Biss geschlossen werden kann.^{17,18}

In unserem zweiten beschriebenen Fall wurde die Zahnbewegung mit Alignern durchgeführt. Durch präzise Planung der Aligner-Behandlung sowie gute Compliance vonseiten der Patientin konnte insgesamt ein gutes Ergebnis erzielt und der offene Biss geschlossen werden. Ein positiver Effekt der Schienentherapie beim Vorliegen eines frontal offenen Bisses liegt in der intrusiven Wirkung auf die Molaren, welche den frontalen Bisschluss unterstützt. Insbesondere dann, wenn die Schienen auch während des Essens getragen werden.

Weitere mögliche Alternativen für einen aktiven Bisschluss bestehen in der Anwendung eines High-Pull-Head-gears vor allem bei Kindern oder der Verwendung von Mini-Implantaten zur Molarenintrusion bei älteren Patienten.^{7,8,12}

Unabhängig von der gewählten Methode ist es von grundlegender Bedeutung, schädliche orale Habits zu eliminieren. Das Abgewöhnen von orofazialen Dyskinesien, das Erlernen einer korrekten Zungenruhelage am Gaumen mit Lippenschluss und eine Automatisierung der neuen Ruheweichteilbeziehung spielen die entscheidende Rolle für den Erfolg der Therapie und v.a. für die Stabilität des Ergebnisses. Die Persistenz von myofunktionellen Dysfunktionen oder deren Wiederaufnahme birgt ein hohes Risiko für die Entstehung eines Rezidivs.



nären Behandlungsansatz mit Retention sowohl der neu erworbenen Zahnstellung als auch der neuen Ruheweichteilbeziehungen (Automatisierung) ab.

Unterstützen können hier auch die neu entwickelten Online-Trainings (www.mykie-trainings.de) für Kinder, Jugendliche und Erwachsene. Nach dem Erlernen des Lippenschlusses tags und nachts wird der Trainer als „Automatisierungs-Apparatur“ für die regelrechte Zungenruhelage v.a. für nachts eingewöhnt.

Weitere Informationen über den Behandlungsansatz myofunktionelle Kieferorthopädie = mykie® finden Sie auch unter www.mykie.de.

(Fotos: Dr. Freudenberg & Kollegen)

Schlussfolgerung

Sowohl die konservative Behandlung als auch die Kombination aus Kieferorthopädie und Chirurgie stellen mögliche Ansätze für die Behandlung eines offenen Bisses dar. Die Wahl der Behandlungsmethode sollte sorgfältig getroffen werden. Es ist stets eine individuelle Abwägung erforderlich, ob der operative Eingriff mit seinen potenziellen Risiken notwendig ist oder ob ein zufriedenstellendes Ergebnis möglicherweise durch konservative Maßnahmen erzielt werden kann.

Die Gemeinsamkeit bei der Behandlung aller offenen Bisse besteht in der Mitbehandlung der primären oder sekundären orofazialen Fehlfunktionen. Besonders im Erwachsenenalter gestaltet sich die Therapie aufgrund der längeren Zeitspanne bis zur Automatisierung neuer Funktionsmuster als sehr anspruchsvoll.

Der Erfolg der Behandlung und die langfristige Stabilität des Endresultats hängen letztendlich von einer präzisen Diagnostik, einer sorgfältigen Planung und einem koordinierten interdisziplinären



Dr. Andrea Freudenberg

Fachzahnärztin für Kieferorthopädie
info@fz-kieferorthopaedie.de
www.fz-kieferorthopaedie.de
www.mykie.de



Dr. Lena Rass

Weiterbildungsassistentin für KFO
 Fachzentrum für Kieferorthopädie
 Dr. Freudenberg & Kollegen



Entdecken Sie unsere Behandlungsmöglichkeiten

Angel Aligner deckt ein vielfältiges Produktsortiment ab, welches die Behandlung von Kindern ab 6 Jahren bis hin zu erwachsenen Patienten umfasst.

Besuchen Sie auch: angelaligner.com/de

Angelalign Technology (Germany) GmbH | Wankelstrasse 60 | 50996 Köln
Tel.: +49 221 828 289 15 | care.de@angelaligner.com

Die neue
Education-App.
Jetzt herunterladen!



A6 Mandibular Advancement Solution

Zwei kieferorthopädische Phasen in einer einzigen verbessern die Effizienz bei der Unterkieferverlagerung



angelButton™

Präzise KI-Positionierung und Nutzung eines strukturellen Optimierungsalgorithmus für eine optimale Platzierung des angelButtons

Okklusionsqualität nach En-masse-Distalisation: im Oberkiefer mit interradiikulären Minischrauben

Von Yann Janssens¹, Patrick F. Foley², Frauke Beyling³, Rainer Schwestka-Polly⁴ und Jonas Q. Schmid⁵.

¹Klinik für Kieferorthopädie, Université Paris Cité, Paris, Frankreich; ²Klinik für Kieferorthopädie, Saint Louis University, St. Louis, Missouri, USA; ³Kieferorthopädische Fachpraxis, Bad Essen, Deutschland; ⁴Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; ⁵Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland



Abb. 1a und b: En-masse-Distalisation im Oberkiefer mit vier interradiikulären Minischrauben. Die palatinalen Schrauben werden dicht neben den palatinalen Wurzeln der ersten Molaren inseriert (a). Die bukkalen Minischrauben weisen eine deutlich kraniale Orientierung auf (b).

Die Korrektur einer Klasse II-Malokklusion beim erwachsenen Patienten kann basierend auf einer umfassenden Diagnostik auf ganz unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Im Falle eines nichtchirurgischen Vorgehens kann die dentoalveoläre Korrektur in Abhängigkeit von den Ergebnissen der diagnostischen Auswertung primär aus dem Oberkiefer (Prämolarenextraktion, Distalisation) oder primär aus dem Unterkiefer (intermaxilläre Klasse II-Gummizüge, rigide oder flexible Bite-Jumper) durchgeführt werden. Bei der Auswahl der geeigneten Methode stehen unter anderem auch Überlegungen zur Zuverlässigkeit und Effizienz der unterschiedlichen Konzepte im Vordergrund. Minischrauben gelten heute in der Kieferorthopädie als zuverlässige

Verankerungselemente mit einem breiten Indikationsspektrum.¹ Sie können zahnfern, zum Beispiel am Gaumen oder auch interradiikulär inseriert werden.²⁻⁷ Bei einer zahnfernen Platzierung kommt in den meisten Fällen eine Suprakonstruktion zum Einsatz, die aktuell fast ausschließlich digital designt und in einem Edit Manufacturing Prozess (Selective Laser Melting) hergestellt wird.⁸ Ein weniger aufwendiges Konzept, speziell bei der Korrektur aus dem Oberkiefer, ist die zuerst von japanischen und südkoreanischen Autoren vorgestellte En-masse-Distalisation mit interradiikulären Minischrauben in Kombination mit labialen festsitzenden Apparaturen.^{6,9} In einer vor Kurzem publizierten Untersuchung haben Beyling et al.¹⁰ die Wirksamkeit

der Methode in Kombination mit vollständig individuellen lingualen Apparaturen (VILA) an primär jugendlichen Patienten aufgezeigt und dabei auch die nötigen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Korrektur herausgearbeitet. Eine zuverlässige Nivellierung der Unterkiefer-Spee-Kurve mit einer kontrollierten Unterkieferfrontzahnintrusion sowie eine zuverlässige Kontrolle des Frontzahntorques im Oberkiefer vor und auch während der Retraktion sind demnach unabdingbar für eine erfolgreiche Klasse II-Korrektur. Patterson et al.¹¹ sowie Leavitt¹² haben in einer aktuellen Studie die Möglichkeit der Klasse II-Korrektur mit Alignern in Kombination mit intermaxillären Klasse II-Gummizügen nachuntersucht. Die Behandlungsergebnisse wurden da-

Messung	Beschreibung	ICC
Ausformung	Die Inzisalkanten und Lingualflächen der oberen Frontzähne, die Inzisalkanten der unteren Frontzähne, die mesiodistale zentrale Fossa der oberen Seitenzähne und die bukkalen Höcker der unteren Seitenzähne sollten sich in einer Linie befinden	0.995
Randleisten	Bewertung der vertikalen Positionierung der Seitenzähne. Die Randleisten benachbarter Zähne sollten auf gleicher Höhe liegen	0.845
Bukkalinguale Neigung	Bewertung der bukkolingualen Neigung der Seitenzähne. Obere und untere bukkale und linguale Höcker sollten auf gleicher Höhe liegen	0.926
Okklusale Kontakte	Bewertung der Kontakte antagonistischer Zähne. Die funktionellen Höcker sollten die Okklusalfächen der gegenüberliegenden Zähne berühren	0.973
Bisslage	Bewertung der Bisslage im Molarenbereich. Es sollte eine Angle-Klasse I-Beziehung vorliegen	0.999
Horizontaler Überbiss	Bewertung des horizontalen Überbisses im Front- und Seitenzahnbereich	0.987
Approximale Kontaktpunkte	Alle Nachbarzähne sollten sich approximal berühren	0.995
Strafpunkte gesamt	Summe der Strafpunkte aus den einzelnen Kategorien	0.997
Vertikaler Überbiss	Messung des vertikalen Überbisses in mm	0.991
Molarenbeziehung	Messung der Fehlbisslage in mm	0.999

ICC < 0.5: poor reliability; 0.5 ≤ ICC < 0.75: moderate reliability; 0.75 ≤ ICC < 0.9: good reliability; ICC ≥ 0.9: excellent reliability. A-P: anterior-posterior relationship at first molar.

Tab. 1: Beschreibung der ABO-Kategorien und Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC).

bei mit einer Kontrollgruppe aus nach Alter und Geschlecht gematchten Patienten mit Klasse I-Malokklusion verglichen. Als Maßstab für die Evaluation galt das Model Grading System des American Board of Orthodontics (ABO MGS). Da sowohl linguale Apparaturen als auch Aligner zu den eher unauffälligen Behandlungsmethoden zählen, wurde zur besseren Vergleichbarkeit auch in dieser Studie die von Patterson et al.¹¹ vorgestellte Methodik angewandt. Es wurde gegen die Nullhypothese getestet, dass es einen signifikanten Unterschied in der Qualität der finalen Okklusion zwischen Klasse II-Patienten, die mit En-masse-Distalisation im Oberkiefer behandelt wurden, und den Klasse I-Patienten gibt.

exkludiert, bei denen das Ziel-Set-up eher als Kompromiss anzusehen war. Patienten mit einer Zweitbehandlung oder fehlenden Zähnen, unvollständigen Unterlagen oder schlechter Mitarbeit (schlechte Mundhygiene, schlechte Mitarbeit beim nächtlichen Tragen der Klasse II-Gummizüge, häufig verpasste Kontrolltermine) wurden ausdrücklich nicht exkludiert. Alle festsitzenden linguale Behandlungen wurden von Fachzahnärzten mit umfassenden Kenntnissen bei der Behandlung mit VILAs durchgeführt.

Es wurden zwei Gruppen gebildet: In der Gruppe I wurden die Patienten mit einer Klasse I-Malokklusion zusammengefasst, in der Gruppe II die Patienten

mit einer Klasse II-Verzahnung von einer halben Prämolarenbreite oder mehr auf mindestens einer Seite. Zur Einteilung in die jeweilige Gruppe wurde die ABO-Klassifikation zur Molarenrelation herangezogen. Eine gleichmäßige Verteilung auf beide Gruppen wurde durch ein Matching nach Alter und Geschlecht sichergestellt. Für alle inkludierten Patienten war das Set-up ideal und ohne jegliche Überkorrekturen aufgestellt worden, da die eingesetzten Apparaturen bekanntermaßen die angestrebte Zielposition der Zähne dreidimensional kontrolliert in den Mund übertragen können.^{13–15} Es wurde ein reales individuelles Set-up aus Gipsmodellen erstellt und kein digitales, um den Zahn-

Material und Methode

Inkludiert wurden erwachsene Patienten mit einer Klasse I- oder II-Malokklusion, die mit einer VILA (WIN, DW Lingual Systems) in einer kieferorthopädischen Fachpraxis (Bad Essen) behandelt und zwischen 2019 und 2023 konsekutiv entbracketiert worden waren. Exkludiert wurden Patienten mit einer Diskrepanz zwischen zentrischer Kondylenposition und maximaler Interkuspidation, Patienten mit Extraktionen und Lückenschluss oder Brückenversorgungen. Weiterhin wurden Patienten

Merkmal	Gruppe 1 (Klasse I)	Gruppe 2 (Klasse II)
Alter (Jahre) Mittelwert ± SD	30.51 ± 10.03	32.62 ± 11.95
Gesamtbehandlungszeit (Jahre) Mittelwert ± SD	1.29 ± 0.52	2.35 ± 0.65
Dauer MTAD (Monate) Mittelwert ± SD		10.20 ± 5.10
Geschlecht n (%) weiblich männlich	33 (82.5%) 7 (17.5%)	33 (82.5%) 7 (17.5%)
Lokalisation Klasse II n (%) Bilateral Unilateral		32 (80.0%) 8 (20.0%)

MTAD: Maxillary total arch distalization.

Tab. 2: Überblick zu Behandlungsbeginn.

Tabelle 3

Variablen	T1					T2A					T2B					Wilcoxon signed-rank Test	
	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	T1-T2B	T2A-T2B
																Sig	Sig
Gesamtpunktzahl	39.43	10.88	35.95-42.90	20	61	11.58	4.56	10.12-13.03	4	22	17.73	5.71	15.90-19.55	8	31	<0.001	<0.001
AR	21.80	6.24	19.80-23.80	11	39	2.05	2.32	1.31-2.79	0	12	4.65	2.35	3.90-5.40	1	12	<0.001	<0.001
MR	4.00	2.33	3.25-4.75	0	9	2.73	1.72	2.17-3.28	0	6	3.33	1.93	2.71-3.94	0	8	0.044	0.060
BI	4.22	2.61	3.39-5.06	0	11	2.18	2.40	1.41-2.94	0	10	4.23	2.49	3.43-5.02	0	11	0.903	<0.001
OJ	4.65	3.72	3.46-5.84	0	18	0.73	1.13	0.36-1.09	0	4	1.85	1.53	1.36-2.34	0	8	<0.001	<0.001
OC	1.30	2.46	0.51-2.09	0	13	1.23	1.93	0.61-1.84	0	8	1.20	1.98	0.57-1.83	0	9	0.661	0.759
OR	2.95	2.75	2.07-3.83	0	10	2.73	2.14	2.04-3.41	0	8	2.40	2.07	1.74-3.06	0	8	0.109	0.331
IC	0.53	1.34	0.10-0.95	0	6	0.00	0.00	0.00-0.00	0	0	0.08	0.35	-0.04-0.19	0	2	0.051	0.180
OvB	3.06	1.71	2.52-3.61	0.00	8.20	2.17	0.50	2.01-2.33	1.00	3.10	2.17	0.55	2.00-2.35	1.00	3.50	0.002	0.708
A-P	-0.05	0.75	-0.29-0.19	-2.50	1.50	0.05	0.63	-0.16-0.25	-1.50	2.00	-0.13	0.60	-0.32-0.06	-2.00	1.10	0.656	0.042

SD standard deviation, 95% CI: 95% confidence interval for mean, Sig significance (p-value), AR alignment, MR marginal ridges, BI buccolingual inclination, OJ overjet, OC occlusal contacts, OR occlusal relationship, IC interproximal contacts, OvB overbite (mm), A-Panterior-posterior relationship at first molar (mm)

Tabelle 4

Variablen	T1					T2A					T2B					Wilcoxon signed-rank Test	
	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	T1-T2B	T2A-T2B
																Sig	Sig
Gesamtpunktzahl	55.85	9.65	52.76-58.94	41	82	7.10	3.33	6.04-8.16	2	16	17.05	4.69	15.55-18.55	6	29	<0.001	<0.001
AR	21.07	5.45	19.33-22.82	9	35	0.85	0.92	0.56-1.14	0	4	3.33	2.16	2.63-4.02	0	9	<0.001	<0.001
MR	4.82	1.81	4.25-5.40	2	9	2.75	1.30	2.34-3.16	0	6	4.03	1.67	3.49-4.56	1	7	0.065	<0.001
BI	3.47	2.43	2.70-4.25	0	9	0.45	0.75	0.21-0.69	0	3	2.85	1.92	2.24-3.46	0	8	0.128	<0.001
OJ	8.55	4.41	7.14-9.96	2	20	0.37	1.19	-0.01-0.76	0	7	2.23	1.78	1.66-2.79	0	6	<0.001	<0.001
OC	1.47	2.57	0.65-2.30	0	11	0.30	0.65	0.09-0.51	0	2	1.48	1.96	0.85-2.10	0	7	0.784	<0.001
OR	15.63	4.11	14.31-16.94	8	20	2.38	1.72	1.82-2.93	0	6	3.23	2.81	2.32-4.13	0	11	<0.001	0.102
IC	0.70	1.47	0.23-1.17	0	5	0.00	0.00	0.00-0.00	0	0	0.08	0.27	-0.01-0.16	0	1	0.012	0.083
OvB	4.25	2.17	3.56-4.95	0.90	11.80	2.56	0.61	2.36-2.76	1.00	3.60	2.35	0.72	2.12-2.58	0.70	3.70	<0.001	0.056
A-P	4.63	1.09	4.28-4.98	3.50	8.60	0.10	0.41	-0.03-0.23	0.00	2.00	0.16	0.47	0.01-0.31	0.00	2.00	<0.001	0.077

SD standard deviation, 95% CI: 95% confidence interval for mean, Sig significance (p-value), AR alignment, MR marginal ridges, BI buccolingual inclination, OJ overjet, OC occlusal contacts, OR occlusal relationship, IC interproximal contacts, OvB overbite (mm), A-Panterior-posterior relationship at first molar (mm)

technikern eine uneingeschränkte dreidimensionale Wahrnehmung bei der Aufstellung der Zähne zu ermöglichen.

Das Distalisationskonzept

Zur Umsetzung der Oberkieferdistalisation werden im Gegensatz zu Park et al. ⁶ nicht eine, sondern zwei Schrauben pro Seite inseriert. Die gesamte Oberkieferdentition wird an diesen interradikulär inserierten Schrauben simultan mit Gummiketten (Morita Energy Chain, Rocky Mountain Orthodontics) nach posterior bewegt. Die Zugkraft pro Minischraube darf 150-200 cN nicht überschreiten, da eine Überlastung durch ein zu großes Kippmoment die Lockerung oder den vor-

zeitigen Verlust einer Minischraube zur Folge hätte.^{7,16} Der Arbeitsbogen während der Distalisation ist im Oberkiefer ein 0.016" x 0.024" Stahlbogen mit 2 cm Expansion im Bereich der ersten Molaren und anteriorem Extratorque von 13 oder 21°. Aufgrund der eingeschränkten interradikulären Platzverhältnisse (der erste Molar hat bukkal zwei Wurzeln) werden die bukkalen Minischrauben (Abso Anchor, SH 1312-10, Tiger Dental) drei bis fünf Monate nach Beginn der Distalisation entfernt, um eine weitere Bisslagekorrektur nicht zu behindern. Die palatinalen Minischrauben (Dual Top S16-G2-010N, Tiger Dental) werden nahe der palatinalen Wurzel des ersten Molaren ca. 1,5 mm

distal der Mitte zwischen 5er und 6er inseriert (Abb. 1a). Während die palatinalen Schrauben senkrecht zum Alveolarfortsatz inseriert werden, zeigen die bukkalen Schrauben deutlich nach kranial^{17,18} (Abb. 1b). Das Einhängen von

Tabelle 5

Variablen	T1 Sig	T2A Sig	T2B Sig
Gesamtpunktzahl	<0.001	<0.001	0.552
AR	0.606	<0.001	0.013
MR	0.114	0.801	0.083
BI	0.167	<0.001	0.007
OJ	<0.001	0.040	0.425
OC	0.739	0.006	0.342
OR	<0.001	0.565	0.255
IC	0.706	1.000	0.671
OvB	0.007	<0.001	0.174
A-P	<0.001	0.588	0.053

Gruppenvergleich zu den verschiedenen Zeitpunkten.

Tab. 3: Ergebnisse der Klasse I-Patienten und Signifikanztest. Tab. 4: Ergebnisse der Klasse II-Patienten und Signifikanztest. Tab. 5: Mann-Whitney-U-Test im Gruppenvergleich.

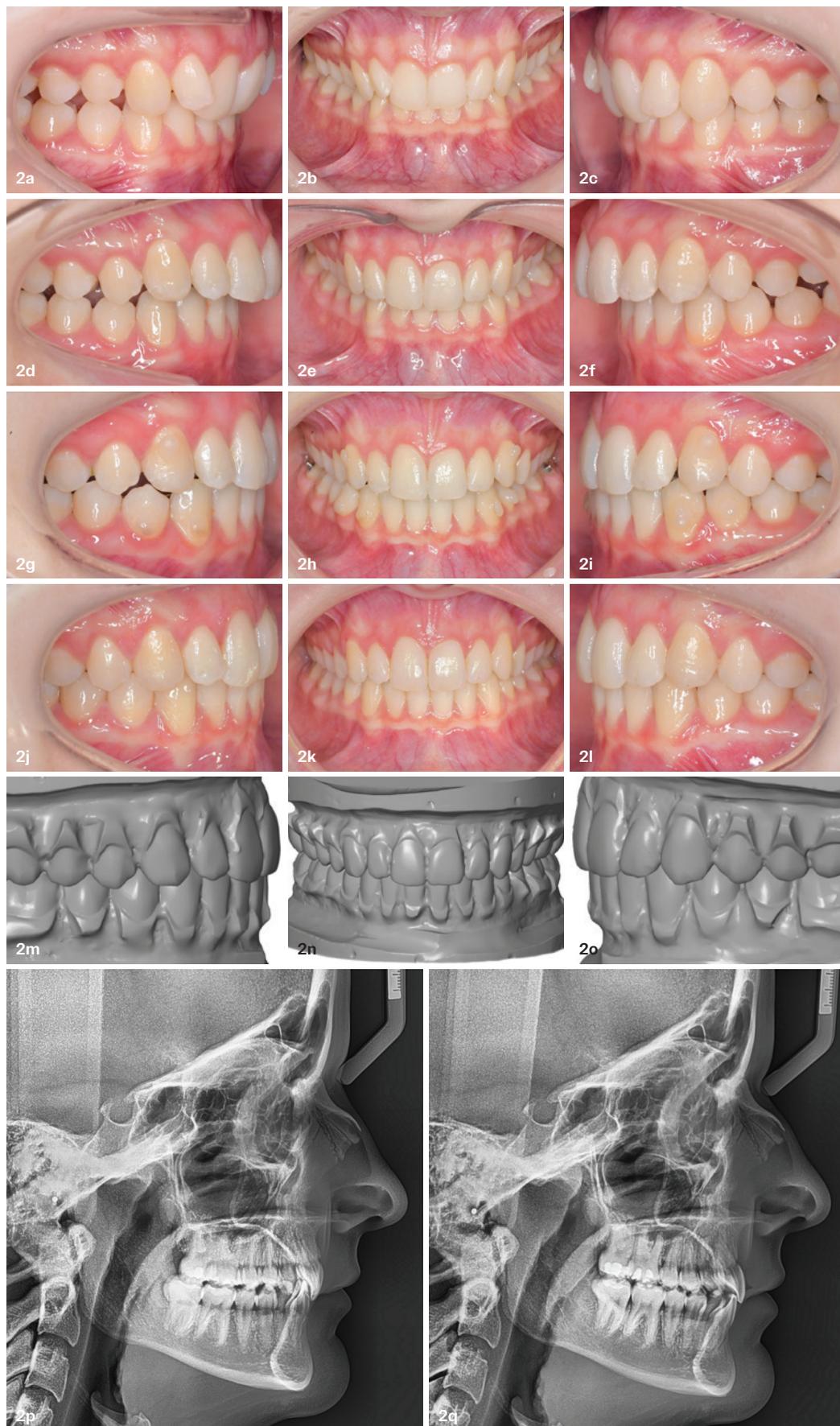


Abb. 2a-q: 19 Jahre alte Patientin mit Klasse II/2-Malokklusion, Tiefbiss und einem initialen ABO MGS Score von 64 (a-o). Direkt nach dem Kleben der VILA hat sich der Distalbiss beidseits geringfügig verschlechtert (d-f). Am Ende der Distalisation konnte eine Überkorrektur erreicht werden (g-i). Am Ende der Behandlung betrug der ABO MGS Score 14. Das erzielte Ergebnis und die individuelle Planung (ABO MGS Score von 11) stimmen gut überein (j-o). Die Fernröntgenseiteaufnahmen zeigen eine Rotation der Okklusionsebene im Uhrzeigersinn (p-q). Die Nivellierung der Unterkiefer-Spee-Kurve und die Torquekontrolle im Bereich der Oberkieferfront sind deutlich erkennbar.

Abb. 3a-q: 35 Jahre alte Patientin mit Klasse II/1-Malokklusion, frontal offenem Biss und einem initialen ABO MGS Score von 57 (a-c). Nach dem Kleben verschlechterte sich die Bisslage auf beiden Seiten (d-f). Während der Bisslagekorrektur konnte eine weitere Proklinierung im Bereich der Unterkieferfront verhindert werden (g-i). Am Ende der Behandlung betrug der ABO MGS Score 10. In beiden Kiefern wurden festsitzende 4-4 Retainer eingesetzt. Die Patientin sollte für weitere sechs Monate vertikale Gummizüge tragen, um die vertikale Korrektur zu retinieren. Das erzielte Ergebnis und die individuelle Planung (ABO MGS Score von 6) stimmen gut überein (j-o). Die Fernröntgenseitaufnahmen zeigen eine Rotation der Okklusionsebene im Uhrzeigersinn mit einer Intrusion der Oberkiefermolaren (p, q). Diese Intrusion erlaubte eine Unterkieferrotation gegen den Uhrzeigersinn. Zur Stabilisierung des Ergebnisses wurde der Patientin eine Genio- plastik empfohlen.



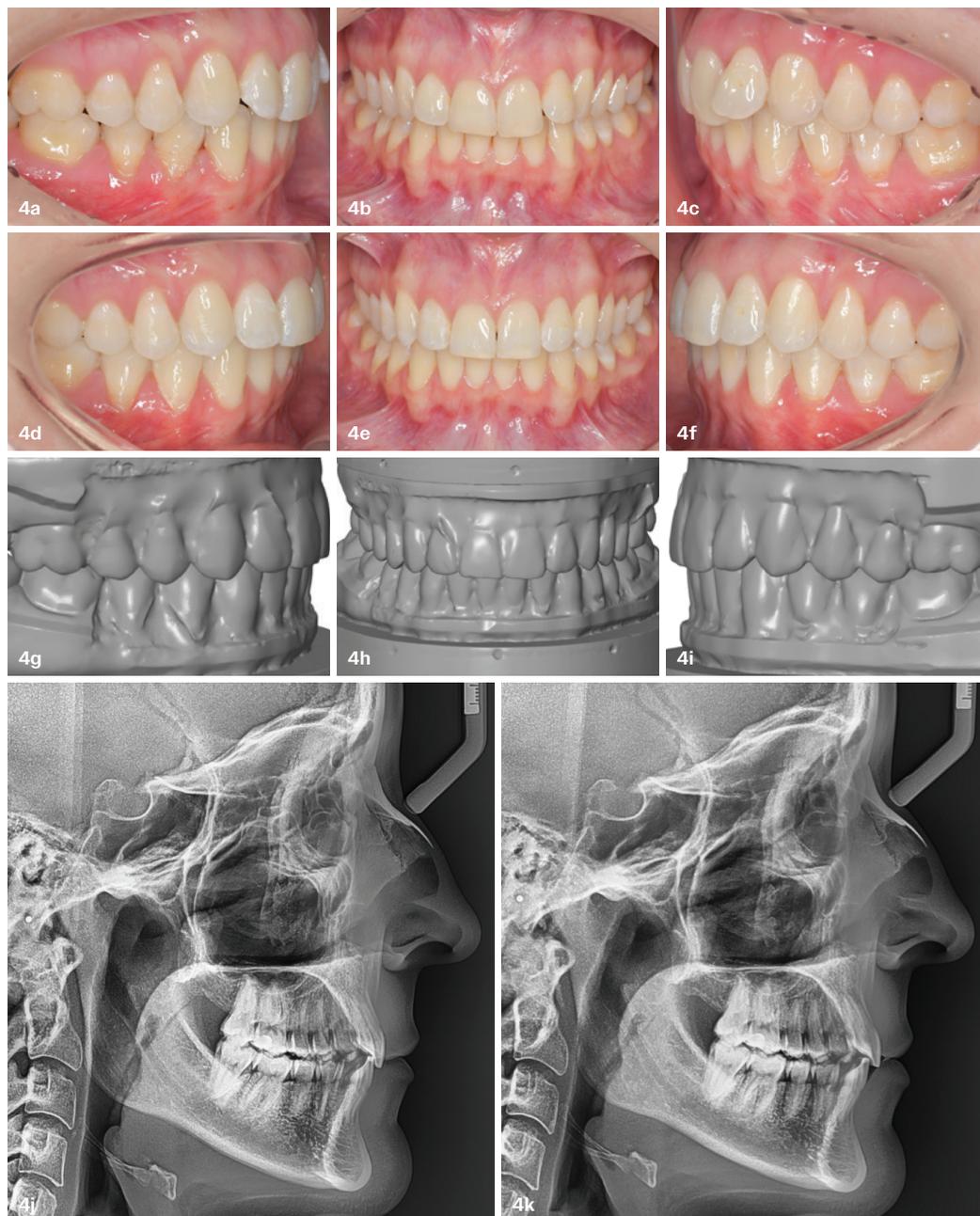


Abb. 4a-k: 27 Jahre alte Patientin mit Klasse I-Malokklusion und einem initialen ABO MGS Score von 37 (a-c). Am Ende der Lingualbehandlung konnte der ABO MGS Score auf 19 verringert werden (d-f). Das erreichte Ergebnis und die individuelle Set-up-Planung (ABO MGS Score von 16) stimmen gut überein (g-i). Röntgenologisch wird eine Verbesserung des Interinzisalwinkels deutlich (j, k).

Klasse II-Gummizügen nachts verbessert die Wirksamkeit der Distalisationsmechanik. Beim Erreichen einer Überkorrektur von ca. 1 mm wird die Distalisation beendet. Bei allen inkludierten Patienten wurden die Minischrauben von immer derselben Behandlerin (F.B.) mit umfassender Expertise (>250 Minischrauben pro Jahr) auf diesem Gebiet eingesetzt.

Die Messungen nach dem ABO MGS wurden an Gipsmodellen zu Behandlungsbeginn (T1) und am Behandlungs-

ende (T2B) sowie am Ziel-Set-up (T2A) durchgeführt. Dabei wurden die nachfolgenden Kategorien untersucht: Ausformung und Rotationen, Randleisten, bukkolinguale Inklination, okklusale Kontaktpunkte, Bisslage, Overjet und proximale Kontaktpunkte (Tabelle 1). Weiterhin wurde die distale Bisslage im Bereich der ersten Molaren und der vertikale Überbiss in Millimetern mit einer digitalen Schieblehre gemessen. Zur Beurteilung der Qualität der finalen Okklusion wurde das erzielte

Ergebnis mit dem individuellen Set-up verglichen, dabei wurde wie in anderen Untersuchungen auf eine röntgenologische Bewertung der Wurzelparallelität verzichtet.^{11,12,19} Alle Messungen wurden von demselben Untersucher durchgeführt (Y.J.), der seine ABO-Kalibrierung unter Anleitung des früheren Direktors des ABO erhalten hatte (P.F.F.). Der Schwellenwert für eine insgesamt positive Bewertung der erzielten okklusalen Ergebnisse nach dem vom ABO ge-

forderten Standard wurde mit maximal 25 Strafpunkten festgelegt.

Statistische Analyse

Die Reliabilität der Messungen wurde mittels Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) überprüft. Zu diesem Zweck wurden zehn Prozent der Patienten zufällig ausgewählt und vom Erstautor nach mindestens zwei Wochen erneut ausgewertet. Für die statistische Auswertung kamen nicht-parametrische Tests zum Einsatz, da keine Normalverteilung der Daten vorlag. Wilcoxon signed-rank Tests wurden verwendet, um Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen zu untersuchen und Mann-Whitney-U-Tests wurden benutzt, um Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu evaluieren. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Zur Beurteilung möglicher Abhängigkeiten zwischen T2B und T1 wurden die lineare Korrelation (r) und das Bestimmtheitsmaß (r^2) berechnet.

insgesamt inseriert; bei 32 Patienten mit beidseitiger Distalisation jeweils vier Schrauben, bei acht Patienten mit einseitiger Distalisation jeweils zwei Schrauben. Die durchschnittliche Dauer der En-masse-Distalisation betrug $10,20 \pm 5,10$ Monate. Die deskriptive Auswertung nach dem ABO MGS und die metrischen Messungen zu den Zeitpunkten T1, T2A und T2B sowie der Vergleich der Gruppen untereinander sind in den Tabellen 3, 4 und 5 dargestellt.

ABO Score

In beiden Gruppen erfüllten alle Setups die ABO-Standards (<25 Strafpunkte). Am Behandlungsende (T2B) erfüllten 38 von 40 Patienten (98 %) der Gruppe I und ebenfalls 38 von 40 Patienten der Gruppe II die ABO-Standards. Der ABO Score der Patienten, die die ABO-Standards nicht erfüllten, betrug 31 und 30 in Gruppe I und 29 und 27 in Gruppe II. In beiden Gruppen

0,89 mm, was einer 100%igen Korrektur entspricht. In der Gruppe II konnte der Tiefbiss im Durchschnitt um 1,91 mm angehoben werden, was im Vergleich zur Planung (1,69 mm) einer leichten Überkorrektur entspricht (Tabelle 6).

Vergleich der beiden Gruppen

In der Gruppe II waren die ABO Scores zu Behandlungsbeginn im Vergleich zur Gruppe I höher, was primär an der höheren Strafpunktzahl aufgrund des Distalbisses lag (Tabelle 3 und 4). Am Behandlungsende bestand zwischen beiden Gruppen kein statistisch signifikanter Unterschied beim Gesamtscore (ABO MGS: 17,7/17,1).

Einfluss des initialen Schweregrades des Distalbisses auf das erzielte Ergebnis

Die Abbildung 6 zeigt den initialen Schweregrad des Distalbisses und die erzielte Korrektur der Molarenrelation bei den Patienten der Gruppe II. Zwi-

„Im Hinblick auf die Distalisation im Oberkiefer an sich ist das eigentlich Erstaunliche die Einfachheit der in der vorliegenden Studie eingesetzten Distalisationsmechanik bei einer gleichzeitig überzeugenden Effizienz. Die interradikuläre Insertion erlaubt eine direkte Nutzung der Verankerung bei gleichzeitigem Verzicht auf eine Suprakonstruktion.“

Ergebnisse

Es konnten insgesamt 80 erwachsene Patienten nachuntersucht werden (Tabelle 2): 40 Patienten in Gruppe I mit Klasse I-Malokklusion (m/w 7/33; Durchschnittsalter $30,5 \pm 10,0$ Jahre) sowie 40 Patienten in Gruppe II mit einer Klasse II-Malokklusion (m/w 7/33; Durchschnittsalter $32,6 \pm 12,0$ Jahre). Die Reliabilität der Messungen war exzellent für alle Variablen bis auf den Unterpunkt Randleisten, hier war die Reliabilität gut (Tabelle 1). Die Behandlungsdauer betrug im Durchschnitt $1,29 \pm 0,52$ Jahre in der Gruppe I gegenüber $2,35 \pm 0,65$ Jahre in der Gruppe II (Tabelle 2). 144 Minischrauben wurden

kam es in allen Kategorien des ABO Scores zu einer Verbesserung während der Behandlung. Der Gesamtscore verringerte sich in der Gruppe I von durchschnittlich 39,4 auf 17,7 und in der Gruppe II von 55,9 auf 17,1 (Abb. 5).

Metrische Messungen

In der Gruppe II gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der geplanten und der erzielten anterior-posterioren Korrektur im Bereich des ersten Molaren ($4,53$ mm/ $4,47$ mm), damit wurden 99 % der geplanten Bisslagekorrektur umgesetzt (Tabelle 6). Der vertikale Überbiss verbesserte sich in der Gruppe I um

schen beiden Parametern bestand keine Korrelation ($r = 0,23$, $r^2 = 0,0529$).

Überlebensrate der Minischrauben

Insgesamt wurden für die En-masse-Distalisation im Oberkiefer 144 Minischrauben interradikulär inseriert. Drei Minischrauben (3 %) gingen vorzeitig verloren. Keine der drei Minischrauben musste re-inseriert werden, da die jeweils zweite Schraube in dem betreffenden Quadranten bis zum Ende der En-masse-Distalisation stabil blieb und genutzt werden konnte. Bei einem Patienten musste eine palatinale Minischraube ein Segment weiter nach distal versetzt werden, da sie eine vollständige Korrektur verhinderte.

Variablen	Klasse I					Klasse II					Mann-Whitney-U-Test
	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Mittelwert	SD	95% CI	Min	Max	Sig
A-P											
Vorhergesagt (T1-T2A)	-0.09	0.58	-0.28-0.09	-2.00	1.50	4.53	1.08	4.19-4.88	2.00	8.60	<0.001
Erreicht (T1-T2B)	0.08	0.65	-0.12-0.29	-1.20	3.50	4.47	1.09	4.13-4.82	2.10	8.60	<0.001
Erreicht (T1-T2B)/(T1-T2A) %	72.78					98.81					0.031
OvB											
Vorhergesagt (T1-T2A)	0.89	1.63	0.37-1.41	-2.00	5.40	1.69	2.14	1.00-2.38	-1.40	9.40	0.099
Erreicht (T1-T2B)	0.89	1.54	0.40-1.38	-2.00	4.70	1.91	2.03	1.26-2.55	-1.70	9.40	0.017
Erreicht (T1-T2B)/(T1-T2A) %	111.69					132.13					0.640

SD standard deviation, 95% CI: 95% confidence interval for mean, Sig significance (p-value), AR alignment, MR marginal ridges, BI buccolingual inclination, OJ overjet, OC occlusal contacts, OR occlusal relationship, IC interproximal contacts, OvB Overbite (mm), A-P anterior-posterior relationship at first molar (mm)

Tab. 6: Distalbiss und vertikaler Überbiss in mm.

Diskussion

Im Unterschied zu bisherigen Untersuchungen zur Minischrauben-gestützten Distalisation im Oberkiefer wurde in dieser Studie erstmals die Qualität der finalen Okklusion beim Einsatz eines derartigen Konzepts anhand des ABO MGS Scores nachuntersucht. Bei vorherigen Untersuchungen zur Minischrauben-gestützten Distalisation wurde eine Auswertung primär an Fernröntgenseitenaufnahmen oder digitalen 3D-Modellen vorgenommen, wobei hier neben möglichen Kippungen der ersten Molaren in erster Linie die Distalisationsstrecke im Bereich der oberen ersten Molaren beurteilt wurde.^{21,22} In zahlreichen Untersuchungen zur Minischrauben-gestützten Distalisation im Oberkiefer erstreckte sich die Auswertung lediglich über die erste Behandlungsphase, gemeint ist damit die Distalisation der oberen Molaren.^{3,4,23-33} Die Ergebnisse der bei derartigen Konzepten nachfolgenden Retraktion des anterioren Segments mit dem Ziel der Einstellung einer neutralen Eckzahnbeziehung wurde vielfach nicht weiter berücksichtigt. Beyling et al. untersuchten erstmals finale okklusale Behandlungsergebnisse nach einer En-masse-Distalisation mithilfe von interradikulär inserierten Minischrauben. Dabei wurden die Eckzahnbeziehung und der Overjet evaluiert und die erzielte Korrektur mit der individuellen Planung, definiert durch ein Ziel-Set-up, verglichen.¹⁰ In der vorliegen-

den Untersuchung wurde für die den-toalveoläre Korrektur der Klasse II aus dem Oberkiefer ebenfalls eine VILA in Kombination mit interradikulären Minischrauben nach der von Beyling et al. beschriebenen Methode eingesetzt.¹⁰ Zur weitergehenden Einordnung der Behandlungsergebnisse wurden die Klasse II-Patienten mit einer nach Geschlecht und Alter gematchten Klasse I-Kontrollgruppe verglichen. Die Nullhypothese wurde widerlegt: Am Behandlungsende bestand kein statistisch signifikanter Unterschied in der Qualität der Okklusion zwischen den Patienten beider Gruppen.

Die erzielte sagittale Korrektur im Bereich der ersten Molaren betrug im Durchschnitt 4,5 mm, was einer 99%igen Umsetzung der Planung (T2A) entsprach. Wie aus früheren Arbeiten bekannt ist, verschlechtert sich beim Einsatz linguale Apparaturen bei Patienten mit einer Klasse II-Malokklusion durch das Aufrotieren des Unterkiefers im Uhrzeigersinn direkt nach dem indirekten Kleben die sagittale Relation um durchschnittlich 1 mm^{10,34,35} (Abb. 2 und 3). Zusammen mit der angestrebten Überkorrektur von ebenfalls 1 mm kann man somit von einer durchschnittlichen Gesamtkorrektur von mehr als 6 mm am Ende der Phase der En-masse-Distalisation im Oberkiefer ausgehen. Dabei hängt der Erfolg der sagittalen Korrektur nachweislich nicht von dem initialen Schweregrad der Klasse II-Beziehung ab (Abb. 5). Dies unterstreicht die Wirksamkeit und

die Effizienz der eingesetzten Methode auch im Vergleich zu alternativen Konzepten der Distalisation im Oberkiefer.^{23,24} Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche sagittale Korrektur ist die vollständige Nivellierung der Unterkiefer-Spee-Kurve und die damit einhergehende Tiefbisskorrektur. VILAs haben ihre Leistungsfähigkeit in diesem Bereich vielfach unter Beweis gestellt.^{10,34-36} Auch in der vorliegenden Untersuchung bestanden am Behandlungsende (T2B) keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, wobei die geplante Bisshebung (T2A) in der Gruppe II sogar um durchschnittlich 0,2 mm übertroffen wurde (Tabelle 6). Da in der Gruppe I auch einige Patienten mit initial offenem Biss inkludiert waren, betrug die durchschnittliche Tiefbisskorrektur in Gruppe I lediglich 0,89 mm. Das individuelle Ziel-Set-up konnte auch in diesem Punkt erfolgreich umgesetzt werden.

Mit einem vergleichbaren methodischen Ansatz beschrieben Patterson et al.¹¹ und Leavitt¹² die Ergebnisse einer Aligner-Behandlung bei erwachsenen Patienten mit Klasse II-Malokklusion und verglichen die Behandlungsergebnisse mit einer gematchten Gruppe aus Klasse I-Patienten. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung konnten die vorselektierten Klasse II-Patienten trotz guter Mitarbeit beim Einsatz von intermaxillären Gummizügen weder mit dem ersten Satz von Alignern noch nach

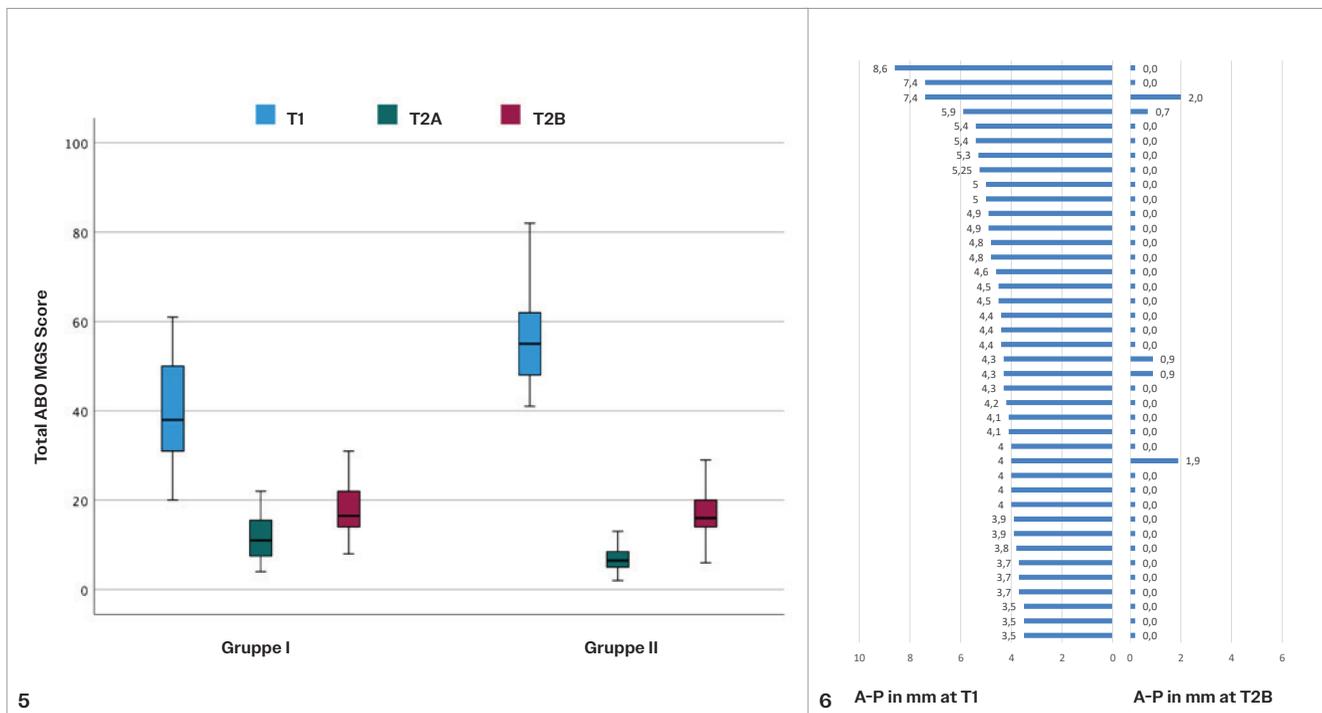


Abb. 5: ABO MGS Score vor der Behandlung (T1), der Score des individuellen Set-ups (T2A) und der Score am Behandlungsende (T2B) in beiden Gruppen. **Abb. 6:** Distale Bisslage (in mm) im Bereich des ersten Molaren in der Gruppe II vor und nach der Behandlung. Das Diagramm zeigt keine Relation zwischen dem anfänglichen Schweregrad des Distalbisses und dem erzielten Ergebnis.

durchschnittlich mehr als 3.5 Refinements auf das Ergebnissniveau der Klasse I-Patienten gebracht werden.^{11,12} Neben der nicht erfolgreichen sagittalen Korrektur fiel dabei auch die in beiden Gruppen bemerkenswerte Verschlechterung im Bereich der okklusalen Kontakte auf (>10 Strafpunkte).¹¹ Die Bewertung ebendieser okklusalen Kontakte am Behandlungsende fiel im Gegensatz dazu in der vorliegenden Studie mit durchschnittlich unter 1,5 Strafpunkten in beiden Gruppen besonders gut aus. Im Hinblick auf die Distalisation im Oberkiefer an sich ist das eigentlich Erstaunliche die Einfachheit der in der vorliegenden Studie eingesetzten Distalisationsmechanik bei einer gleichzeitig überzeugenden Effizienz. Die interradikuläre Insertion erlaubt eine direkte Nutzung der Verankerung bei gleichzeitigem Verzicht auf eine Suprakonstruktion. Die durchschnittliche Schraubenverlustrate in dieser Studie von unter drei Prozent ist auch das Ergebnis der bereits von Berens et al. beschriebenen Lernkurve des Be-

handlers beim Einsetzen der interradikulären Minischrauben in den betreffenden Regionen.³⁷ Diese beiden letzten Punkte summieren sich zu einem praxistauglichen Konzept mit pragmatischem Ansatz.

Schlussfolgerung

Die Qualität der Okklusion nach Enmasse-Distalisation im Oberkiefer mithilfe von interradikulär inserierten Minischrauben bei erwachsenen Patienten mit Distalbiss ist ausgezeichnet. Dies trifft auch für größere Distalbisslagen zu. Das Ausmaß der sagittalen Korrektur kann anhand des individuellen Set-ups zuverlässig vorhergesagt werden.

Erstveröffentlichung: Janssens Y, Foley PF, Beyling F et al. Quality of occlusal outcome in adult class II patients after maxillary total arch distalization with interradicular mini-screws. Head Face Med 20, 27 (2024).

Übersetzung: Frauke Beyling



Dr. Yann Janssens
 dr.yannjanssens@gmail.com
 www.yj-ortho.com





UNSER
3D-RETAINER
PASST GENAU

- + 3D-Design und gefräste Präzision
- + Hohe Biokompatibilität durch Titan
- + Optimale Passform in allen drei Ebenen
- + Liegt lingual komplett flächig an
- + 24 Monate Gewährleistung



Mehr Informationen

Umstellungsosteotomie ohne Kieferorthopädie sinnvoll?

Dr. Heiko Goldbecher



Von Dr. Karsten Junghanns und Dr. Heiko Goldbecher.

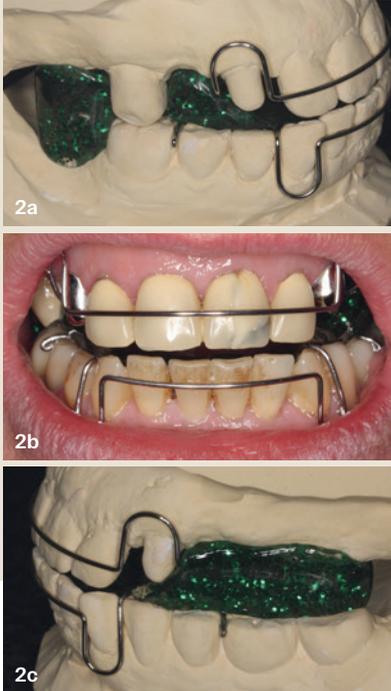


Im Erwachsenenalter ist eine Korrektur von schwerwiegenden Kieferfehlstellungen nur als kieferchirurgisch-kieferorthopädische Kombinationsbehandlung möglich. Aufgrund der veränderten Morphie und Funktionsmuster nach der OP ist immer zusätzlich eine begleitende funktionskieferorthopädische Therapie und Logopädie notwendig und sinnvoll. So können Komplikationen vermieden und das erzielte Ergebnis langfristig stabilisiert werden.

Fallvorstellung

Die Patientin stellte sich erstmals aufgrund einer Überweisung ihres neuen Hauszahnarztes im Jahr 2019 für eine kieferorthopädische Beratung bei uns vor. Seitens der Patientin bestand der Wunsch nach einer umfassenden Diagnostik und Therapieplanung, welche zu einem zufriedenstellenden langzeitstabilen Ergebnis führt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lag ein teilweise implantatprothetisch versorgtes Lückengebiss vor.

Es zeigte sich eine ausgeprägte Rücklage des Unterkiefers mit einer sagittalen Schneidekantenstufe von ca. 15 mm bei einer Distalokklusion um eine Prämolarenbreite. Zusätzlich bestanden ein inkompetenter Mundschluss und ein viszerales Schluckmuster. Mit der Patientin wurden die möglichen Optionen besprochen und nach einer ausführlichen Aufklärung vereinbart, ein diagnostisches Set-up anzufertigen und eine kieferchirurgische Expertise für eine zu planende Umstellungsosteotomie einzuholen.



„Im Erwachsenenalter ist eine Korrektur von schwerwiegenden Kieferfehlstellungen nur als kieferchirurgisch-kieferorthopädische Kombinationsbehandlung möglich. Aufgrund der veränderten Morphe und Funktionsmuster nach der OP ist immer zusätzlich eine begleitende funktionskieferorthopädische Therapie und Logopädie notwendig und sinnvoll.“

Abb. 1a-g: Ausgangsbefund: Extraorale Aufnahmen (a-d) und intraorale Aufnahmen (e-g). **Abb. 2a-c:** Aktivator auf dem Modell (a und c) und im Mund (b), Gerät wird ohne prothetische Versorgung getragen.

Behandlungsplanung

Vom Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen wurde eine Umstellungsosteotomie zur Behandlung der ausgeprägten Kieferfehlstellung befürwortet und empfohlen. Eine anfänglich in Erwägung gezogene alleinige Vorverlagerung des Unterkiefers wurde zugunsten einer bimaxillären Umstellungsosteotomie verworfen. Nach Auswertung der Modellanalyse und einer Modell-OP sollte auf eine dentoalveoläre Dekompensationsbehandlung vor der OP verzichtet werden. Durch die Koppelung von Morphe und Funktion ist jedoch bei einer Umstellungsosteotomie immer davon auszugehen, dass sich die Weichgewebe einschließlich Muskulatur an die postoperative Situation anpassen müssen und es daher einer begleitenden myofunktionellen Therapie bedarf. Außerdem ist in der Regel nicht davon auszugehen, dass intraoperativ eine maximale Interkuspidation erreicht wird und nach der OP stabil ist. Aus diesen Gründen wurden in Abstimmung mit dem Hauszahnarzt, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen und dem Kieferorthopäden vor der Anfertigung einer neuen definiti-

ven prothetischen Versorgung eine kieferchirurgisch-kieferorthopädische Kombinationsbehandlung geplant, welche insbesondere einen Schwerpunkt auf die myofunktionelle Vor-

bereitung der Weichgewebe legt. Die Patientin war mit dem Behandlungskonzept einverstanden und entschied sich für den vorgeschlagenen Therapieplan.

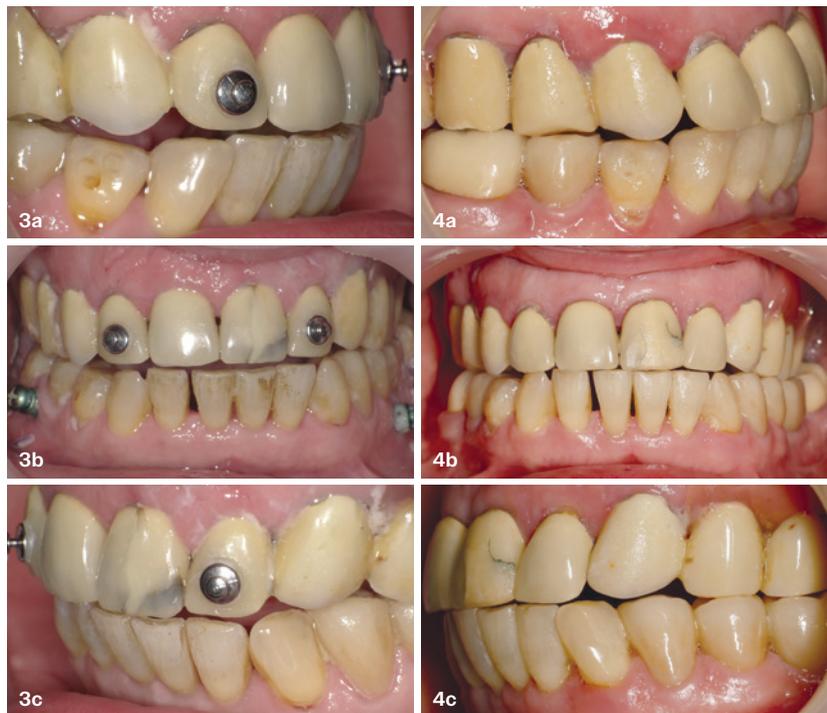


Abb. 3a-c: Zustand nach Umstellungsosteotomie, geklebte Knöpfchen an Zähnen 12, 22. **Abb. 4a-c:** Zustand nach ca. 15 Monaten nach Umstellungsosteotomie.

Umstellungsosteotomie ohne Kieferorthopädie?

Die gesetzliche Krankenkasse (GKV) lehnte aufgrund eines angeforderten Gutachtens die geplante kieferchirurgisch-kieferorthopädische Kombinationsbehandlung ab. Zwar sei eine Umstellungsosteotomie indiziert, eine kieferorthopädische Behandlung jedoch nicht notwendig. Das Einschleifen zur OP und die später geplante prothetische Versorgung seien ausrei-

chend. Die Kosten für die geplante OP würden von der Krankenkasse übernommen, eine kieferorthopädische Behandlung sei jedoch von der Patientin selbst zu tragen. Aufgrund der Intervention des Kieferorthopäden wurde im Rahmen einer Einzelfallentscheidung ein einzelnes KFO-Gerät genehmigt. So konnte ein offener Aktivator als myofunktionelles Gerät eingegliedert werden. Einen Monat später wurde die bimaxilläre Umstellungsosteotomie durchgeführt.

Postoperative Behandlung

Postoperativ zeigte sich eine Parästhesie im Bereich der Unterlippe sowie ein frontal offener Biss. Noch während der Immobilisationsphase wurden durch den Kieferorthopäden an 12 und 22 Knöpfchen geklebt (Abb. 3), sodass die Patientin Gummis zu den noch vorhandenen Pins im Unterkiefer Regio 35/36 und 45/46 spannen konnte. Während der Mobilisationsphase zeigten sich Beschwerden im

„Die Kosten für die geplante OP würden von der Krankenkasse übernommen, eine kieferorthopädische Behandlung sei jedoch von der Patientin selbst zu tragen. Aufgrund der Intervention des Kieferorthopäden wurde im Rahmen einer Einzelfallentscheidung ein einzelnes KFO-Gerät genehmigt.“



Abb. 5a–g: Nach Abschluss der prothetischen Behandlung sowie der kieferorthopädischen Begleitbehandlung, extraorale (a–d) und intraorale Fotos (e–g).

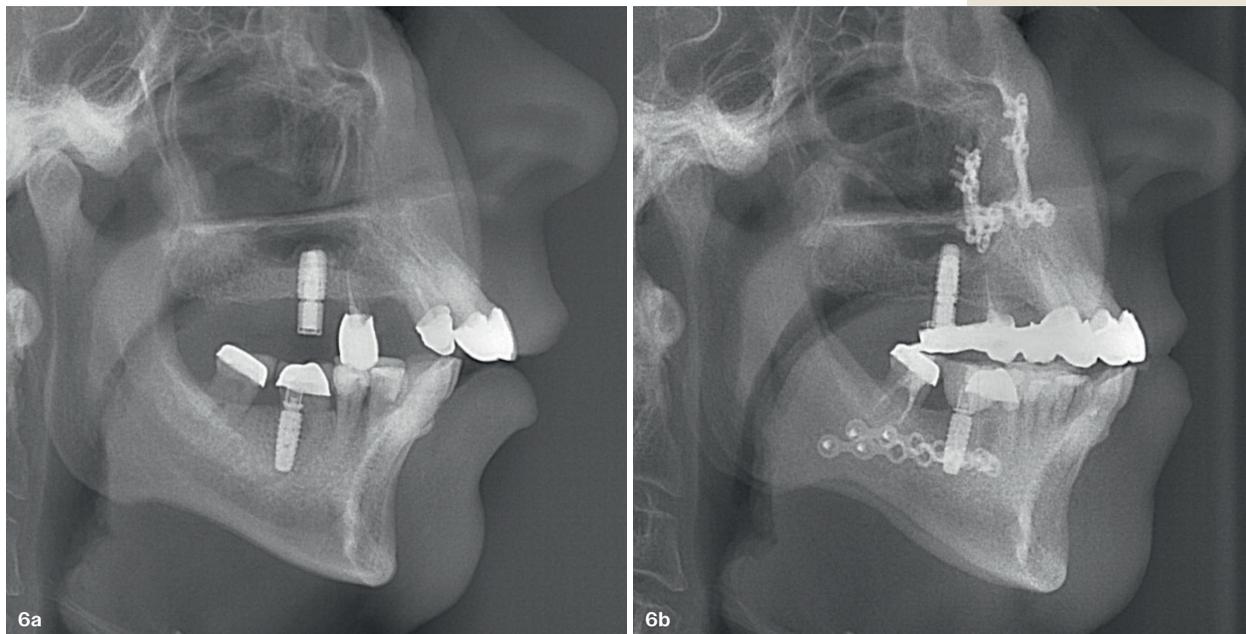


Abb. 6a und b: Ausschnitt Fernröntgenseitenbild: Ausgangssituation (ANB 9,2°; Wits 10,2 mm) (a) und nach Abschluss der Behandlung (ANB 3,2°; Wits 0,63 mm) (b).

Kiefergelenk und Schwierigkeiten, intuitiv die neue Schlussbisslage zu finden. Mithilfe des offenen Aktivators und logopädischer und manualtherapeutischer Unterstützung konnte die myofunktionelle Situation schrittweise verbessert werden, sodass nach einem Jahr ein akzeptables Ergebnis hin-

Fazit

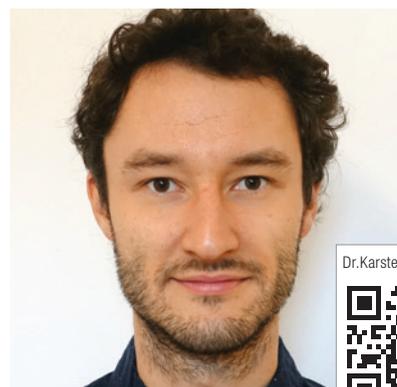
Häufig ist bei der Behandlung einer schwerwiegenden Kieferfehlstellung im Erwachsenenalter die Notwendigkeit einer Kombinationsbehandlung offensichtlich. Dieser Fall zeigt exemplarisch, dass bei einer chirurgischen

tome einer craniomandibulären Dysfunktion nach der Umstellungsosteotomie auf. Nur durch eine intensive Intervention des Kieferorthopäden in Zusammenarbeit mit Logopädie und Manualtherapeuten konnten diese erfolgreich therapiert werden. Die umfassende Betreuung des Patienten und die Bewältigung aller auftretenden Risiken und Komplikationen ist nur im Zusammenspiel der einzelnen Fachdisziplinen umsetzbar.

„Dieser Fall zeigt exemplarisch, dass bei einer chirurgischen Bisslagekorrektur zwangsläufig auch eine Umstellung der myofunktionellen Funktion erfolgen muss; nur so kann das Kauen, Beißen und Sprechen mit der neuen Morphe trainiert werden.“

sichtlich Schlussbisslage, Mastikation und Beschwerdefreiheit des Kiefergelenks erreicht werden konnte. Nach einer ca. halbjährigen Stabilisierungsphase konnte mit einer kontinuierlichen Reduktion der Tragezeit des Aktivators begonnen werden (Abb. 4). Zwei Jahre nach der Umstellungsosteotomie konnte beim Hauszahnarzt mit der Anfertigung des definitiven Zahnersatzes begonnen und ein weiteres Vierteljahr später erfolgreich abgeschlossen werden (Abb. 5).

Bisslagekorrektur zwangsläufig auch eine Umstellung der myofunktionellen Funktion erfolgen muss; nur so kann das Kauen, Beißen und Sprechen mit der neuen Morphe trainiert werden. Es ist nicht ausreichend, nach der OP ausschließlich Einschleifmaßnahmen vorzunehmen. Die erforderliche myofunktionelle Vorbehandlung und Nachsorge liegt nicht in der Hand des Chirurgen, da dieser oftmals fachlich nicht entsprechend geschult ist. Erschwerend traten bei dieser Patientin Symp-



Dr. Karsten Junghanns



Dr. Karsten Junghanns

Junghanns_Karsten@gmx.net
www.fachzahnaerzte-halle.de

Behandlung von Engständen im unteren Frontzahnbereich durch interproximale Reduktion oder Extraktion von Schneidezähnen

Von Dr. Rafi Romano und Dr. Lihi Keren.

Engstände im unteren Frontzahnbereich sind wahrscheinlich der häufigste Grund, warum Patienten kieferorthopädischen Rat suchen. Das Problem verstärkt sich häufig im Laufe der Zeit

durch Abrasion und Attrition der unteren Schneidezähne, insbesondere bei einem Tiefbiss, der zu erhöhten vertikalen und horizontalen Kräften in diesem Bereich führt. Hauptursache für

eine Zunahme dieser Malokklusion ist eine fortschreitende physiologische Verringerung des Zahnbogenumfangs.¹ Es kann eine signifikante Korrelation zwischen dem Ausmaß des Engstandes der unteren Schneidezähne und ihrer Abstützung im ortsständigen Alveolarfortsatz beobachtet werden.²

Mit zunehmendem Alter und Schwächung der Gesichts- und Lippenmuskulatur ergibt sich ein ästhetisches Problem: Die Lippen legen diese Zähne tendenziell deutlicher frei, sodass die Zähne im Unterkiefer den Eindruck des Lächelns stärker dominieren und der Engstand auffälliger wird.³ Ferner führt ein Engstand zu parodontalen Problemen, da Plaque und in der Folge Zahnstein nur schwer zu entfernen sind und auch die Knochenstützung um die eng stehenden Zähne fehlt.^{4,5}

In der Wahrnehmung der Patienten ist der Engstand das Hauptproblem oder vielleicht sogar das einzige Problem. Diagnostisch stellt sich aber nicht selten heraus, dass der anteriore Engstand die gesamte Okklusion verändert hat. Die Behandlung erfordert daher in der Regel die Einbeziehung beider Zahnbögen, um eine ausgewogenere und stabilere Okklusion zu erreichen.

Für die Korrektur eines anterioren Engstandes im Unterkiefer stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Distalisierung

Platz im Frontzahnbereich durch Distalisierung von Molaren zu schaffen,



Abb. 1a und b: Frontalansicht der Zahnreihen (geschlossen), Fall 1 (a) und Fall 2 (b). In beiden Fällen liegt ein moderater bis schwerer Engstand im unteren Frontzahnbereich vor; Zahn 31 ist lingualisiert. **Abb. 2a und b:** Frontalansicht der Zahnreihen (offen), Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Die unteren Frontzähne sind hypereruptiert. In Fall 2 sind die Inzisalkanten der Schneidezähne abradieret. **Abb. 3a–d:** Seitenansicht der Okklusion, Fall 1 (a, b) und Fall 2 (c, d). In beiden Fällen liegt eine Okklusion der Klasse II vor. Die Okklusion im Seitenzahnbereich ist stabil.

ist eine sehr anspruchsvolle und langwierige Aufgabe, die eine intraorale Knochenverankerung (TAD) erfordert.⁶ Häufig ist im Retromolarbereich nicht ausreichend Platz für eine Distalisierung. Zudem macht es keinen Sinn, die Molaren nach distal zu bewegen, wenn bereits eine Okklusion der Klasse I vorliegt.

2. Proklination und Expansion

Durch die Erweiterung des Kieferumfangs lässt sich Platz gewinnen, um den Engstand zu beseitigen. Diese Möglichkeit ist eingeschränkt oder entfällt ganz, wenn der (horizontale) Overjet minimal ist oder wenn der (vertikale) Overbite keine Proklinations- oder Expansionsbewegungen zulässt. In der Literatur wird auch auf das hohe Risiko einer bukkalen Rezession hingewiesen, wenn als Teil der Behandlung eine Proklination der unteren Schneidezähne erfolgt.⁷⁻¹¹

3. Extraktion

Die Extraktion ist eine der häufigsten Behandlungsmethoden bei moderatem bis schwerem Engstand im Frontzahnbereich. Dabei können dann entweder ein mittlerer oder ein seitlicher

Schneidezahn oder zwei Prämolaren entfernt werden. Das Ausmaß des Engstandes ist in der Regel geringer als eine Schneidezahnbreite (7–9 mm), sodass sich eher für die Extraktion eines Schneidezahns als für die Extraktion zweier Prämolaren entschieden wird. Das zieht eine Reihe von Konsequenzen nach sich, wie die Verschiebung der unteren Mittellinie, die ein ästhetisches Problem darstellen kann.¹² Biomechanische Aspekte spielen bei der Extraktion zur Ausrichtung von Zähnen und Wurzeln¹³⁻¹⁶ ebenso eine Rolle wie offene Gingivaflächen („schwarze Dreiecke“), die häufig nach der Extraktion von Schneidezähnen auftreten.¹⁷

4. Interproximale Reduktion (IPR)

Die IPR hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie soll Platz für die kieferorthopädische Ausrichtung schaffen, günstige Kontaktpunkte herstellen und potenziell die Langzeitstabilität verbessern.¹⁸ Eine IPR wird auch durchgeführt, um Diskrepanzen zu korrigieren, die bei der Breitenanalyse nach Bolton festgestellt werden. Zudem können bei der IPR morphologische Anomalien wie zu breite Zähne korrigiert und die Zahn-



Abb. 4: In Fall 2 ist nur wenig befestigte Gingiva vom dünnen Phänotyp mit bukkalen Rezessionen an Zahn 42, 41 und 32 vorhanden.

form modifiziert werden.²⁰ Der Umfang der Maßnahmen, die für die Ausrichtung der Zähne und die Beseitigung des Engstandes erforderlich sind, kann durch eine virtuelle 3D-Simulation bestimmt werden, die eine genaue Abschätzung des Platzbedarfs und damit des Umfangs der IPR ermöglicht. Die Entscheidung zwischen IPR und Schneidezahnextraktion ist vielleicht die schwierigste und Gegenstand zahl-

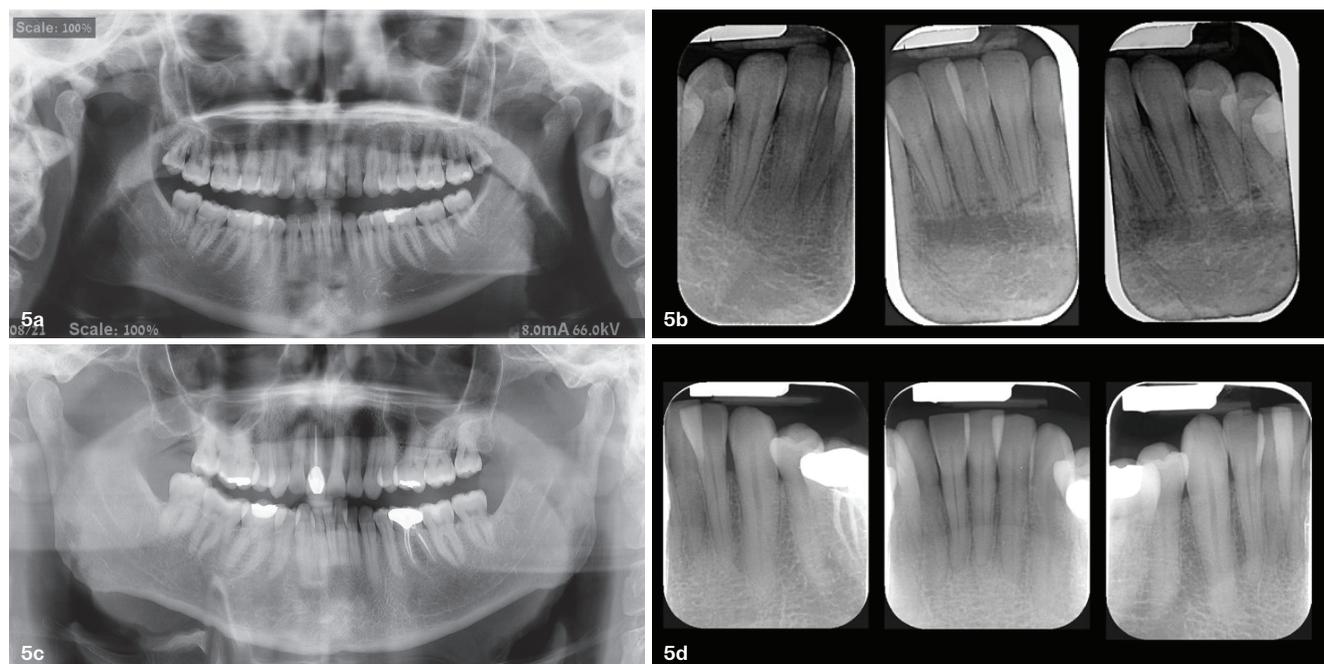


Abb. 5a–d: Röntgenaufnahmen, Fall 1 (a, b) und Fall 2 (c, d). In beiden Fällen ist eine ausreichende Knochenstützung der unteren Schneidezähne gegeben.

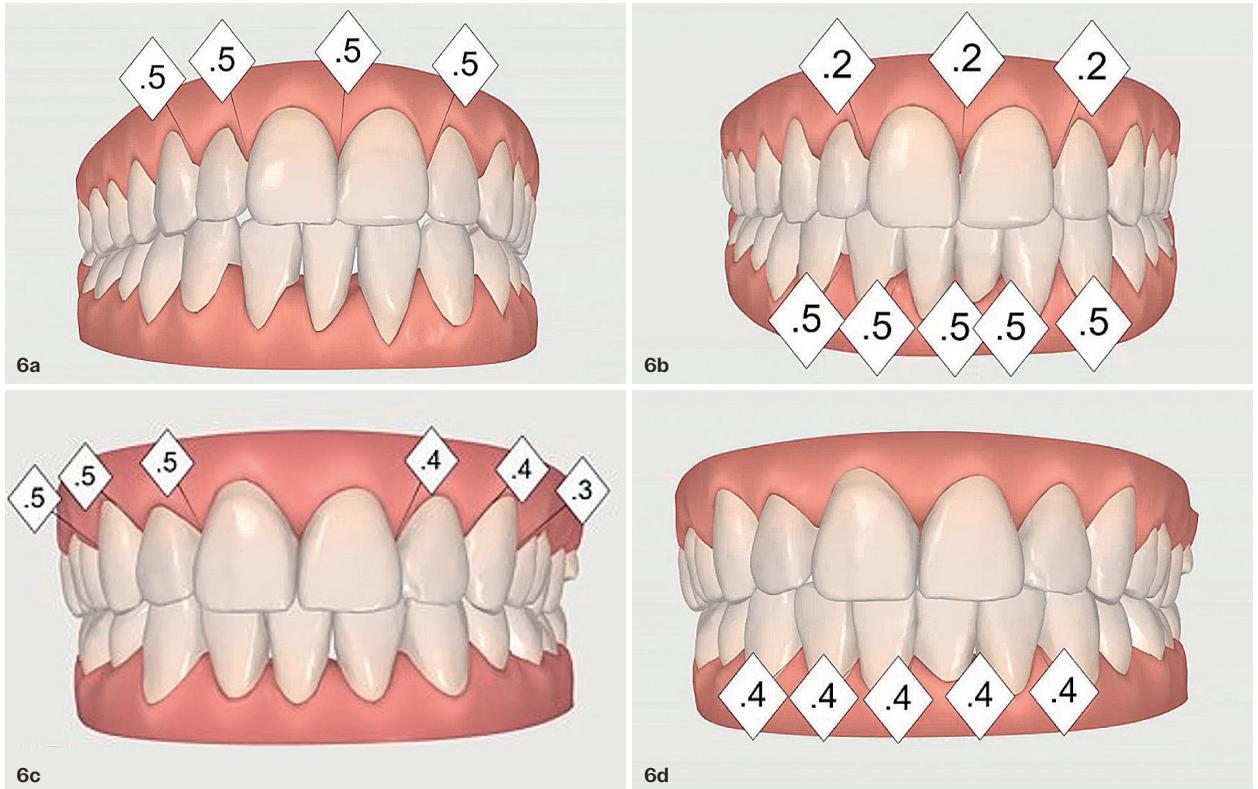


Abb. 6a–d: Virtuelle Simulation mit dem Outcome Simulator von iTero (Align Technology). Für beide Fälle wurde die Extraktion von Zahn 31 und eine IPR simuliert. Die Extraktion in einem Kieferbogen würde aufgrund der entstehenden Bolton-Diskrepanz zwingend eine IPR im Gegenkiefer nach sich ziehen. In Fall 1 (a, b) würde aufgrund der anfänglichen Proklination der oberen Schneidezähne bei beiden Optionen eine IPR erforderlich werden.

reicher Artikel und systematischer Übersichtsarbeiten. Sowohl die IPR als auch die Extraktion unterer Schneidezähne sind wirksam bei der Behandlung von Klasse I-Fehlstellungen im bleibenden Gebiss mit moderatem Engstand im Frontzahnbereich und einem ästhetisch ansprechenden Gesichtsprofil. Klinische Entscheidungen sollten hier individuell unter Berücksichtigung der allgemeinen Gebissituation, des Ausmaßes des Engstandes, des oralen Gesundheitszustandes, der Erwartungen des Patienten und mithilfe einer virtuellen Simulation getroffen werden.²¹ Auch die Stabilität des Behandlungserfolgs sollte bei der Entscheidung zwischen IPR und Extraktion berücksichtigt werden. Nachuntersuchungen nach fünf Jahren zeigten, dass es in der Gruppe ohne Extraktion zu einem stärkeren Rezidiv des Engstandes und in der Gruppe mit Extraktion zu einem stärkeren Rezidiv des Überbisses kam.^{22,23} Bei IPR-Patienten deuteten die Nach-

untersuchungen nach zehn Jahren darauf hin, dass die IPR nicht zu Karies, parodontalen Problemen oder Knochen-

Der Artikel soll Leitlinien und klinische Hinweise dafür liefern, wann die Extraktion von Schneidezähnen vorzuziehen

„In der Wahrnehmung der Patienten ist der Engstand das Hauptproblem oder vielleicht sogar das einzige Problem. Diagnostisch stellt sich aber nicht selten heraus, dass der anteriore Engstand die gesamte Okklusion verändert hat.“

verlust führte. Der Abstand zwischen den Zahnwurzeln im unteren Frontzahnbereich verringerte sich nicht.²⁴ Die in diesem Artikel vorgestellten Fälle betreffen vergleichbare Zahnfehlstellungen, Ausprägungen des unteren Engstandes und ästhetische Herausforderungen. In einem Fall wurde der untere Schneidezahn extrahiert; im anderen Fall wurde eine IPR durchgeführt.

ist und wann die IPR die empfohlene Behandlung darstellt. Beide Fälle hatten das gleiche klinische Ergebnis – eine ausgewogene und ästhetische Okklusion. Die folgenden Aspekte von Engständen im unteren Frontzahnbereich werden erörtert:

1. Ausmaß des Engstandes
2. Ausmaß von Overjet und Overbite
3. Zustand des Parodonts, bukkale Rezession und Knochenstützung

4. Biomechanik für die geplante Bewegung
5. Behandlungstechnik
6. Retention und Stabilität

Zwei klinische Fälle

Eine 32-jährige Frau (Fall 1) und ein 52-jähriger Mann (Fall 2) stellten sich mit einem unästhetischen Engstand der unteren Schneidezähne vor: Bei beiden war Zahn 31 nach lingual geneigt.

Die Okklusion wirkte bis auf den Engstand im Unterkiefer stabil und ästhetisch. Beide Patienten wiesen einen Tiefbiss und einen vergrößerten Overjet auf (Abb. 1). Ebenfalls charakteristisch für beide Fälle waren zwei Okklusionsebenen, die durch Hypereruptionen der unteren Frontzähne sowie durch Abrasion und Attrition der Inzisalkanten entstanden waren. Zahn 31 war aufgrund seiner lingualen Position elongiert und aufgrund des fehlenden Okklusionskontakts mit den oberen Schneidezähnen weniger stark abradert. Die linguale Position des Zahns und eine dunkle optische Verfärbung, die durch den Abstand zu den Nachbarzähnen verursacht wurde (Abb. 2), trugen zu einem unästhetischen Erscheinungsbild bei. In beiden Fällen war die Okklusion eine Molar-Eckzahn-Beziehung der Klasse II (Abb. 3).

Fall 1 wies zudem bukkale Rezessionen auf, und ein Drittel der bukkalen Wurzeloberfläche der Zähne 42, 41 und 32 lag frei (Abb. 4). Die Röntgenaufnahme zeigt eine ausreichende knöcherne Abstützung der unteren mittleren Schneidezähne, ohne Taschenbildung oder aktive Parodontopathien (Abb. 5).

Extraktion oder IPR?

Die Entscheidung zwischen der Extraktion eines unteren Schneidezahns und einer IPR sollte auf präzisen Daten basieren. Intraorale Scans ermöglichen heute eine räumliche Analyse, die nicht nur die Größe der Zähne, sondern auch die Art der geplanten Bewegungen berücksichtigt. Durch Expansion und Proklination lässt sich zusätzlicher

Raum gewinnen. Rotationen, bei denen der innere Teil des Zahns bukkal in Richtung des größeren Kieferumfangs bewegt wird, tragen ebenfalls zur Raumgewinnung bei, verglichen mit einer ähnlichen Rotation, bei der die protrudierte bukkale Seite des Zahns nach innen in Richtung des kleineren Kieferumfangs bewegt wird.

Durch Simulation mit dem iTero-Intraoralscanner können verschiedene Behandlungsoptionen und unterschiedliche Bewegungsszenarien durchgespielt werden.

Die verschiedenen Simulationen sollten nicht nur die mathematischen Berechnungen und die Kombination von Bewegungen und IPR widerspiegeln, sondern auch die Vision und die Erwartungen des Behandlers und die Erwartungen der Patienten.

Abbildung 6 zeigt zwei verschiedene Behandlungssimulationen für die beiden Fälle, eine mit IPR und eine mit Extraktion der unteren Schneidezähne. Eine Extraktion – so wurde deutlich – führt zu einer Bolton-Diskrepanz, die

eine zusätzliche IPR im Gegenkiefer erforderlich macht.

Die Simulationen zeigten, dass das Ausmaß der IPR nicht den empfohlenen maximalen Schmelzabtrag von 0,5 mm (0,25 mesial und distal vom Kontaktpunkt) überschritt. Daher war in beiden Fällen eine IPR-Behandlung laut Simulation durchführbar, vorhersehbar und angemessen. Die Simulation der Extraktion eines unteren Schneidezahns ergab ebenfalls akzeptable Resultate, wenn man sie der IPR-Option vorzog.

Wie sollte also in diesem Fall entschieden werden?

1. Ausmaß des Engstandes

Beide Fälle wiesen in etwa das gleiche Ausmaß an Engstand auf: Fall 1 vielleicht etwas mehr, was sich laut Simulation auf 0,5 mm mehr als in Fall 2 summierte. Durch den zusätzlichen Engstand näherte man sich der Obergrenze für eine IPR (0,5 mm pro Zahn). Dadurch würde die Situation prekär. Wenn sich die Voraussagen zu Biome-

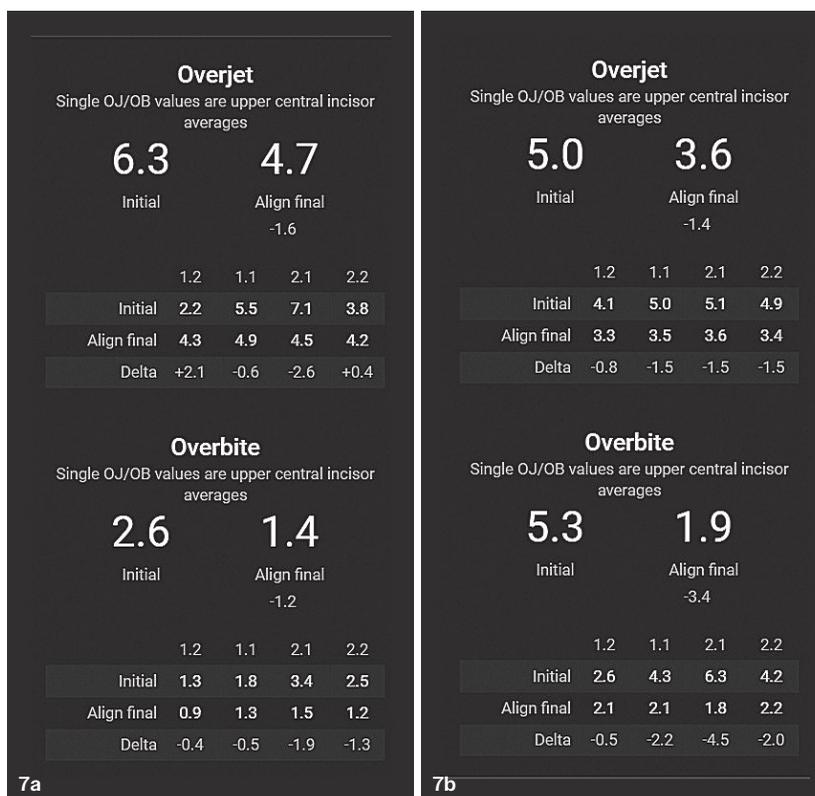


Abb. 7a und b: Initialer Overjet und Overbite, Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Der Overjet ist jeweils vergrößert (in Fall 1 stärker als in Fall 2), und es liegt ein Tiefbiss vor (in Fall 2 stärker als in Fall 1).

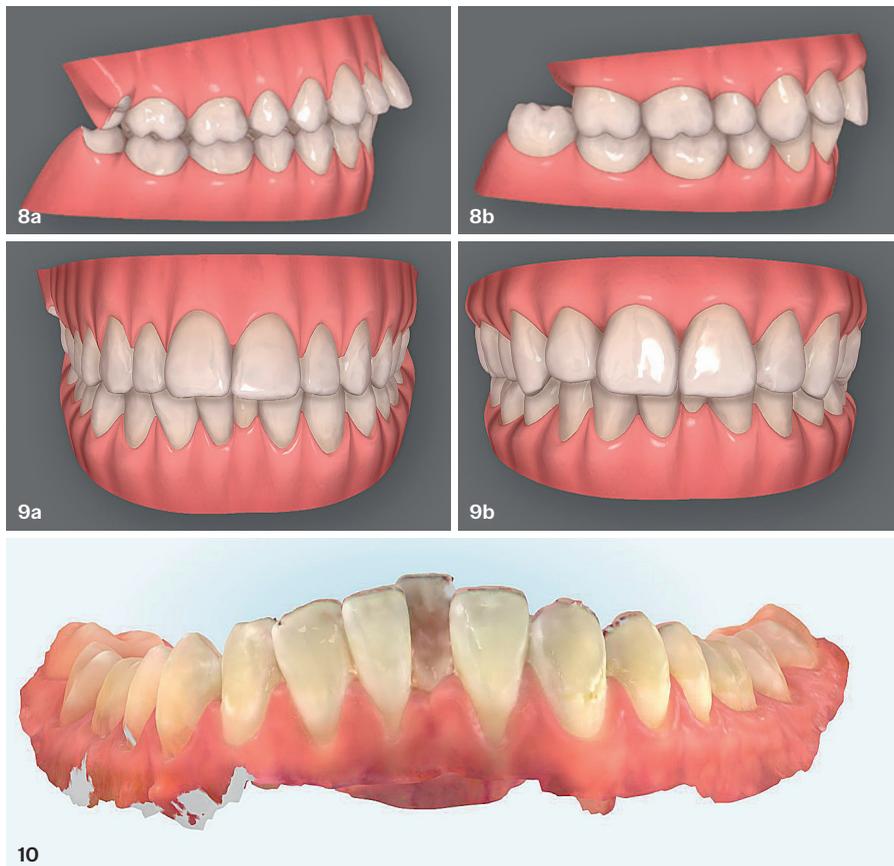


Abb. 8a und b: Seitenansicht in ClinCheck, der Behandlungsplanungssoftware von Invisalign. Proklination der oberen Schneidezähne in Fall 1 (a) und die normale Inklination der Schneidezähne in Fall 2 (b). **Abb. 9a und b:** Frontalansicht in ClinCheck. Der Tiefbiss ist deutlich. In Fall 2 (b) ist der Biss wesentlich tiefer. **Abb. 10:** Der Intraoralscanner ermöglicht eine farbgetreue, realistische Gingivadarstellung, die in Fall 1 die beginnenden Rezessionen und den dünnen gingivalen Phänotyp zeigt.

chanik, Verankerung und Prognose nicht vollständig bestätigen, müsste zusätzlich Schmelz abgetragen werden, was bei unteren Schneidezähnen aufgrund der Nähe zum Dentin sehr ins Gewicht fallen kann.

Schlussfolgerung: Eine IPR wäre in Fall 1 riskant und aufgrund des stark ausgeprägten Engstandes fragwürdig.

2. Ausmaß von Overjet und Overbite

Overjet: Der initiale Overjet lag in Fall 1 bei 6,3 mm und in Fall 2 bei 5,0 mm (Abb. 7).

Die durchschnittliche Breite eines unteren Schneidezahns liegt zwischen 7 und 9 mm, und der in unseren Fällen berechnete Engstand beträgt nicht mehr als 2,5 bis 3 mm. Beim Schließen der durch die Extraktion entstandenen Lücke bewegen sich die unteren Zähne

in der Regel nach lingual, wodurch sich der Overjet vergrößert. Dieser sollte durch eine IPR im Gegenkiefer ausgeglichen werden (wie die virtuelle Simulation zeigt). Fall 1 würde aufgrund der Proklination der Frontzähne definitiv von einer solchen IPR im Oberkiefer profitieren, während in Fall 2 eine Veränderung oder Verbesserung der Frontzahnangulation nicht erforderlich war (Abb. 8).

In der Regel wird der Overjet durch eine IPR nicht vergrößert, da die IPR genau den Platzbedarf widerspiegelt, der zur Beseitigung des Engstandes erforderlich ist. Gelegentlich kann eine IPR mit einer leichten Protrusion der Schneidezähne kombiniert werden (wenn der vorhandene Overjet dies zulässt). So können Engpässe mit minimaler IPR bei gleichzeitiger Reduzierung des Overjets beseitigt werden.

Overbite: Der initiale Overbite lag in Fall 1 bei 2,6 mm und in Fall 2 bei 5,3 mm.

Eine IPR und eine Proklination der unteren Schneidezähne tragen zur Korrektur des Tiefbisses bei, da der Kontaktpunkt zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen weiter nach inzisal verlagert wird und die Zähne durch die Vorverlagerung „kürzer“ werden. Eine Extraktion würde zu einer Vertiefung des Bisses führen, da sich anschließend die Schneidezähne nach lingual bewegen würden. Daher sollte eine Intrusion der Schneidezähne in der Planung berücksichtigt werden (Abb. 9).

Schlussfolgerung: Auf Grundlage des initialen Overjets ist in Fall 1 eine IPR im Oberkiefer zu planen. Auf Grundlage des initialen Overbites ist in Fall 2 eine weitere Vertiefung des Bisses zu vermeiden.

3. Zustand des Parodonts einschließlich Zahnfleischtaschen, bukkaler Rezession und Knochenstützung

Kieferorthopädische Zahnbewegungen sind mit Knochenabbau und Knochenaufbau verbunden. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, den Ausgangszustand des Parodonts einschließlich des Alveolarknochens und der befestigten Gingiva zu diagnostizieren.

In Fall 1 war das Knochenlager bereits stark beeinträchtigt. Die Patientin hatte bereits eine kieferorthopädische Behandlung hinter sich. Zahn 42, 41 und 32 wiesen eine bukkale Rezession auf (Abb. 10).

Die Zähne im Ober- und Unterkiefer waren prokliniert und übten daher zusätzlichen Druck auf die dünne Gingiva aus.

In Fall 2 war die bukkale Rezession im Molarenbereich minimal, aber im unteren Frontzahnbereich war die Gingiva vom dicken Phänotyp, mit voller Abdeckung der Frontzähne 32 bis 42 und ganz minimaler bukkaler Rezession an Zahn 43. Die Behandlung in Fall 1 sollte auf jeden Fall verhindern, dass die Proklination noch weiter verstärkt wird.

Vielmehr sollte versucht werden, die Wurzeln nach lingual zu bewegen, um das Knochenangebot im anterioren Bereich der Wurzeln zu erhöhen. In Fall 2 könnte eine leichte Proklination der vorderen Schneidezähne erfolgen, die in Kombination mit einer IPR das Engpassproblem lösen könnte.

Es ist sehr wichtig, die aktuelle Situation mit den geplanten Bewegungen abzugleichen und die Bilder in der Simulation übereinander zu legen, damit bei gefährdetem Parodont keine Proklination erfolgt und gleichzeitig aber auch kein größerer Overjet entsteht, wenn ein Zahn extrahiert werden soll. So eine Überlagerung und damit gegebenenfalls eine Überarbeitung der geplanten Bewegungen ermöglicht eine 3D-Schnittstelle. Wenn eine IPR und eine Proklination indiziert sind, dient in der Regel der prominenteste Teil des am weitesten bukkal stehenden Zahns als Orientierungspunkt und alle anderen Zähne werden an diesem Zahn ausgerichtet. Wenn eine Zahnextraktion geplant ist, wählt man den am weitesten lingual gelegenen Teil der Frontzähne und richtet die Gestaltung des Kieferbogens danach aus (Abb. 11).

In der zahnärztlichen und kieferorthopädischen Fachwelt wird derzeit darüber diskutiert, ob und wann eine DVT-Untersuchung erforderlich ist, um zu entscheiden, ob die Behandlung eine Extraktion oder eine IPR umfassen sollte. Die Behandlung mit Clear Alignern hat sich in den letzten Jahren weiterentwickelt. Hier können DVT-Scans integriert werden, die eine Beurteilung des Knochenlagers und der Wurzelpositionen ermöglichen. Die Simulation der Behandlung eines Engstandes der unteren Schneidezähne mit IPR oder durch eine Zahnextraktion trägt dazu bei, eine fundierte Therapieentscheidung zu treffen, die auf

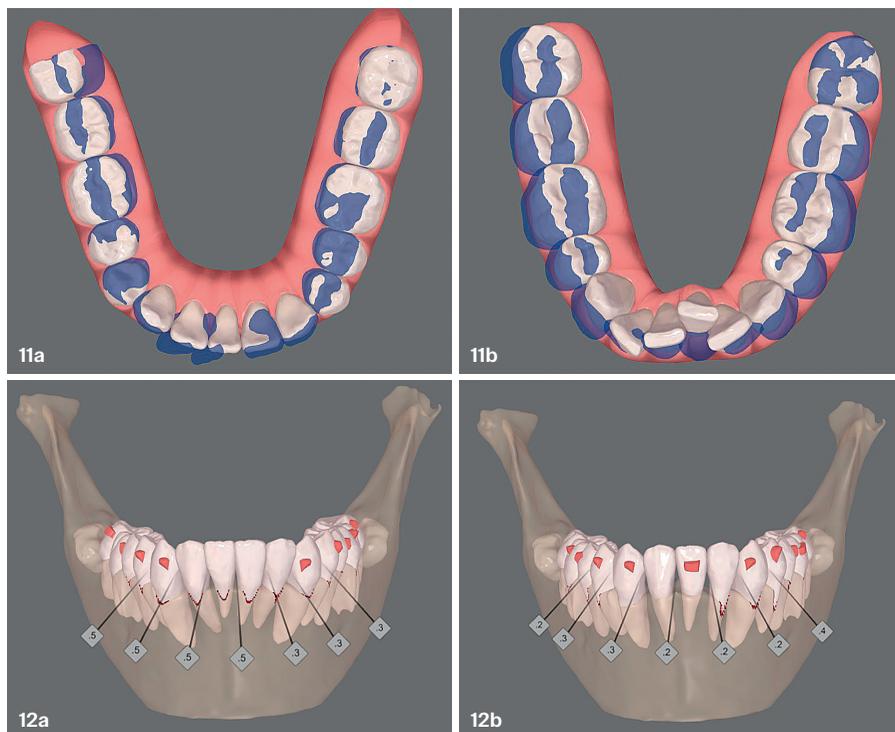


Abb. 11a und b: Überlagerung der geplanten Zahnbewegungen, Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Bei einer geplanten Extraktion (Fall 1) orientiert man sich an dem am weitesten lingual gelegenen Schneidezahn und bei einer geplanten IPR an dem am weitesten bukkal gelegenen Anteil des vorstehenden Zahns. **Abb. 12a und b:** In ClinCheck integriertes DVT. Eine IPR beeinträchtigt nur die bukkale Knochenstützung des vorderen unteren Schneidezahns (rot markiert), während die Extraktion des unteren Schneidezahns höchstwahrscheinlich zu einer besseren Knochenabdeckung der Wurzeln führen würde. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Nimrod Dykstein.)

den Dehiszenzen und Rezessionen vor der Behandlung und der zu erwartenden Knochenunterstützung nach den geplanten kieferorthopädischen Bewegungen basiert (Abb. 12).

Es ist jedoch umstritten, ob die Informationen, die das DVT liefert, von klinischer Bedeutung sind, insbesondere in Bezug auf die Knochenbreite. Bei DVT-Messungen des labialen Knochens wurde die Knochendicke in der Regel überschätzt. Mit dem DVT lässt sich relativ genau und zuverlässig die labiale Knochendicke ermitteln, wenn der Alveolarknochen dicker als 1 mm ist. Bei den meisten Patienten ist der labiale Knochen jedoch dünner als

1 mm. Daher könnte das DVT bei vielen Patienten Ergebnisse liefern, die deutlich von den tatsächlichen Werten abweichen.²⁵

Die Reaktion des Knochens auf kieferorthopädische Maßnahmen wird von vielen Parametern beeinflusst. Dazu gehören die Richtung und Geschwindigkeit der Zahnbewegungen, der Zustand des Alveolarknochens und auch die Mundhygiene. Es gibt keine wissenschaftliche Evidenz, die die Durchführung eines DVT bei jedem Patienten rechtfertigen würde. Daher ist es besser, sich auf die klinische Untersuchung und die eigene langjährige Erfahrung zu verlassen.

„Kieferorthopädische Zahnbewegungen sind mit Knochenabbau und Knochenaufbau verbunden. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, den Ausgangszustand des Parodonts einschließlich des Alveolarknochens und der befestigten Gingiva zu diagnostizieren.“

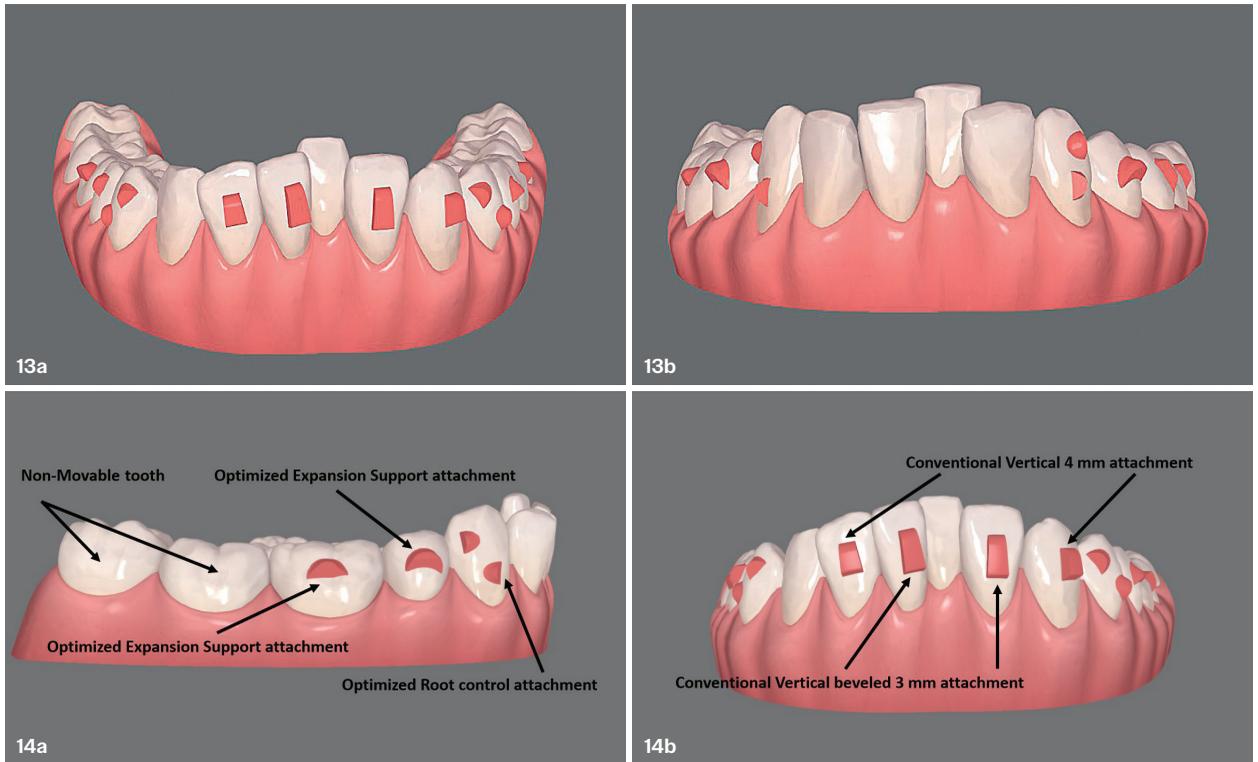


Abb. 13a und b: Bei einer geplanten Extraktion (Fall 1) werden Attachments in der Nähe der Extraktionsstelle platziert, um eine physische Bewegung zu bewirken. Wenn eine Intrusion per IPR und eine Proklination geplant sind, vermeidet man Attachments an den unteren Schneidezähnen. **Abb. 14a und b:** Die Auswahl der Attachments sollte sich nach der Art der Bewegung und der erforderlichen Verankerung richten. Einige Attachments werden von der KI ausgewählt (optimiert), andere bieten einen guten Halt und eine gute Kraftausrichtung (konventionell). a: Nicht zu bewegende Zähne: Optimiertes Attachment für eine Expansion, Optimiertes Attachment für eine Expansion, Optimiertes Attachment für die Wurzelpositionierung; b: Konventionelles vertikales 4 mm-Attachment, Konventionelles abgeschrägtes vertikales 3 mm-Attachment.

Schlussfolgerung: Bei bukkalen Rezessionen und dünner befestigter Gingiva besteht ein hohes Exazerbationsrisiko, wenn die Engstände mit einer IPR und Proklination behoben werden sollen.

4. Biomechanik für die geplante Bewegung

Die Biomechanik befasst sich mit der Art und Weise, wie die geplanten Bewegungen ausgeführt werden.

Wenn die Extraktion eines unteren Schneidezahns geplant ist, muss die Parallelität der Wurzeln in der Nähe der Extraktionsstelle und eine gute Retention der Seitenzähne gewährleistet sein. Für die Seitenzähne sollten optimale Attachments und für die Frontzähne konventionelle vertikale Attachments gewählt werden.

Wenn eine IPR in Kombination mit einer Tiefbisskorrektur geplant ist, sollten Attachments im unteren Frontzahnbereich vermieden und das übliche Trio Proklination-Intrusion-Retrusion geplant werden.

Clear Aligner sind sehr effektiv bei der Protrusion von Zähnen. Daher hilft eine Proklination, die Zähne in vorhersagbarer Weise zu derotieren. Bei Intru-



Abb. 15: Mit der Virtual Care-App überwachen die Patienten wöchentlich die Zahnbewegungen.

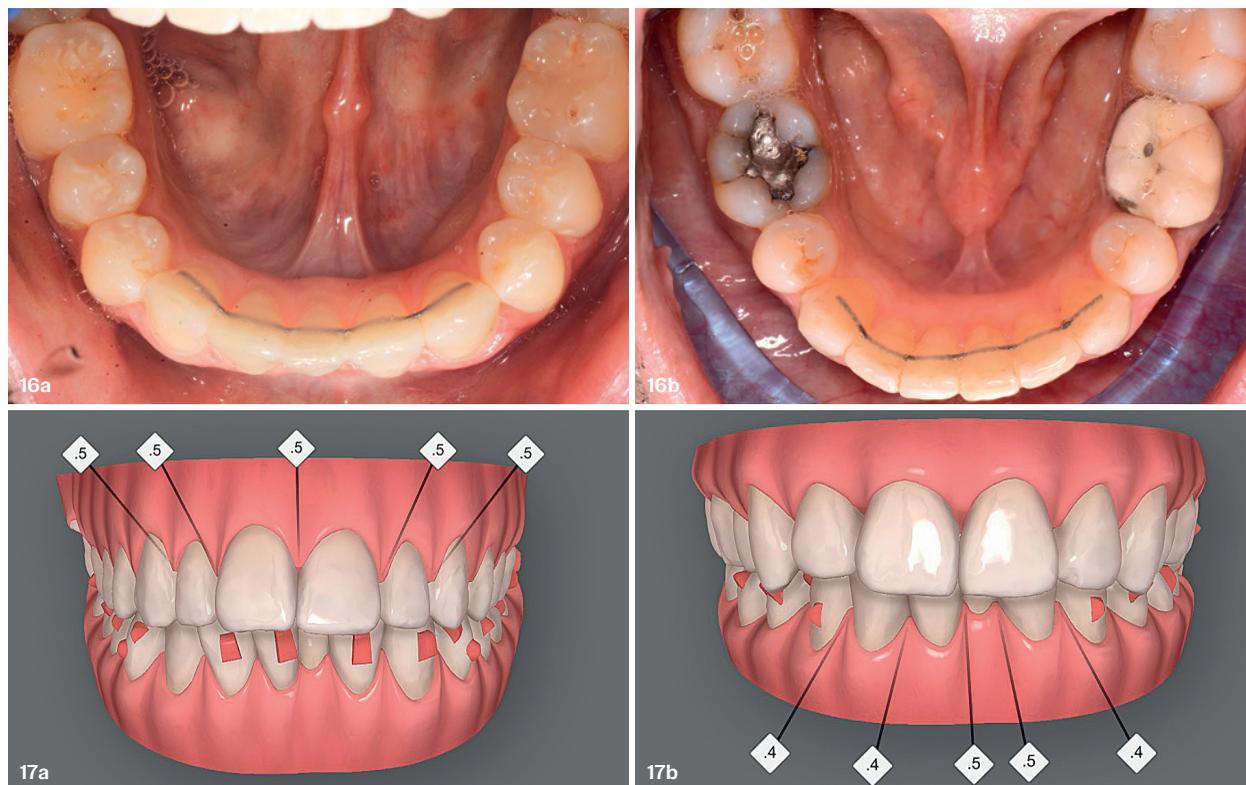


Abb. 16a und b: Fall 1 (a) und Fall 2 (b): Adhäsiv befestigter Retainer im Unterkiefer (Zahn 43 bis 33) am Ende der kieferorthopädischen Behandlung. Bei der IPR geht es darum, ein Rezidiv des Engstandes zu vermeiden. Bei der Extraktion muss vermieden werden, dass sich die Extraktionslücke wieder öffnet. **Abb. 17a und b:** Fall 1 (a) und Fall 2 (b): Abschließende ClinCheck-Darstellung: In Fall 1 wurde der untere Schneidezahn extrahiert und im Oberkiefer eine IPR mit 26 Alignern durchgeführt. In Fall 2 wurde eine IPR, Proklination und Intrusion im Unterkiefer sowie eine leichte Neuausrichtung im Oberkiefer vorgenommen.

sion und Tiefbisskorrekturen liefern Clear Aligner ebenfalls effektive und vorhersagbare Ergebnisse, sofern eine feste Abstützung im Seitenzahnbereich gegeben ist (Abb. 13). Zudem ist es wichtig, den Behandlungsplan zu überprüfen und unnötige Wurzelbewegungen der ausgewählten Seitenzähne zu vermeiden, für die keine neue Position geplant ist.

Ambitionierte Behandler könnten versuchen, das Ergebnis zu optimieren und alle Zähne zu bewegen, aber das ist nicht unbedingt das Ziel und kann die Behandlung unnötig verkomplizieren (Abb. 14).

Schlussfolgerung: Die Anzahl der Attachments, ihre Form, Größe und Position an den einzelnen Zähnen sollten unterschiedlich sein, wenn eine IPR oder Extraktion geplant ist.

5. Behandlungstechnik

Die Behandlung mit Alignern bietet folgende Vorteile:

- 3D-Planung und KI-Planungsassistenten erlauben eine sehr genaue Planung der Bewegungen und ermöglichen es, Kräfte auf ausgewählte Zähne zu minimieren und auch zu eliminieren. Kräfte lassen sich auch gezielt auf einzelne oder meh-

rere Zahnbereiche verteilen, um ihre Wirkung zu maximieren und vorhersagbare Bewegungen zu induzieren.

- Aligner bedecken die Zähne von allen Seiten, bilden eine Schutzhülle für die Zähne und verhindern ihre Mobilität. Der Behandlungsfortschritt kann wöchentlich virtuell kontrolliert und unerwünschte Bewegungen können vorhergesagt werden (Abb. 15).
- Aligner erleichtern den Patienten die Aufrechterhaltung einer guten Mundhygiene und reduzieren die Anzahl notwendiger Notfall Eingriffe.

„Eine IPR und eine Proklination der unteren Schneidezähne tragen zur Korrektur des Tiefbisses bei, da der Kontaktpunkt zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen weiter nach inzisal verlagert wird und die Zähne durch die Vorverlagerung ‚kürzer‘ werden.“



Abb. 18a-l: Frontalansicht der Zahnreihen nach Ende der Behandlung. In beiden Fällen wurde die gleiche Klasse I-Okklusion erzielt (Fall 1 [a, b] und Fall 2 [c, d]). Der Zustand des Parodonts ist in beiden Fällen stabil und relativ gesund (Fall 1 [e, f] und Fall 2 [g, h]). Die Röntgenaufnahmen zeigen parallele Wurzeln. Im Fall 2 (k, l) (IPR) konnte eine zu starke Annäherung der Wurzeln vermieden und in Fall 1 (i, j) (Extraktion) eine günstige Wurzelposition geschaffen werden.

6. Retention und Stabilität

Retention und Stabilität sind keine Kriterien, die in direktem Zusammenhang mit der Art der Behandlung von Eng-

ständen, der Extraktion oder der IPR stehen.

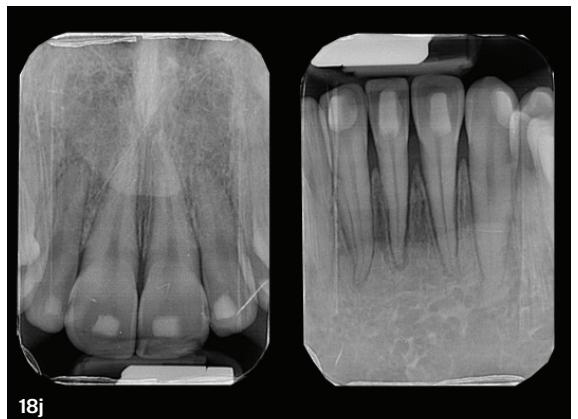
Ziel muss es sein, die Behandlung mit sehr stabilen okklusalen Kontakten,

funktionellem Kauen, Kräftegleichgewicht und Wurzelparallelität abzuschließen. Eine gute Ästhetik ist natürlich immer von Vorteil. Sie hat jedoch keinen Einfluss auf das Retentionsprotokoll, das das nächtliche Tragen von Alignern, vorzugsweise mit einer Breite von 1,0 mm, auf unbestimmte Zeit vorsieht sowie zusätzlich einen unteren festsitzenden Retainer von Zahn 43 bis Zahn 33, der nach einiger Zeit entfernt wird, um eine gute Reinigung zu ermöglichen.

Bei jeder Nachuntersuchung sollte der Mund gescannt werden. Dabei kann die im Scanner integrierte Zeitrafferfunktion genutzt werden, um das Endergebnis mit der aktuellen Situation abzugleichen und aus der Bildüberlagerung zu schlussfolgern, ob eine Bewegung stattgefunden hat, und wenn ja, von welcher Art und in welchem Ausmaß. Wenn der untere Schneidezahn extrahiert wurde, muss natürlich vermieden werden, dass sich die Extraktionslücke wieder öffnet. Bei der IPR geht es darum, ein Rezidiv des Engstandes zu vermeiden (Abb. 16).

Behandlungsverlauf

Auf Grundlage aller oben beschriebenen Kriterien wurde beschlossen, in Fall 1 Zahn 31 zu extrahieren und in Fall 2 eine Proklination und eine IPR zu planen. Aufgrund der Proklination der oberen Zähne in Fall 1 und der Extraktion des Schneidezahns wurde zusätzlich eine IPR an den oberen Schneidezähnen vorgesehen.





In beiden Fällen handelte es sich um recht kurze Behandlungen, mit 26 Alignern in Fall 1 (Extraktion) und 20 Alignern in Fall 2 (IPR) (Abb. 17). Das Ergebnis war in beiden Fällen zufriedenstellend und erfüllte unsere Erwartungen. Es wurden keine zusätzlichen Aligner benötigt. Der Tiefbiss wurde korrigiert, die Wurzeln waren parallel (sowohl bei der Extraktion als auch bei der IPR), die Okklusion ist stabil und die Ästhetik konnte verbessert werden (Abb. 18).

Diskussion

Die dargestellten Fälle zeigen, dass sich mit einer IPR und einer Extraktion der unteren Schneidezähne gleichwertige Ergebnisse erzielen lassen. Die heute zur Verfügung stehenden Simulationswerkzeuge erleichtern eine gute Kommunikation mit den Patienten und dem überweisenden Allgemeinzahnarzt. Sie ermöglichen uns auch, die beiden Behandlungsoptionen – Extraktion und IPR – mit all ihren Konsequenzen vorab gründlich zu studieren. Retention und

Stabilität haben heute an Bedeutung verloren, da die Anweisungen zur Erhaltung des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses unabhängig von der gewählten Therapie gleich sind: Tragen eines Aligners über Nacht auf unbestimmte Zeit und zusätzlich feste Retainer nur für die unteren Schneidezähne. Der parodontale Ausgangszustand ist einer der ausschlaggebenden Gründe, warum die Extraktion der IPR vorgezogen wird. Die Patienten werden regelmäßig alle vier bis sechs Monate zu Kontrolluntersuchungen einbestellt. Dabei werden stets klinische Fotos und Intraoralscans angefertigt und gelegentlich Röntgenaufnahmen gemacht sowie eine professionelle Zahnreinigung und eine Untersuchung des Parodonts durchgeführt.

Bei den meisten Patienten entwickelt sich im Laufe der Behandlung eine völlig neue Einstellung zur eigenen Zahngesundheit. Da die meisten erst im Erwachsenenalter kieferorthopädisch behandelt werden, ist es einfacher, sie aufzuklären, zu einem reflektierten Handeln zu motivieren und eine kooperative Beziehung zu ihnen aufzubauen. In den meisten Fällen kommt eine der beiden Behandlungsoptionen Extraktion oder IPR infrage. Die Entscheidung sollte auf Grundlage einer virtuellen Simulation und einer multidisziplinären Beratung getroffen werden. Da vorab bekannt ist, dass beide Optionen „auf dem Tisch liegen“ und beide vorhersagbar sind, können alle anderen Parameter wie die Persönlichkeit des Patienten, die Anforderungen des überweisenden Zahnarztes und unsere eigenen Reaktionen und Erfahrungen berücksichtigt werden. Die 3D-Simulation und die Behandlungsplanung eröffnen völlig neue Möglichkeiten, um Situationen spielerisch zu erkunden, Optionen vorab virtuell zu testen und eine fundierte Therapieentscheidung zu treffen.



Dr. Rafi Romano
rafi@drromano.com
www.drromano.com



Lihik Keren, DMD
lihi1210@gmail.com
www.drromano.com



Anomalie des progenen Formenkreises mit frontalem und lateralem Kreuzbiss bei Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße

Von Dr. Carmen Schmid-Herrmann.

Befund

Der Patient stellte sich erstmalig im Alter von zwölf Jahren im April 2017 vor (Abb. 1). Er wurde nach einer Frühbehandlung mit aktiven Platten bei seinem Hauszahnarzt von diesem zu mir überwiesen.

Es lag eine positive Familienanamnese bezüglich einer Klasse III-Anomalie vor. Die Röntgendiagnostik (Panoramaröntgenschnittaufnahme und Bissflügel; Abb. 2a) zeigte ein teilweise konservierend versorgtes permanentes

Gebiss mit Anlage aller Weisheitszähne im hoffnungslosen Platzmangel bei multiplen kariösen Läsionen (16m, 26d, 37m, 36d, 35d, 46d, 47m), deren konservierende Versorgung angewiesen wurde. Aufgrund der Retentions- und Verlagerungstendenz von Zahn 13 wurde eine dreidimensionale Bildgebung (digitale Volumentomografie als Ausschnitt; Abb. 2b) angefertigt, wobei minimale Resorptionen an der distalen Wurzeloberfläche von 12 und der mesialen Wurzeloberfläche von 14 festgestellt wurden (Abb. 2c).

Es lagen plumpe Kondylen bei atypischer Kondylusform links, ausgedehnte Recessus der Sinus maxillares und eine Mukozele in der linken Kieferhöhle vor. Das Fernröntgenseitenbild (Abb. 3) zeigte eine skelettale Klasse III bei stark vertikalem Wachstumsmuster sowie einen skelettal offenen Biss bei Protrusion der Oberkieferfront und bialveolärer Anteposition. Das Profil war konvex-progen mit vergrößertem unterem Gesichtsdrittel (Abb. 1a). Im oberen Schmalkiefer mit Gummy Smile und hohem Gaumen



Abb. 1a–d: Extra- und intraorale Ausgangssituation im Alter von 12 Jahren und vier Monaten. **a:** In der En-face-Aufnahme zeigte sich ein vergrößertes unteres Gesichtsdrittel bei gnathischer Mittellinienverschiebung nach rechts und ein Longface-Syndrom. **b:** Beim Lachen lag ein Gummy Smile vor. **c:** Das Profil war konvex bei nach vorne schiefem Vorgesicht und positiver Lippentreppe.



Abb. 1d1–1d5: Im oberen Schmalkiefer brach Zahn 13 vestibulär bei sagittaler Aufwanderung im 1. Quadranten und Mittellinienverschiebung nach rechts durch. Es lag ein Engstand in der Unterkieferfront bei Platzmangel in beiden unteren Seitenzahnbereichen und bukkalem Außenstand von 34 vor. Die Okklusion stellte sich als rechts Klasse I bei links Klasse III um eine Prämolarenbreite dar. Es lag ein Kreuzbiss der Zähne 15–12 zu 42–45 und 23 zu 34 vor.

standen die protrudierte und ante-positionierte Front gedreht und gekippt (Abb. 1d). Es lag ein Diastema mediale bei Mittellinienverschiebung nach rechts vor. Ursächlich hierfür war der vestibuläre Durchbruch von 13. Links bestand ein moderater Platzüberschuss im Seitenzahnbereich bei Platzmangel im rechten Seitenzahnbereich und sagittaler Aufwanderung rechts. Im unteren asymmetrischen Schmalkiefer standen die supra- und ante-positionierte Front eng, gedreht und gekippt. Es lag ein Platzmangel im Seitenzahnbereich beidseits bei sagittaler Aufwanderung links mit Teilplatzverlust und bukkalem Außenstand von 34 vor. Beide Speekurven waren ausgeprägt.

Die Okklusion stellte sich mit einer Klasse I rechts und einer Klasse III um 1 Prämolarenbreite links asymmetrisch dar. Es lag ein Kreuzbiss der Zähne 15 bis 12 zu 42 bis 45 sowie 23 zu 34 bei gnathischer Mittellinienverschiebung nach rechts vor. Die übergeordneten Diagnosen lauteten somit:

- Anomalie des progenen Formenkreises frontaler und lateraler Kreuzbiss Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße
- Longface-Syndrom

Der Patient und die Erziehungsberechtigten wurden ausführlich über die vor-

liegenden Befunde und insbesondere über die Anomalie des progenen Formenkreises, das vertikale Wachstumsmuster sowie die bei ungünstigem Wachstumverlauf möglicherweise später notwendige kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie aufgeklärt.

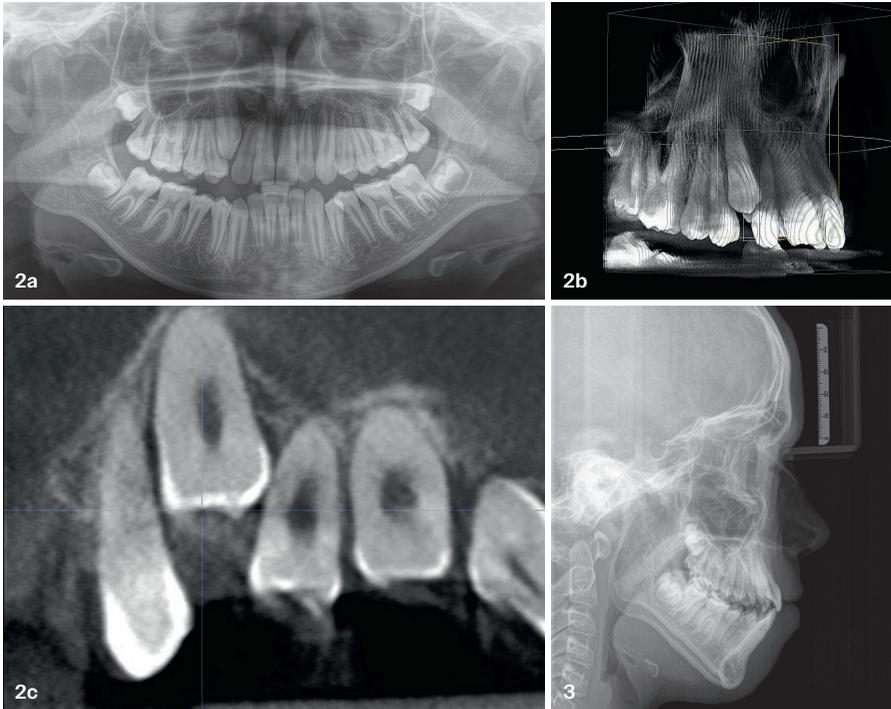
Therapie

1. Phase: Transversale Erweiterung des Oberkiefers (Abb. 4)

Initial erfolgte eine transversale Nachentwicklung des oberen Schmalkiefers mittels einer Hyrax-Gaumennaht-erweiterungsapparatur, um die trans-

„Initial erfolgte eine transversale Nachentwicklung des oberen Schmalkiefers mittels einer Hyrax-Gaumennahterweiterungsapparatur, um die transversale Diskrepanz und den lateralen Kreuzbiss zu korrigieren und weitere Resorptionen an 12 und 14 zu verhindern.“

versale Diskrepanz und den lateralen Kreuzbiss zu korrigieren und weitere Resorptionen an 12 und 14 zu verhindern. Der Patient wurde instruiert, zwei Mal täglich (morgens und abends) die Hyrax-Schraube zu stellen. Zur Biss-spernung während der Überstellung der Kreuzbisse wurden Aufbisse an 36



Wert	Norm	Auswertung	Bewertung
SNA	82,0 ± 2,0°	83,1°	OK orthognath
SNB	80,0 ± 2,0°	78,1°	UK orthognath
ANB	2,0 ± 2,0°	5,0°	skelettale Klasse II
indiv. ANB	1,0 ± 0,5°	-1,4°	skelettale Klasse III
Wits	0,0 ± 0,5 mm	-1,4 mm	skelettale Klasse III
SN-Gn (Y-Achse)	66,0 ± 1,0°	74,9°	vertikales Wachstumsmuster
Summenwinkel	396,0 ± 5,0°	401,8°	vertikales Wachstumsmuster
ODI	74,5 ± 0,5°	64,2°	skelettal offener Biss
OK1-NS	103,0 ± 2,0°	106,9°	OK-Front prokliniert
UK1-GoMe	90,0 ± 3,0°	87,8°	UK-Front orthokliniert
OK1-NPog	5,0 ± 2,0 mm	12,8 mm	OK-Front antepositioniert
UK1-NPog	0,0 ± 2,0 mm	10,7 mm	UK-Front antepositioniert

Abb. 2a: Die Panoramaröntgensichtaufnahme zeigte ein permanentes Gebiss mit Anlage der Zähne 18, 28, 38 und 48 im Platzmangel bei Retentions- und Verlagerungstendenz von 13. **Abb. 2b und c:** Die digitale Volumentomografie stellte minimale Resorptionen an den Zähnen 12 und 14 durch 13 dar. **Abb. 3:** Das Fernröntgenseitenbild zeigte eine skelettale Klasse III-Anomalie bei stark vertikalem Wachstumsmuster mit skelettal offenem Biss. Es lag eine Protrusion der Oberkieferfront bei bialveolärer Anteposition vor.

und 46 angebracht. Die Protrusionsfeder an 12 diente zur Überstellung des frontalen Kreuzbisses. Nach transversaler Erweiterung des Oberkiefers und Entkopplung des Unterkiefers mittels der Aufbisse kam es zu einer Spontankorrektur der gnathischen Mittellinienverschiebung. Im Unterkiefer wurde ein Lingualbogen zur maximalen Verankerung der Molaren eingesetzt (Abb. 4).

2. Phase: Multibandbrackettherapie (Abb. 5–10)

Im Unterkiefer erfolgte der Lückenschluss nach Exzision der Zähne 35 und 45 (Abb. 5 und 6). Der Lückenschluss erfolgte zu zwei Dritteln von anterior und zu einem Drittel von posterior. Daher wurde der Lingualbogen im Behandlungsverlauf nach zehn Monaten entfernt. Im Oberkiefer wurde nach Entfernung der Hyrax-Gaumen-

nahterweiterungsapparatur ein Transpalatinalbogen zur transversalen Verankerung eingesetzt (Abb. 7) und die Zähne 17 und 27 extrahiert. Zahn 13 wurde in den Zahnbogen eingeordnet und die Mittellinienverschiebung korrigiert. Ober- und Unterkiefer wurden mittels einer Multibracketapparatur ausgeformt und die Zahnbögen harmonisiert (Bogensequenz: 0.016" Sentalloy; 0.018" SS; 0.018 x 0.025" NiTi; 0.019 x 0.025" SS; 0.019 x 0.025" TMA; Abb. 8). Die Weisheitszähne 18, 28, 38 und 48 wurden eingeordnet (Abb. 9). Es wurde eine alternierende Verzahnung (Klasse III-Okklusion um eine Prämolarenbreite) bei korrektem Overbite und Overjet eingestellt und die Kreuzbisse überstellt (Abb. 10).

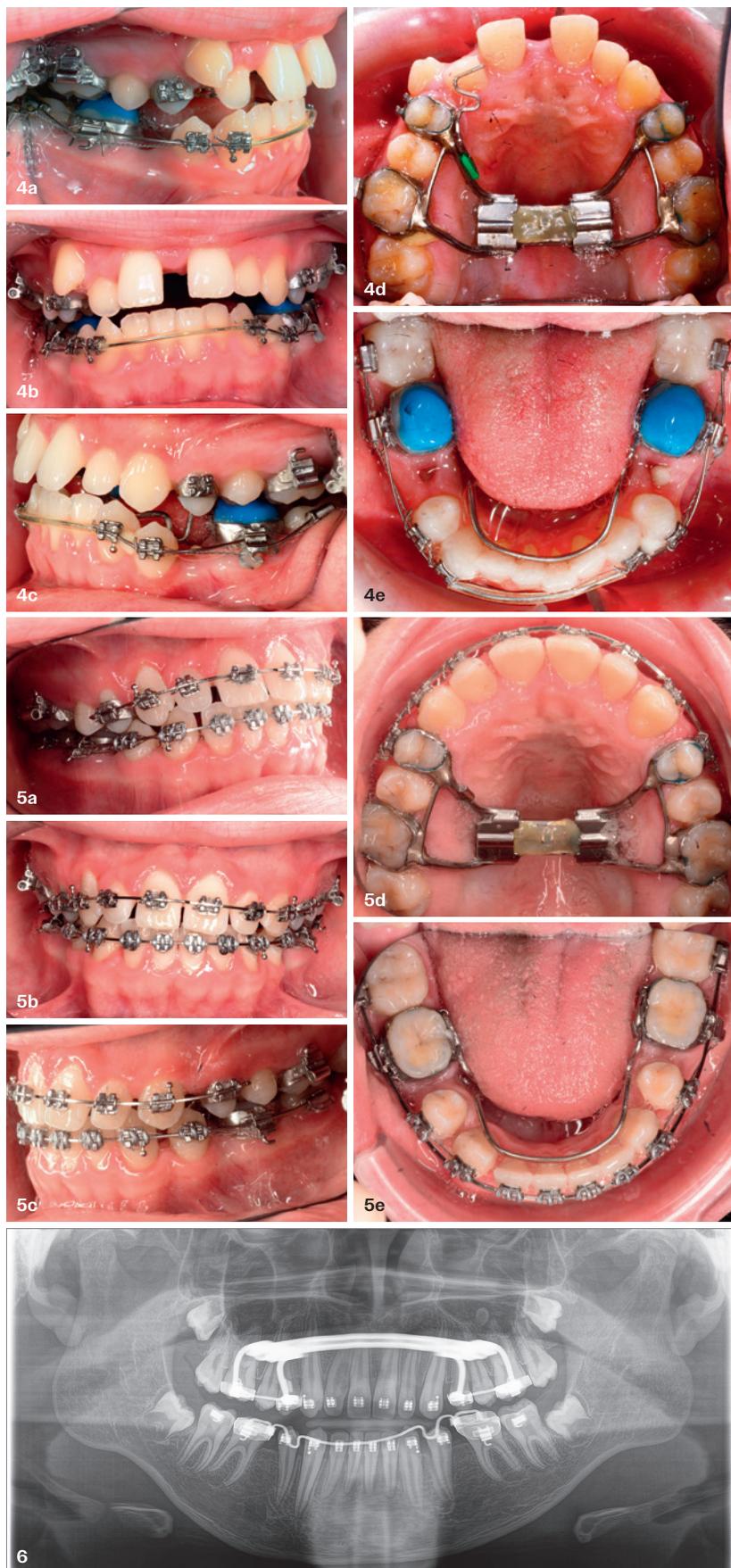
3. Phase: Retentionsphase (Abb. 11 und 12)

Die Stabilisierung und das Halten des Behandlungsergebnisses (Abb. 11 und 12) erfolgten mittels adhäsiven Ober- und Unterkieferretainers als möglichst lebenslange Retention und eines funktionskieferorthopädischen Retentionsgeräts (Umkehrbionator), das nachts getragen wird.

Epikrise

Der bei Behandlungsbeginn zwölfjährige Patient zeigte eine Anomalie des progenen Formenkreises sowie ein Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße (zu kleiner Kiefer). Die Berechnung der Harvold-Differenz¹ (UK-Länge – OK-Länge) ergab einen Wert von 31,9 mm (Normwert für Zwölfjährige: 15–28 mm). Nach kritischer Beurteilung dieses Wertes sowie der Gesamtsituation entschied ich mich für den Versuch einer kieferorthopädischen Therapie (gegenüber einer späteren kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie nach Wachstumsabschluss). Prognostisch stellte sich zudem das „Long-face-Syndrom“² mit dem stark vertikalen Wachstumsmuster (Y-Achsenwinkel: 74,9°; ODI: 64,2°) dar. Das ausgeprägte Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße (Platzmangel UK:

Abb. 4a-e: Intraorale Situation vier Wochen nach Start der aktiven Therapie (13 Jahre) mit Gaumennahterweiterungsapparat mit verschlossener Hyrax-Schraube im Oberkiefer und Lingualbogen mit Teilmultibracketapparat im Unterkiefer. Die Extraktion von 35 und 45 war bereits erfolgt. Die Aufbisse an 36 und 46 dienten zur Überstellung der Kreuzbisse und wurden anschließend entfernt. **Abb. 5a-e:** Intraorale Situation sieben Monate nach Start der aktiven Therapie (13 Jahre und sechs Monate) mit Hyrax-Gaumennahterweiterungsapparat sowie Ober- und Unterkiefermultibracketapparat in situ. Der Lückenschluss im Unterkiefer erfolgte nach Extraktion von 35 und 45 zu zwei Dritteln von anterior und einem Drittel von posterior. Daher wurde der Lingualbogen im weiteren Verlauf entfernt. **Abb. 6:** Panoramaröntgenschnittaufnahme sieben Monate nach Start der aktiven Therapie (13 Jahre und sechs Monate). Günstiger für die Beurteilbarkeit wäre gewesen, die Verankerungsapparaturen für die Aufnahme zu entfernen.



7,5 mm; Platzmangel OK: 4 mm) bei Anlage aller Weisheitszähne machte die Entfernung von vier bleibenden Zähnen erforderlich, da 32 Zähne nicht in diesem Kiefer unterzubringen waren. Des Weiteren spricht das Gesichtsprofil für eine Extraktionstherapie: Da bei Behandlungsbeginn ein konvexes Profil mit prominenter Ober- und Unterlippe besteht, ist eine Abflachung des Profils durch Retraktion der Ober- und Unterlippe im Zuge der Extraktionstherapie erwünscht.³⁻⁵ Almutadha et al. konnten zeigen, dass eine Extraktionstherapie zu einer signifikanten Vergrößerung des Nasolabialwinkels sowie einer Zunahme des Oberlippen- und Unterlippenabstandes zur Ästhetiklinie führt.⁶ Die Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer ist aufgrund der Anomalie des prognathen Formenkreises (gegenüber einer Prämolarenextraktion) günstig für die sagittale Relation im Oberkiefer.⁷⁻⁹ Des Weiteren beträgt die Wahrscheinlichkeit der Einstellung der Weisheitszähne über 90 Prozent.^{10,11} Eine alternative Extraktionsentscheidung wären die ersten oder zweiten Prämolaren im Oberkiefer gewesen, gegen die ich mich aufgrund der sagittalen Relation und der voraussichtlichen zusätzlichen Extraktionsnotwendigkeit der Weisheitszähne entschieden habe. Im Unterkiefer erfolgte die Extraktion der zweiten Prämolaren im Sinne einer dentoalveolären Kompensation der Klasse III-



Abb. 7a-e: Intraorale Situation zehn Monate nach Start der aktiven Therapie (13 Jahre und neun Monate) mit Multibandbracketapparat sowie Transpalatinalbogen in situ.

„Eine alternative Extraktionsentscheidung wären die ersten oder zweiten Prämolaren im Oberkiefer gewesen, gegen die ich mich aufgrund der sagittalen Relation und der voraussichtlichen zusätzlichen Extraktionsnotwendigkeit der Weisheitszähne entschieden habe.“

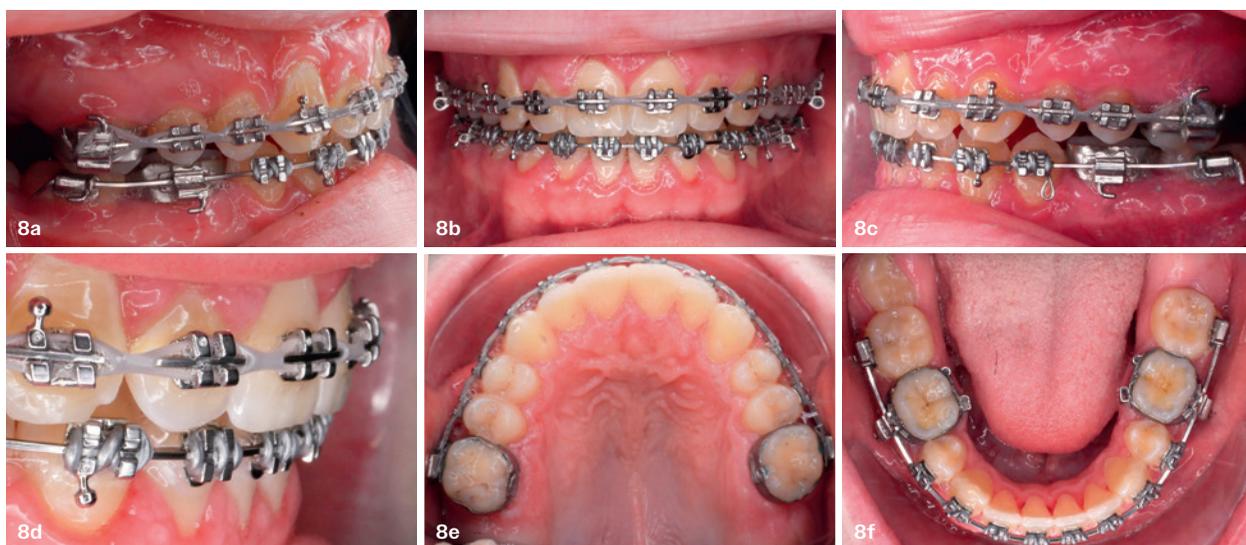


Abb. 8a-f: Intraorale Situation 22 Monate nach Start der aktiven Therapie (14 Jahre und neun Monate) mit Multibandbracketapparat in situ bei harmonisch ausgeformten Zahnbögen. Da die Weisheitszähne bereits im Durchbruch waren, wurde die Multibracketapparat noch zur aktiven Einordnung dieser genutzt.



Abb. 9a-f: Intraorale Situation 30 Monate nach Start der aktiven Therapie (15 Jahre und ein Monat) mit Multibandbracketapparatur in situ. Die Weisheitszähne 18, 28, 38 und 48 wurden aktiv eingeordnet. **Abb. 10a-f:** Intraorale Situation bei Entfernung der Multibracketapparatur 39 Monate nach Start der aktiven Therapie (15 Jahre und 10 Monate).

Anomalie. Die Extraktion der ersten Prämolaren wäre günstiger gewesen, wenn eine maximale Verankerung der Molaren gewünscht gewesen wäre. Da im vorliegenden Fall jedoch ein reziproker Lückenschluss (zwei Drittel von anterior, ein Drittel von posterior) erfolgen sollte, entschied ich mich für die Extraktion der zweiten Prämolaren. Zahn 35 zeigte zudem distal eine D3-Karies, was ebenfalls für die Extraktion der zweiten Prämolaren sprach.

Gleichzeitig hat diese Prämolarenextraktion eine bissschließende Wirkung, was bei der vertikalen Konfiguration des Patienten sehr günstig ist.

Aras et al. zeigten, dass eine Extraktion der zweiten Prämolaren mit anschließender Mesialisierung des posterioren Segments durch die ccw-Rotation der Mandibula bissschließend wirkt, während bei der Extraktion der ersten Prämolaren keine signifikante ccw-Rotation der Mandibula nachgewiesen werden konnte.¹² Da der posteriore Engstand im Unterkiefer geringer als im Oberkiefer war, war eine Einstellung der unteren Weisheitszähne auch bei einer Prämolarenextraktion (anstatt einer Molarenextraktion) möglich.

Den Fall als Non-Extraktionsfall zu lösen (bzw. nur mit operativer Entfernung der

Weisheitszähne) hätte die anatomischen Grenzen überschritten und wäre mit einer hohen Gefahr von Fenestrationen und Knochendehiszenzen sowie einer unzureichenden Stabilität des Behandlungsergebnisses einhergegangen.^{13,14} Passend finde ich an dieser Stelle das Zitat von Burrow: „Die Entscheidung, ob Ex/Non-Ex ist keine Frage des Bracketsystems, sondern nur eine Frage der richtigen Diagnostik.“¹⁵ Bei der Planung der Extraktionstherapie ist die Verankerungsplanung beim Lückenschluss von hoher Relevanz. Im Oberkiefer erfolgten daher (nach der transversalen Erweiterung)



Abb. 11a–i: Extra- und intraorale Situation mit Ober- und Unterkieferretainer in situ bei Behandlungsabschluss zehn Monate nach Entbänderung (17 Jahre). Der Patient trägt nachts ein funktionskieferorthopädisches Gerät (Umkehrbionator) und wird bis zum Wachstumsabschluss begleitet.

eine maximale Verankerung der restlichen Dentition bei Extraktion der zweiten Molaren sowie die Einstellung der Weisheitszähne. Im Unterkiefer erfolgte der Lückenschluss reziprok (zwei Drittel von anterior, ein Drittel von posterior), weshalb zu Beginn ein Lingualbogen eingesetzt wurde, der im Behandlungsverlauf entfernt wurde. Initial erfolgte im Oberkiefer eine transver-

sale Nachentwicklung im Sinne einer Gaumennahterweiterung.¹⁶ Das bei Therapiebeginn bereits eineinhalb Jahre alte Fernröntgenseitenbild von alio loco zeigte das Stadium CS2, weshalb entsprechend den Empfehlungen von Angelieri et al. eine schnelle Gaumennahterweiterung (RME) durchgeführt wurde.¹⁷ Vorteilhaft im vorliegenden Fall ist ebenfalls, dass die schnelle

Gaumennahterweiterung eine Lockerung der Suturen bewirken kann, wodurch es sekundär zur Korrektur der sagittalen Anomalie kommt.¹⁸ Die transversale Erweiterung generiert gleichzeitig Platz (1 mm transversale Erweiterung generiert 0,7 mm Platz im Zahnbogen)¹⁹ für die Einordnung des bukkal durchbrechenden rechten Eckzahnes.

„Den Fall als Non-Extraktionsfall zu lösen [...] hätte die anatomischen Grenzen überschritten und wäre mit einer hohen Gefahr von Fenestrationsen und Knochendehiszenzen sowie einer unzureichenden Stabilität des Behandlungsergebnisses einhergegangen.“



Abb. 12: Panoramaraöntgenschnittaufnahme bei Behandlungsabschluss zehn Monate nach Entbänderung (17 Jahre) mit v. a. Mukozele in der linken Kieferhöhle.

(Alle Bilder: © Dr. Carmen Schmid-Herrmann)

Kritisch ist sicherlich die bissöffnende Komponente durch die transversale Erweiterung unter Verwendung der Hyrax-Gaumennahterweiterungsapparatur und der temporären okklusalen Aufbisse bei dem stark vertikalen Fall anzumerken. Essenziell ist nach der schnellen Gaumennahterweiterung

„Die Entscheidung, ob Ex/Non-Ex ist keine Frage des Bracketsystems, sondern nur eine Frage der richtigen Diagnostik.“¹⁵

eine ausreichend lange (mindestens sechsmonatige) transversale Stabilisierung, um einem Rezidiv entgegenzuwirken. Daher wurde die Hyrax-Gaumennahterweiterungsapparatur im Behandlungsverlauf durch einen Transpalatinalbogen ersetzt (transversale Stabilisierung insgesamt 17 Monate). Eine therapeutische Alternative wäre gewesen, den Patienten auswach-

sen zu lassen und nach Wachstumsabschluss kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch zu behandeln, was jedoch als deutlich invasiver zu bewerten ist.

Das Behandlungsergebnis ist sowohl aus Patienten- als auch aus Behandlersicht gut. Es konnte beidseits die Zielokklusion von einer Prämolarenbreite Klasse III bei korrektem Overbite und Overjet eingestellt werden. Aufgrund der zwischenzeitlich mäßig guten Mundhygiene lagen bei Entbänderung moderate White-Spot-Läsionen vor. Zur Stabilisierung und Retention wurden ein funktionskieferorthopädisches Retentionsgerät (Umkehrbionator) sowie Ober- und Unterkieferretainer eingesetzt. Zweieinhalb Jahre nach Ende der aktiven Behandlung ist das Ergebnis stabil und die Zähne haben sich gut gesetzt. Die Verzahnung in den Seitenzahnsegmenten ist gut. Aufgrund des lang andauernden Unterkieferwachstums – bei Männern und echter Progenie teilweise bis zum 25. Lebensjahr^{20,21} – ist eine weitere Begleitung des Restwachstums indiziert.

Erstveröffentlichung im BDK info 1/2024.



Dr. Carmen Schmid-Herrmann



Literatur



Dr. Carmen Schmid-Herrmann

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Poliklinik für Kieferorthopädie

Ruperti-Kieferorthopädie
Rottmayrstraße 3
83410 Laufen
info@ruperti-kfo.de

Das M.A.R.A. als effiziente Distalisierungsapparatur – ein Tausendsassa in der Klasse II-Behandlung

Teil 1 + 2

Ein Anwenderbericht* von Dr. Volkan Özkan, Dr. Uta Gönner und Dr. Stefan Blasius.

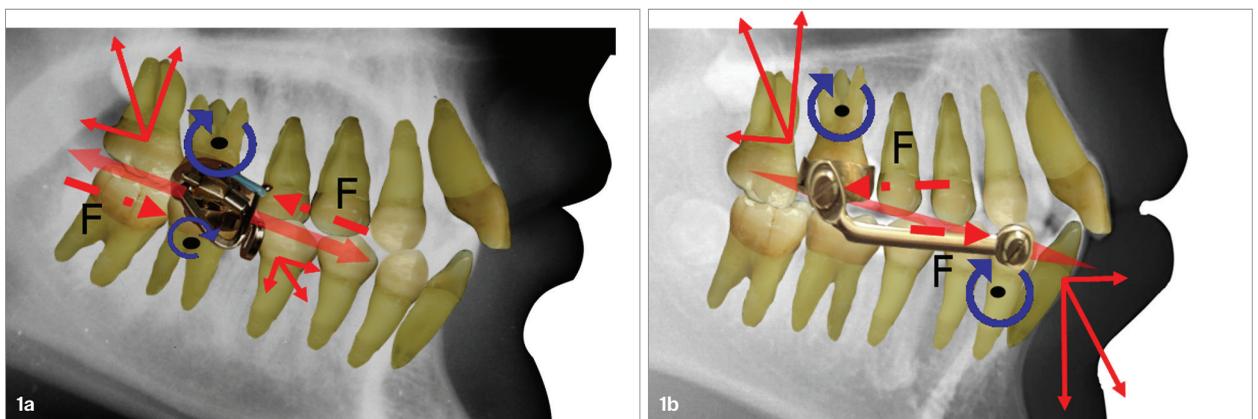


Abb. 1a und b: Biomechanik des M.A.R.A. und der Herbst-Apparatur im Vergleich.

Einleitung

Skelettal verankerte Distalisierungsapparaturen sind heute State of the Art in der Klasse II-Behandlung zur mitarbeitersunabhängigen Distalisierung von mesial stehenden oder nach mesial aufgewanderten Molaren. Diese Apparaturen werden v. a. im bleibenden Gebiss oder im späten Wechselgebiss eingesetzt. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von skelettal verankerten maxillären Distalisierungsapparaturen mit dem Vorteil der Mitarbeitersunabhängigkeit und der intramaxillären biomechanischen Steuerung gewünschter bilateraler oder unilateraler Zahnbewegungen der Molaren. Insbesondere die im Gaumen verankerten Apparaturen bieten den Vorteil der guten Knochenqualität ohne Risiko von Wurzelverletzungen. Dem gegenüber stehen aber auch diverse Einschränkungen wie das

Alter im Zusammenhang mit der Knochenqualität oder der Ablehnung zu einem chirurgischen Eingriff, dazu gehören allgemeinmedizinische Kontraindikationen, Schwangerschaft sowie das Risiko von Infektion und der Verlust von Miniimplantaten. Aber auch der zusätzliche Materialeinsatz wie die Notwendigkeit von Miniimplantaten und konfektionierten Hilfsmitteln wie Druckfedern selbst bei CAD/CAM-Fertigung der Distalisierungsapparatur machen sie abhängig von Zulieferern aus dem Dentalfachhandel.

Es stellt sich die Frage, ob Fixed Functional Apparaturen hier generell eine Alternative zu den reinen Distalisierungsapparaturen in der Maxilla sein können.

Das klassische kieferorthopädische Einsatzgebiet von Fixed Functional Apparaturen ist die Wachstumsmodifikation der Mandibula bei skelettaler

Klasse II. Aufgrund der dentalen Verankerung und der intermaxillären rezierten Wirkung kommt es zu dentalen Reaktionen. Hier ist insbesondere die maxilläre Molarendistalisation zur Klasse I-Korrektur von Bedeutung. Dagegen führt die dentale Verankerung im Unterkiefer nicht selten zu direkten oder indirekten Mesialkippungen der Seiten- und Frontzähne. Im Fall von inkliniert stehenden unteren Frontzähnen ist dieses von Nachteil. Skelettale und dentale Effekte sind erst mal allen Fixed Functional Apparaturen gemeinsam.¹ Dennoch gibt es deutliche Unterschiede im Ausmaß der dentalen Effekte vor allem auf die unteren Frontzähne in Abhängigkeit von Konstruktionsmerkmalen und der Art der Aktivierung.² Fixed Functional Apparaturen mit intermaxillärem Verbinder, wozu die Herbst-Apparatur und ihre Derivate wie Forsus Feder, Jasper Jumper

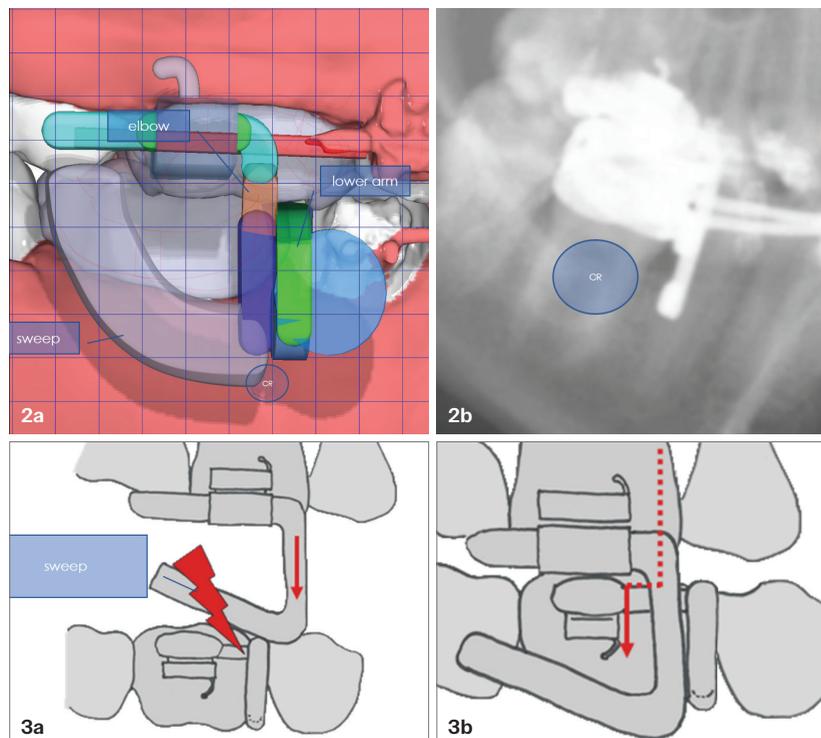


Abb. 2a und b: Die wichtigsten Funktionsmerkmale des M.A.R.A. und die Lage des Lower Arms zum Widerstandszentrum. Das M.A.R.A.plus® als virtuelle Konstruktion im Modul OrthoApps von OnyxCeph™. Der Lower Arm endet in Höhe des Widerstandszentrums (CR). Im Röntgenausschnitt vom OPG sieht man die Lage des Lower Arms zum CR. **Abb. 3a und b:** Wirkweise des M.A.R.A. – der Patient möchte unmittelbar nach Eingliederung des M.A.R.A. in seine distale Bisslage schließen. Durch die Kollision wird ein Schutzreflex ausgelöst, der zur neuromuskulären Umprogrammierung (reflektorische Feedbackschleife) führt. Durch den Sweep kann der Patient nur nach anterior schließen.

u. a. zählen, zeigen eine deutliche Wirkung auf die Unterkieferfront.³ Anders verhält es sich bei dem M.A.R.A. (Mandibular Anterior Repositioning Appliance). Es konnte gezeigt werden, dass das M.A.R.A. zu einer deutlich geringeren Protrusion der Unterkieferfront führt.⁴

Die günstige biomechanische Wirkweise kann dafür verantwortlich sein. Das M.A.R.A. hat keinen permanenten intermaxillären Verbinder zwischen Ober- und Unterkiefer. Die Kraftübertragung auf die dentalen Strukturen erfolgt intermittierend bei posteriorem Kraftansatz mit hoher kortikaler Ver-

ankerungsqualität im Bereich der 1. Molaren. Die Kraftlinie verläuft parallel zur Okklusalebene (Abb. 1a).

In der Gruppe der intermaxillären Verbinder verläuft sie diagonal bei anteriorem Kraftansatz im Bereich der Eckzähne des Unterkiefers und belastet dabei konstant die anterioren Parodontien. Damit liegt die resultierende Kraft im Unterkiefer relativ weit anterior (moderate Verankerungsqualität) und greift okklusal vom Widerstandszentrum an (Abb. 1b).

Bei dem M.A.R.A. erfolgt die dentale Verankerung ausschließlich über Bänder der 1. Molaren im Ober- und Unterkiefer und einem Lingualbügel zwischen den 1. Molaren im Unterkiefer. Über die mobilen Elbows, die dem Oberkiefer zuzuordnen sind, wird die Mandibula nach ventral geführt. Dabei stützen sich die senkrecht verlaufenden Elbows gegen den starren Lower Arm der Unterkiefermolarenbänder ab. Die Distanzhülsen von 1–4 mm positionieren die Elbows nach anterior und bestimmen damit die Verlagerungsstrecke der Mandibula sowie gleichzeitig den Druck auf die oberen und unteren Molaren. Nach einer Studie von Hägg et al. aus dem Jahre 2008 führt die schrittweise Vorverlagerung zu weniger dentaler Nebenwirkung auf die untere Front mit dem Vorteil der schnelleren Adaptation und dem besseren Komfort.⁵ In einer prospektiven Fragebogenstudie aus dem Jahre 2006, in der die Pa-

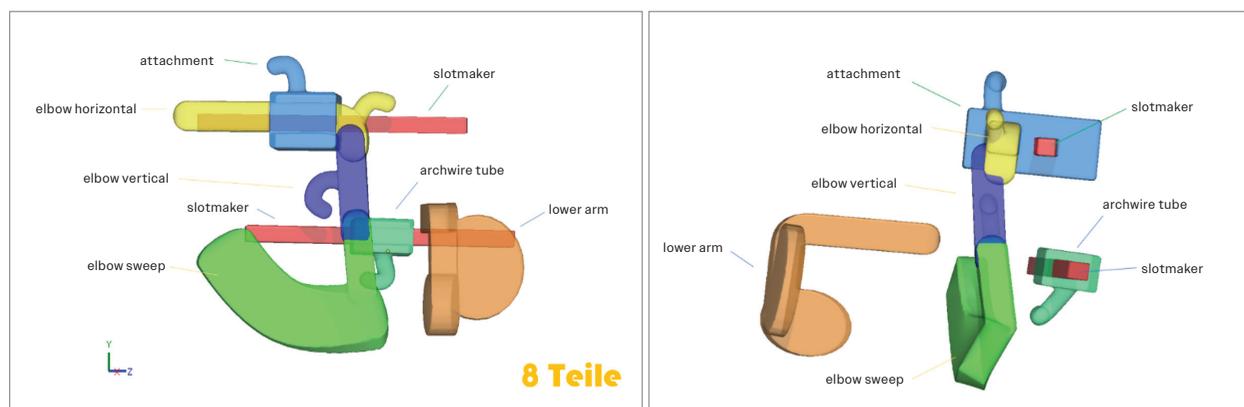


Abb. 4a und b: Das virtuell konstruierte M.A.R.A.plus® in der sagittalen (a) und frontalen Ansicht (b). Die Konstruktion besteht aus insgesamt acht Bauteilen pro Seite, die maßgeschneidert auf den jeweiligen Patienten in der Software (OnyxCeph™) zusammengesetzt werden.



Abb. 5a-d: Anfangsbefunde des elfjährigen Patienten. **Abb. 6a-d:** Intraorale Situation unmittelbar nach Insertion des M.A.R.A. **Abb. 7a-d:** Elf Monate nach Eingliederung des M.A.R.A. **Abb. 8a-d:** Intraorale Situation am Tag der Eingliederung der Brackets. **Abb. 9a-d:** Intraorale Situation drei Monate nach Eingliederung der Brackets. Das M.A.R.A. wurde an diesem Tag entfernt. **Abb. 10a-d:** Intraorale Situation 13 Monate nach Bracket-entfernung. Die Retention erfolgt mit Wrap Arounds, die nachts getragen werden.

tientenakzeptanz von M.A.R.A.- und Herbst-Patienten in den ersten sieben Tagen nach Eingliederung miteinander verglichen wurden,⁶ schnitt das M.A.R.A. hinsichtlich Komfort und Ästhetik deutlich besser ab als das Herbst-Scharnier.

Um das Wirkprinzip des M.A.R.A. besser zu verstehen, schauen wir uns dafür seine wesentlichen Bauelemente mal genauer an (Abb. 2a und b):

1. Der vertikale Anteil des Elbows und der Lower Arm verlaufen senkrecht zueinander.
2. Die Anlagerungsflächen sind nicht geneigt und bilden damit keine schiefe Ebene, über die der Unterkiefer beim Mundschluss nach anterior verschoben wird.

3. Das Ende des Lower Arms ist in Höhe des Widerstandszentrums (CR) des 1. Molaren, wo auch der Elbow endet, um eine möglichst körperliche Kraftübertragung zu erzielen.
4. Der nach distal verlaufende Sweep verhindert das sagittale Aussteigen und erhöht zusätzlich durch seine breite Anlagerungsfläche den Komfort.

Die Eingewöhnungsphase an das M.A.R.A. erfolgt in mehreren Stufen.

Der Patient muss zunächst seinen Unterkiefer bewusst nach anterior führen, um Kollisionen zu vermeiden (Abb. 3a und b). Auf der Basis einer neuromuskulären Umpro-



Abb. 5e: Anfangsbefund – FRS. **Abb. 8e:** FRS zur Zwischendiagnostik am Tag der Eingliederung der Brackets. **Abb. 10e:** FRS 13 Monate in Retention.

grammierung (reflektorische Feedbackschleife), kurz über einen „Kollisionsvermeidungsreflex“, wird die Mandibula nach kurzer Eingewöhnungszeit in die neue Bisslageposition störungsfrei nach anterior geführt. Im Weiteren kommt es zu einer reflektorischen Adaptation, sodass Exkursionsbewegungen des Unterkiefers störungsfrei verlaufen.

In einer M.A.R.A.-Studie von Pangrazio-Kulbersh et al. konnte gezeigt werden, dass 77 Prozent der dentoalveolären Wirkung, das sind im Schnitt 2,4 mm, durch die Distalisierung der 1. Molaren im Oberkiefer stattfinden.⁷ Es stellt sich die Frage, inwieweit sich dieser Headgear-Effekt gezielt zur primären Distalisierung von einseitig oder beidseitig mesial stehenden 1. Molaren als Alternative zur reinen Distalisierungsapparatur nutzen lässt.

Diese Fragestellung soll zunächst im Rahmen eines Case Reports von zwei Patienten dokumentiert werden, die mit dem M.A.R.A. (Ormco) bzw. M.A.R.A.plus® behandelt wurden. Im ersten Teil des Artikels wird die Wirkweise des M.A.R.A. (Ormco) bei einem elfjährigen Jungen im späten Wechselgebiss mit beidseitiger Klasse II dargestellt. Im zweiten Teil wird die Wirkweise des M.A.R.A.plus® bei einem 13-jährigen Jungen mit permanentem Gebiss bei einer einseitigen Klasse II dokumentiert.

Durch die Digitalisierung ist es nun möglich, das M.A.R.A. maßgeschneidert auf die jeweiligen Patienten herzustellen und dabei gleichzeitig firmenunabhängig zu sein. Die OrthoApps 3D-Software von OnyxCeph^{3TM} bietet hierfür die virtuelle Grundlage (Abb. 4a und b); das individuell designte M.A.R.A. wird dann im selektiven Laserschmelzverfahren (SLM) umgesetzt.

Fallvorstellungen

Patient Nr. 1 – im Laborprozess individualisiertes analoges M.A.R.A. aus den präfabrizierten Komponenten des M.A.R.A. Kits von Ormco

- Spätes Wechselgebiss bei einem elfjährigen Jungen mit nach labial ausgeblockten oberen Eckzähnen und Mesialstand der 1. Molaren in symmetrischer Klasse II.

Folgende klinisch-röntgenologische Besonderheiten lagen vor der Behandlung vor:

Dentale und skelettale Befunde:

Es liegt eine moderate weitestgehend symmetrische dentale Klasse II mit einer skelettalen Klasse II-Tendenz (ANB: 3,2°) bei hyperdivergenter Kieferbasenrelation (ML-NL: 31,5°) vor (Tabelle 1). 13 und 23 sind aufgrund von Platzmangel nach labial ausgeblockt (Abb. 5a). 16, 26 sind nach mesial aufgewandert und rotiert (Abb. 5a-e).

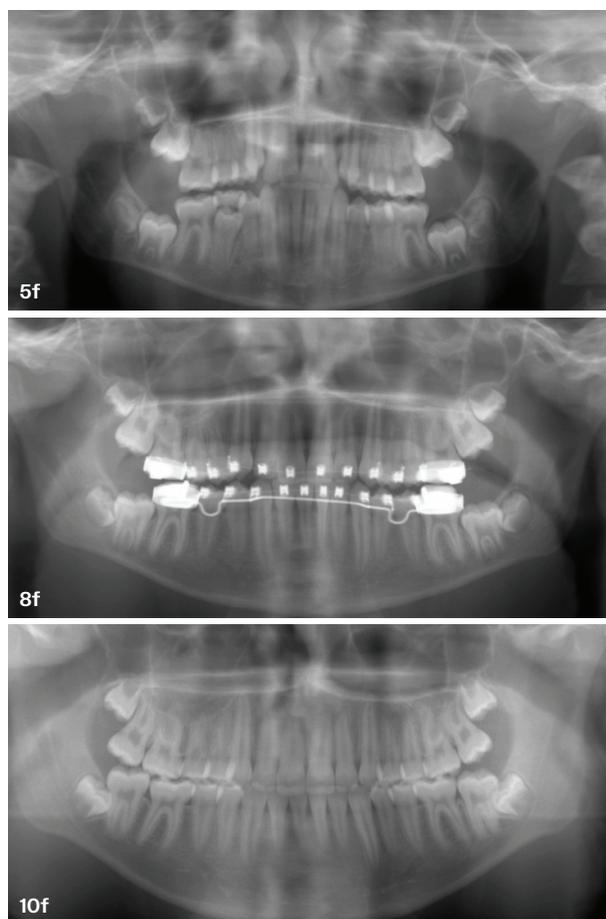


Abb. 5f: Anfangsbefund – OPG. **Abb. 8f:** OPG zur Zwischendiagnostik am Tag der Eingliederung der Brackets. **Abb. 10f:** OPG 13 Monate in Retention.



Abb. 5g und h: Anfangsbefund – en face lachend und im Profil.
Abb. 6f und g: En face lachend und im Profil direkt nach Insertion des M.A.R.A. **Abb. 10g und h:** En face beim Lachen und im Profil – 13 Monate in Retention.

Die Unterkiefermittellinie weicht um ca. 2 mm nach links ab. Der Overjet beträgt 4 mm und der Overbite 3 mm. Die Ober- und Unterkieferschneidezähne liegen im Normbereich (OK1-NA: 21,9° und UK1-NB: 20,9°) (Tabelle 1).

Winkel	Norm	Ist
SNA	82 ± 3°	75,9°
SNB	80 ± 3°	72,7°
ANB	2,0 ± 2°	3,2°
ML-NL	23,5 ± 3°	31,5°
OK1-NA	22,0 ± 3°	21,9°
UK1-NB	25,0 ± 3°	20,9°

Tab. 1: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund vor der Behandlung.

Ziel der Behandlung:

Primäres Ziel der Behandlung war es, durch Distalisierung der 1. Molaren 13 und 23 einzustellen. In der zweiten Phase erfolgte die Finalisierung in eine stabile und regelrechte Klasse I.

Vorgehen:

1. Die Korrektur der Klasse II primär über den HG-Effekt mittels M.A.R.A.
2. Nach Einstellung der Oberkiefermolaren Koordination und Fine-tuning über Brackets.

Behandlungsverlauf:

M.A.R.A. – Eingliederung:

Die Bänder des M.A.R.A. wurden mit einem dualhärtenden Glasionomerzement (Fuji Ortho LC, GC) einzementiert. Die okklusale Flächen sind frei und verhindern darüber eine iatrogene Biss-erhöhung. Die Oberkieferbänder sind nicht über einen TPA verbunden. Ein Lingualbügel verbindet die unteren 1. Molaren und verhindert die Rotation (Abb. 6a).

Der Unterkiefer wird im Abstand von vier bis sechs Wochen über Distanzhülsen aktiviert. Dabei wird der Unterkiefer bis zum Kontakt mit den oberen palatinalen Flächen der Schneidezähne nach anterior verlagert (Abb. 6a).

Die Abbildung 6a zeigt die intraorale Situation unmittelbar nach Eingliederung des M.A.R.A. bei initialer Aktivierung von ca. 1 mm auf beiden Seiten. Die Unterkiefermittellinie weicht noch nach links ab und wird schrittweise über die folgenden Aktivierungen korrigiert. Aus der Vorverlagerung resultiert eine leichte Bissöffnung.

Das M.A.R.A. ist in der En-face-Aufnahme beim Lachen nicht zu sehen, und eine Protrusion des Unterkiefers ist hier nur schwer zu erkennen (Abb. 6b). Elf Monate nach Eingliederung des M.A.R.A. zeigt sich deutlich das Sett-

ling der Prämolaren mit den Eckzähnen in Richtung Klasse I. In der Oberkiefer-Aufbissaufnahme ist die beidseitige Platzentwicklung für 13 und 23 nach distal zu erkennen. Die Unterkiefermittellinie weicht nur noch leicht nach links ab (Abb. 7a-d).

Die Abbildungen 8a und b zeigen die Situation am Tag der Eingliederung der Brackets (Experience metal .018er Slot, GC und .012 Niti – Initialloy, GC).

Zahn 23 ist nun vollständig im Zahnbogen eingegliedert, ist aber noch um ca. 2 mm in einer Klasse II. Auf der rechten Seite dagegen sind Zahn 13 und die Prämolaren in einer soliden Klasse I. Die Molaren sind trotz fehlendem TPA nicht von mesial nach bukkal rotiert. Im OPG sieht man, dass die 1. Molaren im Ober- und Unterkiefer achsengerecht stehen. Die 2. Molaren sind noch nicht durchgebrochen, und die 8er sind im Stadium der Kronenbildung (Abb. 8b). Im FRS vom Tag der Bracketeingliederung zeigt sich eine minimale Erhöhung der Inklination der unteren Inzisiven (um 0,3°) und im Oberkiefer (um 3,7°; Tabelle 2).

Die Mandibula hat sich sagittal nach anterior entwickelt (ANB 1,5°), während die Kieferbasenrelation (ML NL 31,1°) nahezu unverändert geblieben ist (Tabelle 2).

Winkel	Norm	Ist (vor)	Ist*
SNA	82 ± 3°	75,9°	77,7°
SNB	80 ± 3°	72,7°	76,1°
ANB	2,0 ± 2°	3,2°	1,5°
ML-NL	23,5 ± 3°	31,5°	31,1°
OKI-NA	22,0 ± 3°	21,9°	24,6°
UKI-NB	25,0 ± 3°	20,9°	21,2°

*Tag, an dem die Brackets eingesetzt wurden.

Tab. 2: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund während der Behandlung am Tag der Eingliederung der Brackets.

Das M.A.R.A. wurde drei Monate nach Eingliederung der Brackets entfernt. Der Oberkieferzahnbogen ist ausgeformt. Die Klasse I ist beidseitig im Eck- und Seitenzahnbereich eingestellt.

Die Okklusion ist im Bereich der 1. Molaren durch leichte Aufbisse noch gesperrt, um Vorkontakte im Bereich der Front auf den Brackets zu vermeiden.

Die Unterkiefermittellinie stimmt mit der Oberkiefermitte überein (Abb. 9a-d).

Insgesamt war das M.A.R.A. 14 Monate in situ. Neun Monate später wurden die Brackets entfernt. Die Abbildungen 10a bis c zeigen den Zustand in der Retention 13 Monate nach Entfernung der Brackets. Die Prämolaren und 1. Molaren sind in vollständiger Okklusion und es liegt eine stabile Klasse I vor (Abb. 10a). Die Retention erfolgt mit Wrap Arounds in der Nacht. Im OPG sieht man, dass die 2. Molaren im Oberkiefer noch im Durchbruch sind (Abb. 10b). Der posteriore Engstand im Bereich der unteren Weisheitszähne hat sich verstärkt und ist jetzt Anlass dafür, diese zeitnah entfernen zu lassen, um eine dentale Verstärkung der hyperdivergenten Kieferbasenrelation zu vermeiden. Die Zahnwurzeln stehen parallel und achsengerecht.

Im Verlauf zeigt sich, dass sich der ANB-Winkel nochmals von 3,2° zu Beginn der Behandlung auf 1,5° nach der M.A.R.A.-Entfernung und in der Retention auf 0,0° verkleinert hat (Tabelle 3).

Winkel	Norm	Ist (vor)	Ist*	13 Monate nach Bracket-entfernung
SNA	82 ± 3°	75,9°	77,7°	77,0°
SNB	80 ± 3°	72,7°	76,1°	77,1°
ANB	2,0 ± 2°	3,2°	1,5°	0,0°
ML-NL	23,5 ± 3°	31,5°	31,1°	31,2°
OKI-NA	22,0 ± 3°	21,9°	24,6°	31,4°
UKI-NB	25,0 ± 3°	20,9°	21,2°	23,5°

*Tag, an dem die Brackets eingesetzt wurden.

Tab. 3: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund in der Retention 13 Monate nach Bracketentfernung.

Fazit

Es wurde die Wirksamkeit des M.A.R.A. bei einem elfjährigen Jungen im späten Wechselgebiss untersucht. Der Patient wies eine beidseitige Klasse II mit einem entsprechenden Mesialstand der ersten Molaren und beidseitig ausgeblockten Eckzähnen auf. Die Behandlung zielte darauf ab, Platz für die oberen Eckzähne zu schaffen und die Molaren in eine Klasse I-Position zu bringen. Nach elf Monaten zeigte sich eine signifikante Verbesserung in der Okklusion sowie der Platzentwicklung für die Eckzähne. Die gesamte Behandlung dauerte 23 Monate, davon war das M.A.R.A. 14 Monate in Gebrauch. Das Ergebnis war eine stabile Klasse I-Okklusion mit Reduktion des ANB-Winkels bei normgerechter Einstellung der UK-Frontzahn-Inklination.

ANZEIGE



ZWP ONLINE

www.zwp-online.info

Wir zeigen
Zähne

#täglich #unabhängig #transparent



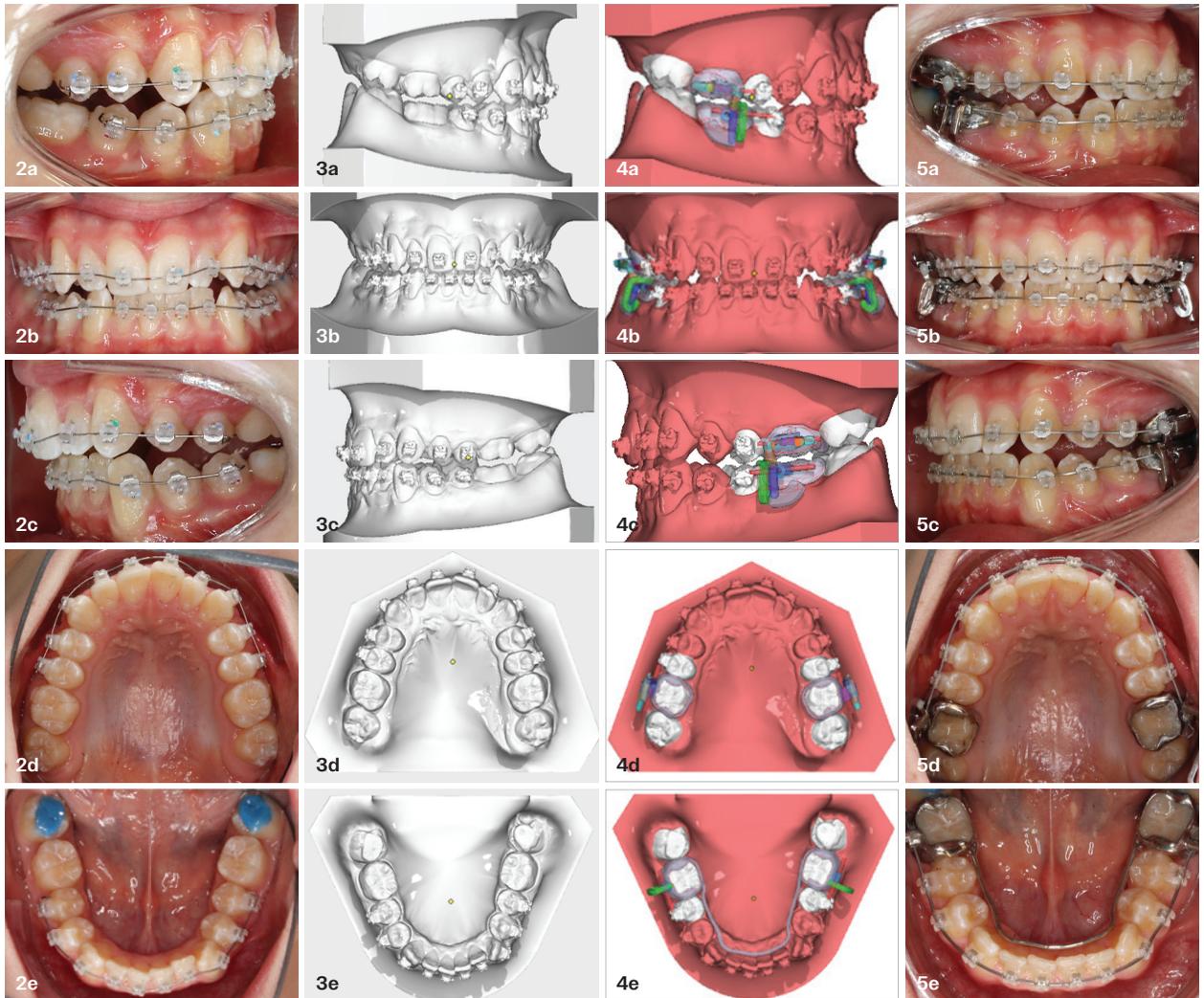


Abb. 2a-e: Eingliederung der Brackets von 5-5. In der gleichen Sitzung wurden beide Zahnbögen für die virtuelle Konstruktion des M.A.R.A.plus® eingescannt. Zur Entkoppelung der Okklusion und zur Vermeidung von Bracketkontakten mit den Frontzähnen sind Aufbisse auf 37 und 47. **Abb. 3a-e:** Fertige virtuelle Modelle in OnyxCeph™ für die Konstruktion im Modul. **Abb. 4a-e:** Virtuelles Design der M.A.R.A.plus® Apparatur (Vorgängerversion) des Patienten bestehend aus individuell kreierten Bauteilen aus OrthoApps 3D von OnyxCeph3™ (Image Instruments). **Abb. 5a-e:** Bissituation unmittelbar nach Eingliederung des M.A.R.A.plus®. Auch bei einseitiger Aktivierung (links) zur initialen mandibulären Schwenkung kommt es zunächst zur Disklusion der Okklusion auf der kontralateralen Seite.

Patient Nr. 2 – virtuell designtes M.A.R.A. über das Modul OrthoApps 3D der Software OnyxCeph3™ (Image Instruments) und im selektiven Laserschmelz (SLM)-Verfahren aus Cobalt-Chrom-Legierung (CoCr) hergestellte Apparatur.

Permanentes Gebiss bei einem dreizehnjährigen Jungen mit einseitiger Klasse II.

Der Patientenfall wies vor der Behandlung folgende klinisch-röntgenologische Besonderheiten auf:

Oberkiefer:

1. Moderater labialer Außenstand 23 durch Platzmangel.
2. Mesialstand von 26, nicht rotiert.
3. Retroinklination der Front.
4. Achteranlage im Stadium der Kronenbildung (Abb. 1f).

Unterkiefer:

1. Moderater Frontengstand: mit Lingualstand von 32 und Mesialrotation von 43.
2. Retroinklinationstendenz der Front.
3. Achteranlage im Stadium der Kronenbildung (Abb. 1f).

Dentale und skelettale Bisslage:

Es liegt eine asymmetrische Klasse II vor – rechts Klasse I und links ½ PB Klasse II – bei normgerechter sagittaler (ANB: 2,9°) und vertikaler Kieferbasenrelation (ML-NL: 24,1°; Tabelle 1, Abb. 1c). Die Unterkiefermittellinie weicht um ca. 2 mm nach links ab. Overjet und Overbite sind mit 5 mm vergrößert. Die Oberkiefermittellinie entspricht der Gesichtsmitte und das Profil ist orthognath (Abb. 1d1 und 1d2). Die Ober- und Unterkieferschneidezähne liegen im Normbereich (OKI-NA:

„Das M.A.R.A.plus® wurde über das Modul OrthoApps von OnyxCeph^{3TM} designt. Es besteht pro Seite aus acht Bauteilen, die über einen funktionellen Workflow zusammengefügt wurden.“

21,1°, UK1-NA: 20,2°; Tabelle 1, Abb. 1e). Das Behandlungsziel war die seiten- gleiche Einstellung in Klasse I, ohne Kompromittierung des Gesichtsprofils.

Winkel	Norm	Ist
SNA	82 ± 3°	84,8°
SNB	80 ± 3°	82,1°
ANB	2,0 ± 2°	2,9°
ML-NL	23,5 ± 3°	24,1°
OK1-NA	22,0 ± 3°	21,1°
UK1-NB	25,0 ± 3°	20,2°

Tab. 1: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund vor der Behandlung.

Vorgehen:

Folgendes Vorgehen wurde gewählt: Einphasige Behandlung: Unilaterale Distalisierung von 23 durch Nutzung des Headgear-Effektes (HG-Effekt) über das M.A.R.A.plus® bei gleichzeitiger Ausformung der Zahnbögen mit Brackets.

Workflow/ Behandlungsverlauf

1. Eingliederung der Brackets:

In derselben Sitzung, nach der Eingliederung der Brackets (.018er Slot, Ceramic Mini Experience, GC), wurden beide Zahnbögen mittels Intraoralscanner (Carestream) in habitueller Okklusion eingescannt (Abb. 2a–e und 3a–e). Initial wurde ein .014 NiTi-Bogen (Initialloy, GC) im Ober- und Unterkiefer eingesetzt. Zur Entkoppelung der Okklusion und zur Vermeidung von Bracketkontakten mit den Frontzähnen wurden Aufbisse auf 37 und 47 gesetzt. Auf die Molaren wurden keine Brackets geklebt, da zwei Wochen später das M.A.R.A.plus® eingegliedert wurde.

2. M.A.R.A.-Eingliederung:

Das M.A.R.A.plus® wurde über das Modul OrthoApps von OnyxCeph^{3TM} designt. Es besteht pro Seite aus acht Bauteilen, die über einen funktionellen Workflow zusammengefügt wurden (Abb. 4a–e). Die fertige virtuelle Apparatur wurde dann als STL-Datei abgespeichert und an ein spezialisiertes Dentallabor (z.B. CadDent) gesendet. Im selektiven Laserschmelzverfahren (SLM) wurde die Apparatur gefertigt und im Anschluss zum Teil manuell nachbearbeitet.

Das M.A.R.A.plus® wurde mittels dualhärtendem Glasionomermaterial (Multicure, 3M Unitek) einzementiert (Abb. 5a–e). Es wurden .016 x .022 thermoelastische Bögen (BioEdge, GC) eingesetzt, die im Ober- und Unterkiefer bis distal der Tubes der M.A.R.A.-Bänder verlaufen. Der Bogen wurde nur auf der rechten Seite über ein „cinch-back“ gesichert, um die Distalisierung des linken 1. Molars zu sichern. Der linke Elbow wurde zunächst mit einer 1 mm breiten Distanzhülse (SCHEUDENTAL) nach anterior verschoben. Zu Beginn kam es vorübergehend auch auf der nicht aktivierten Seite zur anterioren Verschiebung der Mandibula (Abb. 5a–e).

Im weiteren Verlauf wurde die linke Seite des M.A.R.A. alle sechs Wochen um jeweils 1 mm bis zur Einstellung von 23 in Klasse I und bis zur vollständigen Korrektur der Mittellinie und vollständiger Interkuspitation der Prämolaren aktiviert (Abb. 5–7).

Das M.A.R.A.plus® ist diskret im Hintergrund und beim Lachen nicht zu erkennen. Auch nach der Aktivierung bleibt das Profil harmonisch (Abb. 5f1 und 5f2). Zwei Monate nach der Eingliederung des M.A.R.A.plus® zeigt sich, dass die Seitenzähne auf der rechten

Seite wieder in Klasse I stehen und auf der linken Seite eine einseitige Verschiebung in Richtung Klasse I erfolgte, ohne dass es zu einer Kippung der Okklusalebene gekommen ist. Bei Fixed Functional Apparaturen mit festem intermaxillären Verbinder kommt es durch die diagonal verlaufende Kraftlinie bei asymmetrischer Verlagerung der Mandibula dagegen immer zu einer Kippung der Okklusalebene. Hier zeigt sich ein weiterer entscheidender Vorteil des M.A.R.A.plus®.

Nach weiteren zwei Monaten ist die Klasse I auf der rechten Seite bei mandibulärer Mittellinieneinstellung nahezu erreicht (Abb. 7a–c).

Das M.A.R.A.plus® wurde bereits nach sechs Monaten Behandlungszeit entfernt, da es sich in dem vorgestellten Fall primär um eine dentoalveoläre Korrektur der einseitigen Klasse II handelte. Die Klasse I wurde beidseitig ohne Mittellinienverschiebung im Oberkiefer eingestellt, mit vollständiger Interkuspitation im Prämolarenbereich (Abb. 8a–c).

Im FRS, das am gleichen Tag der M.A.R.A.-Entfernung erstellt wurde, zeigt sich, dass die Unterkieferinzisiven lediglich um 2,4° anteinkliniert (UK1-NB: 22,6°) sind (Abb. 8d, Tabelle 2). Auch die oberen Frontzähne sind leicht protrudiert von 21,1° auf 23,6°, was auf die MBT-Bracketwerte (MBT: 17° von 11, 21) zurückzuführen ist. Der Kieferbasenwinkel (ML NL: 28,4°) hat sich um 3,1° vergrößert. Der ANB-Winkel ist nahezu unverändert geblieben. Das OPG zeigt, dass die Wurzelachsen insbesondere der oberen Seitenzähne und auch die der Unterkieferseitenzähne achsengerecht stehen (Abb. 8e).

In der anschließenden Nachbehandlungsphase, die dem Finetuning der



Abb. 1a-c: Ausgangsbefunde des 13 Jahre und sechs Monate alten Patienten – rechts Klasse I und links $\frac{1}{2}$ PB Klasse II mit Unterkiefermittellinierverschiebung nach links. **Abb. 2a-c:** Situation unmittelbar nach Eingliederung der Brackets – vorbereitet für den Scan zur Herstellung des M.A.R.A.plus®. **Abb. 5a-c:** Bisssituation unmittelbar nach Eingliederung des M.A.R.A.plus® bei initialer Aktivierung des linken Elbows nach anterior um 1 mm. **Abb. 6a-c:** Zwei Monate nach Eingliederung des M.A.R.A.plus® sieht man rechts, wie sich die Seitenzähne wieder in die Klasse I-Okklusion gesetzt haben und sich links die einseitige Verlagerung in Richtung Klasse I zeigt. **Abb. 7a-c:** Nach weiteren zwei Monaten ist die Klasse I auf der rechten Seite bei mandibulärer Mittellinieneinstellung nahezu erreicht. **Abb. 8a-c:** Situation unmittelbar nach Entfernung des M.A.R.A. – zur Nachbehandlung der Seitenzähne wurden .016 x .022 thermoelastische Bögen (BioEdge, GC) im Ober- und Unterkiefer eingesetzt. **Abb. 9a-c:** In der dreimonatigen Nachbehandlungszeit sind die 1. und 2. Molaren in vollständiger Okklusion. Die Brackets wurden entfernt. Die Verzahnung ist regelgerecht.

* Die Beiträge in dieser Rubrik stammen von den Anbietern und spiegeln nicht die Meinung der Redaktion wider.

Molaren diente, wurden die 1. und 2. Molaren mit Brackets beklebt und .016 x .022 thermoelastische Bögen (BioEdge, GC) im Ober- und Unterkiefer eingesetzt (Abb. 8a–c).

Nach dreimonatiger Nachbehandlungszeit stehen die 1. und 2. Molaren in vollständiger Okklusion (Abb. 9a–c). Die Brackets wurden entfernt. Die Verzahnung ist regelgerecht. Die Oberkiefermittellinie, die Kinnposition und das Gesichtprofil sind harmonisch (Abb. 9d1 und d2).

Im abschließenden FRS nach Entfernung der Brackets zeigten sich unter Berücksichtigung des hyperdivergenten Wachstums (ML-NL: 29,0°) im Zusammenhang mit der zwölfmonatigen Behandlungszeit keine signifikanten Nebenwirkungen hinsichtlich der M.A.R.A.-Behandlung (Abb. 9e, Tabelle 3).

Fazit

Das Behandlungsziel, die unilaterale Distalisierung von 23 in die Klasse I ohne signifikante Nebenwirkungen, ist auf direktem Weg innerhalb von zwölf Monaten erreicht worden, wobei das M.A.R.A.plus® insgesamt sechs Monate im Mund des Patienten war.

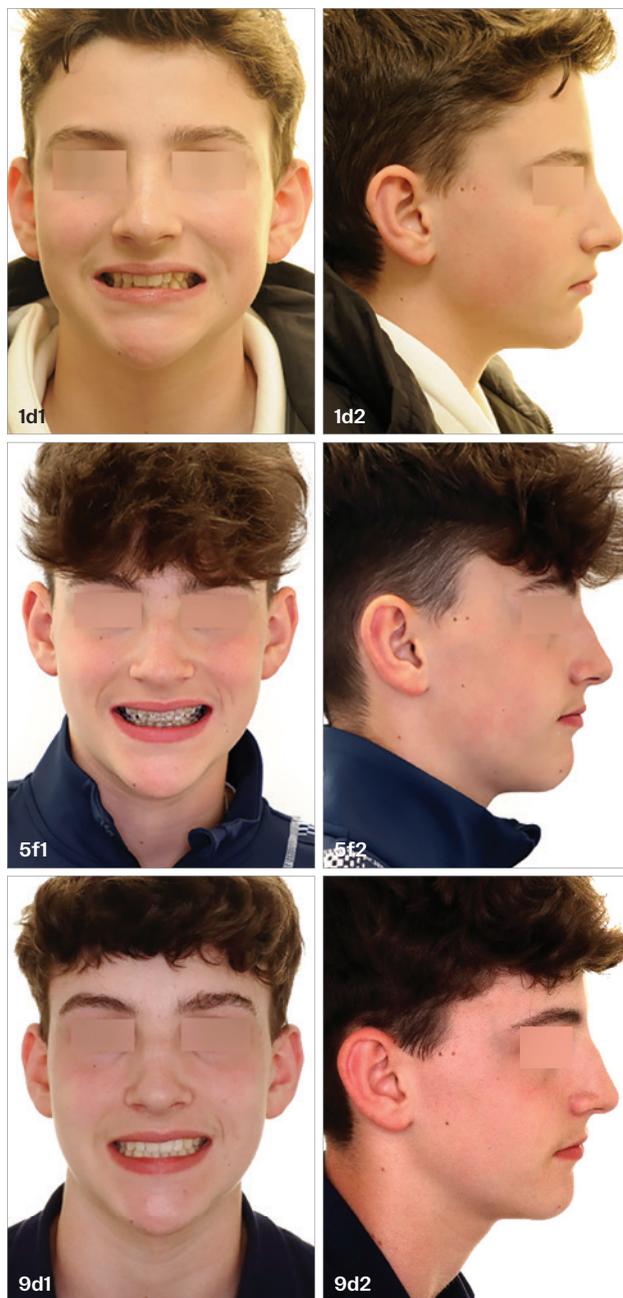


Abb. 1d1 und 1d2: Anfangsbefund en face und Profil. Die Oberkiefermittellinie entspricht der Gesichtsmittlinie und das Profil ist orthognath.

Abb. 5f1 und 5f2: En face und Profil am Tag der M.A.R.A.-Insertion. In der En face-Aufnahme ist das M.A.R.A.plus® beim Lachen nicht zu erkennen. Im Vergleich der Profilbilder – Anfang und unmittelbar nach Eingliederung der Apparatur – bleibt das Profil harmonisch.

Abb. 9d1 und 9d2: En face und Profil einen Monat nach Bracketentfernung. Oberkiefermittellinie, Kinnposition und das Profil sind harmonisch.

Winkel	Norm	Ist (vor)	Ist*
SNA	82 ± 3°	84,8°	83,6°
SNB	80 ± 3°	82,2°	81,2°
ANB	2,0 ± 2°	2,9°	2,5°
ML-NL	23,5 ± 3°	24,1°	28,4°
OK1-NA	22,0 ± 3°	21,1°	23,6°
UK1-NB	25,0 ± 3°	20,2°	21,2°

Tab. 2: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund nach der M.A.R.A.plus®-Entfernung.

Winkel	Norm	Ist (vor)	Ist*	4 Wochen nach Bracketentfernung
SNA	82 ± 3°	84,8°	83,6°	82,8°
SNB	80 ± 3°	82,2°	81,2°	81,1°
ANB	2,0 ± 2°	2,9°	2,5°	2,9°
ML-NL	23,5 ± 3°	24,1°	28,4°	29,0°
OK1-NA	22,0 ± 3°	21,1°	23,6°	24,6°
UK1-NB	25,0 ± 3°	20,2°	21,2°	18,2°

Tab. 3: Ausschnitt der FRS-Auswertung nach Bergen/Hasund im Verlauf bis vier Wochen nach Bracketentfernung.

*Tag, an dem die Brackets eingesetzt wurden.

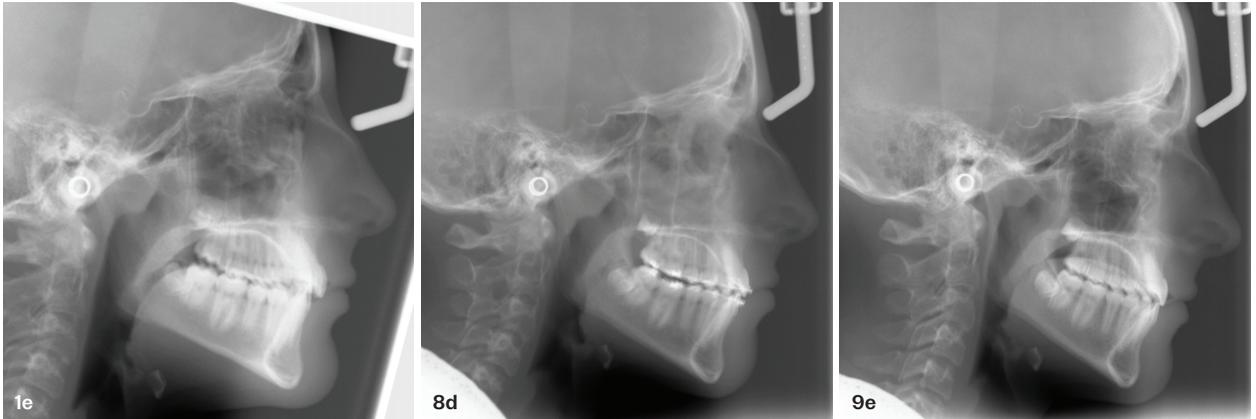


Abb. 1e: Ausgangsbefunde des 13 Jahre und sechs Monate alten Patienten. **Abb. 8d:** FRS am Tag der M.A.R.A.plus®-Entfernung. **Abb. 9e:** FRS nach Entfernung der Brackets.

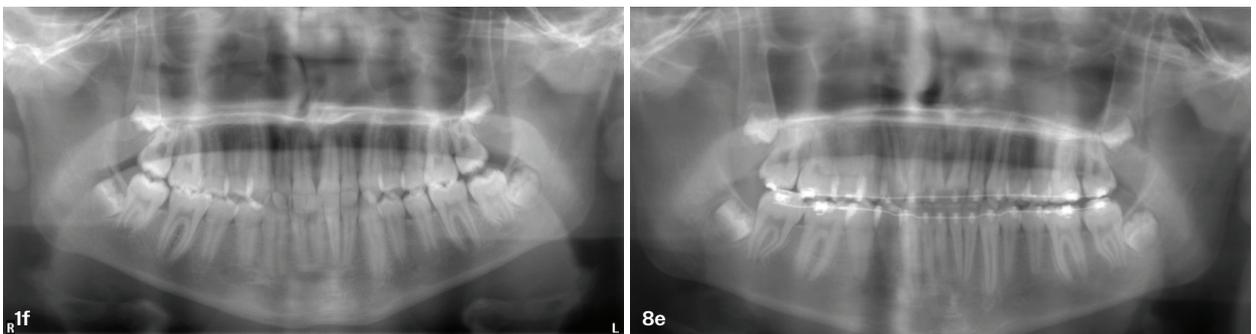


Abb. 1f: OPG – Anfangsbefund. **Abb. 8e:** OPG am Tag der Entfernung des M.A.R.A.plus®.

Zusammenfassung

M.A.R.A. steht nicht nur für seine Wirkweise als Mandibular Anterior Repositioning Appliance, sondern als vielseitig und effizient einsetzbares kieferorthopädisches Mehrzweckgerät in der Klasse II-Behandlung. Entwickelt wurde das M.A.R.A. primär von Douglas E. Toll 1991.

Seit über 20 Jahren und in mehr als 1.000 Fällen hat uns das M.A.R.A. durch seine Zuverlässigkeit, seine einfache Handhabung und sein auf das Wesentliche reduzierte Design überzeugt. Die Apparatur lässt sich mühelos in die Praxishabgewohnheiten des Behandlers integrieren. Außerdem kann sie einfach an unterschiedliche klinische Situationen angepasst werden. Das M.A.R.A. kann in verschiedenen Behandlungsphasen sowohl im Wechsel- als auch im bleibenden Gebiss verwendet werden. In einigen Fällen stellt es

eine effektive Alternative zur Dysgnathiechirurgie dar. Auch in der Schnarch- und Kiefergelenktherapie, etwa zur zentrischen Kondyleneinstellung, bietet es nützliche Anwendungsmöglichkeiten. Durch seine solide Verarbeitung reduziert das M.A.R.A. die Reparaturanfälligkeit und verkürzt die Behandlungsdauer. Für den Patienten ist es besonders komfortabel, da es sich nahtlos in die natürliche Bewegungsfunktion integriert und eine schnelle Eingewöhnung ermöglicht. Darüber hinaus erlaubt die Diskretion der Apparatur eine optimale Kombination mit der Lingualbehandlung.

In den vorgestellten Fällen hat sich das M.A.R.A. als effiziente Distalisierungsapparatur in der mitarbeitersunabhängigen Klasse II-Behandlung im Wechselgebiss und bleibenden Gebiss bei einseitigem und beidseitigem Mesialstand der 1. Oberkiefermolaren erwiesen. Insbesondere im Wechsel-

„Zwei Monate nach der Eingliederung des M.A.R.A.plus® zeigt sich, dass die Seitenzähne auf der rechten Seite wieder in Klasse I stehen und auf der linken Seite eine einseitige Verschiebung in Richtung Klasse I erfolgte, ohne dass es zu einer Kippung der Okklusalebene kommt.“

selgebiss ist davon auszugehen, dass der HG-Effekt abhängig von der posterioren Situation und dem Entwicklungsstand von 2. und 3. Molaren ist. Der dentoalveoläre Effekt lässt sich durchaus durch eine Extraktion von 2. Molaren vs. 3. Molaren begünstigen. Durch den Einsatz von skelettaler Verankerung mittels Miniimplantaten im Unterkiefer lässt sich die reziproke Wirkung auf die Oberkiefermolaren verstärken, während gleichzeitig eine Anteinklination der unteren Inzisiven vermieden wird. Vorzugsweise bei erwachsenen Patienten ist die skelettale Verankerung der Front bei voller Ausnutzung des HG-Effektes in Betracht zu ziehen.

Unserer klinischen Erfahrung nach ist das M.A.R.A. nicht nur bei der Korrektur der mandibulären Retrognathie angezeigt, sondern aufgrund seiner guten Wirkungssteuerung auf die Oberkiefermolaren auch als Distalisierungsapparat.

Dr. Volkan Özkan

f3 Kieferorthopädische Praxis für
Funktion und Ästhetik
volkan.oezkan@f3-kfo.de
www.f3-kfo.de

Literatur



* Die Beiträge in dieser Rubrik stammen von den Anbietern und spiegeln nicht die Meinung der Redaktion wider.



Dr. Uta Gönner



Dr. Stefan Blasius



Dr. Volkan Özkan



ANZEIGE

Dental News jetzt auf WhatsApp

**Aktuelle Nachrichten und
Informationen direkt auf
dein Smartphone –
egal wo!**



JETZT
anmelden und nichts
mehr verpassen!



WhatsApp

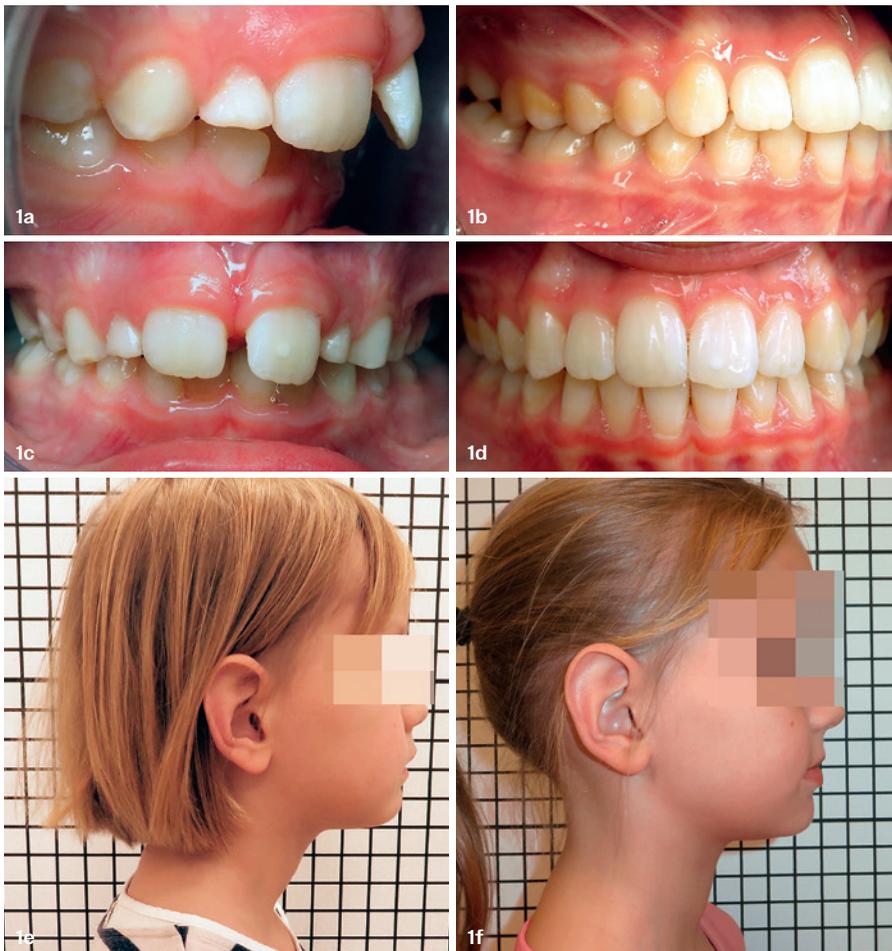
DENTAL
News

Ist das Frühbehandlungskonzept mykie® nachhaltig?

Teil 1 + 2

Von Dr. Andrea Freudenberg und Katrina Heuberger.

Nach Erklärung der Grundlagen und des therapeutischen Vorgehens wird in der mehrteiligen Artikelreihe anhand von fünf Behandlungsfällen aufgezeigt, unter welchen Bedingungen eine Frühbehandlung nachhaltig sein kann. Möglicherweise sogar nachhaltiger bzw. stabiler als viele kieferorthopädische Behandlungen im späten Wechselgebiss. Im ersten Teil wird ein mykie®-Behandlungsablauf vorgestellt, der ausschließlich mit einem konfektionierten Trainer durchgeführt wurde. Im zweiten Teil, den Sie in der kommenden Ausgabe der KN lesen können, beschäftigen sich die Autorinnen mit mykie®-Behandlungsabläufen in Kombination mit Alignern und anderen Apparaturen.



mykie® steht für myofunktionelle Kieferorthopädie und versucht systematisch und konsequent, Form und Funktion, Ursache und Auswirkung gleichzeitig zu behandeln.

Mithilfe seines interdisziplinären Therapieansatzes bildet es die Basis für eine Tandem-Therapie, bestehend aus Kieferorthopädie und myofunktionaler Therapie. Ziel ist die Lenkung des Kiefer- und Gesichtswachstums durch die Behebung unphysiologischer Muskelkräfte wie bestehende orale Dysfunktionen. Das Konzept wurde von einem interdisziplinären Team um die Kieferorthopädin Dr. Andrea Freudenberg entwickelt. Der interdisziplinäre Ansatz und die Erkenntnis des wechselseitigen Einflusses von Form und Funktion

Fotodokumentation

Abb. 1a–f: Intraorale Aufnahmen: Anfangsdiagnostik (a, c) und Follow-up drei Jahre nach Ende der Frühbehandlung (b, d). Extraorale Aufnahmen: Anfangsdiagnostik (e) und Enddiagnostik (f).

(Epigenetik) bilden die Grundlage für das Therapiekonzept.

Die myofunktionelle Therapie stellt die Schnittstelle zwischen Kieferorthopäden und Logopäden dar. Die Notwendigkeit eines interdisziplinären Therapieansatzes bei der Behandlung von Kiefer- und Zahnfehlstellungen wird bereits bei der Entstehung dieser deutlich. Neben genetischen Faktoren, Fehlhaltungen und oralen Habits spielen insbesondere Dysfunktionen, wie von Moss beschrieben, eine zentrale Rolle. Er machte schon 1968 darauf aufmerksam, dass 80 Prozent der Dysgnathien auf vorherrschende Dysfunktionen zurückgeführt werden können.¹ Hierzu zählt vor allem eine unphysiologische Ruheweichteilbeziehung (RWB), die sich in Form von fehlerhaften Dauerkräften im orofazialen Bereich äußert. Diese können sich in Form einer habituell offenen Mundhaltung, einer tiefen Zungenruhelage (fehlender Wachstumsimpuls für den Oberkiefer) sowie eines viszeralen Schluckmusters manifestieren.

Laut der Literatur kann bei etwas mehr als der Hälfte (41,4–56,8 Prozent) der Kinder im Vor- und Grundschulalter eine offene Mundhaltung (OMH) festgestellt werden.^{2–4} Häufig handelt es sich hierbei um eine erworbene (habituelle) OMH, die sich u. a. aufgrund von wiederholten Erkältungen und bestehenden Allergien angeeignet wurde. Die frühzeitige Korrektur einer OMH ist insbesondere aufgrund der miteinhergehenden tiefen Zungenruhelage von großer Relevanz. Denn mit dieser gehen noch weitere gesundheitliche Folgen einher, auf die an dieser Stelle jedoch nicht weiter eingegangen werden soll. Im Rahmen der mykie® Frühbehandlung bildet daher der korrekte Lippenschluss (sowohl am Tag als auch in der Nacht) sowie die hiermit einhergehende Automatisierung der Nasenatmung den Therapiebeginn.

Bereits 2008 wurden in einer Stellungnahme der DGKFO zur Diagnostik und Therapie orofazialer Dysfunktionen folgende Kernziele definiert: Stärkung der hypotonen orofazialen Muskulatur, die Etablierung eines kompetenten

Lippenschlusses sowie die Nasenatmung und das Erlernen einer physiologischen Zungenruhelage.⁵ Diese Ziele lassen sich jedoch nur mit einem hohen Maß an Interdisziplinarität zwischen Kieferorthopäden und Logopäden erzielen.

Insbesondere in Bezug auf die langfristige Stabilität eines Therapieergebnisses sollten die Diagnostik und Therapie von orofazialen Dysfunktionen im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie berücksichtigt werden. Das 2018 veröffentlichte Werk: *Kieferorthopädische Retention* von Ihlow und Rudzki unterstreicht diesen Ansatz, indem der Behebung orofazialer Dysfunktionen eine hohe Priorität zugeschrieben wird.⁶

Ein besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die korrekte Ruheweichteilbeziehung gelegt werden. Proffit verdeutlichte, dass für die Kiefer- und Gesichtsentwicklung nicht die Stärke der Kraft, sondern deren Dauer entscheidend ist.⁷ Zudem prägten 1969 Moss und Salentijn den Ansatz: „Knochen wachsen nicht von allein, sondern werden gewachsen.“⁸ Demzufolge ist das Knochenwachstum von kontinuierlichen Kräften abhängig, die durch die Ruheweichteilbeziehungen gelenkt werden. Vornehmlich eine Dysbalance der Muskelkräfte in Ruhe spiegelt sich in Kiefer- und Zahnfehlstellungen wider. Folglich wird sowohl ein fehlerhaftes Schluckmuster, das ca. eine Stunde am Tag ausgeübt wird (ein Schluckakt = zwei Sekunden bei maximal 2.000 Schluckakten am Tag → ca. 60 Minuten), als auch eine kieferorthopädische Apparatur, die ausschließlich eine Stunde täglich getragen wird, einen vergleichsweise geringen Einfluss auf die Kieferentwicklung sowie Zahnstellung nehmen.

Die anhaltende Annahme, die Zunge sei der „größte Feind“ des Kieferorthopäden, hat zwar seine Berechtigung, sollte jedoch überdacht werden. Denn entscheidend für die Kieferentwicklung und Zahnstellung ist nicht der Schluckakt der Zunge, sondern die Zungenruhelage (ZRL). Eine korrekte ZRL fungiert als Wachstumsmotor für den

Oberkiefer, unterstützt eine aufrechte Kopfhaltung und stabilisiert das Ergebnis einer kieferorthopädischen Behandlung (insbesondere nach einer transversalen Erweiterung durch eine GNE). **Folglich sollte die Zunge je nach Funktion als „größter Feind“ oder „Freund“ betrachtet und sich der Kieferorthopäden den Chancen einer Retention mithilfe der korrekt erlernten mühe-losen ZRL bewusst werden.**

Das mykie® Frühbehandlungskonzept zielt darauf ab, Symptome wie schiefe Zähne nicht ausschließlich kieferorthopädisch zu therapieren, sondern interdisziplinär die zugrunde liegenden Ursachen zu beheben. Hierbei wird ein optimales Gleichgewicht zwischen Form und Funktion angestrebt, um frühzeitig ein regelrechtes Kiefer- und Gesichtswachstum zu unterstützen. Die häufig kritisierte nicht zu erreichende Nachhaltigkeit bzw. Automatisierung der neu erlernten physiologischen Ruheweichteilbeziehungen wird durch möglichst langfristig nachts zu tragende Trainingsgeräte (fördern Nasenatmung und regelrechte ZRL) erreicht.

Zielgruppe

Wie von Prof. Grabowski beschrieben, nehmen die myofunktionellen Fehlfunktionen zwischen dem Milch- und Wechselgebiss signifikant zu.⁹ Damit diese möglichst frühzeitig mit einem vonseiten des Patienten angemessenen Maß an Compliance therapiert werden können, ist eine Therapie bei vielen Indikationen schon ab dem frühen Grundschulalter sinnvoll und möglich. Insbesondere Patienten mit einer offenen Mundhaltung, einem schmalen Oberkiefer, einer vergrößerten Frontzahnstufe, einer schlaffen Gesichts- sowie Kau-muskulatur, einem kurzen Zungenband etc. können in einem hohen Maß von einer frühen Intervention profitieren. Zusätzlich sollen durch die präventive Aufklärung der Eltern von Geburt an die Grundlagen für eine gesunde Kiefer- und Gesichtsentwicklung sowie große Atemwege gelegt werden.

Unser mykie® Frühbehandlungsablauf

Schon vor der Erstberatung werden die Eltern durch das Scribble-Video (s. www.mykie.de – Null Bock auf eine feste Zahnsperre) über den Zusammenhang von Form und Funktion aufgeklärt. Zeigt die Erstuntersuchung erste Anzeichen einer Fehlentwicklung, wird über das Patientenportal Medondo® ein Informationsvideo bereitgestellt. Dieses Video erläutert detaillierte Zusammenhänge zwischen Form und Funktion, den Ablauf des interdisziplinären Konzepts, die Anforderungen an Mitarbeit und elterliche Unterstützung sowie mögliche Zusatzkosten. Erst nach der Aufklärung wird eine umfassende Erstdiagnostik mit Videoscreening der wesentlichen orofazialen Funktionen wie Sprechen, Kauen, Schlucken und Zungenbewegungen (u. a. der ZRL) vereinbart. Statt Abformungen wird gescannt, was eine wesentliche Erleichterung für junge Patienten bringt. Nach Auswertung aller Unterlagen wird in einem ausführlichen Therapiegespräch das Behandlungsziel definiert. Dieses heißt nicht gerade Zähne, sondern ...

Ziel der mykie® Frühbehandlung:

- regelrechtes, orofaziales Wachstum mit Platz für alle Zähne
- regelrechte Kieferlagen für eine physiologische Entwicklung der Kiefergelenke
- Lippenschluss zur Traumareduktion
- Nasenatmung mit regelrechter ZRL mit allen gesundheitlichen Vorteilen

Die Behandlung erstreckt sich in der Regel über anderthalb Jahre (sechs Quartale). Unabhängig von der Zeitraumbestimmung der gesetzlichen Frühbehandlung, hat sich dieser Zeitrahmen auch hinsichtlich der Compliance als sinnvoll erwiesen.

Das erste kieferorthopädische Ziel besteht darin, den Patienten „MFT-fähig“ zu machen. „MFT-fähig“ bedeutet, aus

anatomischer Sicht den Patienten für eine effektive myofunktionelle Therapie vorzubereiten. In der Regel wird hierfür der Oberkiefer in seiner Transversale erweitert. Dies dient unter anderem dazu, der Zunge genügend Platz zum Erlangen der gewünschten Zungenruhelage zu bieten. Zudem sollte ein vergrößerter Overjet zur Erlangung eines kompetenten Lippenschlusses reduziert werden.

Diese kieferorthopädischen Ziele werden unter der Verwendung verschiedener KFO-Geräte erreicht. Sie wurden alle unter der Berücksichtigung myofunktioneller Aspekte ausgewählt und sollen so die physiologische Funktion möglichst wenig beeinträchtigen bzw. diese sogar, wenn möglich, unterstützen (siehe Abschnitt mykie® Geräte).

„Im Rahmen der mykie® Frühbehandlung bildet daher der korrekte Lippenschluss (sowohl am Tag als auch in der Nacht) sowie die hiermit einhergehende Automatisierung der Nasenatmung den Therapiebeginn.“

Myofunktionell wird zunächst auf einen kompetenten Lippenschluss tags und anschließend auch nachts hingearbeitet. Da die offene Mundhaltung auch eine Form der Haltungsschwäche darstellt, stehen auch das Erlernen einer korrekten Körperhaltung sowie das kraftvolle beidseitige Kauen im Fokus der Therapie. Um zeitgleich mit der Form- und Funktionstherapie starten zu können und die Komplexität der interdisziplinären Organisation zu reduzieren, beginnt dieser erste Teil der Funktionstherapie als Onlinetraining. Diese werden mittels Gutscheincodes über die Webpage www.mykie-trainings.de zur Verfügung gestellt. Die Kosten der Trainings einschließlich Materialpaket sind hierbei im Behandlungsplan bzw.

AVL-Paket enthalten. Die Patientenfamilien sind oft dankbar, dass ihnen die zusätzlichen Fahrten zur Logopädie, zumindest innerhalb des ersten halben Jahres, neben den häufigen KFO-Terminen, erspart bleiben. Nebenbei lernen die Patienten eine Selbstverantwortung, die für den Therapieerfolg einer Form- und Funktionstherapie unabdingbar ist. Ohne regelmäßiges, eigenverantwortliches Üben (mit Unterstützung der Eltern) wird besonders in einer Form- und Funktionstherapie der Therapieerfolg eingeschränkt sein. Die myofunktionellen Ziele werden kieferorthopädisch durch die Eingliederung eines konfektionierten Trainers (siehe Abschnitt mykie® Geräte) unterstützt. **Dieser Trainer wird nach Erlernung des Mundschlusses mit Nasenatmung jede Nacht getragen und fokussiert damit von Anfang an das Ziel der Automatisierung.**

Der Behandlungsablauf wird halbjährlich durch Zwischendiagnostiken mit Fotos, Kieferscans und erneuten Videoscreenings der Funktion begleitet. Ganz nach dem Motto: „Bilder sagen mehr als tausend Worte“, erfolgt die Besprechung des Erreichten anhand dieser Unterlagen. Sie dient der Standortbestimmung, der Motivation (die Vergleichsbilder sind oft sehr beeindruckend – da schauen einen ganz andere Kinder an) und natürlich der Möglichkeit, die Therapie individuell anzupassen. Nach sechs bis neun Monaten, sobald die MFT-Fähigkeit erreicht wurde und der Oberkiefer frei von Apparaturen ist, wird i. d. R. zu einem Logopäden aus unserem lokalen mykie® Netzwerk rezeptiert. Dieser überprüft die mittels der Onlinetrainings erreichten Therapieziele und arbeitet diese bei Bedarf nach. Im Anschluss wird an der korrekten Zungenruhelage (ZRL) sowie einem korrekten Schluckmuster gearbeitet.

Nach anderthalb Jahren folgt bis zum Abschluss des Zahnwechsels oder einer evtl. notwendigen Zweitbehandlung die Automatisierungs- (Stabilisierung der Funktion) und Retentions-

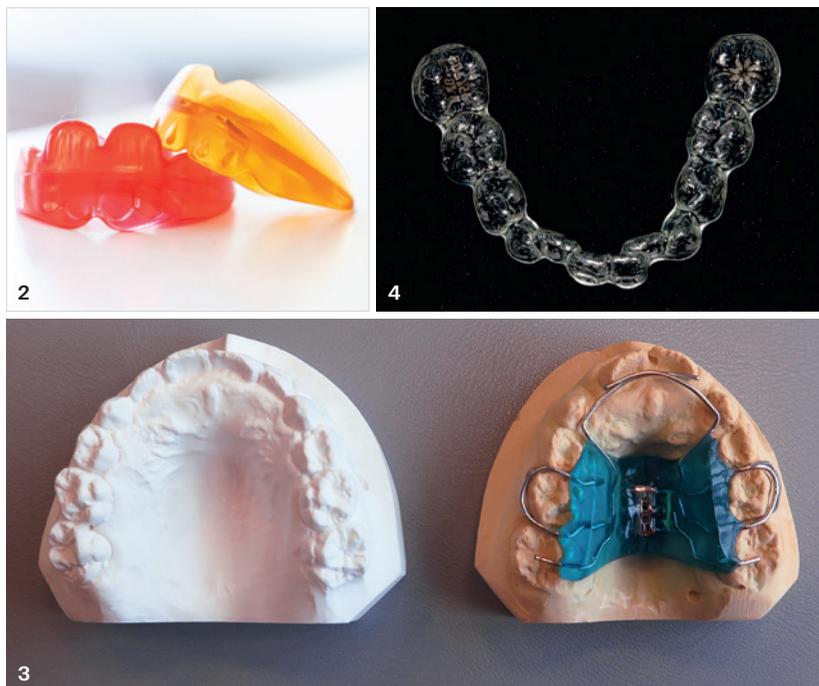


Abb. 2: Konfektionierte Trainer. **Abb. 3:** Therapieergebnis (links) nach transversaler Erweiterung mittels Bioplate. **Abb. 4:** Aligner.

phase (Stabilisierung der Form). In dieser Zeit sollten in der Nacht ein Retentionstrainer sowie gegebenenfalls eine Retentionsschiene (zum Aufhalten von Lücken, Torque der OK-Front, stabilisieren der transversalen Breite) weitergetragen werden. Der Vorteil der Automatisierungs- und Retentionsphase ist die Möglichkeit, das erzielte Therapieergebnis sowohl hinsichtlich der Form als auch der Funktion (Zahnbogenausformung, erreichte Kieferlage, physiologische Ruheweichteilbeziehung) zu stabilisieren. Zudem unterstützen die verwendeten Retentionsgeräte das noch bevorstehende Wachstum hinsichtlich eines regelrechten Ablaufes. Die Basis für ein erfolgreiches und langfristig stabiles Therapieergebnis bildet neben dem ärztlichen Wissen über die Zusammenhänge von Form und Funktion sowie einer interdisziplinären Vernetzung mit mindestens einem Logopäden primär die Patientencompliance. Insbesondere im Grundschulalter ist diese in einem hohen Maß von der verständnisvollen Unterstützung durch das direkte Patientenumfeld abhängig.

Einige häufig verwendete KFO-Geräte in der mykie® Behandlung

Konfektionierte Trainer

Konfektionierte Trainer/Positioner, Trainingsgeräte oder EGAs (eruption guidance appliances) werden von verschiedenen Firmen (u. a. Orthoplus, LM-Activator, Myobrace/MRC, Dr. Hinz dental/OPA) aus medizinischem Silikon hergestellt (Abb. 2). Sie ermöglichen, parallel sowohl kieferorthopädische als auch myofunktionelle Therapieziele zu erreichen. Im Vergleich zu individuell angefertigten Geräten sind sie, aufgrund der konfektionierten Herstellung, verhältnismäßig kostengünstig. Dies stellt insbesondere in der präventiven Therapie, die bei GKV-Versicherten im Rahmen von KIG 1–2 oft als Selbstzahlerleistung erfolgt, einen wesentlichen Mehrwert dar. Weitere Informationen zu den von uns verwendeten Trainern kann man im Rahmen der strukturierten mykie® Zertifizierung erlangen.

Bioplate

Bei einer Bioplate (Abb. 3) handelt es sich um eine modifizierte Form des Bio-

block 1 von Prof. Mew. Die skelettierte Plattenapparatur wird in der mykie® Therapie unter dem Namen Bioplate geführt. Die anteriore Aussparung soll eine physiologische Zungenlage sowie eine korrekte Aussprache unterstützen. Eine transversale Dehnschraube ermöglicht die semirapide Gaumenaherweiterung des Oberkiefers und wird in der aktiven Phase täglich um 1/8 Umdrehungen aktiviert. Die integrierte Protrusionsfeder ermöglicht eine sagittale Nachentwicklung sowie die Ausformung bzw. Protrusion der Front. Die Bioplate wird 24 Stunden täglich (abzüglich fünf Minuten zum abendlichen Zähneputzen und Schrauben der transversalen Dehnschraube) getragen. Wir verwenden diese Apparatur in dieser Form seit ca. acht Jahren mit großem Erfolg. Das Geheimnis der guten Compliance und damit des guten Erfolges liegt aus unserer Sicht in der Tragezeit von 24 Stunden. Weitere Informationen zur Anwendung und Herstellung der Bioplate kann man in einem On-Demand-Webinar über www.drdozzle.de erhalten.

Aligner

Insbesondere während der Frühbehandlung erweist sich die Aligner-Therapie (Abb. 4) bei bestimmten Indikationen als sehr sinnvoll. Neben der Möglichkeit einer präzisen Korrektur der Form durch die Lückenöffnungen (v. a. nach unterminierenden Resorptionen und damit extremem Platzverlust), stellt speziell die Aussparung des Gaumens in Bezug auf die myofunktionelle Therapie und das Erlernen der korrekten ZRL einen entscheidenden Vorteil dar. Aufgrund der einfachen Handhabung und der Verwendung eines Intraoralscanners erfährt die Aligner-Therapie unter jungen Patienten zunehmend eine große Akzeptanz.

Wissenschaftliche Evidenz

Die Studienlage zu kombiniert kieferorthopädisch- myofunktionellen Frühbehandlungen ist leider gering. Beson-

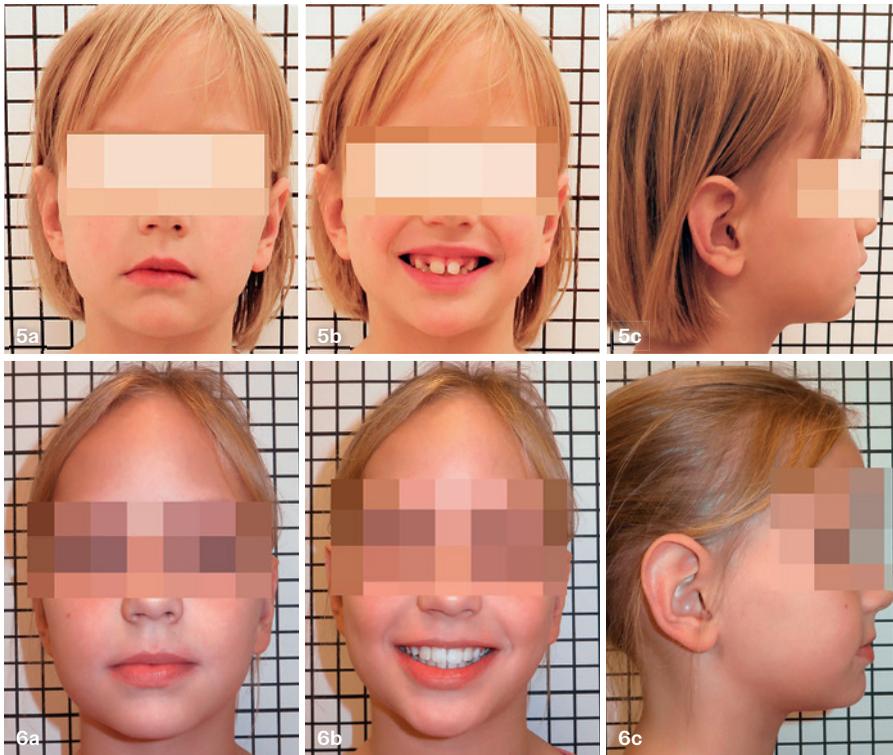


Abb. 5a bis 6c: Extraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (5a–c), Enddiagnostik (6a–c).

ders die Schwierigkeit in Bezug auf messbare Werte myofunktionaler Gegebenheiten stellt eine große Herausforderung in der Durchführung großflächiger Studien dar. Im Juni 2024 wurde auf dem European Orthodontic Society Congress ein Poster zur Vorstellung des interdisziplinären Thera-

pieansatzes mykie® veröffentlicht. Die mykie® Gründerin und ihr Team haben hierfür 75 abgeschlossene mykie® Therapien gemäß des PAR(Peer-Assessment-Rating)-Indexes nach Richmond ausgewertet. Mithilfe des Einflusses der Ruheweichteilbeziehung auf die Zahnstellung sollten der Erfolg

und die Effektivität objektiviert werden. Der PAR-Index nach Richmond definiert eine effiziente Behandlung durch die Reduktion des PAR-Indexes um zwölf Punkte.¹⁰ Richmond bezieht sich hierbei jedoch auf Zahnfehlstellungen im bleibenden Gebiss und beachtet keinerlei Milchzahnfehlstellungen. In Bezug auf eine Frühbehandlung, die im frühen Wechselgebiss startet, und der Tatsache, dass auch Milchzahnfehlstellungen ein Ausdruck von myofunktionaler Fehlentwicklung sind, wäre ein modifizierter PAR-Index (inkl. Milchzahnfehlstellungen) von großer Bedeutung. Hierdurch könnte die Studienlage in Bezug auf kombiniert kieferorthopädisch-myofunktionelle Frühbehandlungen deutlich erweitert werden. Dem Poster kann ein durchschnittlicher PAR-Index von 19,56 Punkten vor mykie® Therapiebeginn und ein durchschnittlicher PAR-Index von 5,72 Punkten nach Beendigung der Therapie entnommen werden. Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Reduktion um 13,94 Punkte. Ohne die Berücksichtigung der Korrektur von Milchzahnfehlstellung beläuft sich die durchschnittliche Reduktion des PAR-Indexes auf 9,92 Punkte pro Jahr. Da die aktuelle Patientenanzahl für eine valide Auswertung noch zu gering ist, stellt das Poster lediglich einen

Diagnostik	Overjet	Overbite	Frontzahnkontakt	Bisslage	Sonstiges
Anfangsdiagnostik	8mm	80 %	nein	1d+1d	starke OMH, periorales Schluckmuster, Sigmatismus, tiefe Zungenruhelage, verkürztes Zungenband
1. Zwischendiagnostik (3 Monate nach Behandlungsbeginn)	6mm	70 %	nein	½ d+½d	Reduktion der OMH, periorale Muskulatur wird zum Schlucken nicht mehr angespannt
2. Zwischendiagnostik (7 Monate nach Behandlungsbeginn)	3mm	50 %	ja	¼d+¼d	kein Sigmatismus mehr vorhanden, Zungenruhelage weiter tief
3. Zwischendiagnostik (11 Monate nach Behandlungsbeginn)	1,5mm	30 %	ja	¼d+¼d	OMH hat minimal zugenommen
4. Zwischendiagnostik (17 Monate nach Behandlungsbeginn)	2mm	20 %	ja	¼d+¼d	korrekte Zungenruhelage
Enddiagnostik	2mm	20 %	ja	n + ¼d	OMH bei 10 %
Follow-up nach 3 Jahren	1,5mm	10 %	ja	n+n	

Diagnostikerggebnisse.

Intraorale Fotodokumentation**Abb. 7a–e:** Anfangsdiagnostik.**Abb. 8a–e:** Enddiagnostik.**Abb. 9a–e:** Follow-up nach drei Jahren nach Durchbruch aller bleibenden Zähne.

Versuch dar, die Effektivität einer kombiniert kieferorthopädisch-myofunktionellen Frühbehandlung zu objektivieren. Eine gesteigerte Patientenzahl sowie die Modifizierung des PAR-Indexes nach Richmond könnte langfristig die Erweiterung der Studienlage ermöglichen.

Patientenfall 1

mykie® Behandlungsablauf unter ausschließlicher Verwendung eines konfektionierten Trainers, um das Potenzial aufzuzeigen

Die Patientin stellte sich erstmalig im Alter von sechs Jahren unter Begleitung ihrer Mutter im Fachzentrum für Kieferorthopädie in der Abteilung Frühbehandlung (mykie®) in Weinheim vor. Der allgemeinen Anamnese konnten häufige Ohrinfektionen und die Entfernung der Polypen im Alter von anderthalb Jahren entnommen werden. Eine motorische Entwicklungsstörung sowie eine muskuläre Hypotonie wurden angegeben. Diesbezüglich hatte zuvor eine Ergotherapie stattgefunden. Laut der Mutter konnte ein gelegentliches Schnarchen sowie Lispeln festgestellt werden. Bis zum achten Lebensmonat hatte die Patientin am Daumen gelutscht. Als orales Habit wurde das gelegentliche Einziehen der Unterlippe angegeben. Dieses Habit bestand laut der Mutter zum Zeitpunkt der Anfangsdiagnostik nicht mehr.

Klinischer Erstbefund**Extraoraler Befund:**

Extraoral konnte eine offene Mundhaltung mit Mundatmung festgestellt werden.



Die Mundwinkel der Patientin waren deutlich nach kaudal gezogen (Abb. 5a–c), was auf eine hypotone orofaziale Muskulatur hindeutete bzw. dass für das Erreichen eines Lippenschlusses die Unterlippe unter Aktivierung der Muskulatur angehoben werden muss. Folglich war kein müheloser, kompetenter Lippenschluss vorhanden. Zusätzlich wurden ein leichter Sigmatismus, ein periorales Schluckmuster sowie eine vermehrte Einlagerung der Unterlippe hinter den Oberkieferfrontzähnen festgestellt.

Intraoraler Befund:

Die Patientin befand sich zum Zeitpunkt der Anfangsdiagnostik in der Ruhephase. Im Oberkiefer lag eine transversale Zahnbogenenge vor. Zudem konnten eine spitze Oberkieferform, ein Diastema mediale, ein verkürztes Zungenband und die Mesiorotation der 6er festgestellt werden (Abb. 7a–e). Im Unterkiefer lag ein ausgeprägter frontaler Engstand vor. Zudem konnte beidseitig eine distale Bisslage um eine Prämolarenbreite mit einem Overjet von 8 mm sowie einem Overbite von 80 Prozent diagnostiziert werden.

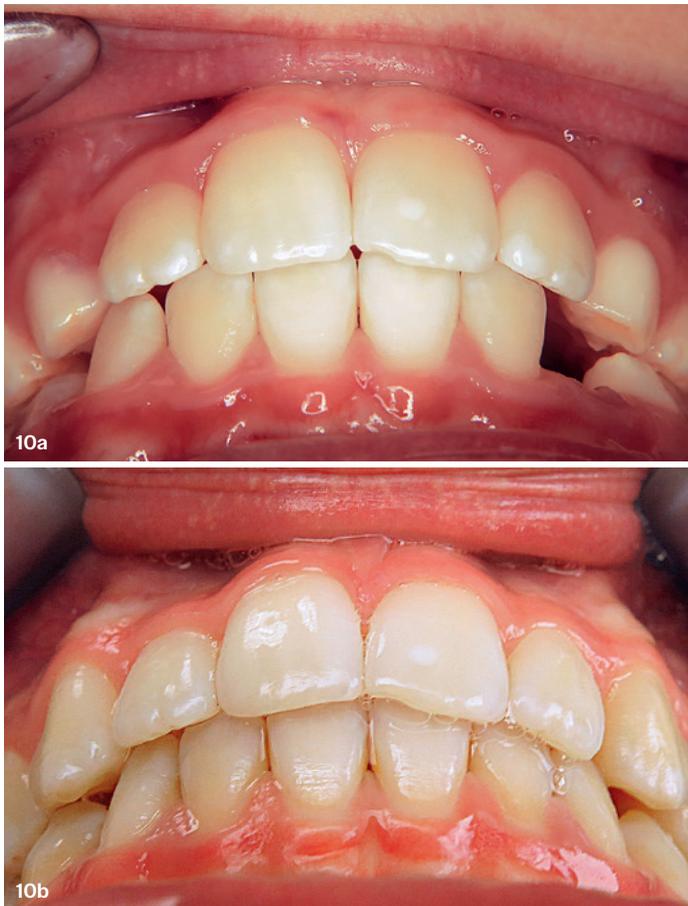


Abb. 10a und b: Funktioneller Frontzahnkontakt: Enddiagnostik (a), Follow-up drei Jahre nach dem Ende der Frühbehandlung (b).

„Das mykie® Frühbehandlungskonzept zielt darauf ab, Symptome wie schiefe Zähne nicht ausschließlich kieferorthopädisch zu therapieren, sondern interdisziplinär die zugrunde liegenden Ursachen zu beheben.“

Behandlungsplan

Ziel der Therapie war die transversale Nachentwicklung des Ober- sowie Unterkiefers und die Ausformung der Zahnbögen kombiniert mit einer Neutralverzahnung und einem funktionellen Frontzahnkontakt. Parallel hierzu sollte die Ursache der Fehlstellung therapiert werden, d. h. die myofunktionellen Fehlfunktionen sollten abgestellt und eine physiologische RWB aufgebaut werden.

Behandlungsablauf

Die Patientin wurde über einen Zeitraum von anderthalb Jahren mittels verschiedener konfektionierter Trainer therapiert. Die Trainer wurden jeweils nachts und eine Stunde am Tag getragen. In der Nacht wurde das Tragen des Trainers durch die Anwendung eines Lippenhilfsbandes unterstützt (passiver Lippenschluss). Am Tag hingegen wurde der korrekte Lippenschluss

aktiv mithilfe eines Plättchens zwischen den Lippen trainiert (aktiver Lippenschluss). Die präventive kieferorthopädische Therapie wurde durch eine myofunktionelle Therapie begleitet. Das verkürzte Zungenband konnte durch gezielte Dehn- bzw. Koordinationsübungen verlängert und so die Mobilität der Zunge verbessert werden.

Die Unterkieferrücklage wurde allein durch das Tragen des Trainers in eine neutrale Verzahnung überführt (Abb. 6a–c). Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer konnte mithilfe eines entsprechenden Trainers die Ausformung der Zahnbögen erreicht und der Biss deutlich gehoben werden (Abb. 8a–e). Eine detaillierte Verlaufskontrolle wurde in Form von zahlreichen Zwischendiagnostiken durchgeführt und gibt einen Einblick in den Therapieablauf (siehe Tabelle). Ein funktioneller Frontzahnkontakt konnte sowohl bei der Enddiagnostik dokumentiert als auch in einem Follow-up nach drei Jahren festgestellt werden (Abb. 9a–e und Abb. 10a und b).

Aufgrund der frühzeitigen, interdisziplinären, kieferorthopädischen sowie myofunktionellen Therapie konnte ein stabiles Langzeitergebnis erzielt werden. Eine kieferorthopädische Zweitbehandlung war daher nicht notwendig.

Dieser Therapieerfolg wurde aufgrund der hohen Patientencompliance während der Therapie und der Stabilisierungsphase (Automatisierung + Retention) ermöglicht. Insbesondere das kontinuierliche nächtliche Tragen des Trainers wird hierbei ausschlaggebend gewesen sein.

Dieser Patientenfall verdeutlicht das Potenzial des Trainers während der KFO-Frühbehandlung, aber auch welche entscheidende Rolle er während der Stabilisierungsphase von Form- und Funktionsveränderung unter Begleitung des weiteren Wachstums und des Zahnwechsels haben kann. In Teil zwei dieses Artikels werden wir komplexere mykie® Frühbehandlungen, Trainer kombiniert mit Bioplate bzw. Alignern, vorstellen.

Multi FA

Multifunktions-Apparatur für Korrekturen der Klasse II & III



Eine Apparatur für

90%

aller Fälle



Einführungsvideo vom
Entwickler Dr. Yoav Mazor
(16 min, Englisch)



Teil 2

In Teil 1 dieser Artikelreihe (KN10) sind wir auf die verschiedenen Therapiemittel im Rahmen unseres mykie® Frühbehandlungskonzeptes eingegangen. Zudem wurde ein Patientenfall vorgestellt, der ausschließlich unter der Verwendung eines Trainers (konfektionierten Positioners) behandelt wurde. Im zweiten Teil unseres Artikels möchten wir weitere Frühbehandlungsfälle vorstellen, die im Rahmen des mykie® Ansatzes, d.h. der gleichzeitigen Behandlung von Form und Funktion, therapiert wurden. Die Vorteile der kombinierten Verwendung eines Trainers mit einer herausnehmbaren Spange (Bioplate) bzw. Alignern möchten wir anhand verschiedener Patientenfälle beleuchten.



Abb. 1a und b: Extraorale Fotodokumentation Anfangsdiagnostik (a), Enddiagnostik (b).

mykie® Behandlungsablauf unter kombinierter Verwendung von Bioplate und konfektioniertem Trainer

Der Patient stellte sich erstmalig im Alter von acht Jahren unter Begleitung seiner Mutter im Fachzentrum für Kieferorthopädie, Abteilung Frühbehandlung (mykie®) in Weinheim vor. Ihr Anliegen bestand darin, eine Zweitmeinung bezüglich einer Frühbehandlung einzuholen.

Aus der allgemeinen Anamnese ging hervor, dass der Patient an Asthma leidet und sowohl Salbutamol als auch Junik-Spray hierfür einnimmt. Der Patient litt häufig an Erkältungen und

unter jahreszeitabhängigen Allergien. Des Weiteren wurde angegeben, dass der Schnullergebrauch bis zum dritten Lebensjahr erfolgte. Als orales Habit wurde das Kauen auf dem T-Shirt beschrieben, und die Mutter berichtete von einer sichtbaren Mundatmung sowie trockenen Lippen.

Klinischer Erstbefund:

Extraoraler Befund:

Extraoral konnte eine deutliche OMH mit trockenen Lippen und die Einlagerung der Unterlippe hinter den Oberkieferfrontzähnen beobachtet werden (Abb. 1). Die nach kaudal gezogenen

Mundwinkel deuteten auf eine hypotone, orofaziale Muskulatur hin. Außerdem war ein viszerales Schluckmuster kombiniert mit einer frontalen Zungenlage zu beobachten.

Intraoraler Befund:

Der Patient befand sich im frühen Wechselgebiss. Im Ober- sowie Unterkiefer lag eine transversale und sagittale Zahnbogenenge vor. Der stark vergrößerte Overjet betrug 10 mm mit einem fehlenden Frontzahnkontakt (Abb. 2). Es lag eine distale Bisslage um eine Prämolarenbreite beidseits vor. Der Platzmangel betrug sowohl im Ober- als auch Unterkiefer ca. 2–3 mm.

Behandlungsplan

Ziel der Behandlung bestand in der transversalen und sagittalen Nachentwicklung des Ober- und Unterkiefers, um eine Neutralverzahnung und einen funktionellen Frontzahnkontakt zu erreichen. Hierbei sollte das derzeitige pathologische, retrognathe und schmale Wachstumsmuster in ein physiologisches Wachstumsmuster mit normgerechten Muskelkräften (Ruheweichteilbeziehungen = RWB) überführt werden.

Behandlungsablauf

Die Therapie wurde nach dem klassischen mykie® Frühbehandlungskonzept durchgeführt. Parallel zur Bioplate und verschiedenen Trainern fand ein myofunktionelles Training statt. Insbesondere das langfristige Erlernen der Nasenatmung stellte sich für den Patienten aufgrund jahreszeitabhängiger Allergien als eine Herausforderung dar. Dennoch konnte durch ein konsequentes Training nach kurzzeitigen Phasen der Mundatmung



Abb. 2a–f: Intraorale Fotodokumentation der Anfangsdiagnostik.

Die Verwendung von Alignern innerhalb des mykie® Frühbehandlungskonzeptes

Die gleichzeitige Therapie von Form und Funktion steht im Zentrum des mykie® Frühbehandlungskonzeptes. Wie in Teil 1 der Artikelreihe vorgestellt spielt die Auswahl der verwendeten Therapiegeräte hierbei eine wesentliche Rolle. Die Integration von Alignern in das mykie® Frühbehandlungskonzept stellt sich als sehr zielführendes Therapiemittel heraus, da die Gaumenfreiheit von Anfang an einen entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Therapieoptionen bietet.

Einige entscheidende Vorteile der Aligner-Therapie im Rahmen der Frühbehandlung:

- Der Gaumen bleibt von Therapiebeginn an frei (die korrekte Zungenruhelage kann erlernt bzw. automatisiert werden)
- Die Mundhygiene wird nicht beeinträchtigt (Schienen werden zur Reinigung entfernt)
- Durch die Verwendung eines Intraoralscanners ist das Nachscannen unproblematisch möglich
- Trainer können über den Alignern getragen werden, daher die gleichzeitige Therapie von Form und Funktion
- Eine gezielte Lückenöffnung und damit Platzschaffung für alle noch durchbrechenden Zähne ist recht-



Abb. 3a und b: Ansaugen der Zunge an den Gaumen zur Anfangsdiagnostik (a) sowie Enddiagnostik (b). **Abb. 4a und b:** Frontzahnkontakt: Anfangsdiagnostik (a), Enddiagnostik (b).

wieder auf die regelrechte Nasenatmung umgestellt werden. Sehr eindrücklich war der Therapiefortschritt beim Ansaugen der Zunge (Abb. 3) im Rahmen der myofunktionellen Therapie (Übung zur Erlangung einer physiologischen Zungenruhelage). Die zuvor definierten Behandlungsziele: Neutralverzahnung (Abb. 5), funktioneller Frontzahnkontakt (Abb. 4) und regelrechte Ruheweichteilbeziehungen (RWB) konnten im Rahmen der Frühbehandlung erreicht werden. Neben den genannten Behandlungszielen konnte vor allem extraoral eine

positive Entwicklung festgestellt werden (Abb. 6). Denn erst im Nachhinein wird deutlich, dass wir es zu Beginn der Frühbehandlung mit einem „kranken“ Kind mit Augenringen (deutlicher zu erkennen ohne Augenverdeckung) zu tun hatten. Zur Stabilisierung und Automatisierung der Ergebnisse wurde, aufgrund der großen Rezidivneigung von Klasse II-Patienten (insbesondere bei Allergien mit OMH), das konsequente Tragen eines Retentions-Trainers in der Nacht bis zum Ende des Zahnwechsels empfohlen.

Diagnostik	Overjet	Overbite	Frontzahnkontakt	Bisslage	Sonstiges
Anfangsdiagnostik	10 mm	50 %	nein	1d+1d	OMH 100 %, Mundatmung
1. Zwischendiagnostik (3 Monate nach Behandlungsbeginn)	4 mm	30 %	nein	¼d+¼d	OMH 27 %, vermehrte Nasenatmung
2. Zwischendiagnostik (9 Monate nach Behandlungsbeginn)	4 mm	30 %	nein	¼d+¼d	Allergiebedingt vermehrte Mundatmung
Enddiagnostik	2 mm	20 %	ja	¼d+n	OMH auf 36 % reduziert, größtenteils Nasenatmung

Tabelle 1: Diagnostikerggebnisse. Erläuterung: Die Prozentzahlen bzgl. der OMH wurden über einen selbst entwickelten Beobachtungsbogen erhoben. Eingeflossen sind Befunde der Logopäden und der häuslichen Beobachtungen der Eltern.

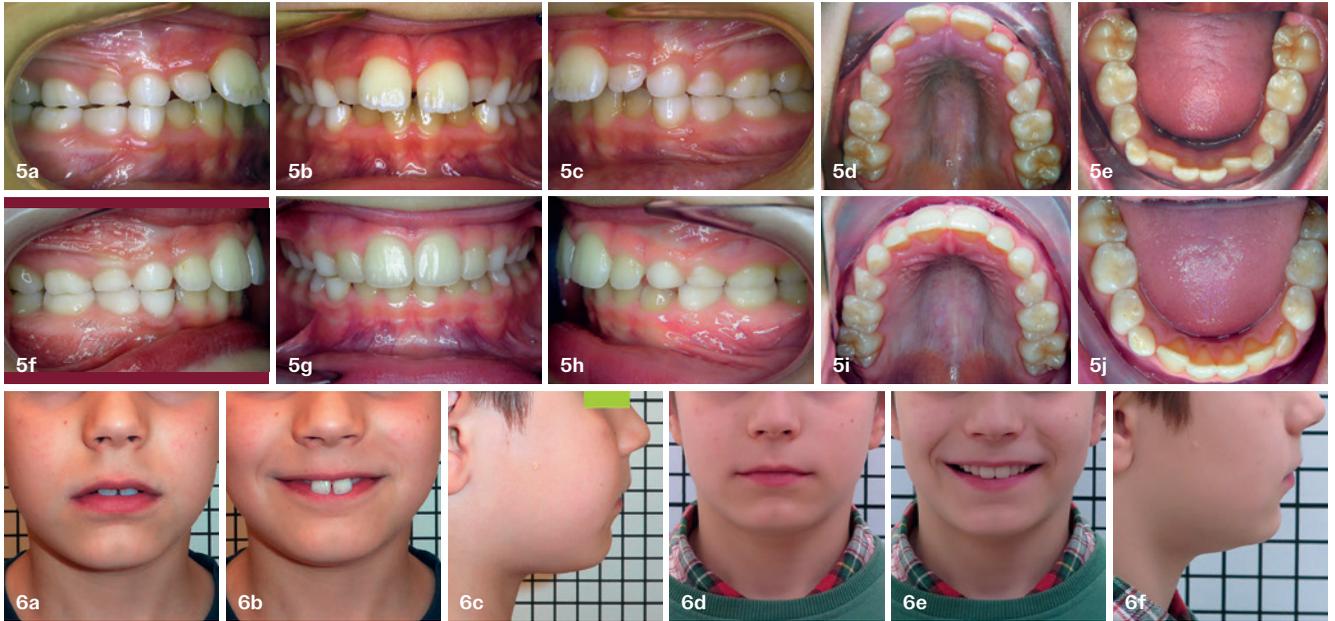


Abb. 5a-j: Intraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-e), Enddiagnostik (f-j). **Abb. 6a-f:** Extraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-c), Enddiagnostik (d-f).

zeitig möglich (v.a. bei unterminierender Resorption mit Lückeneingengung)

- Das langfristige Ziel der Non-Extraktionsbehandlungen mit großen Kiefern ist dadurch fast immer möglich.

Seit einem Jahr wird die Aligner-Therapie im Rahmen des mykie® Frühbehandlungskonzeptes durch die

Verwendung von Dental Monitoring® unterstützt. Mithilfe der integrierten KI wird der Schienensitz vor jedem Wechsel auf Unstimmigkeiten geprüft und der Patient somit erst bei einem optimalen Sitz der Aligner zum Wechsel dieser aufgefordert. Neben der Kontrolle der Attachments und des Schienensitzes wird auch die Mundhygiene der Patienten gescreent. Durch eine integrierte Mor-

phing-Funktion kann der Patient seinen bisherigen Therapieerfolg digital verfolgen. Aus unserer Erfahrung trägt diese Funktion in einem großen Maß zur Steigerung der Motivation und damit insgesamt des Therapieerfolges bei.

Anhand von drei Patientenfällen möchten wir einen Einblick in die Möglichkeiten der Aligner-Therapie im Rahmen der Frühbehandlung geben.



Abb. 7a-o: Intraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-e), Zwischendiagnostik (f-j), Enddiagnostik (k-o).

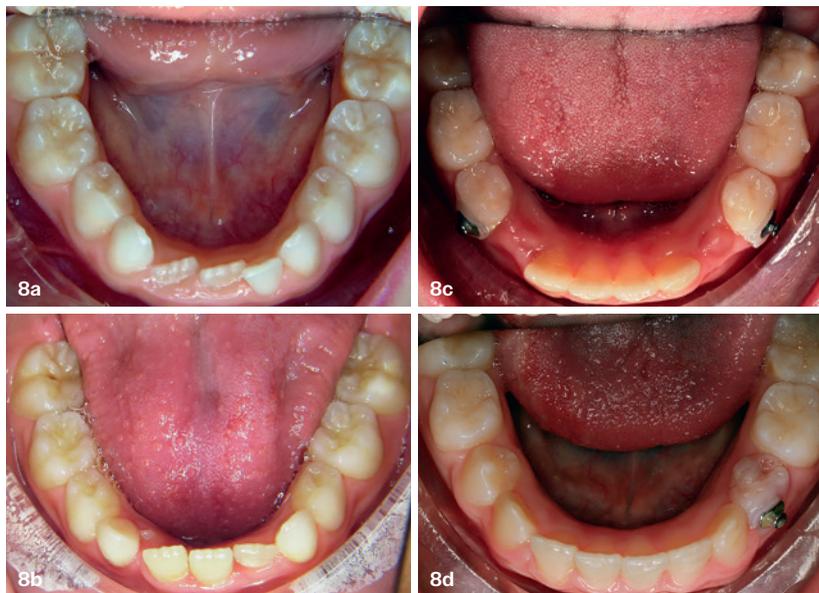


Abb. 8a–d: Intraorale Fotodokumentation: Entwicklung des Engstandes im Unterkiefer: Anfangsdiagnostik (a), unterminierende Resorption 83 durch 42 (b), gezielte Lückenöffnung durch Aligner (c), Enddiagnostik (d; Der Knopf an 74 wurde aufgrund des Lockerungsgrades nicht entfernt).

Platzmangel + Aligner + mykie®

Geht aufgrund einer unterminierenden Resorption ein Milchzahn frühzeitig verloren, entsteht häufig ein sekundärer Engstand. Die notwendige Lückenöffnung kann frühzeitig gezielt mit Alignern durchgeführt werden. Anhand der folgenden Patientin möchten wir die Anwendung von mykie® in Kombination mit Invisalign First® bei einem ausgeprägten Engstand vorstellen.

Patientenfall 1:

Die Patientin stellte sich im Alter von sechs Jahren im Fachzentrum für Kie-

ferorthopädie, Abteilung Frühbehandlung (mykie®) in Weinheim vor. Im Rahmen der Erstberatung konnten ein einseitiger Kreuzbiss rechts, ein ausgeprägter frontaler Engstand sowie von extraoral eine rechtsseitige Asymmetrie festgestellt werden (Abb. 7a–e). Ziel der Frühbehandlung war die Überstellung des Kreuzbisses und das Vermeiden einer späteren Extraktionstherapie. Im Rahmen der Vorbehandlung mittels einer Bioplate in Kombination mit einem Trainer konnte der Kreuzbiss erfolgreich überstellt werden (Abb. 7k–o). Aufgrund einer unterminierenden Resorption des Zahnes

83 durch Zahn 42 (Abb. 8b) wurde der bestehende Engstand deutlich verstärkt. Um den späteren Durchbruch des Zahnes 43 zu gewährleisten, wurde die Therapie mittels Invisalign First™ Aligner zur gezielten Lückenöffnung Regio 43 fortgesetzt. Zahn 43 konnte, wie in Abbildung 8d zu sehen ist, anschließend „normal“ durchbrechen.

Die extraorale Asymmetrie konnte im Rahmen der Therapie nicht behoben werden (Abb. 9). Hierbei stellt sich die Frage, ob eine funktionelle bzw. strukturelle Pathologie peripher des orofazialen Systems eine Rolle bei der Entstehung des einseitigen Kreuzbisses gespielt hatte. Da die Asymmetrie nicht durch die Überstellung des Kreuzbisses gelöst werden konnte, wurde der Patientin zu einer weiteren orthopädischen Abklärung geraten.

Klasse II/1 + Aligner + mykie®

Rechtfertigung für eine frühzeitige Korrektur der Klasse II/1 findet sich v.a. in der erhöhten Traumagefahr. Es fehlt „der Airbag der Lippen für die oberen Frontzähne“. Herausforderungen der Korrektur der Klasse II/1-Dysgnathie sind die nachhaltige transversale Erweiterung des Oberkiefers mit regelrechter Zungenruhelage und die Unterkieferverlagerung mit habituellem Lippenschluss. Die sagittale Korrektur lässt sich durch die Verwendung von intraoralen Klasse II-Gummi-zügen erzielen, mit entsprechender Nebenwirkung wie der Rotation der



Abb. 9a–c: Extraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a), Zwischendiagnostik (b), Enddiagnostik (c).



Abb. 10a-j: Intraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-e), Zwischendiagnostik (f-j).

Okklusionsebene im Uhrzeigersinn. Auch führen Cut-outs oder Schlitze zu einer Schwächung der Schienen und somit zu einer Erhöhung der Bruchgefahr.

Eine weitere Option zur Korrektur der Klasse II-Dysgnathie sind integrierte Flügel innerhalb der Aligner (Mandibular Advancement). Die ausreichende Verankerung der Schienen ist hierbei jedoch nicht immer einfach zu erzielen. Insbesondere das Kleben der häufig notwendigen lingualen Verankerungsattachments stellt für die jungen Patienten mit ausgeprägtem Speichelfluss eine große Herausforderung dar.

Im Rahmen des mykie® Frühbehandlungskonzeptes wird die Korrektur der Klasse II/1-Dysgnathie durch eine Kombination von Alignern und einem konfektionierten bzw. ggf. individualisierten Trainer erreicht. Der spezielle Trainer mit breiteren Zahnkanälen (für Aligner-Materialstärke und Attachments) wird nachts und eine Stunde am Tag über den Alignern getragen. Er unterstützt die Zahnstellungskorrektur, die Kieferlagekorrektur und parallel die myofunktionelle Therapie zur Erlangung einer regelrechten Ruheweichteilbeziehung.

Patientenfall 2:

Die Patientin stellte sich im Alter von sieben Jahren vor. Im Rahmen der Erstdiagnostik konnten ein frontaler Engstand, eine transversale Zahnbogenenge sowie eine Unterkiefererrücklage festgestellt werden (Abb. 10a-e).

Ziel der Frühbehandlung war die transversale Erweiterung des Oberkiefers, das Auflösen des frontalen Engstandes, die Ausformung der Zahnbögen sowie die gleichzeitige Korrektur der Unterkiefererrücklage. Im Rahmen der Invisalign First™ Behandlung konnten in Kombination mit einem konfektionierten Trainer sowie der myofunktionellen Therapie zeitgleich eine transversale Erweiterung (Abb. 12) des Oberkiefers, die Aufrichtung des Unterkieferseitenzahnbereiches, eine Klasse I-Verzahnung (Abb. 10 und 11) sowie von extraoral eine deutliche Verbesserung des Profils erzielt werden (Abb. 13).



Abb. 11a und b: Intraorale Frontzahnstufe Anfangsdiagnostik (a) sowie Enddiagnostik (b).
Abb. 12a und b: Oberkieferaufsicht bei der Anfangsdiagnostik (a) sowie Enddiagnostik (b).

Offener Biss + Aligner + mykie®

Der frontale offene Biss lässt sich grundsätzlich mittels Aligner durch die Intrusionswirkung des Schienenmaterials auf die Molaren sehr effizient schließen. Das zeitgleiche nächtliche Tragen eines Trainers unterstützt durch eine weitere Intrusionswirkung und die Abschirmung der Zunge die Therapie. Die Zunge wird über die integrierte Zungenrampe des Trainers hierbei an die korrekte Ruheposition an den Gaumen geleitet.

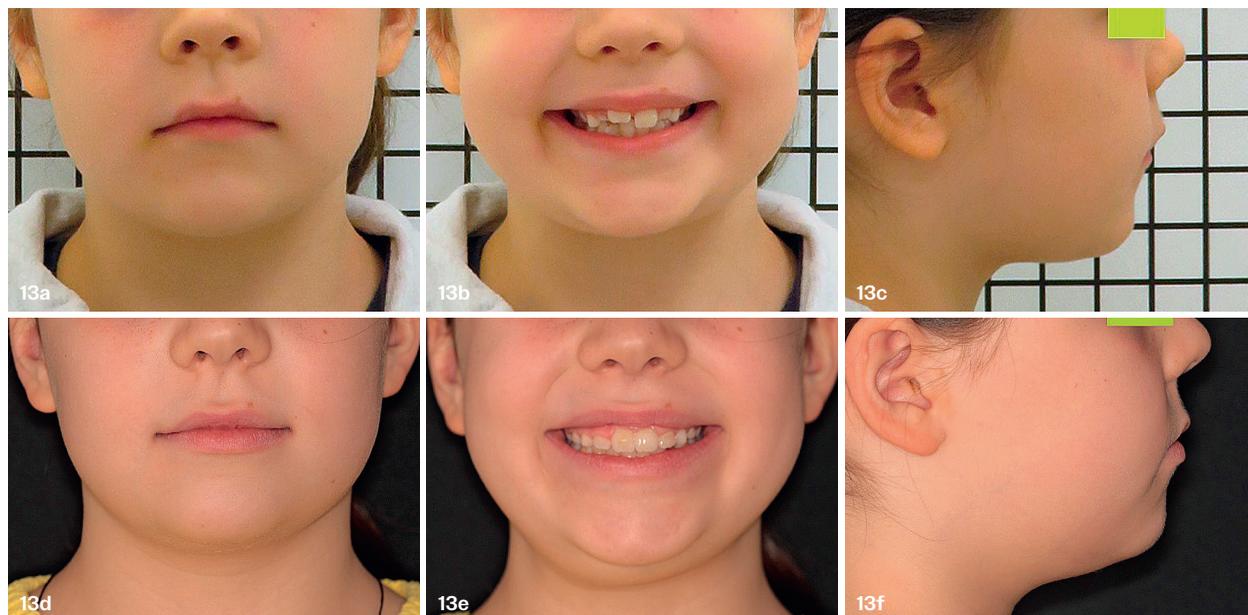


Abb. 13a-f: Extraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-c), Enddiagnostik (d-f).

Patientenfall 3:

Bei der folgenden Patientin handelt es sich um eine laufende Invisalign First™ Frühbehandlung. Hier kommen damit schon Dental Monitoring und die von uns neu entwickelten myofunktionellen Online-Trainings zur Anwendung (www.mykie-trainings.de). Die Patientin stellte sich im Alter von sieben Jahren und sieben Monaten im Fach-

zentrum für Kieferorthopädie, Abteilung Frühbehandlung (mykie®) in Weinheim vor. Bei der Erstdiagnostik konnten ein frontal offener Biss sowie ein Sigmatismus festgestellt werden. Die Patientin befand sich zum Zeitpunkt der Erstdiagnostik in der Ruhephase.

Ziel der Frühbehandlung war der frontale Bisschluss sowie der Erhalt der Klasse I-Verzahnung. Myofunktionell

steht das Erlernen einer regelrechten Ruheweichteilbeziehung inkl. kompetentem Lippenschluss und korrekter Zungenruhelage im Zentrum der Therapie. Die Therapie mit Invisalign First™ wurde in den ersten sechs Monaten myofunktionell durch unsere Online-Trainings zum Thema a) Nasenatmung und Mundschluss tags, b) Nasenatmung und Mundschluss nachts, c) Trainer eingewöhnen sowie d) intensi-



Abb. 14a-f: Extraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a-c), Enddiagnostik (d-f).



Abb. 15a–o: Intraorale Fotodokumentation: Anfangsdiagnostik (a–e), 1. Zwischendiagnostik (f–j), 2. Zwischendiagnostik (k–o). **Abb. 16a–c:** Intraorale Fotodokumentation der Frontzahnstufe Anfangsdiagnostik (a), 1. Zwischendiagnostik (b), 2. Zwischendiagnostik (c).

ves beidseitiges Kauen begleitet. Im Anschluss an die Online-Trainings wurde die Patientin an eine Logopädin aus unserem mykie® Netzwerk überwiesen, um aufbauend auf die Trainings die korrekte Zungenruhelage sowie das physiologische Schlucken zu erlernen.

Im Rahmen der zweiten Zwischendiagnostik, das heißt nach einem Jahr Therapie, konnte eine deutliche Verbesserung des Overbites von anfänglich -4 mm zu $+1\text{ mm}$ erzielt werden (Abb. 14 und 15). Zudem konnte ein funktioneller Frontzahnkontakt eingestellt werden. Dies ist ein wesentliches Zeichen dafür, dass die Zunge ihre Ruhelage verändert hat! Im Rahmen der Zwischendiagnostiken verzichten wir aufgrund der Scanqualität und der Reproduzierbarkeit zunehmend auf intraorale Fotos. Zusätzlich sind Scans deutlich angenehmer für unsere jungen Patienten. Anhand des Screenings

durch Dental Monitoring® konnten sowohl Patientin als auch Behandler beobachten, wie effizient über wenige Wochen der Biss frontal geschlossen werden konnte (Abb. 17).

mykie® Netzwerk

Die gleichzeitige und effektive Therapie von Form und Funktion setzt ein hohes Maß an gegenseitigem Wissen und Kooperation zwischen den behandelnden Fachdisziplinen Kieferorthopädie und Logopädie voraus. Im Rahmen der mykie® Zertifizierung werden Logopäden und Kieferorthopäden zeitgleich myofunktionell und kieferorthopädisch bzgl. myofunktioneller Kieferorthopädie = mykie® weitergebildet. Da die gemeinsame Zielsetzung und der interdisziplinäre Austausch hierbei von großer Bedeutung sind, bildet das mykie® Netzwerk eine Plattform zur Weiterbildung und zum interdisziplinären Austausch. Ein Fachbeirat be-

stehend aus beiden Fachdisziplinen unterstützt die Weiterentwicklung. Die jährlichen Qualitätszirkeltreffen ermöglichen den direkten Austausch und tragen zur fachlichen Weiterbildung bei. Denn eine effiziente, myofunktionell kieferorthopädische Therapie lässt sich nur realisieren, wenn beide Fachdisziplinen zusammen Hand in Hand agieren.

Schlussfolgerung

Der mykie® Frühbehandlungsansatz verdeutlicht insbesondere in Bezug auf stabilere Langzeitergebnisse, wie zentral die gleichzeitige Therapie der zugrunde liegenden Ursachen, das heißt der Muskelkräfte ist. Er steht exemplarisch für eine simultane, präventive, interdisziplinäre kieferorthopädische und myofunktionelle Therapie. Beiden Disziplinen kommt ein hoher Stellenwert bei der Unterstützung eines regelgerechten Kiefer- und Gesichtswachstums zu. Die gewünschte Effi-

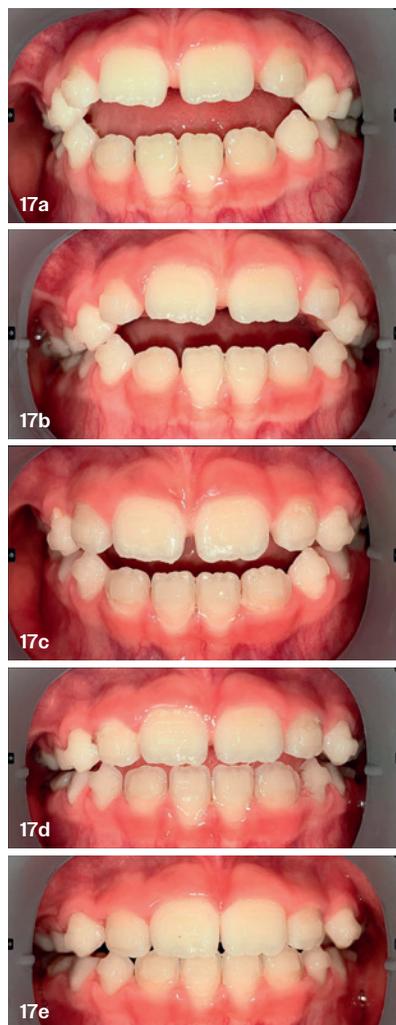


Abb. 17a–e: Intraoraler Scan mittels Dental Monitoring® zur Verlaufskontrolle.

zient und ein stabileres Therapieergebnis können erst durch die Kombination beider Therapien erzielt werden. mykie® ermöglicht eine möglichst frühzeitige Behandlung zur gezielten Lenkung des Kiefer- und Gesichtswachstums sowie zur Korrektur bestehender oraler Dysfunktionen und Habits. Hierdurch kann, je nach Indikationsstellung, die Notwendigkeit langwieriger sowie komplexer kieferorthopädischer bis hin zu kombiniert kieferchirurgischer Behandlungsmaßnahmen reduziert werden. Ist es aus ethischer Sicht kieferorthopädisch zu vertreten, ein Kind so lange „falsch“ wachsen zu lassen, bis wir einen KIG von 3–5 erreicht haben, das heißt bis das Wachstum für alle sichtbar so richtig fehlgelaufen ist? Wie würden Sie Ihr eigenes Kind behan-

deln? Erst alles falsch wachsen lassen und dann mechanisch den „Karren wieder aus dem Dreck ziehen“? Warum nicht rechtzeitig die „richtigen“ Muskelkräfte für das regelrechte Wachstum der Kinder arbeiten lassen? Außerdem gilt: „Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr“ oder „nur noch schwer“, das heißt Fehlfunktionen zu verändern ist umso schwerer, je länger sie bestehen. Aus diesem Grund heißt das Motto von mykie®: „natürlich und gesund wachsen“.

Um die Etablierung einer kieferorthopädisch myofunktionellen Tandem-Frühbehandlung zu erreichen, gilt es insbesondere, die Kritik an der Stabilität der Therapieergebnisse einer Frühbehandlung im frühen Wechselgebiss zu entkräften.

Wie wir zeigen konnten, können mykie® Frühbehandlungsergebnisse bei entsprechender Mitarbeit und Retention stabil bleiben – vielleicht sogar stabiler als viele kieferorthopädische Behandlungen, die oft nur durch das Kleben von Lingualretainern oder andere Maßnahmen zumindest im Frontzahnbereich stabil gehalten werden. Bei persistierenden Fehlfunktionen bzw. Muskeldysbalancen des äußeren und inneren Funktionskreises sehen wir häufig langfristige Rezidive. Wie stabil bleibt die von uns durch eine GNE (Gaumennahterweiterung) mühsam erreichte transversale Breite des Oberkiefers? Wenn die Zunge ihren Platz am Oberkiefer nicht einnimmt, kommt es zum Rezidiv, langfristig auch als „Aging“ bezeichnet. Lebenslang muss unsere orofaziale Muskelaktivität erhalten werden, sonst kommt es zu Veränderungen (oder Rezidiven oder Aging), was man z. B. bei Patienten mit Zungenresektionen erschreckend deutlich erkennen kann. Die ernüchternde Schlussfolgerung ist: Alle Muskeln des Körpers müssen lebenslang trainiert werden, sonst atrophieren sie. Deswegen sollen wir uns viel bewegen, Sport machen – nur so bleiben wir auch im Alter fit. Das Gleiche gilt für die Muskeln des orofazialen Bereiches. Wenn wir über Retention

sprechen, sollten wir daher nicht nur über die Retention der Form, sondern auch über die Retention der Funktion = Automatisierung sprechen, das heißt, möglichst viel Lippenschluss mit Nasenatmung und regelrechter ZRL (Balance zwischen äußerem und innerem Muskelfunktionskreis). Wer überprüft bei den Retentionskontrollen seiner Patienten auch diese funktionellen Aspekte? Wer ermutigt seine Patienten, nicht nur zum richtigen Zähneputzen und zum Tragen der Retentionsgeräte/Aufbissschienen, sondern auch zum korrekten Lippenschluss, etwa durch nächtliches Taping? Bisher haben auch wir dieses zu wenig berücksichtigt, werden es aber im Sinne einer lebenslangen Retention/Stabilisierung von Form und Funktion ändern.



Literatur



Dr. Andrea Freudenberg

Dr. Andrea Freudenberg



Katrina Heuberger

Weitere Informationen unter

www.mykie-trainings.de
www.mykie.de

Kieferorthopädisch-logopädisches Screeningverfahren zur Behandlung myofunktioneller Dysfunktionen

Von Christoph-Ludwig Hennig, Antonia Neumann, Ann Nitzsche, Albert Stemmler, Knuth Tränckner, Nicola Kühn, Thomas Lehmann und Collin Jacobs.

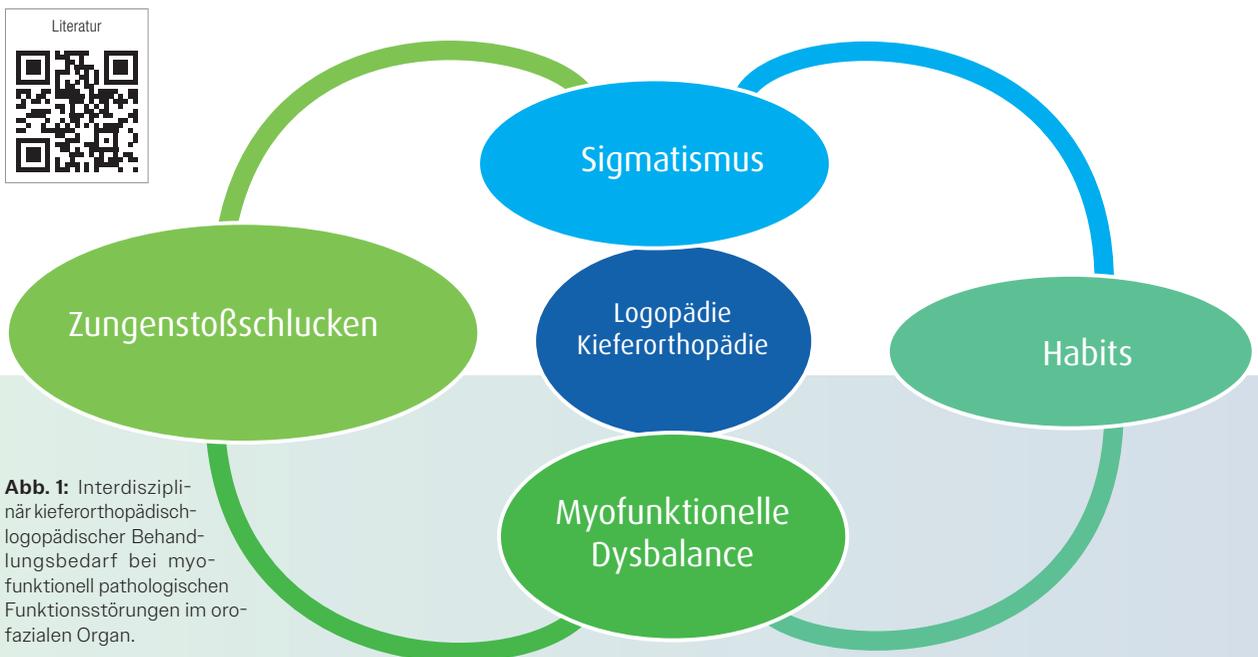


Abb. 1: Interdisziplinär kieferorthopädisch-logopädischer Behandlungsbedarf bei myofunktionell pathologischen Funktionsstörungen im orofazialen Organ.

Als myofunktionelle Dysfunktion (MD) oder orofaziale Dysfunktion bezeichnet man das fehlerhafte Schlucken eines Kindes, Jugendlichen oder Erwachsenen.¹ Die Zunge nimmt während des Schluckvorgangs nicht ihre physiologische Position ein, sondern wird nach vorne oder seitlich zwischen oder gegen die Zähne geschoben. Dieses ständige Zungenpressen oder Zungenstoßen hat bei mehreren Tausend Schlucken pro Tag eine enorme Kraftwirkung auf die Zähne.¹ Darüber hinaus wird MD als eine „Störung der Muskel-

funktion, des Muskeltonus und der physiologischen Bewegungsmuster im orofazialen Bereich“ beschrieben.² Die orofaziale Muskulatur wird schlaff. Auch der Tonus der gesamten Körpermuskulatur nimmt ab, ebenso die Zwerchfellspannung.¹ Hinzu kommt ein Mangel an Muskelkraft sowie das Fehlen physiologischer Drücke im Mund-Nasen-Rachen-Raum, die einen prägenden Einfluss auf den Kiefer und das Gebiss haben. Eine Dysgnathie ist häufig die Folge.² Natürlich wirkt sich auch eine ungünstige Zahn- oder

Kieferstellung negativ auf die Myofunktion aus. Die Zunge drückt während des Schluckvorgangs gegen die unteren Schneidezähne, was die Klasse III und eine progene Verzahnung weiter fördert. Neben dem oben erwähnten offenen Biss hat auch der Kreuzbiss negative Auswirkungen auf das orofaziale Gleichgewicht.¹ Ob sich die Dysgnathie jedoch stärker auf die fazioorale Muskulatur oder MD umgekehrt stärker auf die Zahn- und Kieferstellung auswirkt, kann wahrscheinlich nie abschließend geklärt werden.

Daher sollte sie als unvermeidliche Interaktion des kraniofazial-oralen Systems betrachtet werden. Myofunktionelle und pathologische Funktionsprozesse im orofazialen Organ sollten interdisziplinär kieferorthopädisch-logopädisch behandelt werden (Abb. 1). Leichte MD kann auch durch kieferorthopädische Apparaturen verursacht werden.³ So verleitet beispielsweise der glatte Kunststoff einer Plattenapparatur die Zunge dazu, nach vorne zu rutschen. Außerdem bietet zum Beispiel der Aktivator wenig Platz für die Zunge, so dass der Gaumenkontakt nicht optimal hergestellt werden kann.³

Anatomische Anomalien wie ein verkürztes oder angewachsenes Zungenbändchen, eine echte Makroglossie (z. B. beim Downsyndrom), eine Tonsillenhyperplasie oder eine Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte beeinträchtigen natürlich die orofaziale Funktion und damit die Zungenbeweglichkeit, den Zungentonus, den Lippenschluss und den intraoralen Druck. Es ist schwierig, MD objektiv zu diagnostizieren und den Erfolg der Therapie zu beurteilen und zu messen. Derzeit gibt es in der Kieferorthopädie und Logopädie verschiedene Techniken zur Diagnose von MD, aber kein interdisziplinäres Konzept in dieser Hinsicht. In dieser Studie wird ein objektives kieferorthopädisch-logopädisches Screeningverfahren vorgestellt, das auf die individuelle Symptomatik und Therapie des Patienten eingeht. Ein neu entwickelter kieferorthopädisch-logopädischer Screening-Fragebogen soll helfen, die Diagnostik und ganzheitliche Betreuung von Patienten mit orofazialen Dysfunktionen zu verbessern. Zu diesem Zweck wurde eine systematische Suche in Online-Datenbanken und eine manuelle Suche in Fachbüchern durchgeführt, um das verfügbare Diagnose- und Screeningmaterial zu überprüfen und anschließend zu optimieren. Da Patienten mit Dysgnathien im Allgemeinen häufig auch orofaziale Dysfunktionen aufweisen, ist es wichtig, ihnen eine unterstützende myo-

funktionelle Therapie anzubieten. Um dies in Grenzfällen oder bei versteckten orofazialen Problemen zu gewährleisten, aber auch um keine Patienten zu übersehen und damit möglicherweise ein Rezidiv zu riskieren, sollte ein standardisiertes Screeningverfahren eingesetzt werden. Es sollte die sich überschneidenden Bereiche von Kieferorthopädie und Logopädie abdecken und für alle Patienten in der kieferorthopädischen und logopädischen Praxis anwendbar sein. Wichtig ist,

Der entwickelte Screeningbogen

Der Screeningbogen ist neben der Patientendatenmaske in Abschnitte für die kieferorthopädische Diagnose, die Anatomie und die Indikation einer myofunktionellen Schluckstörung vor der logopädischen Behandlung und als Verlaufskontrolle nach der Logopädie unterteilt. So werden bei einer Erstuntersuchung nur die ersten beiden Seiten ausgefüllt, die restlichen Seiten

Kieferorthopädisch-logopädisches Screeningverfahren bei myofunktionellen Dysfunktionen		
Patient:	Untersucher:	
Kieferorthopädische Versorgung:	Datum der Untersuchung:	Logopädische Therapie? wenn ja, seit wann?
Kieferorthopädische Diagnose, Anatomie		
Angle Klasse:	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II
Syndrom:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Okklusion:	<input type="checkbox"/> Kreuzbiss	<input type="checkbox"/> Kopfbiss
	<input type="checkbox"/> mm Overbite	<input type="checkbox"/> mm Overjet
Platzmangel:	<input type="checkbox"/> im Oberkiefer	<input type="checkbox"/> im Unterkiefer
	transversale Zahnbogenbreite	
Kiefergelenk:	<input type="checkbox"/> knacken	<input type="checkbox"/> reiben
	<input type="checkbox"/> Schmerzen	
Mittellinie:	<input type="checkbox"/> im Oberkiefer verschoben	<input type="checkbox"/> nach rechts
	<input type="checkbox"/> im Unterkiefer verschoben	<input type="checkbox"/> nach links
Lippen:	<input type="checkbox"/> Lippentonus ausgeglichen	<input type="checkbox"/> Lippen nass
	<input type="checkbox"/> Oberlippe verkürzt	<input type="checkbox"/> Lippen trocken/risig
	<input type="checkbox"/> Unterlippe wulstig	<input type="checkbox"/> Rhagaden
	<input type="checkbox"/> Unterlippe auswärts gerollt	
Zunge:	<input type="checkbox"/> Zungentonus ausgeglichen	Zungenbändchen: <input type="checkbox"/> normal lang
	<input type="checkbox"/> Zunge wirkt zu groß, schlaff	<input type="checkbox"/> verkürzt
	<input type="checkbox"/> Mitte konkav vertieft, Ränder verdickt	<input type="checkbox"/> wurde gelöst
	<input type="checkbox"/> Landkartenzunge	Wann?
	<input type="checkbox"/> Zahnimpressionen	

Abb. 2: Der Teil des interdisziplinären kieferorthopädisch-logopädischen Screeningbogens mit der Patientendatenmaske und dem kieferorthopädischen Diagnose- und Anatomieteil.

dass der Screeningbogen von beiden Disziplinen gleichermaßen angewendet werden kann und ein verwertbares Ergebnis erzielt wird. Ziel dieser Studie war es, einen interdisziplinären und individualisierten Screeningbogen für myofunktionelle Dysfunktionen zu entwickeln, der zur Objektivierung der Diagnose und des Therapieverlaufs dient.

werden bis zur Verlaufskontrolle zurückgelegt. Diese findet im besten Fall nach Abschluss der logopädischen Behandlung oder nach etwa einem halben Jahr statt. Die Patientendatenmaske enthält die Stammdaten des Patienten (Name und Geburtsdatum), den Namen des Untersuchers, das Datum der Erstuntersuchung, die ak-

tuelle kieferorthopädische Behandlung des zu untersuchenden Patienten und die Information, ob der Patient bereits logopädisch behandelt wurde.

Der Abschnitt Kieferorthopädische Diagnose und Anatomie enthält die wichtigsten kieferorthopädischen Parameter wie die Angle-Klasse und die Okklusion, einschließlich der Angaben zu Überbiss, Überbiss und Diastema mediale in Millimetern. In diesem Abschnitt wird festgehalten, ob ein Platzmangel, eine Anomalie der transversalen Zahnbogenbreite oder eine Mittellinienverschiebung in einem oder beiden Kiefern vorliegt. Darüber hinaus können Angaben über syndromale Vorerkrankungen, bekannte Kiefergelenkerkrankungen und andere Besonderheiten, wie zum Beispiel das Fehlen von Zähnen oder Ähnliches, gemacht werden. Des Weiteren kann eine Aussage zur Anatomie der Lippen, der Zunge und des Zungenbändchens sowie zum Gesamtkörpertonus gemacht werden (Abb. 2).

Für die Beschreibung der Lippen- und Zungenanatomie sind das physiologische Erscheinungsbild und die für myofunktionelle Störungen typischen Erscheinungen zur Auswahl gestellt. Diese können durch einfaches Ankreuzen aufgenommen werden. Neben den myofunktionellen Störungen wird auch die Phonation der Zungenfrikative diagnostiziert und das Schlucken mit der Payne-Technik visualisiert. Mit einem Spatel wird fluoreszierende Payne-Paste oder Zahnpasta auf verschiedene Bereiche der Zunge aufgetragen. Die Zunge wird hereingebracht, dann wird mit einem Spiegel überprüft, ob Abdrücke der Zungenposition am Gaumen in Ruhe sichtbar sind. Dann schluckt der Patient. Die Abdrücke der Payne-Paste auf Gaumen und Zunge zeigen an, wie sich die Zunge im Moment des Schluckens bewegt hat und ob ein abnormaler Schluck vorliegt. Mit der Payne-Lampe kann man die Abdrücke der fluoreszierenden Payne-Paste deutlich sichtbar machen, indem man durch einen Spiegel auf den Gaumen leuchtet. Die Schluckspuren sind zu sehen. Im Bereich Ru-

heposition können die Lippen und die Gesichts-/Kaumuskel in ihrer Ruheposition erfasst werden. Die Muskeln werden als aktiv oder inaktiv beschrieben. Die Lippen können physiologisch locker geschlossen sein (d. h. „kompetent“ oder „potenziell kompetent“ (von Zeit zu Zeit geöffnet oder fest zusammengepresst und locker geschlossen), „fest geschlossen“ (oft mit Aktivität des Mentalis-Muskels) oder „inkompetent“ (Lippen sind offen) oder die oberen Frontzähne können auf die Unterlippe beißen (Abb. 3). Die Position der Zunge kann als „vom

„Leichte MD kann auch durch kieferorthopädische Apparaturen verursacht werden.³ So verleitet beispielsweise der glatte Kunststoff einer Plattenapparat die Zunge dazu, nach vorne zu rutschen.“

Alveolarrand am Gaumen“ (entspricht der physiologischen Position), „nach unten im Mund“, „addental“ oder „interdental“ beschrieben werden. Für jede dieser Zungenpositionen wird ein Punktwert vergeben. Dieser richtet sich nach dem Schweregrad der jeweiligen Pathologie. Wenn beispielsweise die Ruheposition der Zunge so beschrieben wird, dass sie sowohl auf dem Mundboden liegt als auch gegen/zwischen den oberen oder unteren Front- oder Seitenzähnen gedrückt wird, können die jeweiligen Punktwerte addiert werden (Abb. 3).

Der Abschnitt Schlucken bezieht sich auf die Lippen- und Zungenposition und die Kompensationsmechanismen beim Schlucken. In Bezug auf die Lippen können die typischen Positionen physiologisch als „locker geschlos-

sen“, „fest zusammengepresst“ oder „offen“ erfasst werden. Während des Schluckens kann die Zunge neben den physiologischen auch verschiedene pathologische Positionen einnehmen. Diese werden ebenfalls auf dem Bogen notiert und mit einem Punktwert versehen. Treten mehrere pathologische Stellungen auf, können mehrere Kreuze gemacht und die entsprechenden Punktwerte addiert werden.

Neben einer fehlerhaften Zungenposition werden bei Patienten mit myofunktionellen Schluckstörungen häufig Kompensationsmechanismen beobachtet. Diese dienen der Unterstützung des Mundschlusses („Mentalis-Muskel aktiv“), unterstützen die Undulation der Zunge zur Auslösung des Schluckreflexes („Abwärtsbewegung des Kopfes beim Schlucken“) oder zeugen von einer unzureichenden Abdichtung der Zunge während des Schluckvorgangs („schiebt Speichelbläschen durch Zahnräume“). Diese Kompensationen wurden ebenfalls mit einem Punktwert versehen. Darüber hinaus kann die Aussprache des Patienten dokumentiert werden, da die phonetische Fehlbildung der Laute /s/ (stimmloses „s“), /z/ (stimmhaftes „s“), /th/ und /sh/ („sh“ hinter e und i) häufig eine Nebenwirkung der Zungenfunktionsstörung und damit der MD ist. Sigmatismus (d. h. die phonetische Fehlbildung der Laute /s/ und /z/) ist der häufigste Ausspracheschwerpunkt.⁴ Er tritt als Lispeln auf, wobei die Zunge an den Frontzähnen (Sigmatismus addentalis), zwischen den Frontzähnen (Sigmatismus interdentalis) oder zwischen den Seitenzähnen (Sigmatismus lateralis) anliegt. Letztere können bilateral („bi“ wird für bilateral notiert), rechts oder links sein. Ist der Laut /sch/ fehlgebildet, spricht man von Schetismus, die Fehlbildung des Lautes /ch/ wird als Chitismus bezeichnet. Schließlich enthält der Untersuchungsbogen die sogenannte Payne-Technik zur Überprüfung und Visualisierung der Zungenposition beim Schlucken (Abb. 2).

Gesamtkörper: euton hypoton hyperton

Sonstiges: (z.B. Nichtanlagen, vorlagerte Zähne, altersgerechter Zahnwechsel, ...) _____

Hinweise auf eine myofunktionelle Schluckstörung (vor logopädischer Therapie)

Ruhelage

Lippen: kompetent potentiell kompetent obere FZ* beißen auf Unterlippe
 fest geschlossen inkompetent

Zunge: ab Alveolarrand am Gaumen (0) am Mundboden (10) interdental (10) addental (5)

Gesichts-/Kaumuskulatur: M. mentalis inaktiv aktiv M. masseter inaktiv aktiv M. temporalis inaktiv aktiv

Schlucken

Lippen: locker geschlossen fest zusammen gepresst offen

Zunge:

physiologisch	addental	interdental
<input type="checkbox"/> 0	gegen obere FZ* gepresst	gegen untere FZ* gepresst
	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 10
		zwischen den FZ* <input type="checkbox"/> 15
		zwischen den SZ* (einseitig) <input type="checkbox"/> 15
		zwischen den SZ* (beidseitig) <input type="checkbox"/> 20
		zwischen den FZ* & SZ* (einseitig) <input type="checkbox"/> 20
		zwischen den FZ* & SZ* (beidseitig) <input type="checkbox"/> 25

Kompensation: M. mentalis aktiv 10 Kopfbewegung beim Schlucken nach unten 10 schiebt Speichelbläschen durch Zahnzwischenräume 10

Lautbildung

Sigmatismus: addentalis interdentalis lateralis bi sin dex Laute:
 Schetismus: Chitismus:
 sonstiges: _____

Payne Technik (mit Lebensmittelfarbe oder Zahnpasta)



Kontakt mit den Zähnen:

Punkte verwischt:

Ergebnis: Punktwert *Ab einem Punktwert von 15 besteht logopädischer Therapiebedarf.*

Abb. 3: Der Teil des interdisziplinären kieferorthopädisch-logopädischen Screeningbogens mit Hinweisen auf orofaziale myofunktionelle Störungen, die Zungenposition, die Zungenfunktion, die Sprachfunktion und den Schluckbereich.

Zu diesem Zweck enthält der Bogen eine Abbildung eines Mundes mit Zunge und Gaumen sowie die folgenden gekennzeichneten Punkte: R (rechter Zungenrand), L (linker Zungenrand), 1 (Zungenspitze) und 2 (Mitte der Zunge). Hier können die Abdrücke des Gaumens und/oder der Zähne eingezeichnet werden. Außerdem kann festgehalten werden, ob ein Kontakt mit den Zähnen bestand und ob die Punkte verwischt waren. Überwiegend verwischte Punkte und Kontakt mit den Zähnen deuten auf eine orofaziale Dysfunktion hin. Daher wäre ein Screening mit der Payne-Technik angezeigt.

Für eine MD-Diagnose auf dem Screeningbogen werden Punkte vergeben. Am Ende des Screeningbogens werden alle erfassten Punktwerte zusammengezählt und in die entsprechenden Felder eingetragen. Dies kann im Beisein des Patienten oder ohne ihn geschehen, je nachdem, ob man das Ergebnis direkt mit dem Patienten auswerten möchte. Wird eine Punktzahl von 15 erreicht, wird eine logopädische Behandlung empfohlen. Abbildung 4 zeigt klinische Beispiele der myofunktionellen Dysfunktionen, welche unter anderem durch den Screeningbogen diagnostiziert werden (Abb. 4).

„Ein neu entwickelter kieferorthopädisch-logopädischer Screeningfragebogen soll helfen, die Diagnostik und ganzheitliche Betreuung von Patienten mit orofazialen Dysfunktionen zu verbessern.“

Testung des Screeningbogens

Der Screeningbogen wurde an 108 Patienten getestet, die sich zwischen Dezember 2021 und Juli 2022 einer kieferorthopädischen Behandlung unterzogen. Die Patienten wurden zweimal mit dem kieferorthopädisch-logopädischen Screeningfragebogen in der Poliklinik für Kieferorthopädie im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Jena sowie in zwei kieferorthopädischen Privatpraxen untersucht. Zwischen der Erstuntersuchung und der Nachuntersuchung lag ein Abstand von sechs Monaten. Die Patienten wurden vor Beginn der Studie ordnungsgemäß über die durchzuführenden Untersuchungen, die Datenerhebung und die Notwendigkeit einer logopädischen Therapie oder einer Wiedervorstellung informiert. Die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena genehmigte die Durchführung unserer Untersuchungen (Reg.-Nr.: 2021-2439_BO).

Die 108 Patienten wurden mit dem neu konzipierten kieferorthopädisch-logopädischen Screeningfragebogen untersucht und in Gruppen eingeteilt. Gruppe 0 (n = 36) hatte eine Punktzahl von weniger als 15 Punkten und ihre Mitglieder wurden in der Studie

nicht weiter berücksichtigt, da sie keine MD hatten. Gruppe 1 (n = 72) umfasste alle Patienten mit einer Punktzahl von über 15 Punkten, die an MD litten. Gruppe 1 wurde nach dem Zufallsprinzip in die Untergruppe A (n = 30), die diejenigen umfasste, denen eine Sprachtherapie verordnet wurde, und die Untergruppe B (n = 36), die diejenigen umfasste, denen keine Sprachtherapie verordnet wurde, aufgeteilt. Sechs Patienten der Gruppe A schieden während des Studienzeitraums aus verschiedenen Gründen aus und wurden daher nicht weiter berücksichtigt. Gruppe B ist die Referenzgruppe (Abb. 5).

Schließlich untersuchten wir, inwieweit die myofunktionelle Dysfunktion mit Malokklusion und kieferorthopädischen Befunden korreliert. Dazu wurden die am häufigsten vertretenen kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG), nach denen die Indikation zur kieferorthopädischen Behandlung in Deutschland eingeteilt wird, in der Studie analysiert. Dazu gehörten KIG-Grad M – mesial (26), KIG-Grad D – distal (23), KIG-Grad P – Platzmangel (9), KIG-Grad K – Transversalabweichung 2 (8) und KIG-Grad U – Unterzahl der Zähne (8). Tabelle 1 zeigt die KIG aller untersuchten Patienten und ihre Aufteilung in einzelne Untergruppen. Bei den Patienten mit den KIG-Graden U (37,5 %), D (39,1%) und M (34,6 %) zeigte ein

ähnlicher Prozentsatz zu Beginn der Untersuchung keine oder nur geringe Symptome einer orofazialen Dysfunktion (Score < 15). Dagegen konnten signifikant weniger Patienten den KIG-Graden K (12,5 %) und P (11,1 %) zugeordnet werden (Tab. 1).

Bei der explorativen Datenanalyse für die genannten KIG-Grade wurde festgestellt, dass Patienten mit den KIG-Graden M und K die stärksten Anomalien aufwiesen, mit einem Medianwert von 25 bei der ersten Untersuchung nach dem Screeningverfahren. Der Interquartilsbereich für Patienten mit KIG-Grad M lag bei 25, der für Patienten mit KIG-Grad K bei 18. Die Patienten mit KIG-Grad U wiesen die leichtesten Symptome auf. Sie erreichten einen Wert von 17,5 am Median und einen Interquartilsbereich von 18. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied ($p = 0,447$) zwischen den genannten KIG bei Studienbeginn festgestellt werden. Eine Übersicht über die Werte bei Studienbeginn und im Verlauf der Behandlung für die fünf häufigsten KIGs ist in Abbildung 5 dargestellt.

Bei der Analyse des Behandlungserfolgs (die Differenz zwischen dem Ausgangsscore und dem Score bei der ersten Nachuntersuchung) auf der Grundlage der KIG-Klassifikation gibt es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen KIGs ($p = 0,139$). In der explorativen Datenanalyse erzielten Patienten mit einem Distalbiss unabhängig von der Behandlungsmethode (mit Logopädie oder alleiniger Kieferorthopädie) die höchste mediane Punktedifferenz, nämlich 15, mit einem Interquartilsbereich von 26, 25, was bedeutet, dass diese Patienten am meisten von der Behandlung profitierten. Die geringste Verbesserung der Symptome zeigten Patienten mit den KIG-Graden K und U. Sie erreichten jeweils eine Punktedifferenz von 5, mit einem Interquartilsbereich von 10 (Abb. 6). Betrachtet man nur die Patienten, die eine logopädische Therapie erhielten, so zeigten Patienten mit einem Raumdefizit im hinteren Bereich (KIG-Grad P) die



größte Verbesserung der Symptome. Sie erreichten eine mediane Punktedifferenz von 17,5, mit einem Interquartilsbereich von 16,25. Die geringste Verbesserung wurde bei Patienten mit den KIG-Graden M und K beobachtet. Diese Patienten erreichten eine mediane Punktedifferenz von 17,5, mit einem Interquartilsbereich von 16,25. Sie erreichten jeweils eine mediane Punktedifferenz von 10 mit einem Interquartilsbereich von 15 (Abb. 5). Unter den Patienten, die eine rein kieferorthopädische Behandlung erhielten, wiesen Patienten mit einem Mesialbiss den größten Behandlungserfolg auf (Abb. 5).

Interdisziplinäre Anwendbarkeit des Screeningbogens

Darüber hinaus wurde die interdisziplinäre Anwendbarkeit des neu entwickelten kieferorthopädisch-logopädischen Screeningbogens untersucht. Dazu wurde der Zeitaufwand von Kieferorthopäden (im Folgenden Nicht-Logopäden genannt) für die Untersuchung mit dem eines Doktoranden der Zahnmedizin mit logopädischer Ausbildung und Berufserfahrung (im Folgenden Logopäde genannt) verglichen. Es wurden nur Situationen verglichen, in denen zwei Untersucher denselben Patienten untersuchten. Die explorative Datenanalyse ergab, dass ein Nicht-Logopäde im Median 4:16 Minuten für die gesamte Untersuchung des Patienten benötigte. Nur geringfügig weniger Zeit benötigte die Logopädin mit einem Median von 4:08 Minuten (Abb. 5). Es konnten keine statistisch signifikanten Wilcoxon-Rangtest-Ergebnisse ($p = 0,735$) gefunden werden. Es gab also keinen signifikanten Unterschied zwischen den Screenings, die von einer Logopädin durchgeführt, und denen, die von einer Nicht-Logopädin durchgeführt wurden.

Diskussion

Der kausale Zusammenhang zwischen Dysgnathie und myofunktioneller Dysfunktion ist allgemein bekannt und bereits gut erforscht.^{2, 5-7} Um Patienten mit Malokklusion und MD optimal und erfolgreich behandeln zu können, ist eine Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen für Kieferorthopädie und Logopädie unerlässlich.^{8, 9} Dennoch führen unzureichend behandelte oder unbehandelte orofaziale Dysfunktionen sowie solche, die spät oder gar nicht erkannt werden, zu einer verlängerten kieferorthopädischen Behandlungsdauer und/oder zu Rezidiven.^{5, 6} So beschreiben Saccomanno et al. (2012) die korrekte Diagnose von MD und den richtigen Zeitpunkt für eine interdisziplinäre, patientenspezifische und personalisierte Therapie als entscheidend für den Behandlungserfolg.⁸

Um die Diagnose zu vereinfachen und den richtigen Zeitpunkt für eine unterstützende logopädische Therapie im orthodontischen Alltag zu finden,^{5, 10} wäre ein interdisziplinäres Screeningverfahren, das den Bedarf an logopädischer Therapie objektivieren kann, für Diagnostiker hilfreich.^{9, 11} So etwas ist in der Literatur allerdings schwer zu finden. Wie auch Korbmacher et al. (2004) anmerken, fehlt es derzeit an einer standardisierten und spezialisierten Diagnostik für myofunktionelle Dysfunktionen. Darüber hinaus ist aufgrund des Mangels an reproduzierbarer Dokumentation und Verlaufsdiagnostik die wissenschaftliche Evidenz über die Wirksamkeit der MD-Behandlung erschwert.⁴ Aus diesem Grund sind die wissenschaftliche Erforschung und der Ausbau der interdisziplinären Diagnostik, Kommunikation und Zusammenarbeit für den Komplex der orofazialen Dysfunktionen von besonderer Wichtigkeit.

„Der Screeningbogen ist neben der Patientendatenmaske in Abschnitte für die kieferorthopädische Diagnose, die Anatomie und die Indikation einer myofunktionellen Schluckstörung vor der logopädischen Behandlung und als Verlaufskontrolle nach der Logopädie unterteilt.“

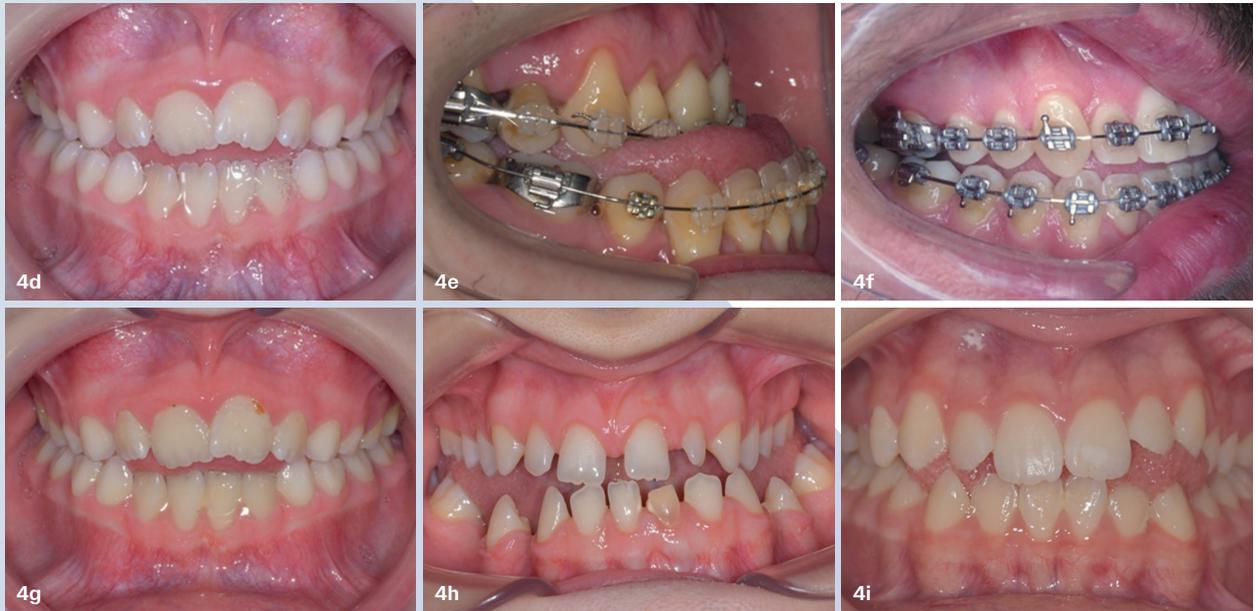


Abb. 4a–i: Beispiele für myofunktionelle Dysfunktionen, welche mit dem interdisziplinären kieferorthopädisch-logopädischen Screeningbogens erhoben werden können: addentale Zungenruhelage (a), interdentale Zungenruhelage zwischen den FZ bei gleichzeitig vergrößertem Overjet (b), interdentale Zungenruhelage in der En-face-Aufnahme (c), Zunge presst beim Schlucken gegen die Unterkieferfrontzähne (d), Zunge presst beim Schlucken gegen gesamten Unterkiefer (e), Zunge presst beim Schlucken gegen Oberkiefer- und Unterkieferfrontzähne (f), Zunge lagert sich beim Schlucken zwischen die Frontzähne (g), Zunge lagert sich beim Schlucken beidseits zwischen die Seitenzähne (h), Zunge presst beim Schlucken einseitig zwischen die Front- und Seitenzähne (i).

In der hier vorgestellten Pilotstudie stellt die Kohorte mit einem Durchschnittsalter von 13,75 Jahren und einer Standardabweichung von 6,91 Jahren ein typisches Kollektiv junger Patienten in kieferorthopädischer Behandlung dar. In einer ähnlich angelegten Studie aus dem Jahr 1997, in der die Wirksamkeit der MD-Behandlung eines offenen Bisses oder eines vergrößerten Überbisses im Hinblick auf die Verbesserung der Zahnokklusion untersucht wurde, hatte die Patientenkohorte ein ähnliches Durchschnittsalter von $14,19 \pm 7,87$ Jahren.⁵

Darüber hinaus haben mehrere Studien gezeigt, dass Patienten mit jeder Form von Fehlbiss ein orofaziales Ungleichgewicht aufweisen können.^{5, 7, 10, 12} Die Querschnittsstudie von Paolantonio et al. (2019) untersuchte die Prävalenz von oralen Gewohnheiten und Mundatmung als wichtige Indikatoren für orofaziale Dysfunktionen sowie das Vorhandensein verschiedener Zahnfehlstellungen bei Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren. Mehr als die Hälfte (54 Prozent) der Kinder, die eine kieferorthopädische Behandlung be-

nötigten, wiesen auch einen dieser beiden Risikofaktoren auf. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen orofazialen Dysfunktionen und Zahnfehlstellungen festgestellt, wie zum Beispiel ein offener Biss, ein Kreuzbiss, ein vergrößerter Überbiss und schwere Zahnfehlstellungen, wie bei Grippaudo et al. (2016) bei Kindern über sechs Jahren.^{7, 13} Aus diesem Grund wurden Patienten mit verschiedenen Graden von KIG und sowohl mit herausnehmbaren als auch mit festsitzenden Apparaturen untersucht. Dabei gab es keine Ausschlusskriterien. Es kann also davon ausgegangen werden, dass das von uns untersuchte Kollektiv einem realen Patientenkollektiv entspricht, das sich in kieferorthopädischer Behandlung befindet und möglicherweise orofaziale Dysfunktionen aufweist. Das Gesamtkollektiv wurde anhand des speziell für den Screeningbogen entwickelten Scores in die verschiedenen Untergruppen aufgeteilt. Nur das Untersuchungsprotokoll von Grandi (2012) hat eine ähnliche Verteilung der Scores für die schnelle und einfache Erkennung von

orofazialen Dysfunktionen und morphologischen Veränderungen.¹¹

Unseres Erachtens bietet es jedoch nicht den gewünschten Fokus auf die Diagnose orofazialer Dysfunktion und sollte eher als erster Indikator für orofaziale Dysfunktion gesehen werden. Zudem dient das Punktesystem in erster Linie der Zuweisung der Patienten zu den entsprechenden Fachärzten und nicht der Objektivierung des Dysfunktionsmusters und damit einer möglichen Weiterbehandlung.¹⁵ Durch die zufällige Aufteilung der Gruppe 1 (Score ≥ 15 ; 66/102 Patienten) in die Untergruppe A (mit externer Logopädie; 30/102 Patienten) und die Untergruppe B (ohne Logopädie; 36/102 Patienten) als Kontrollgruppe haben wir einen wichtigen Aspekt der wissenschaftlichen Untersuchung orofazialer Dysfunktionen sowie deren Behandlung bei Malokklusion angesprochen. Da unser Studiendesign nur eine Verzögerung der logopädischen Behandlung um ca. sechs Monate vorsieht und keine moralisch und ethisch nicht vertretbare Unterlassung der Therapie, kann die Fehlerquote bei der

Anomalie (Grad)	Subgruppen				Gesamt
		0	A	B	
– (kein)	Anzahl in %	3 50,0%	1 16,7%	2 33,3%	6 100,0%
Privat (kein)	Anzahl in %	2 40,0%	0 0%	3 60,0%	5 100,0%
Kraniofaziale Anomalie (A)	Anzahl in %	0 0,0%	0 0,0%	2 100,0%	2 100,0%
Zahnunterzahl (U)	Anzahl in %	3 37,5%	0 0,0%	5 62,5%	8 100,0%
Durchbruchstörung (S)	Anzahl in %	2 40,0%	1 20,0%	2 40,0%	5 100,0%
Sagittale Stufe distal (D)	Anzahl in %	9 39,1%	9 39,1%	5 21,7%	23 100,0%
Sagittale Stufe mesial (M)	Anzahl in %	9 34,6%	11 42,3%	6 23,1%	26 100,0%
Vertikale Stufe offen – auch seitlich (O)	Anzahl in %	0 0,0%	1 50,0%	1 50,0%	2 100,0%
Vertikale Stufe tief (T)	Anzahl in %	1 100,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 100,0%
Transversale Abweichung 1 – beidseitiger Kreuzbiss (B)	Anzahl in %	2 66,7%	0 0,0%	1 33,3%	3 100,0%
Transversale Abweichung 2 – einseitiger Kreuzbiss (K)	Anzahl in %	1 12,5%	3 37,5%	4 50,0%	8 100,0%
Engstand Front (E)	Anzahl in %	3 75,0%	0 0,0%	1 25,0%	4 100,0%
Platzmangel Seite (P)	Anzahl in %	1 11,1%	4 44,4%	4 44,4%	9 100,0%
Gesamt	Anzahl in %	36 35,3%	30 29,4%	36 35,3%	102 100,0%

Tabelle 1: Verteilung des kieferorthopädischen Befundes/der kieferorthopädischen Indikationsgruppe (KIG) für das gesamte Patientenkollektiv.

Untersuchung der Wirksamkeit der logopädischen Behandlung bei diagnostizierten Störungen mit einer Kontrollgruppe auf diese Weise umgangen werden.⁵ Eine anschließende logopädische Therapie nach der Studie für alle Personen, die diese benötigten, wurde selbstverständlich angeboten und durchgeführt. Dies ist ein weiterer wichtiger Schritt, der in früheren Studien^{5, 14} im Sinne einer evidenzbasierten und personalisierten Medizin gefordert wurde. Ziel der Studie war es, Patienten mit MD durch das neu entwickelte kieferorthopädisch-logopädische Screeningverfahren leichter zu diagnostizieren und effektiver zu behandeln. Wir untersuchten zwei Behandlungsansätze.

Ein Teil der Patienten, bei denen eine orofaziale Dysfunktion diagnostiziert wurde, erhielt eine kombinierte kieferorthopädisch-logopädische Behandlung (Gruppe A), der andere Teil eine rein kieferorthopädische Behandlung (Gruppe B). Die Patienten der Untergruppe A (mittlere Differenz von 41,62 Punkten) verbesserten sich bei der ersten Nachuntersuchung signifikant im Vergleich zu den Patienten der Untergruppe B (mittlere Differenz von 26,74 Punkten; $p = 0,001$). Dies zeigt, dass die Patienten von einer kombinierten kieferorthopädisch-logopädischen Therapie profitieren, und bestätigt die Ergebnisse von van Dyck et al. (2016) und Benkert (1997).

Bei van Dyck et al. (2016) drückte sich die Verbesserung der Gruppe mit Logopädie im Vergleich zur Gruppe ohne Logopädie insbesondere in einer signifikanten Verbesserung des maximalen Zungendrucks, der Zungenruheposition, des Schluckens fester Nahrung und des Kontakts der unteren Schneidezähne mit ihren Antagonisten oder dem Gaumen beim Follow-up aus (van Dyck et al. 2016). Eine Untersuchung von Benkert (1997) ergab außerdem, dass sich eine kieferorthopädische Behandlung mit zusätzlicher Logopädie positiv auf Zahn- und Oberkieferfehlstellungen auswirkt.⁵ Somit kann die Logopädie als sinnvolle Ergänzung zur Kieferorthopädie bei orofazialen

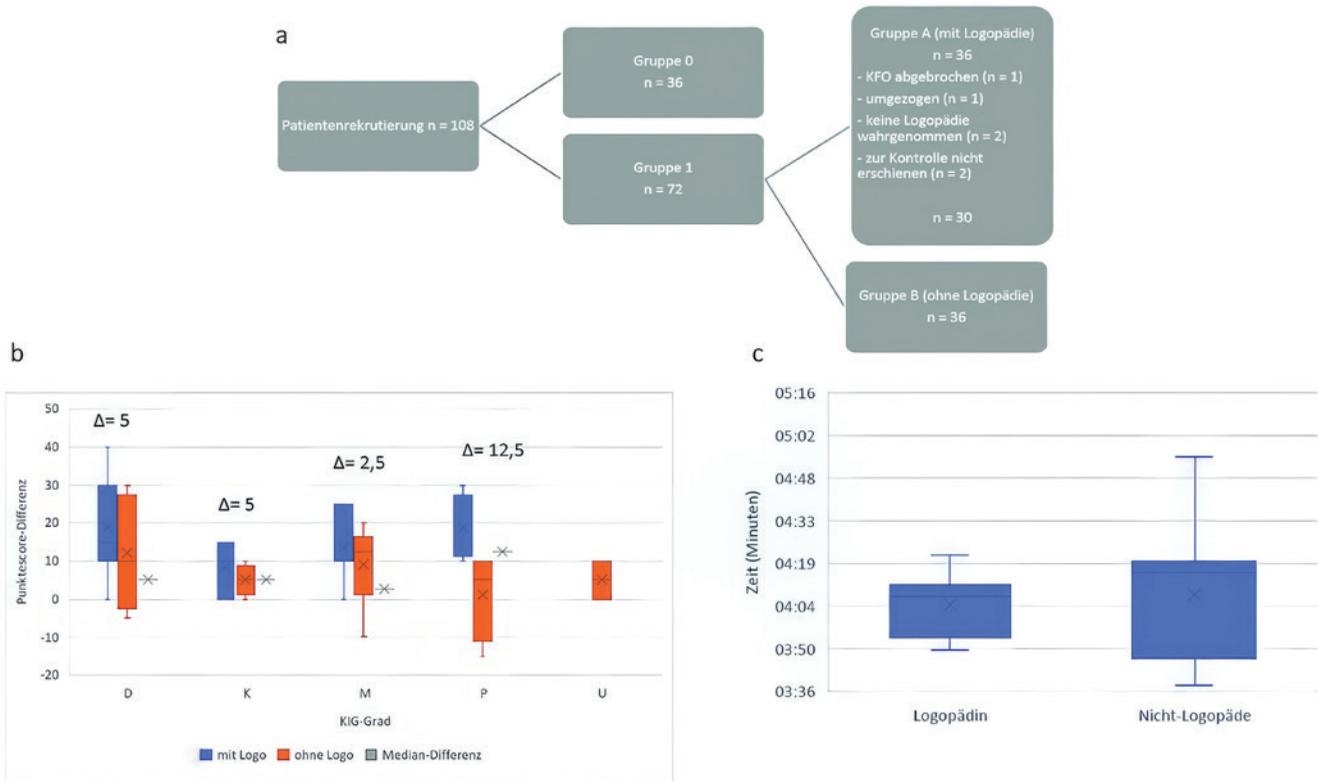


Abb. 5a-c: Testung des Screeningbogens: Aufteilung des Patientenkollektivs auf die Gruppen (a), Wirksamkeit der kieferorthopädischen Behandlung mit und ohne Logopädie nach Punktedifferenz für die fünf häufigsten KIG-Grade (b) und Anwendbarkeit des kieferorthopädisch-logopädischen Screeningverfahrens in Bezug auf den Zeitaufwand (c).

(Die Abbildungen 2, 3 und 5a-c in diesem Beitrag wurden mithilfe von KI optimiert.)

Dysfunktionen angesehen werden. Außerdem erweist sich der Screeningbogen als nützliches Mittel zur Diagnose und Dokumentation. Da in unserem Fall alle Malokklusionen berücksichtigt wurden, war es logisch, die Bewertung auf orofaziale Symptome zu konzentrieren. Als einschränkender Faktor der vorliegenden Studie muss jedoch diskutiert werden, dass die Patienten der Untergruppe A nur in einer klinischen Situation eine verbesserte Symptomatik gezeigt haben könnten. Da die Studie nicht verblindet war, wussten die Patienten in der zweiten Untersuchung, was von ihnen verlangt wurde, und waren in der Lage, die in der Therapie erlernten Muster abzurufen. Die Übertragung des Gelernten auf den Alltag ist also nicht gewährleistet.

Zu einem ähnlichen Schluss kommen auch van Dyck et al. (2016). Dennoch ist davon auszugehen, dass die Patienten durch das erworbene Wissen mehr auf die richtige Lippen-/Zungenposition – je nach Schwachstelle – achten und somit die verbesserten Symptome leichter in den Alltag integriert werden können. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass auch die Patienten der Untergruppe B von ihrem Therapieansatz profitierten, wenn auch in geringerem Maße als bei der Untergruppe A. Denn nach der sechsmonatigen Therapiephase benötigte die gleiche Anzahl von Patienten der Untergruppen A (n = 13) und B (n = 13) keine Sprachtherapie mehr. Dies zeigt, dass allein die Verbesserung der Malokklusion zu einer Verbesserung der Symptome führen kann, und bestätigt

den engen Zusammenhang zwischen Malokklusion und MD. Dennoch sollten Patienten mit MD, die keine Sprachtherapie erhalten, genau beobachtet werden. Der Vergleich der kieferorthopädischen Befunde/kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIGs) mit dem Auftreten und Vorhandensein von MD bestätigt, dass einzelne KIG-Grade häufiger mit MD assoziiert und dass diese miteinander korreliert sind. Ebenso ist eine interdisziplinäre, personalisierte kieferorthopädisch-logopädische Kombinationstherapie effektiver für den Therapieerfolg einzelner KIG-Grade. Um eine aufschlussreiche Aussage zu diesem Thema treffen zu können, reichen die vorgelegten Fallzahlen für die einzelnen KIG-Grade nicht aus. Weitere Studien zur Bestätigung der Hypothese sind notwendig.

Hinsichtlich der Anwendbarkeit unserer Screenings konnten wir keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Durchführungszeit zwischen den Nicht-Logopäden und den Logopäden feststellen ($p = 0,735$). Somit kann die Anwendung des Screenings als unabhängig vom logopädischen Fachwissen angesehen werden. Außerdem wurden nur die Zeiten für dieselbe Versuchsperson in die Analyse einbezogen, wenn das Screening von zwei verschiedenen Untersuchern durchgeführt wurde. Aus diesem Grund erweisen sich die Ergebnisse als unabhängig vom Alter und der Compliance des Patienten. Mit einem Median von 4:16 Minuten (Nicht-Logopäde) und 4:08 Minuten (Logopäde) wurde die angestrebte Durchführungszeit von fünf bis sieben Minuten von beiden Disziplinen eingehalten. Korbmacher et al. (2004) betonen in ihrem „Vorschlag für einen interdisziplinären diagnostischen Fragebogen für orofaziale Dysfunktionen“ die Bedeutung einer schnellen, reproduzierbaren Dokumentation. Für die Erfassung des auf eine DIN-A4-Seite komprimierten Diagnosebogens benötigten die Logopädinnen im Durchschnitt fünf Minuten oder weniger. Sie bezeichnen diese Zeit als „auch im Praxisalltag machbar“.⁴

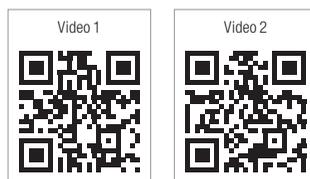
Für die vergleichbaren Screening-Fragebögen von Grandi (2012) und de Felicio et al. (2008)^{11,15} gibt es keine zeitlichen Vorgaben. Sie werden lediglich als einfache und schnelle klinische Verfahren beschrieben. Lediglich für das von de Felicio et al. (2010) erstellte „Expanded protocol of oro-facial myofunctional evaluation with scores“ (OMES-E) geben die Autoren eine Gesamtdurchführungszeit von 15 Minuten an.¹⁶ Eine Verbesserung sehen wir auch in der präzisen Erfassung und Dokumentation sowohl der kieferorthopädischen Parameter als auch der Symptome der MD sowie in der Vergabe von Punkten für die wesentlichen Symptome. Damit erhalten die Behandler nicht nur einen Überblick über alle Symptome, sondern auch eine objektivierte und vergleichbare Entscheidungshilfe für die logopädische Therapie sowie eine

Verlaufsdokumentation. Dies dient nicht nur der Optimierung der Patientenversorgung, sondern auch der Dokumentation im Sinne einer personalisierten evidenzbasierten Medizin. Hier hebt sich das vorgestellte kieferorthopädisch-logopädische Screeningverfahren von allen vergleichbaren Screeningformen ab und zeigt eine deutliche Verbesserung.

Schlussfolgerung

Dies ist eine der ersten Studien, die ein interdisziplinäres, kieferorthopädisch-logopädisches Screeningverfahren für myofunktionelle Dysfunktionen entwickelt und auf seine Machbarkeit hin überprüft. Damit stellt es einen wichtigen Schritt in der Diagnostik und Therapie für die individuelle, interdisziplinäre kieferorthopädische Behandlung dar. Es basiert erstmalig auf verschiedenen Okklusionsstörungen sowie einem breiten Spektrum myofunktionaler Dysfunktionen. Darüber hinaus beweist es die Anwendbarkeit sowohl für Kieferorthopäden als auch für Logopäden in einem gut praktikablen Zeitintervall. Der Screeningbogen ist für interessierte Kieferorthopäden und Logopäden erhältlich.

Zwei Videos werden zur Veranschaulichung über folgende QR-Codes zur Verfügung gestellt:



Erläuterungen zu den Videos:

Video 1: Patientin zehn Jahre und vier Monate, KFO: KIG D4; Logopädie: Sigmatismus frontalis, Zustand vor Behandlungsbeginn

Video 2: Patientin elf Jahre und fünf Monate, KFO: hatte KIG D4, Logopädie: hatte Sigmatismus frontalis, Zustand nach 13 Monaten Behandlung

Dr. Christoph-Ludwig Hennig, Antonia Neumann, Ann Nitzsche, Dr. Albert Stemmler und Prof. Dr. Dr. Collin Jacobs: Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Jena, An der alten Post 4, 07743 Jena

Dr. Knuth Träckner: Praxis für Kieferorthopädie Dr. Knuth Tränckner, Schenckendorfstraße 1, 07318 Saalfeld

Nicola Kühn: Praxis für Kieferorthopädie Nicola Kühn, Alexander-Puschkin-Platz 3, 99510 Apolda

Dr. Thomas Lehmann: Institut für Medizinische Statistik, Informatik und Datenwissenschaften, Universitätsklinikum Jena, Bachstraße 18, 07743 Jena



Dr. Christoph-Ludwig Hennig

Christoph-Ludwig.Hennig@med.uni-jena.de



Prof. Dr. Dr. Collin Jacobs

collin.jacobs@med.uni-jena.de
www.uniklinikum-jena.de/zzmk/
Poliklinik+für+Kieferorthopädie

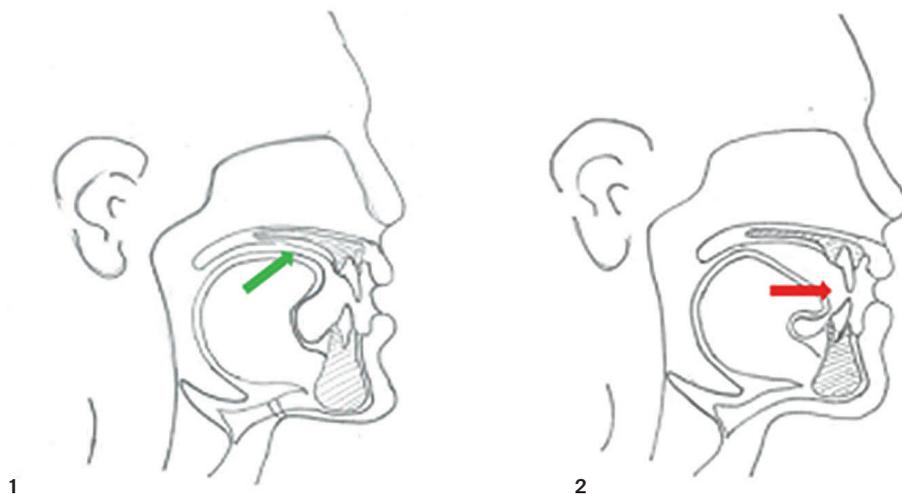


Abb. 1: Physiologisches/ adultes Schluckmuster.
Abb. 2: Infantiles/ viszerales Schluckmuster.

Das infantile Schluckmuster und dessen Bedeutung in der Kieferorthopädie

Von Dr. Sandra Riemekasten.

Im Rahmen der Überwachung der Kiefer- und Gebissentwicklung ist es erforderlich, bei Auffälligkeiten auf Ursachenforschung zu gehen. Neben genetischen Veranlagungen können unter anderem auch Störungen der Myofunktion, des Schluckens und der Sprachentwicklung Auslöser sein. Das infantile Schluckmuster wird häufig spät erkannt und kann in der Folge zu gravierenden Zahnfehlstellungen und Rezidiven führen.

Zahnärzte und Kieferorthopäden sollten Gebissentwicklung und Ausbildung der Kieferrelation von Kindern und Jugendlichen aufmerksam verfolgen, um den optimalen Behandlungszeitpunkt zu identifizieren. Dabei ist es wichtig, den Blick nicht nur starr auf die Zähne selbst zu richten, um mögliche Behandlungsbedarfsgrade festzustellen, sondern neben extraoralen Befunden auch auf die Mundschleimhaut, Myofunktion und Artikulation zu achten.

Bedenkend, dass der Schluckvorgang bis zu 2.000 Mal pro Tag erfolgt, wird dessen enorme Bedeutung klar. Es handelt sich hierbei um ein komplexes Geschehen mit Beteiligung der Mundbodenmuskulatur sowie der Gaumen-, Kehlkopf- und Zungenmuskulatur.

Der Schluckakt selbst wird in vier verschiedene Phasen unterteilt. Zunächst kommt es zur oralen Vorbereitungsphase, beinhaltend Nahrungsaufnahme, Kauen und Speichelproduktion. Darauf folgend wird in der oralen Transportphase die Nahrung oder Flüssigkeit wellenartig durch Zungenbewe-

gungen in Richtung Rachen transportiert. Reflexartig verschließt sich der Kehlkopfdeckel in der sich anschließenden pharyngealen Phase, um zu verhindern, dass Nahrung oder Flüssigkeit in die Atemwege gerät. Das aufgenommene Schluckgut wird Richtung Speiseröhre weitergeleitet, wonach in der ösophagealen Phase der Weitertransport durch die Peristaltik der Speiseröhre in Richtung Magen erfolgt. Relevant für Zahn- und Kieferfehlstellung ist insbesondere die orale Transportphase. Bei der physiologischen Form sollte die Zunge gegen den Gaumen bewegt werden (Abb. 1). Kontakt zu den Zähnen ist nicht vorgesehen. Erwartet wird hieraus ein enormer wachstumsstimulierender Effekt, welcher an Gaumen und Oberkiefer ausgelöst wird.



Abb. 3: Offener Biss.

Währenddessen bewegt sich bei dem infantilen Schluckmuster (Abb. 2) die Zunge gegen oder zwischen die Inzisiven, das heißt die Zunge drückt gegen die Zähne und zwischen die Zahnreihen (Böhme 2003). Dies kann sowohl in der Frontale als auch in der Laterale geschehen. Lippen- und Mentalismuskulatur kommen hierbei vermehrt zum Einsatz. In der Fachliteratur wird von einem Erwerb der physiologischen Schluckfunktion im Alter von drei Jahren ausgegangen. Bei Bestehen des interdentalen Schluckmusters über das vierte Lebensjahr hinaus handelt es sich um eine Dyskinesie und wird viszerales oder infantiles Schluckmuster (tongue trust) genannt. Mögliche Risikofaktoren zur Ausbildung einer solchen myofunktionellen Störung stellen sich vielfältig dar: unphysiologische Kopf- und Körperhaltungen, Mundatmung, unphysiologische Kiefer- oder Zahnfehlstellungen, orale Habits, Syndromerkrankungen und weitere. Durch den immer wiederkehrenden Druck der Zunge gegen die Zähne kann es zu Zahn- und Kieferfehlstellungen kommen, häufig in Kombination mit einem schwachen M. masseter und Ringmuskel, wobei der Kinnmuskel häufig kompensatorisch stark ausgeprägt ist und eine Mundatmung vorliegt.

Zur Diagnostik des infantilen Schluckmusters wurden verschiedene Verfahren entwickelt. Für den Zahnarzt und Kieferorthopäden ist das Beobachten eines spontanen oder nach Aufforderung durchgeführten Schluckvorgangs ein wichtiger Hinweis. Auch gerötete oder verdickte Ränder der Zunge oder eine falsche Zungenruhelage können auffällig sein. Eine Zungenruhelage mit Lage der Zunge auf dem Mundboden oder mit Kontakt zu den Frontzähnen gilt hier als Warnzeichen.

Im Rahmen der logopädischen bzw. sprachtherapeutischen Untersuchung werden häufig Diagnostikbögen, z. B. nach Steiner (Tab. 1), genutzt.

Häufig vom Zahnarzt oder Kieferorthopäden festzustellende Auffälligkeiten bei fehlender Umstellung zum physiologischen Schluckmuster sind:

- transversaler Schmalkiefer
- Öffnung des Bisses

Funktion	Test	Beobachtungen
Schluckvorgang	spontan	<ul style="list-style-type: none"> • mit Speichel – mit fester Nahrung – mit Flüssigkeit • Durchschieben der Zunge in fehlerhafte Okklusion • Speichel tritt als Bläschen zwischen Zähnen hindurch • Grimasse beim Schlucken • Beteiligung M. buccinator – deutliche Lippen- und Mentalismuskulatur
	nach Aufforderung	<ul style="list-style-type: none"> • Mitbewegung des Kopfes – Bildung von Grübchen – Bildung von Nadelkissen • mit Speichel – mit fester Nahrung – mit Flüssigkeit • Durchschieben der Zunge in fehlerhafte Okklusion • Speichel tritt als Bläschen zwischen Zähnen hindurch • Grimasse beim Schlucken • Beteiligen M. buccinator – deutliche Lippen- und Mentalismuskulatur • Lippen lassen sich manuell nur schwer öffnen
	PAYNE-Technik	<ul style="list-style-type: none"> • beim Untersuchen mit Lippenhaltern: Tendenz zum Schließen • Paste zeichnet sich an Frontzähnen ab – Paste zeichnet sich an Mahlzähnen ab • horizontal gezogene Pastenstriche zeichnen sich am Gaumen ab
	weitere Beobachtungen	

Tab. 1: Tabellarische Darstellung – Auszug Diagnostikbogen nach Steiner.

- bilveoläre Protrusion der Frontzähne
- Rezidive nach kieferorthopädischer Behandlung

Der oben benannte offene Biss, also ein fehlender Kontakt der Zähne im Front- oder auch Seitenzahnbereich, stellt eine kieferorthopädische Auffälligkeit dar. Beobachtet werden dabei nur Zähne, die durchgebrochen sind. Neben der skelettal bedingten Form, welche häufig vorwiegend genetische Einflüsse hat, ist die dentoalveolär-offene Form auffällig (Abb. 3).

Die Krankenkasse wird die Behandlung bei medizinischer Notwendigkeit ab über 2 mm geöffnetem Biss übernehmen, d. h. der Overbite ist dabei kleiner als null. Dentale Symptome sind häufig protrudierte Inzisiven. Zu beachten ist, dass die Zähne in Infraposition stehen können. Neben dem infantilen Schluckmuster sollten hier zwingend auch andere habituelle Einflüsse wie ein exzessiver

Schnullergebrauch, Lutschen an Fingern und Zungenpressen abgeklärt werden. Die Ursache eines dentoalveolär-offenen Bisses sollte dringend beseitigt werden, um einem Rezidiv vorzubeugen.

Auch extraoral lassen sich immer wiederkehrende Symptome definieren. Hypotone Muskulatur und inkompetenter Lückenschluss sowie Mundatmung sollten hier abgeklärt werden.

Im Zusammenhang mit dem offenen Biss sind häufig auch weitere myofunktionelle Störungen, jedoch auch Sprachauffälligkeiten wie interdentaler Sigmatismus oder interdentaler Bildungsweisen des „sch“ aber auch „ch“ vergesellschaftet. Die kieferorthopädische Behandlung zielt auf den Schluss des offenen Bisses ab. Nicht selten findet man eine Besserung der Situation nach Umstellung des Schluckmusters. Sowohl herausnehmbare Apparaturen als auch festsitzende Apparaturen kommen dafür zur Anwendung.

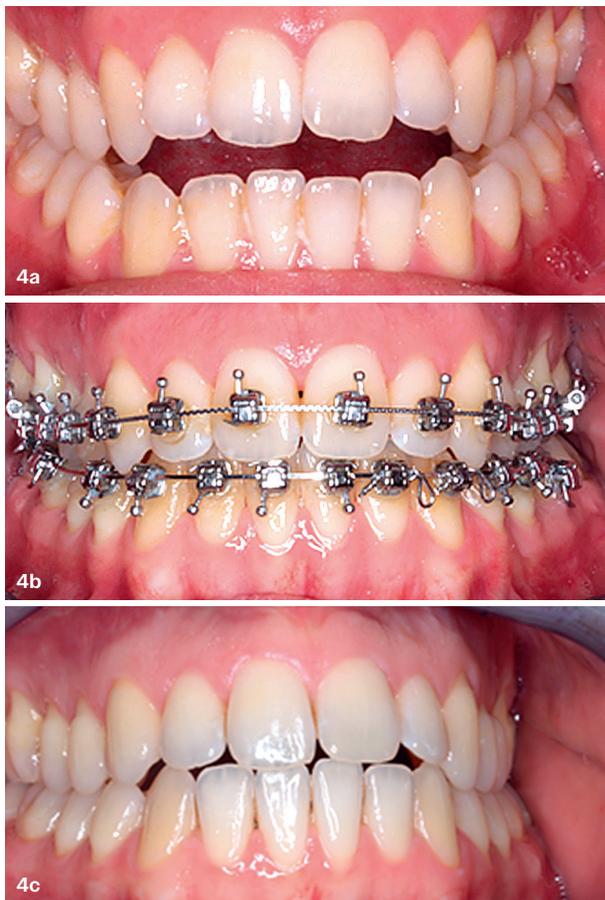


Abb. 4a–c: Patient mit offenem Biss: Ausgangssituation (a), kurz vor der Entbänderung (b), nach der Entbänderung ohne Korrektur des infantilen Schluckmusters (c).

Dass das Nichterkennen eines Habits zu Rezidiven führen kann, wurde bereits angesprochen. Es ist ratsam, solcherlei Habits oder Dysfunktionen bestenfalls vor einer kieferorthopädischen Behandlung abzustellen. Obgleich die Therapie beim Entfernen der kieferorthopädischen Apparatur als erfolgreicher Abschluss gewertet werden kann, wirkt im Anschluss die Kraft bei jedem Schluckakt wieder fehlgeleitet auf die Frontzähne. So kann sich beispielsweise wieder der Biss öffnen, wie hier an einem Beispiel verdeutlicht werden soll (Abb. 4a–c), bei welchem ein frontal offener Biss mittels kieferorthopädisch-kieferchirurgischem Vorgehen behandelt wurde, eine Automatisierung des Schluckmusters jedoch nicht stattfand.

Logopädische bzw. sprachtherapeutische Ansätze sind – neben der Abgewöhnung des Habits – ganzkörperliche Übungen und Regulationen der Muskulaturen von Zunge, Wange und Lippe. Mit den Therapeuten werden Hilfestellungen und Anleitungen zum Erlernen eines physiologischen Schluckablaufes erarbeitet. Diese müssen auch außerhalb der Therapie-sitzungen beibehalten werden und sollten schließlich in einer Automatisierung enden. Dabei wird deutlich, dass die Ädhärenz des Patienten bzw. dessen Eltern enorm wichtig ist sowie die Selbstbeobachtung eine übergeordnete Rolle spielt.

Im Rahmen der Heilmittelverordnung für Zahnärzte (kzbv.de) kann eine logopädische Begleittherapie vor einer kieferorthopädischen Behandlung oder begleitend ärztlich angeordnet werden. In diesem Heilmittelkatalog sind Störungen des oralen Schluckaktes (SCZ, zum Beispiel bei viszeralem Schluckmuster) direkt benannt. Die Erstverordnung erfolgt über zehn Sitzungen, welche mindestens einmal wöchentlich über 45 Minuten durchgeführt werden sollten. Es empfiehlt sich, einen Therapiebericht bei den behandelnden Logopäden/Sprachtherapeuten anzufordern, da zur gewünschten Schluckmusterumstellung bzw. Automatisierung häufig Folgeverordnungen notwendig werden.

Zusammenfassung

Der Schluckakt ist ein lebensnotwendiger Vorgang des menschlichen Körpers. Um das dritte Lebensjahr sollte das infantile Schluckmuster, das Pressen der Zunge gegen die Frontzähne, in ein physiologisches, adultes Schluckmuster umgestellt werden, wobei es zu keinem Kontakt zu den Zahnreihen während des Schluckaktes kommt. Zur Rezidivvermeidung nach kieferorthopädischen Behandlungen ist ein funktionelles und harmonisches Gleichgewicht des stomatognathen Systems erforderlich. Sollte das infantile Schluckmuster nicht erkannt werden oder es nach einer logopädischen Therapie nicht zur Automatisierung des physiologischen Schluckmusters kommen, kann die Stabilität des kieferorthopädischen Ergebnisses gefährdet sein und Folgebehandlungen werden erforderlich. Falls die Diagnostik für das viszerale Schluckmuster positiv ausfällt, sind im Rahmen der Heilmittelverordnung für Zahnärzte Therapiemöglichkeiten im Sinne von logopädischen Behandlungen verschreibbar, welche als Erstverordnung über zehn Sitzungen à 45 Minuten verschrieben werden können.



Dr. Sandra Riemekasten



Dr. Sandra Riemekasten

Universitätsklinikum Leipzig –
Poliklinik für Kieferorthopädie
Sandra.Riemekasten@medizin.uni-leipzig.de
www.uniklinikum-leipzig.de

Literatur





DIGITALISIERUNG LEICHT GEMACHT:

Mehr Zeit für Patienten,
weniger Stress im
Praxisalltag!



Dr. Clemens Fricke

"Trotz Personalmangel und steigender Patientenzahlen: Die iie-Anwendungen sorgen für Effizienz und Entlastung im Team."



Effizientes
Termin-
management



Zeitersparnis
durch
Automatisierung



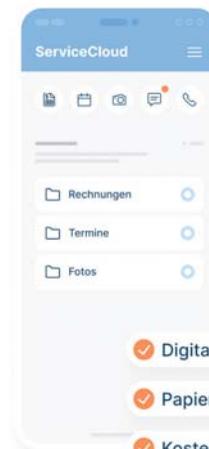
Imageaufbau &
Expertenstatus



Spürbare
Entlastung
für Ihr Praxisteam



Nahtlose
Integration:



- ✓ Digitaler Rechnungsversand
- ✓ Papierloses Management
- ✓ Kosteneffizient
- ✓ Einfache Verwaltung

JETZT ANFRAGEN

iie-systems präsentiert

Schnellere Anmeldungen, entlastetes Personal und zufriedenerere Patienten – erleben Sie, wie unser System Ihren Praxisalltag einfacher und effizienter macht.

Jetzt eine kostenlose Beratung anfordern!



Genetische Polymorphismen im Zusammenhang mit mandibulärer Retrognathie

Von Priv.-Doz. Dr. Eva Paddenberg-Schubert.

In der Kieferorthopädie bieten personalisierte Diagnostik- und Therapieansätze das Potenzial einer hochwirksamen und von weniger Nebenwirkungen begleiteten Behandlung. Zur präzisen und frühzeitigen Identifikation einer mandibulären Retrognathie sind Genotypisierungen im Rahmen einer personalisierten Diagnostik vielversprechend im Vergleich zu klassischen

Ansätzen, welche beispielsweise mittels Kephalometrie und klinischer Befundung den zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden Phänotyp bestimmen.

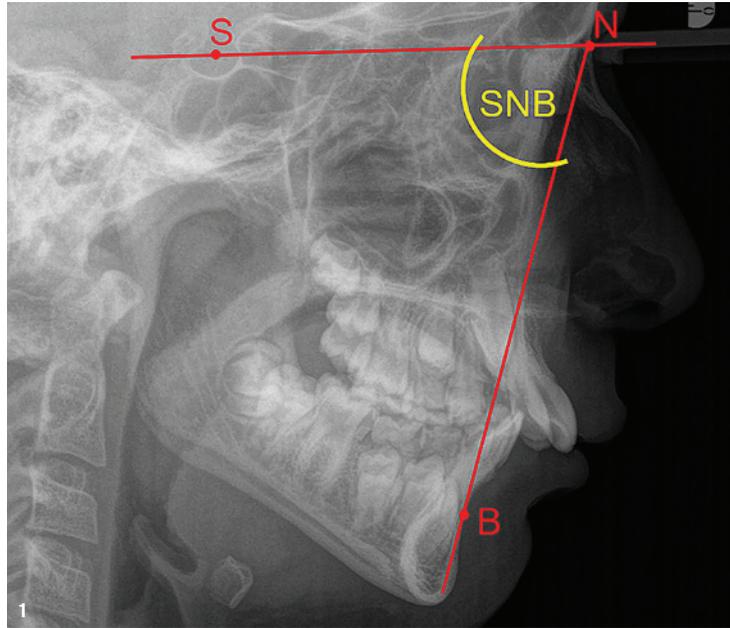
Ein Großteil der Kinder in Deutschland weist einen kieferorthopädischen Behandlungsbedarf auf, was im Rahmen der DMS • 6 aktuell belegt wurde.⁵ Aus der Studie ging hervor, dass 88,9 Pro-

zent der untersuchten Acht- bis Neunjährigen eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe, welche häufig mit einer Distalokklusion und skelettalen Klasse II einhergeht, aufwiesen. Eine Metaanalyse, welche eine internationale Prävalenz der Angle Klasse II von 29 Prozent im Wechselgebiss berichtete, verdeutlichte ebenfalls die Relevanz dieses Phänotyps für die Kiefer-



„Eine Möglichkeit der personalisierten Diagnostik hingegen bieten genetische Ansätze, welche Einzel-nukleotid-Polymorphismen (SNPs) involvieren.“

Abb. 1: SNB-Winkel zur Einteilung der Patienten als Fall (SNB $< 78^\circ$) oder Kontrolle (SNB $78\text{--}82^\circ$) sowie zum Ausschluss der Patienten mit prognathem Unterkiefer (SNB $> 82^\circ$).



orthopädie.⁹ Der Phänotyp beschreibt die Ausprägung eines bestimmten Merkmals, beispielsweise den Prognathiegrad des Unterkiefers, und wird durch den Genotyp sowie durch Umwelteinflüsse bestimmt. Obwohl die sagittale und vertikale Relation verschiedener kraniofazialer Strukturen letztendlich die skelettale Klasse beeinflussen,¹³ geht die distobasal-sagittale Kieferrelation häufig mit einer Retrognathie des Unterkiefers einher. Die therapeutischen Ansätze zur Korrektur von Malokklusionen und Dysgnathien variieren zwischen Einheitsbehandlungen für alle Patienten mit einem bestimmten klinischen Befund und personalisierten Methoden. Während Erstere das Risiko ernsthafter Nebenwirkungen und einer geringen Wirksamkeit bergen, gehen Letztere mit einer hohen Effektivität und einem geringen Risiko an unerwünschten Begleiterscheinungen einher. Diese personalisierten Ansätze erfordern eine präzise Differenzialdi-

agnostik, welche beispielsweise mithilfe von genetischen Biomarkern den genetischen Hintergrund identifiziert oder durch multidimensionale individualisierte Techniken in der Bildgebung und deren Analyse den vorliegenden Genotyp bzw. Phänotyp charakterisiert.

Im Rahmen der Routinediagnostik wird, neben dem klinischen Erscheinungsbild mit Aussagen über die Okklusion im Front- und Seitenzahnbereich, häufig ein Fernröntgenseitenbild (FRS) angefertigt, dessen Messungen größtenteils empirischen Normwerten gegenübergestellt werden. Aufgrund der Komplexität der Relationen innerhalb des Gesichtsschädels¹⁴ und der Tatsache, dass es sich um eine Momentaufnahme handelt, welche noch ausstehendes Wachstum insbesondere im Ausmaß, jedoch auch in der Richtung, nicht präzise diagnostizieren lässt, besteht das Risiko einer fehlerhaften Diagnosestellung.

Eine Möglichkeit der personalisierten Diagnostik hingegen bieten genetische Ansätze, welche Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNPs) involvieren. Dabei handelt es sich um Variationen eines Gens durch Veränderungen der DNA-Abfolge, welche sich auf die Expression und Funktion der betroffenen Gene auswirken und somit zur Entstehung eines unterschiedlichen Genotyps, der sich letztlich auf den Phänotyp auswirkt, beitragen können. In der Literatur sind bereits einige SNPs im zahnmedizinischen Kontext, beispielsweise im Zusammenhang mit der Entstehung von Dysgnathien¹ oder der Persistenz von Milchzähnen,⁷ beschrieben worden. Im Vergleich zu den bisherigen diagnostischen Techniken, wie dem FRS oder der klinischen Beurteilung, könnten solche Methoden im Rahmen von Screening-Tests durch die Identifikation des Genotyps nicht nur eine frühzeitige, sondern auch eine präzise Differenzialdiagnostik ermöglichen und schließlich in besseren Therapieergebnissen resultieren.



Gen	SNP	Basenaustausch	Auftreten/Variante	Funktion
EGF	rs4444903	A > G	Promotor-Region	EGF Level
	rs2237051	G > A	Missense SNP	EGF Level
EGFR	rs2227983	G > A	Missense SNP	reduzierte EGF-Affinität
	rs763317	A > G	Intron-Variante	unbekannt

Tab. 1: Details zu vier SNPs in Genen, die für den epidermalen Wachstumsfaktor (EGF) und seinen Rezeptor (EGFR) kodieren. SNP = Einzelnukleotid-Polymorphismus.

Im Zusammenhang mit kraniofazialen Wachstum sind unter anderem der epidermale Wachstumsfaktor (EGF) und dessen Rezeptor (EGFR) von Bedeutung, da diese Proteine als Signalmoleküle während der Proliferation und Differenzierung von Zellen fungieren und somit auch das skelettale Wachstum beeinflussen.¹¹ Daher bestand das Ziel dieser Fall-Kontroll-Studie darin, eine mögliche Assoziation zwischen Einzelnukleotid-Polymorphismen bei Genen, welche für den epidermalen Wachstumsfaktor und dessen Rezeptor kodieren, und einem retrognathen Unterkiefer in deutschen Jugendlichen zu untersuchen.

Material und Methoden

Diese Fall-Kontroll-Studie wurde an 119 deutschen kieferorthopädischen Patienten im Alter von zehn bis 18 Jahren, welche zwischen 2020 und 2021 eine prätherapeutische Diagnostik mit FRS erhielten, durchgeführt. Eingeschlossen wurden nur Patienten mit mitteleuropäischer Herkunft sowie nur ein Mitglied pro Familie, um genetischen Bias zu verhindern. Die Ausschlusskriterien umfassten Syndrome und Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, Nichtanlagen permanenter Zähne mit Ausnahme der Weisheitszähne, kraniofaziale Traumata und ei-

nen prognathen Unterkiefer. Im Anschluss an die Rekrutierung wurden die Patienten retrospektiv in zwei Gruppen aufgeteilt: ein retrognathen Unterkiefer (SNB < 78°) führte zur Zuordnung in die Fall-Gruppe, ein orthognathen Unterkiefer (SNB 78–82°) hingegen zur Einteilung in die Kontroll-Gruppe.

Die an Segner und Hasund^{14,15} angelehnte FRS-Analyse erfolgte digital mit der Software ivoris® analyze pro (Version 8.2.15.110, Computer konkret AG, Falkenstein) durch zwei zuvor mittels Interrater- und Intrarater-Reliabilität kalibrierte Kieferorthopäden. Von Interesse war insbesondere der SNB-Winkel zur Einteilung in die Patientengruppen (Abb. 1).

Die genetische Analyse fokussierte vier SNPs der Gene *EGF* und *EGFR*, deren Details in Tabelle 1 dargestellt sind. Die Auswahl dieser SNPs erfolgte aufgrund deren Funktion, deren Häufigkeit der Minor-Allele in Europa (> 20 %) und den Erkenntnissen aus publizierten Studien, welche deren klinische Relevanz berichteten (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/>). Zur Analyse der *EGF*- und *EGFR*-Genotypen wurde DNA mittels Cytobürsten von den bukkal-epithelialen Zellen extrahiert und anschließend mittels Spektrofotometrie quantifiziert. Dann erfolgte die Genotypisierung mittels quantitativer Echtzeit-PCR (RT-qPCR) mit der TaqMan-Technologie. Abschließend wurden unter anderem die Genotypen zwischen beiden Patientengruppen (retrognathen und orthognathen Unterkiefer) verglichen.



© uv_group – stock.adobe.com

SNP	Modell	Genotyp	orthognather Unterkiefer		retrognather Unterkiefer		p-Wert ^m	PR	95 % KI
			n	%	n	%			
EGF rs4444903	kodominant	AA	8	18,2 %	33	45,8 %	Referenz		
		AG	30	68,2 %	34	47,2 %	0,011*	0,69	0,52 – 0,91
		GG	6	13,6 %	5	6,9 %	0,216	0,64	0,32 – 1,28
	dominant	AA	8	18,2 %	33	45,8 %	Referenz		
		AG + GG	36	81,8 %	39	54,2 %	0,008*	0,68	0,52 – 0,90
EGF rs2237051	kodominant	GG	9	20,5 %	29	42,0 %	Referenz		
		GA	27	61,4 %	28	40,6 %	0,006*	0,65	0,47 – 0,88
		AA	8	18,2 %	12	17,4 %	0,278	0,80	0,53 – 1,19
	dominant	GG	9	20,5 %	29	42,0 %	Referenz		
		GA + AA	35	79,6 %	40	58,0 %	0,007*	0,69	0,52 – 0,90
EGFR rs2227983	kodominant	GG	16	36,4 %	41	57,8 %	Referenz		
		GA	25	56,8 %	24	33,8 %	0,019*	0,67	0,48 – 0,93
		AA	3	6,8 %	6	8,5 %	0,818	0,94	0,58 – 1,52
	dominant	GG	16	36,4 %	41	57,8 %	Referenz		
		GA + AA	28	63,6 %	30	42,3 %	0,028*	0,71	0,53 – 0,96
EGFR rs763317	kodominant	AA	11	24,4 %	22	30,6 %	Referenz		
		AG	22	48,9 %	39	54,2 %	0,328	0,85	0,62 – 1,17
		GG	12	26,7 %	11	15,3 %	0,056	0,60	0,36 – 1,01
	dominant	AA	11	24,4 %	22	30,6 %	Referenz		
		AG + GG	34	75,6 %	50	69,4 %	0,130	0,78	0,57 – 1,07

Tab. 2: Ergebnisse der Genotypisierung für das kodominante und dominante Modell. EGF = epidermaler Wachstumsfaktor, EGFR = EGF-Rezeptor, n = absolute Patientenanzahl, % = relative Patientenhäufigkeit, PR = Prävalenz-Verhältnis, 95 % KI = 95 % – Konfidenzintervall. p^m und das Prävalenz-Verhältnis (PR) wurden mittels für das Alter adjustierter Poisson-Regression ermittelt. *statistisch signifikant

Ergebnisse

Von den final 119 eingeschlossenen Patienten wiesen 74 einen retrognathen (Gruppe 1) und 45 einen orthognathen Unterkiefer (Gruppe 2) auf. Die Geschlechterverteilung des Gesamtkollektivs war annähernd homogen (57 Jungen, 62 Mädchen) und das Durchschnittsalter betrug 12,3 Jahre.

Die Ergebnisse der Genotypisierung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Für den ersten untersuchten SNP des *EGF*-Gens, rs4444903, wird ersichtlich, dass die Genotypen AG und GG ein geringeres Risiko für die Entwicklung eines retrognathen Unterkiefers zeigten. Im Falle des SNP rs2237051 des *EGF*-Gens waren hingegen die Genotypen GA und AA signifikant mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit eines retrognathen Unterkiefers assoziiert. Von den zwei analysierten SNPs des *EGFR*-Gens wies nur rs2227983 einen signifikanten Unterschied zwi-

schen beiden Gruppen auf: Patienten mit den Genotypen GA und AA wiesen weniger häufig eine mandibuläre Retrognathie auf.

Diskussion

Diese Fall-Kontroll-Studie untersuchte jugendliche kieferorthopädische Patienten in Deutschland mitteleuropäischer Abstammung hinsichtlich einer Assoziation zwischen bestimmten SNPs bei Genen, die für den EGF und

EGFR kodieren, und einem retrognathen Unterkiefer. Unsere Ergebnisse konnten zeigen, dass insgesamt drei der vier analysierten SNPs der für EGF und EGFR kodierenden Gene signifikant mit der Entwicklung einer mandibulären Retrognathie assoziiert sind. Somit konnten diese SNPs als ätiologische Faktoren eines retrognathen Unterkiefers im untersuchten Kollektiv identifiziert werden.

„SNPs bei Genen, welche für *EGF* und *EGFR* kodieren, sind in der Ätiologie der mandibulären Retrognathie involviert und könnten im Rahmen von genetischen Screening-Tests als genetische Biomarker zu einer präzisen und frühzeitigen Diagnose beitragen und somit nicht nur die Identifikation, sondern auch die Therapie(stabilität) verbessern.“

Die Retrognathie des Unterkiefers ist mit mehreren Symptomen und Krankheitsbildern vergesellschaftet, weshalb Erkenntnisse zur Entstehung, Diagnostik und Therapie eine große klinische Relevanz haben. Neben dem bereits erwähnten Zusammenhang zur skelettalen Klasse II¹⁰ konnte ein solcher unter anderem auch für das obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) nachgewiesen werden.⁴ Da insbesondere eine frühzeitige und korrekte Diagnose einer solchen Dysgnathie sich positiv auf die Therapie und deren langfristige Stabilität auswirkt, könnten unsere Erkenntnisse im Rahmen von genetischen Screening-Tests Anwendung finden und zur kausalen Korrektur beitragen.

In unserer Studie wurden vier SNPs der Gene, welche für den EGF und EGFR kodieren, analysiert, da diese Signalmoleküle in skelettalen Wachstumsprozessen (des Gesichtsschädels) involviert sind.^{2,11} In anderen Studien wurden bereits einige andere SNPs in Genen identifiziert, die mit einer Rücklage des Unterkiefers einhergehen, wie zum Beispiel in Genen, die für *MYO1H* und *BMP2*⁸ kodieren. Kirschneck et al.

fanden im Rahmen einer Untersuchung desselben Studienkollektivs eine Assoziation zwischen einem SNP im Gen, welches für *TGFBR2* kodiert, und mandibulärer Retrognathie.⁶ Anhand dieser Beispiele wird die Komplexität der mandibulären Retrognathie und die Vielzahl der involvierten Gene und SNPs ersichtlich.

Unsere Ergebnisse belegen, dass das G-Allel im SNP rs4444903 des *EGF*

signifikant seltener mit einem retrognathen als mit einem orthognathen Unterkiefer einherging. In den SNPs rs2237051 des *EGF* und rs2227983 des *EGFR* hingegen war das A-Allel signifikant weniger häufig mit einem retrognathen Unterkiefer assoziiert. Tanabe et al. konnten bereits nachweisen, dass ein bestimmter SNP des *EGF*-Gens (Position 61, Basenaustausch: A→G, SNP rs444903) zu Veränderungen der EGF-Level führt und dass der GG-Genotyp mit einer höheren Genexpression einherging als der AA-Genotyp.¹⁶ Dieses Erkenntnis könnte erklären, warum in unserer Studie Patienten mit dem AA-Genotyp im SNP rs4444903 des *EGF* häufiger einen retrognath entwickelten Unterkiefer zeigten. Der SNP rs2237051 des *EGF*-Gens wurde bisher nicht im Zusammenhang mit skelettalem Wachstum des Gesichtsschädels untersucht. Es konnte allerdings eine Assoziation mit aggressiver generalisierter Parodontitis¹⁷ und Periimplantitis³ belegt werden. Der SNP rs2227983 des *EGFR*-Gens, welcher unseren Erkenntnissen nach mit der mandibulären Retrognathie assoziiert ist, wurde in der Literatur noch nicht im Kontext der

zahnmedizinischen Forschung beschrieben, sodass hier weitere Studien unsere Ergebnisse verifizieren sollten.

Schlussfolgerung

SNPs bei Genen, welche für *EGF* und *EGFR* kodieren, sind in der Ätiologie der mandibulären Retrognathie involviert und könnten im Rahmen von genetischen Screening-Tests als genetische Biomarker zu einer präzisen und frühzeitigen Diagnose beitragen und somit nicht nur die Identifikation, sondern auch die Therapie(stabilität) verbessern. Des Weiteren könnten solche SNPs als prognostische Faktoren dienen. Im Rahmen von weiteren Studien sollten unsere Erkenntnisse in unterschiedlichen Populationen analysiert und verifiziert werden.

Diese Arbeit wurde mit dem Arnold-Biber-Preis 2023 (Dentaurum/DGKFO) ausgezeichnet und im *Journal of Orofacial Orthopedics* erstveröffentlicht: Paddenberg-Schubert, E., Küchler, E., Bitencourt Reis, C.L. et al. *New insights into the genetics of mandibular retrognathism: novel candidate genes. J Orofac Orthop* (2024). <https://doi.org/10.1007/s00056-023-00512-z>²²



Priv.-Doz. Dr. Eva Paddenberg-Schubert



Priv.-Doz. Dr.

Eva Paddenberg-Schubert

Poliklinik für Kieferorthopädie
Universitätsklinikum Regensburg
eva.paddenberg@ukr.de
www.ukr.de/kieferorthopaedie



Abb. 1: Iris stellata, Strabismus.

Ist das Williams-Beuren-Syndrom für die Kieferorthopädie relevant?

Von Dr. Karin Habersack.

Einleitung

Das Williams-Beuren-Syndrom (WBS) ist eine seltene Erkrankung, die lebenslanger multiprofessioneller Therapiebegleitung bedarf.



Abb. 2: Elfengesicht.

Von seltenen Erkrankungen betroffene Menschen haben einige Gemeinsamkeiten: Da es häufig auch in Fachkreisen wenig Kenntnisse wegen geringer Fallzahlen gibt, dauert es im Durchschnitt circa fünf Jahre, bis die jeweilige Diagnose gestellt werden kann. Oft haben betroffene Patienten bereits viele medizinische Fachrichtungen erfolglos hinter sich und können auch, sobald endlich geklärt ist, welche Erkrankung vorliegt, nicht unbedingt mit einer zielführenden Behandlung rechnen.

Das erste Zentrum für seltene Erkrankungen (ZSE) wurde 2010 an der Universität Tübingen gegründet. Laut Definition sind weniger als fünf von 10.000 Einwohnern von seltenen, meist genetisch bedingten Krankheiten betroffen, von denen etwa 8.000 bekannt sind. Mittlerweile gibt es in Deutschland mehr als 30 Zentren für seltene Erkrankungen, die europaweit vernetzt sind. Als vorrangige Aufgaben sehen alle eine schnellere Diagnosestellung, die Intensivierung syndrombezogener Forschung sowie das Erarbeiten individueller Therapiekonzepte.

Historie

Im Jahr 1961 veröffentlichte J. C. P. Williams (* 1922), Kardiologe am Auckland Hospital, Neuseeland, einen Artikel, in dem er markante, bei vier Kindern gemeinsam auftretende Befunde schilderte, die als Williams-Syndrom bekannt wurden.¹ Nur ein Jahr später, 1962, beschrieb A. J. Beuren (* 1919 – † 1984), Kinderkardiologe an der Universität Göttingen, ebenfalls bei vier Kindern ähnliche Befunde, wozu eine angeborene supra-avalvuläre Aortenstenose, mentale und physische Retardierung sowie faziale Besonderheiten gehörten.² Diese zeitnahen, aber voneinander unabhängigen Erkenntnisse führten zur Namensgebung: Williams-Beuren-Syndrom (WBS).

Der Beitrag von Williams erwies sich als ein Meilenstein, obwohl er nicht mehr zum Thema publizierte. Nachdem er Neuseeland verlassen hatte, wirkte Williams in den USA und in Europa, wo er Ende der 1970er-Jahre spurlos verschwand. Interpol suchte ohne Ergebnis nach dem Vermissten; schließlich hat ihn der Neuseeländische High Court 1988 als vermisste Person, die



Abb. 3a und b: Makroglossie (a), frontoffener Biss (b).

vermutlich tot ist, deklariert. Spekulationen und Legenden um seine Person verstummten nie.

Beuren absolvierte nach dem Medizinstudium an der LMU seine Weiterbildung in den USA, u.a. an der Johns Hopkins University in Baltimore, Maryland. Ab 1959 war er Mitbegründer der Pädiatrischen Kardiologie und später Lehrstuhlinhaber an der Universität Göttingen. Dort vertiefte und erweiterte er seine Erkenntnisse auch zu Zahn- und Kieferbefunden, worüber er in späteren Publikationen berichtete.^{3,4}

„Das Williams-Beuren-Syndrom (WBS) ist eine seltene Erkrankung, die lebenslanger multiprofessioneller Therapiebegleitung bedarf.“

Befunderhebung

Die Verdachtsdiagnose WBS wurde zunächst anhand klinischer Symptome gestellt und musste differenzialdiagnostisch von anderen Syndromen mit ähnlichem Erscheinungsbild abgegrenzt werden.

Erst im Jahr 1993 gelang es, mittels der Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH), die genetische Ursache für das Syndrom auf den Verlust von genetischem Material, eine Mikrodeletion im Chromosom 7, zurückzuführen. Betroffen sind insbesondere das Elastin-Gen und daneben liegende, benachbarte Gene in der Region 7q11.23 in unterschiedlicher Ausprägung, was zu einer Variation des klinischen Phänotyps führt.⁵ Wie generell bei Mikrodeletions-syndromen handelt es sich meist um sporadisch auftretende Fälle, doch es gibt auch Familien mit mehreren Be-

troffenen. Hier entspricht das Vererbungsmuster einem dominanten Erbgang mit variabler Expressivität. Da eine Pränataldiagnostik nicht routinemäßig erfolgt, wird nach der Geburt bei Anzeichen für das WBS eine DNA-Analyse veranlasst. Für betroffene Familien steht mittlerweile umfangreiches Informationsmaterial zur Aufklärung und zur Prognose bereit, u.a. durch den Bundesverband WBS e.V.⁶

troffenen. Hier entspricht das Vererbungsmuster einem dominanten Erbgang mit variabler Expressivität. Da eine Pränataldiagnostik nicht routinemäßig erfolgt, wird nach der Geburt bei Anzeichen für das WBS eine DNA-Analyse veranlasst. Für betroffene Familien steht mittlerweile umfangreiches Informationsmaterial zur Aufklärung und zur Prognose bereit, u.a. durch den Bundesverband WBS e.V.⁶

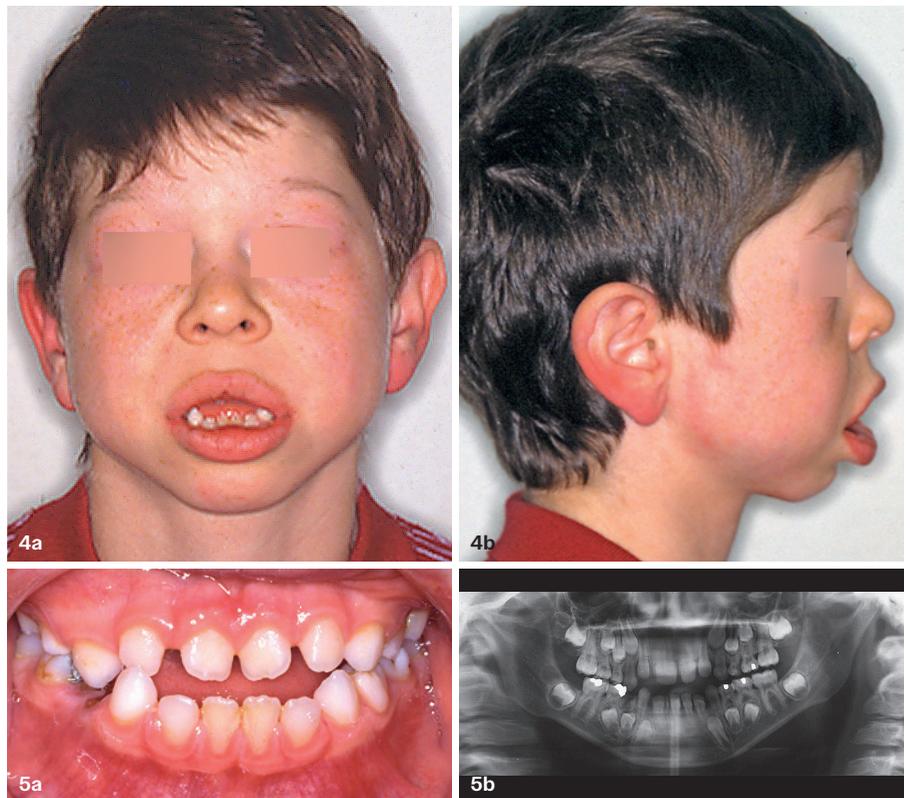


Abb. 4a und b: Extraoraler Befund bei Erstuntersuchung – Alter 8 Jahre. **Abb. 5a und b:** Anfangsbefund intraoral (a), Anfangsbefund OPT (b).

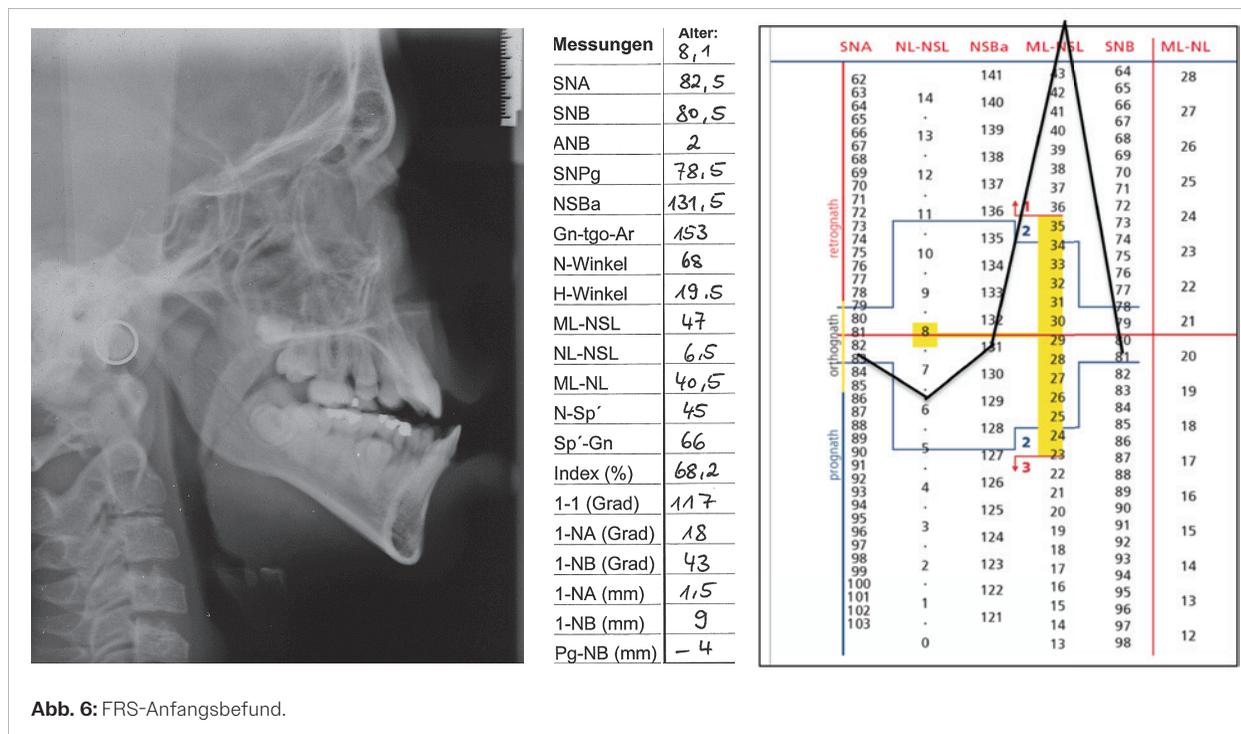


Abb. 6: FRS-Anfangsbefund.

„Für die soziale Akzeptanz eines Individuums spielen gesichtsästhetische und funktionelle Faktoren eine wichtige Rolle. Beim WBS ist das äußere faziale Erscheinungsbild betroffen, wofür der Begriff Elfengesicht geprägt wurde.“

Inzidenz

Beim WBS handelt es sich um eine Entwicklungsbeeinträchtigung, deren Auftreten zwischen 1:7.500 und 1:20.000 Lebendgeburten angegeben wird. Das WBS kommt bei allen Geschlechtern und weltweit in allen Ethnien vor.⁷

Allgemeinmedizinische Befunde

Typische, beim WBS häufig auftretende Befunde können in unterschiedlicher Ausprägung vorliegen:

- Defizit beim Elastin-Gen
- supralvalvuläre Aortenstenose
- kardiovaskuläre Anomalien
- Nierenhypoplasien/unilaterale Aplasie
- infantile Hyperkalzämie
- Hernien

- Wachstumsverzögerung
- begrenzte, retardierte mentale Entwicklung
- geringe Körpergröße
- früher Pubertätseintritt
- langer Hals/abfallende Schultern
- raue Stimme
- Hyperakusis
- Iris stellata bei blauen Augen, Strabismus (Abb. 1)

Viele medizinische Fachrichtungen sind von Geburt an interdisziplinär in die Betreuung eingebunden, wie die pädiatrische Kardiologie und Anästhesiologie, die Pädiatrie, Orthopädie, HNO- und Augenheilkunde, Psychotherapie, Physiotherapie und Logopädie. Eine individuelle Frühförderung ist wegen der retardierten körperlichen und mentalen Entwicklung nötig. Diese Maßnahmen sollen helfen, ein mehr oder weniger eigenständiges Leben

führen zu können, wobei eine dauerhafte Unterstützung erforderlich bleibt. WBS-Betroffene fallen durch ihr freundliches Wesen bis hin zur Distanzlosigkeit auf, oft verbunden mit beachtlicher Eloquenz und Musikalität, was sie beliebt und gut integrierbar macht. Für die soziale Akzeptanz eines Individuums spielen gesichtsästhetische und funktionelle Faktoren eine wichtige Rolle. Beim WBS ist das äußere faziale Erscheinungsbild betroffen, wofür der Begriff Elfengesicht geprägt wurde.⁸ Charakteristische Merkmale des Elfengesichts (Abb. 2):

- schmale Temporalregion
- breiter Jochbogenbereich
- pausbäckige Wangen
- Weichteilwulst über den Oberlidern
- kleine Nase
- wulstige Lippen
- habituell fehlender Mundschluss
- fliehendes Kinn



Abb. 7a und b: Profil vor OP (a), Profil fünf Jahre nach OP (b).

Zahnmedizinisch interdisziplinäre Betreuung

Eine enge Zusammenarbeit aller Gebiete der Zahnheilkunde ist vom frühen Kindesalter an dauerhaft notwendig. Diese umfasst allgemeinärztlich die Mundhygiene mit Instruktion und Überwachung, Kariesprophylaxe und -therapie im Milchgebiss, insbesondere zum Stützzonenerhalt, sowie Parodontologie, Endodontie und Prothetik. Die Kieferorthopädie ist bereits im Milchgebiss gefordert und bleibt langfristig aktiv eingebunden. Dysfunktionen durch den fehlenden Mundschluss beeinträchtigen Atmung, Sprechen und Schlucken. Hier besteht kiefer-

orthopädischer Handlungsbedarf mit multidisziplinärer Verknüpfung.

Mit der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie ist bei geplanten Umstellungsosteotomien im jungen Erwachsenenalter eine enge interdisziplinäre Vernetzung unerlässlich.

Spezielle Befunde

Funktion

Dysfunktionen durch den fehlenden Mundschluss beeinträchtigen Atmung, Sprechen und Schlucken. Sie lassen sich zum großen Teil auf die typische Makroglossie zurückführen. Die auffällige Zungengröße führt zusammen mit starkem Zungendruck und einem visze-

ralen Schluckmuster zur Protrusion der UK-Frontzähne. Der frontal offene Biss beeinträchtigt die Abbeiß- und Kau-funktion, mit der Folge von Essstörungen und Verdauungsproblemen. Auch Sprachstörungen sind durch den fehlenden Mundschluss bedingt und die daraus resultierende Mundatmung kann Schnarchen und Schlafapnoe verursachen (Abb. 3).

Morphologie

Das Neurokranium weist eine länglichere Form und eine geringere Größe sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Betroffenen gegenüber einer Vergleichsgruppe auf. Diese Ergebnisse wurden in einer umfangreichen Untersuchung von S. Axelsson et al. an 62 WBS-Betroffenen in Oslo/Norwegen ermittelt. In der Neuroosteologie wird ein Zusammenhang zwischen vermindertem Gehirnwachstum und größerer Knochen-dicke durch geringere Knochenresorption an der inneren Kurvatur der Schädelkalotte angenommen.⁸

Das Viszerokranium zeigt meist folgende Befunde:

Skelettal

- transversal: harmonisch breite Zahnbögen
- vertikal: offene Basenrelation
großer Kieferwinkel
posteriore Inklination der Mandibula
- sagittal: neutrale bis distale Basenrelation

Dental

- kleine, lückig stehende permanente Zähne

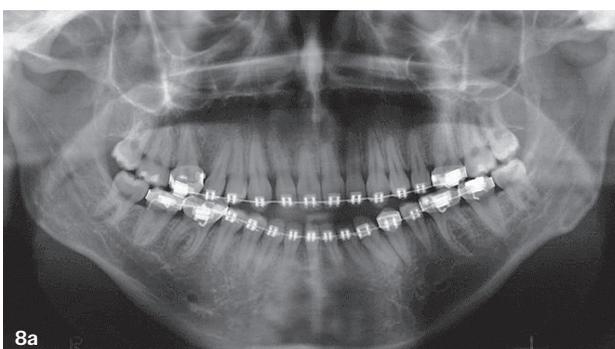


Abb. 8a und b: OPT-Befund vor OP (a), OPT-Befund fünf Jahre nach OP (b).

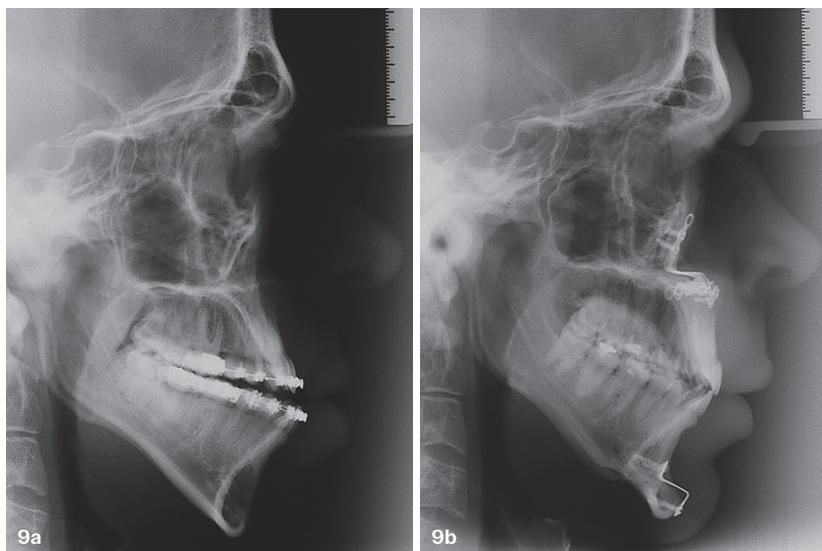


Abb. 9a und b: FRS vor OP – Alter 19 Jahre (a), FRS fünf Jahre nach OP – Alter 25 Jahre (b).

- frontal offener Biss (skelettal und dental)
- Klasse I- oder Klasse III-Okklusion
- Protrusion der UK-Inzisivi
- Kreuzbiss in der Front

um die Gesichtsästhetik therapeutisch nicht ungünstig zu beeinflussen, sondern sie bestmöglich zu harmonisieren.

Stabilität

Im Hinblick auf die Langzeitstabilität des Behandlungsergebnisses ist es unverzichtbar, dass dominierende Dysfunktionen prioritär kontrolliert und dauerhaft ausgeschaltet werden.

Ästhetik

Sie betrifft abweichende Gesichtsmarkkmale, das typische Elfengesicht. Eine sorgsame Planung ist erforderlich,

Diagnostik

Bei der kieferorthopädischen Behandlung eines Patienten mit WBS gilt es, typische Befunde mittels einer personalisierten Diagnostik zu erkennen und zu gewichten. Die individualisierte kephalometrische Analyse nach Hasund,^{9,10} mit fließenden Normen und leitenden Variablen, wurde explizit für eine europäische Population unter Ausschluss von Syndromen ermittelt. Sie ist trotzdem bei WBS-Betroffenen diagnostisch wertvoll, da sie den Ist-Befund des Patienten anzeigt. Im Unterschied zur üblichen Denkweise können Behandlungsaufgaben aus der Analyse jedoch nicht abgeleitet werden. So kann die dominierende Zungengröße und -dysfunktion die Einstellung einer atypischen Basenrelation einfordern. Das Ziel, der Zunge ausreichend Platz einzuräumen, sie quasi zu „umarmen“, steht im Vordergrund. Behandlungsaufgaben, die die vertikale Basenrelation betreffen, richten sich nach den individuellen Gesichtsproportionen.

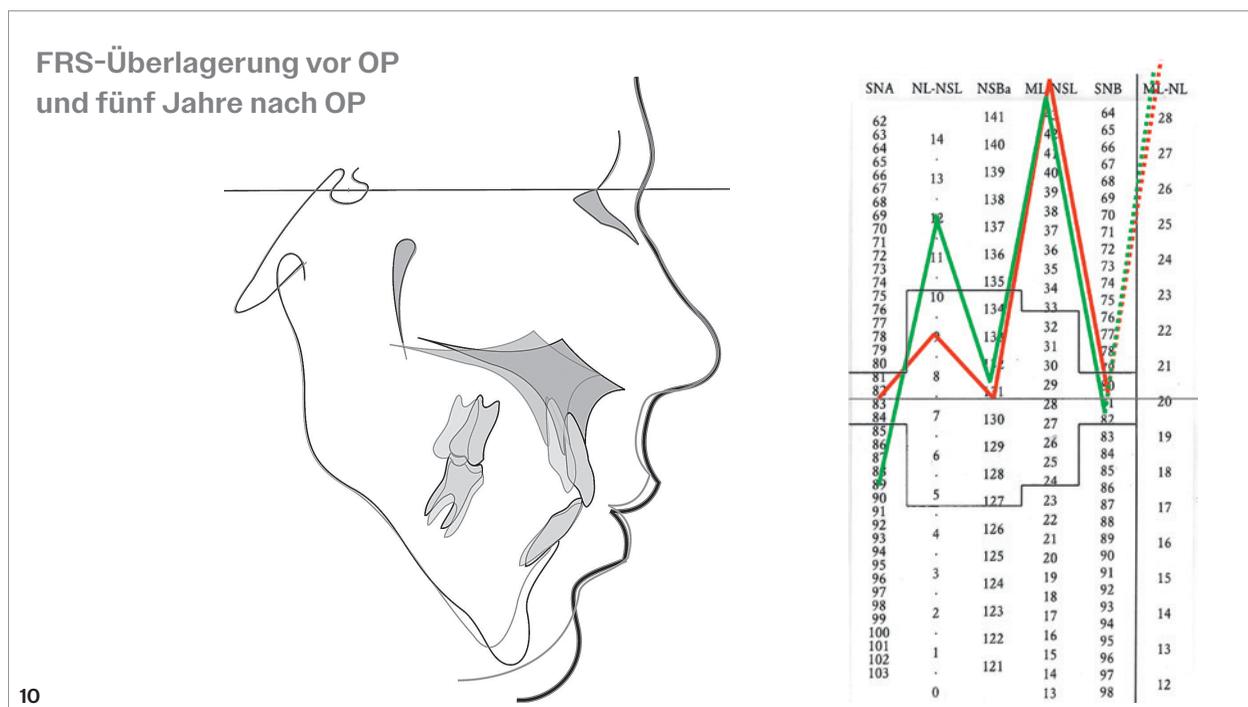


Abb. 10: FRS-Überlagerung und FRS-Werte im Ceph-Template.

Therapie

Da es bis heute zu den bekannten Abweichungen im Schädel-, Gesichts- und Kieferbereich nur wenige Therapieempfehlungen gibt, werden hier für die Kieferorthopädie relevante Vorgehensweisen erörtert.

Frühbehandlung

Im Rahmen einer Frühbehandlung sind apparative Maßnahmen nur begrenzt sinnvoll, nicht zuletzt wegen der oft eingeschränkten Adhärenz. Mundhygieneinstruktion und -überwachung, Kariesprophylaxe und -therapie mit Fokus auf den Stützzonenerhalt stehen im Vordergrund. Logopädie, Physiotherapie und Frühförderung werden interdisziplinär abgestimmt und kieferorthopädisch begleitet.

Hauptbehandlung

Sie erfolgt in der bleibenden Dentition mit festsitzender Apparatur, wobei die Biomechanik auf das Schließen des offenen Bisses zielt, ohne dabei den Zungenraum einzuengen. Auf der Basis einer fortlaufenden Diagnostik ist die Frage zu klären, ob rein kieferorthopädische Maßnahmen ausreichend sind.

Gnathisch-chirurgische Eingriffe

Sofern indiziert, können diese aufgrund des frühen Pubertätseintritts früher als üblich erfolgen. Wegen des Defizits beim Elastin-Gen sind bei WBS-Patienten mit chirurgischen Eingriffen unter Narkose entsprechende präoperative kardiologische Untersuchungen und eine postoperative Überwachung erforderlich. In der Regel ist eine maxilläre Vorverlagerung zur Vergrößerung des Zungenraumes mit posteriorer Impaktion und/oder anteriorer Absenkung zum Schließen des offenen Bisses indiziert. Zur optischen Harmonisierung der ausgeprägten Breite im Jochbogenbereich kann eine Kinnrandvorverlagerung mit oder ohne Verbreiterungssegmentierung sowohl transversal als auch vertikal und sagittal beitragen. Vorteilhaft ist, dass bei gleichzeitigem Stretcheffekt auf das



Abb. 11a-e: Intraoraler Befund – fünf Jahre postoperativ.

Hyoid eine Vergrößerung des Rachenraumes erzielt wird und somit dem Schnarchen oder einer Schlafapnoe vorgebeugt wird.

Patientenbeispiel (Abb. 1-13)

Der heute 44-jährige Stefan M. ist mit nahezu allen genannten Abweichungen repräsentativ für das WBS.

Über die kieferorthopädische Therapie, die gnathisch-chirurgische Umstellungsosteotomie und Überwachung wurde für die Spanne vom achten bis zum 25. Lebensjahr des Patienten bereits berichtet.^{11,12}

Der achtjährige Patient wurde im Jahr 1988 in die KFO-Praxis überwiesen.

Anliegen: Fehlender Mundschluss, offener Biss.

Allgemeine Anamnese: Familienanamnese o.B., unauffällige Schwangerschaft, Pulmonalstenose, einseitige Nierenaplasie, Lernbehinderung.

Spezielle Anamnese: Schluck-, Ess-, Sprachstörungen.

Das WBS war 1988 noch nicht durch DNA-Analyse verifizierbar. Erst im

Alter von 13 Jahren konnte bei Stefan M. 1993 eine humangenetische Begutachtung mit FISH-Analyse durchgeführt werden, wodurch die mittlerweile bestehende Verdachtsdiagnose Williams-Beuren-Syndrom bestätigt wurde. Der kieferorthopädische Behandlungsverlauf war bis dahin wenig effizient, da herausnehmbare Geräte wegen der muskulären Dysfunktionen oft herausfielen. Nach einer Behandlungspause erfolgte die Vorbereitung zur chirurgischen Korrektur mit festsitzender vestibulärer Apparatur gemäß einer interdisziplinären Planung mit dem MKG-Chirurgen Prof. Dr. Dr. Gerhard W. Paulus.¹³ Die chirurgischen Maßnahmen umfassten die maxilläre Vorverlagerung mit semirigid Miniplattenfixationen sowie eine Kinnrandvorverlagerung mit stufenförmiger Miniplattenfixation. Es schlossen sich eine kieferorthopädische Feineinstellung der Okklusion sowie deren Retention an. Im Jahr 2017 erfolgte eine Zystektomie im Oberkiefer, wobei gleichzeitig beidseits die Miniplatten entfernt wurden.



Abb. 12a und b: Extraoraler Befund fünf Jahre postoperativ – Alter 25 Jahre. Abb. 13a und b: Extraoraler Befund 24 Jahre postoperativ – Alter 44 Jahre.

Langzeitkontrolle

Die Nachuntersuchung im Alter von 44 Jahren, 24 Jahre postoperativ, umfasste die Dokumentation der extraoralen, funktionellen und intraoralen Befunde sowie Fragen zur subjektiven Einschätzung von Stefan M. zu den erfolgten Therapien.

derung mit korrektem vertikalen und sagittalen Frontzahnüberbiss auf. Die Zähne befinden sich in einem zahnärztlich gut versorgten Zustand. Insgesamt liegt ein langzeitstabiles Behandlungsergebnis ohne funktionelle Störungen vor, sowohl skelettal wie dental, bei im Verhältnis zum Ausgangsbefund ansprechender Gesichts-

Vernetzung mit den beteiligten medizinischen Disziplinen ist unerlässlich, um die Gesamtbehandlung zu optimieren, an der die Kieferorthopädie einen bedeutenden Anteil hat.

Literatur kann angefordert werden unter: hasund@karinhabersack.de

„Das Ziel, der Zunge ausreichend Platz einzuräumen, sie quasi zu ‚umarmen‘, steht im Vordergrund.“

Status präsens: Aktuell lebt Stefan M. weitgehend selbstständig in seinem Elternhaus und arbeitet extern im Rahmen einer Werkstatt für behinderte Menschen. Gut integriert in die Dorfgemeinschaft, ist er ein geschätztes Mitglied in Vereinen wie der freiwilligen Feuerwehr. Er ist bei guter allgemeiner Gesundheit.

Extraoral fallen harmonischere Gesichtsproportionen und ein entspannter Mundschluss auf.

Funktionell besteht keine CMD-Symptomatik, es liegt eine zentrische Caput-Fossa-Relation ohne lateralen/sagittalen Slide vor. Die Zungenlage ist entspannt, es bestehen ein somatisches Schluckmuster und eine klare, deutliche Aussprache.

Intraoral weist der Befund eine Klasse I-Okklusion ohne Lückenbil-

ästhetik. Die subjektive Einschätzung von Stefan M. ist positiv und wertschätzend im Hinblick auf die zurückliegenden Therapien.

Schlussbemerkung

Bei seltenen Syndromen ist es wichtig, sich neben eventuellen eigenen Erfahrungen an der internationalen Literatur zu orientieren, um Betroffenen therapeutisch gerecht zu werden. Zwar hat das WBS in den letzten Jahren zunehmend wissenschaftliche Beachtung und Medienpräsenz erfahren, bleibt jedoch noch immer eine Ausnahme in der kieferorthopädischen Praxis. Ziel dieser Abhandlung ist es, auf kieferorthopädisch relevante Besonderheiten bei WBS-Betroffenen aufmerksam zu machen. Eine enge interdisziplinäre



Dr. med. dent.
Karin Habersack



Dr. med. dent. Karin Habersack
hasund@karinhabersack.de
www.viking-orthodontics.de



ZWP ONLINE

www.zwp-online.info/newsletter

Hol dir dein

#insiderwissen!

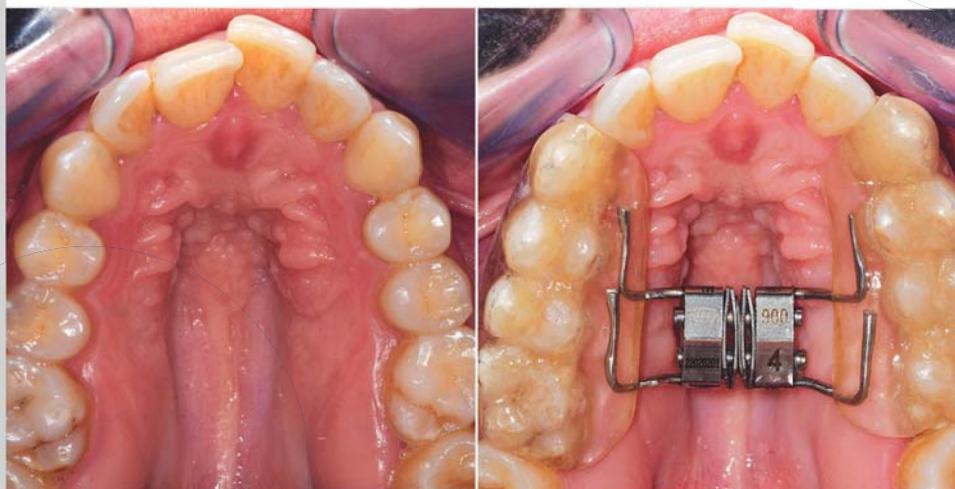
Mit dem
Newsletter
Kieferorthopädie

ZWP ONLINE

NEWSLETTER
KIEFERORTHOPÄDIE
NACHRICHTEN



Sehr geehrte Damen und Herren,
dies sind unsere aktuellen Themen im Überblick:



© custom scene - stock.adobe.com



Abb. 1: Beispiel multipler White-Spot-Läsionen nach abgeschlossener Multi-bracket-Therapie.

© Foto: © Zahnklinik Charité – Universitätsmedizin Berlin

Neuer Konsensus zur Prävention von Primärkaries während der KFO-Therapie

Von Dr. Esra Kosan.

Demineralisierte Schmelzläsionen, auf Englisch „White Spot Lesions“ (kurz: WSL) genannt, sind eine ebenso häufige wie gefürchtete Begleiterscheinung kieferorthopädischer Therapie (Lovroć, Hertrich and Hirschfelder 2007). Trotz ausgiebiger Nachforschungen über die Genese der „weißen Flecke“ stellen sie Kliniker weiterhin vor große Herausforderungen.

Diese vorwiegend an den vestibulären Glattflächen auftretenden Schmelzläsionen können ohne Therapie zu Karies progredieren und stellen eine ästhetische Einschränkung dar.

Besonders festsitzende kieferorthopädische Apparaturen, welche die häusliche Mundhygiene nachweislich erschweren, bergen ein hohes Risiko für das Auftreten von WSL (Øgaard 1989). Neben der Art der kieferorthopädischen

Therapie spielen ätiologische Faktoren wie ein hoher Plaqueindex, Änderungen des oralen Mikrobioms, das Alter, das Geschlecht, bereits bestehende WSL sowie die Dauer der Therapie eine entscheidende Rolle (Gorelick, Geiger, and Gwinnett 1982; Øgaard, Rølla, and Arends 1988; Tufekci et al. 2011). Laut Literatur ist die Prävalenz für WSL im Zusammenhang mit kieferorthopädischer Therapie mit einer Spannweite von 26 bis 97 Prozent ebenso breit gefächert (Lovroć, Hertrich, and Hirschfelder 2007; Boersma et al. 2004).

Aufgrund dieser multifaktoriellen Einflüsse ist die Prävention von WSL komplex. Eine individuelle und patientenzentrierte Therapie scheint daher unvermeidbar. Obwohl über die Jahre mehrere systematische Literaturrecher-

„Besonders festsitzende Apparaturen, welche die häusliche Mundhygiene nachweislich erschweren, bergen ein hohes Risiko für das Auftreten von WSL.“

chen zu diesem Thema durchgeführt wurden, die wichtige Erkenntnisse zur Genese und Therapie von WSL sammelten (Sardana et al. 2022; Sonesson and Twetman 2023), fehlte bisher ein konsensusbasierter Leitfaden zu deren Prävention.

Ein kürzlich publiziertes Konsensuspapier (Sardana et al. 2023) hat das Potenzial, als Handbuch zur State of

the Art-Prävention von WSL während kieferorthopädischer Therapie zu dienen. Die Autorengruppe stellte auf Grundlage einer systematischen Literaturrecherche 21 Empfehlungen zusammen, die durch eine unabhängige Expertenkommission (20 praktizierende Zahnärzte und klinische Wissenschaftler) validiert wurden.

Ihre Empfehlungen reichen von der Planung über das Management bis hin zur posttherapeutischen Nachsorge. Da fixe kieferorthopädische Apparaturen und Clear Aligner den Anteil an ka-

durchgeführt werden“ (Sardana et al. 2023).

Zum einen beruhen die vorgeschlagenen Maßnahmen auf einer effektiven häuslichen Plaquekontrolle unter Anwendung von frei erwerblicher fluoridhaltiger Zahnpasta (1.350 – 1.500 ppm) sowie häuslichen Fluoridierungsmaßnahmen (in Form von Gelee oder verschreibungspflichtiger Zahnpasta) bei Hochrisikopatienten. Digitale Erinnerungstütsen für die tägliche Mundhygiene wurden von den Experten ebenfalls als hilfreich eingestuft und

gen, sollten in individuellen Intervallen stattfinden.

Hingegen wurde keine explizite Empfehlung für Fluorid-freigebende Materialien oder Produkte mit Casein-Phosphopeptid-haltigen, amorphen Calciumphosphat-Nanokomplexen (CPP-ACP) ausgesprochen. Ihr therapeutischer Effekt ist umstritten (Sardana et al. 2022) und sie sollten keinesfalls als alleinige Methoden zur WSL-Prävention herangezogen werden (Sardana et al. 2023). Im Vergleich dazu sprechen sich die Autoren für den Einsatz von sog. „Versiegeln“ bei Hochrisikopatient/-innen aus. Diese Materialien bieten eine physikalische Diffusionsbarriere um das Bracket und können so einer Plaque-induzierten Demineralisation vorbeugen (Sardana et al. 2019).

Als Unterstützung zur regelmäßigen visuell-taktilen Untersuchung der ungeschützten Zahnoberflächen bietet sich eine standardisierte Fotodokumentation an. Hierdurch wird ein Vergleich über den gesamten Therapiezeitraum möglich.

Posttherapeutisch sollte ein Re-Assessment des Zahn- und Parodontalstatus durchgeführt werden, damit die Überweisung an den Generalisten zusammen mit einer Einschätzung der dentalen Gesamtgesundheit erfolgt. Zusammenfassend beruht ein erfolgreiches Management von WSL neben einer guten Patientencompliance auch auf einer adäquaten Einstufung des individuellen Risikos für WSL vor Beginn der kieferorthopädischen Intervention. Auf Grundlage dieser Einschätzung sollten die Art und Dauer der Therapie gewählt und Präventionsmaßnahmen eingeleitet werden.

„Ein kürzlich publiziertes Konsensuspapier (Sardana et al. 2023) hat das Potenzial, als Handbuch zur State of the Art-Prävention von WSL während kieferorthopädischer Therapie zu dienen.“

riogenen Bakterien wie *Streptococcus mutans* und *Lactobacilli* nachweislich im Speichel erhöhen (Lombardo et al. 2021; Richter et al. 2011), wird neben der allgemeinen Beurteilung der systemischen und oralen Gesundheit eine ausführliche Ermittlung des Kariesrisikos empfohlen. Dazu gehören die Karieserfahrung, die momentane Mundhygiene, die Fluoridzufuhr und die Zufuhr an fermentierbarem Zucker (Ogaard et al. 1988).

Patient/-innen mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen sollten zudem einem höheren Kariesrisiko zugeordnet werden, da ihre Mundhygiene nachweislich erschwert und ihr Plaqueindex erhöht ist (Gorelick, Geiger, and Gwinnett 1982; Boersma et al. 2004).

Auf Grundlage dessen kommen Sardana et al. zu dem Schluss, dass bereits bei der Planung der kieferorthopädischen Therapie neben der Art der Apparatur und Dauer der Anwendung auch Faktoren wie Ernährung und Karieserfahrung in die Planung miteinbezogen werden sollten. Kurz gesagt: „Die kieferorthopädische Behandlung sollte nach den Grundsätzen des Kariesmanagements ausgewählt und

sollen die Remotivation der Patient/-innen fördern.

Zum anderen wird die präventive Wirkung von zahnmedizinischen/kieferorthopädischen Therapeutika unterstrichen. So können bereits bei der Befestigung von Brackets oder anderen Verankerungen durch die Entfernung überschüssigen Bondingmaterials Prä-dilektionsstellen für WSL vermieden werden. Professionelle mechanische und chemische Plaquekontrollen sowie lokale Fluoridierungsmaßnahmen, wie sie in Deutschland im Rahmen der professionellen Zahnreinigung erfol-



Dr. Esra Kosan

Zahnärztin/Leiterin des Kurses für zahnärztliche Radiologie und kommissarische Leitung der zahnärztlichen Radiologie
Abteilung für Parodontologie, Oralmedizin und Oralchirurgie
Charité – Universitätsmedizin Berlin
esra-celin.kosan@charite.de

Kieferorthopädische Behandlung von parodontal erkrankten Patienten

Teil 1 + 2

Von Dr. Bashar Muselmani.

Parodontitis und Kieferorthopädie

Die zahnmedizinischen Fachdisziplinen Kieferorthopädie und Parodontologie besitzen eine Reihe inhaltlicher Berührungspunkte.

Die meisten kieferorthopädischen Behandlungen werden bei Kindern und Jugendlichen durchgeführt. Aber die Zahl der Erwachsenen, die eine kieferorthopädische Behandlung suchen, ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen.¹

Parodontale Probleme sind bei der kieferorthopädischen Behandlung von Kindern und Jugendlichen selten ein großes Problem, da Parodontitis in der Regel nicht in jungen Jahren auftritt und die Geweberesistenz bei jüngeren Patienten höher ist.

Parodontitis ist gekennzeichnet durch einen irreversiblen Verlust des Zahnhalteapparats und kann unbehandelt zu Zahnverlust sowie zu einer verminderten Kaufunktion führen. Des Weiteren können psychische und allgemeinmedizinische Probleme auftreten (Abb.1).²

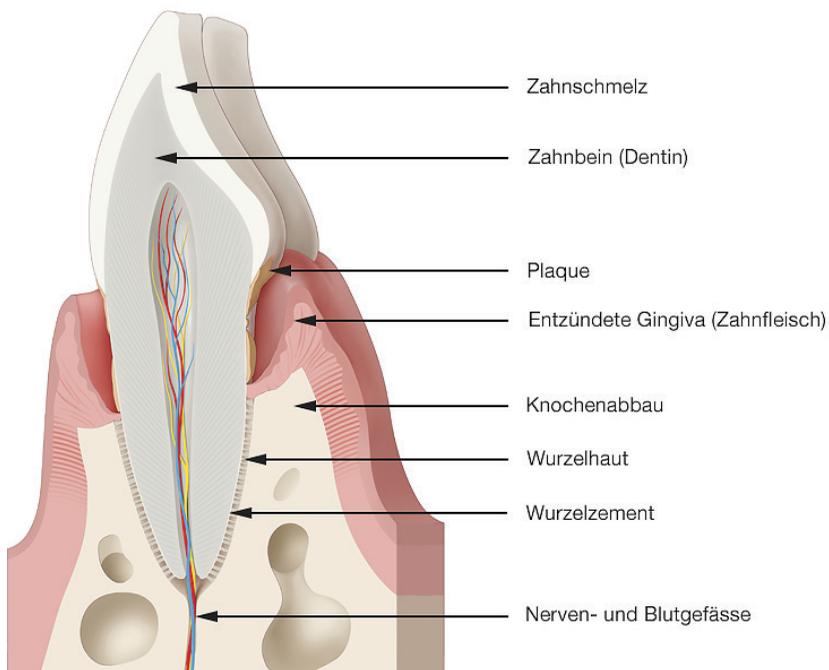


Abb. 1: Entzündeter Zahnhalteapparat. (Bild: © DG PARO)

In mehr als 100 Jahren wurden unterschiedliche Auffassungen über die Ätiologie parodontaler Erkrankungen vertreten. Diese folgten im Wesentlichen zwei grundsätzlich verschiedenen Vorstellungen. Auf der einen Seite gab es diejenigen, die an eine primäre ätiologische Rolle der Bakterien und ihrer Produkte im Krankheitsprozess glaubten. Die andere Seite vertrat den

gingivale Kolonisation als ein sekundäres Ereignis zu betrachten sei.³ Parodontitis hat eine ästhetische Veränderung sowie phonetische und funktionelle Probleme zur Folge (Abb. 2a und b, Abb. 3a–c). Aus diesen Gründen werden parodontale Überlegungen mit zunehmendem Alter der Patienten immer wichtiger, unabhängig davon, ob parodontale Probleme der auslösende Faktor für eine kieferorthopädi-



Abb. 2a und b: Ästhetische und phonetische Probleme (a), funktionelle Probleme (b).

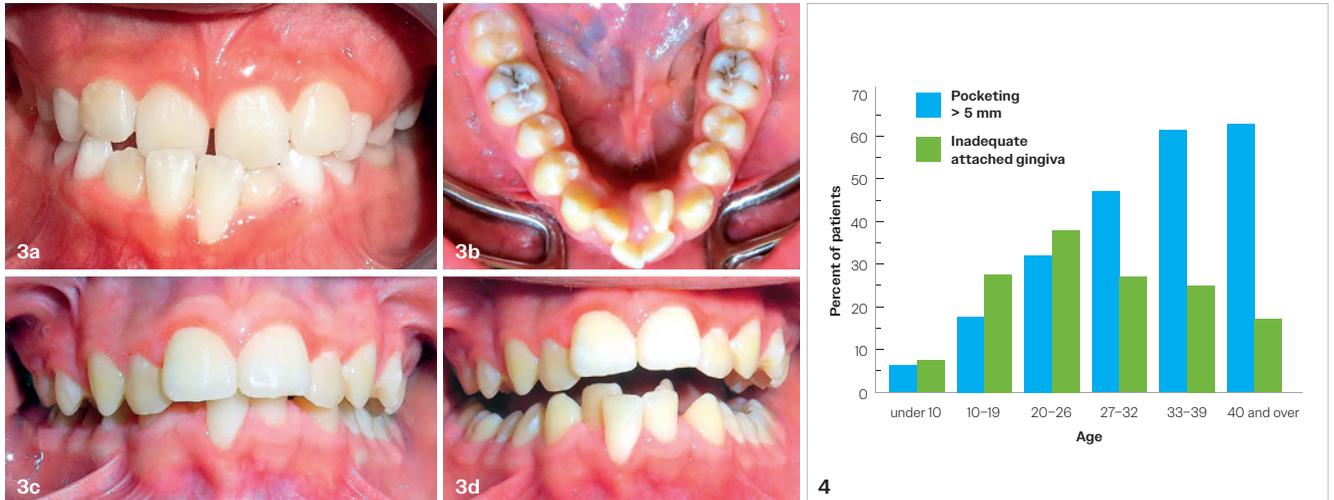


Abb. 3a-d: Deutlicher Zahnfleischverlust an den Zähnen 31 und 41 (a). Patient mit starken Engständen im Unterkieferfrontbereich: Okklusion unten (b), Okklusion anterior (c), teilgeöffneter Mund anterior (d). **Abb. 4:** Prävalenz von Parodontaltaschen größer als 5 mm und unzureichend befestigter Gingiva in Abhängigkeit vom Alter bei 1.000 aufeinanderfolgenden Patienten mit schweren kieferorthopädischen Problemen.

sche Behandlung waren.⁴ Die Prävalenz von Parodontitis in Abhängigkeit vom Alter bei einer großen Gruppe potenzieller kieferorthopädischer Patienten mit schwerer Malokklusion ist in Abbildung 4 dargestellt.

Bei der Parodontitis handelt es sich um eine durch bakteriellen Zahnbelag verursachte Entzündung des Zahnfleisches, die im weiteren Verlauf zur Zerstörung des Zahnhalteapparats und zum Zahnverlust führt (Abb. 5a-d).

Die juvenile Parodontitis

Die „juvenile Parodontitis“ zeichnet sich dadurch aus, dass sie häufig zu Beginn der Pubertät einsetzt – oft als Folge einer präpubertären Parodontitis, ausgehend vom Milchgebiss (Abb. 6). Der familiäre Hintergrund spielt in den meisten Fällen eine entscheidende Rolle.

Parodontitis ist kein kontinuierlicher und stetig fortschreitender degenerativer Prozess. Stattdessen ist sie gekennzeichnet durch Episoden akuter Angriffe auf einige, aber normalerweise nicht alle Bereiche des Mundes, gefolgt von Ruhephasen. Es ist wichtig, Hochrisikopatienten und Hochrisikostellen zu identifizieren. Anhaltende Blutungen bei der Untersuchung sind der beste Indikator für eine aktive und vermutlich fortschreitende Erkrankung.⁵

Es gibt keine Kontraindikation für die kieferorthopädische Behandlung von Erwachsenen mit Parodontitis und Knochenverlust, solange die Parodontitis unter Kontrolle gebracht wurde

(Abb. 7a-f). Das Fortschreiten des unbehandelten parodontalen Zusammenbruchs muss jedoch antizipiert und die parodontale Situation bei der Planung und Durchführung einer kieferortho-

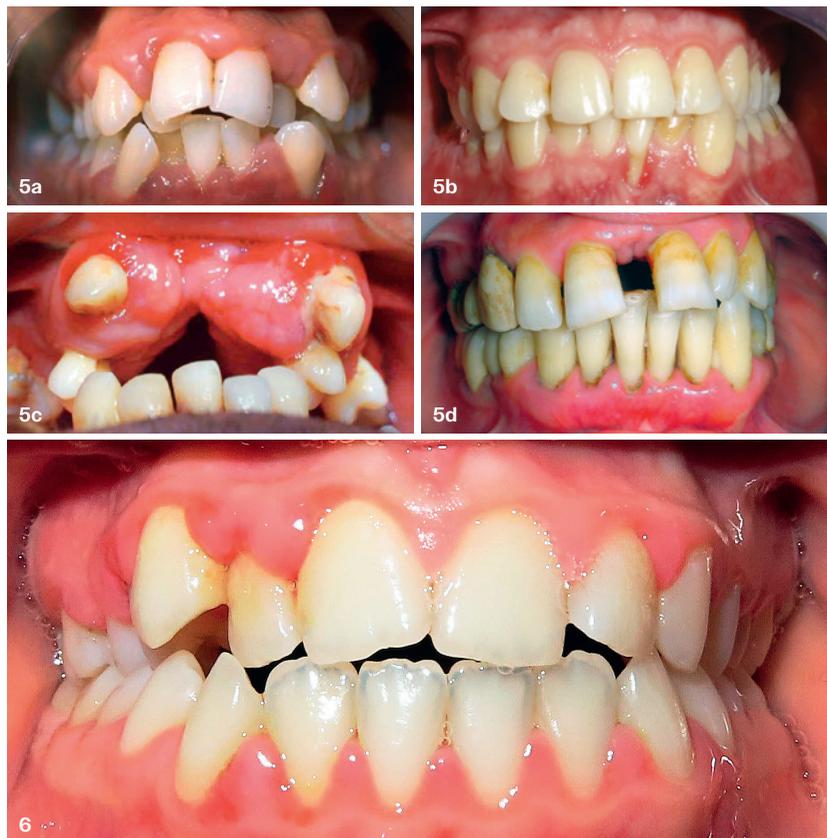


Abb. 5a-d: Hochgradiger Engstand der Frontzähne (a) und Kreuzbiss (b), vertiefte Zahnfleischtaschen (c), fortgeschrittene Parodontitis mit Rezession des Gingivalsaums (d). **Abb. 6:** Die juvenile Parodontitis.

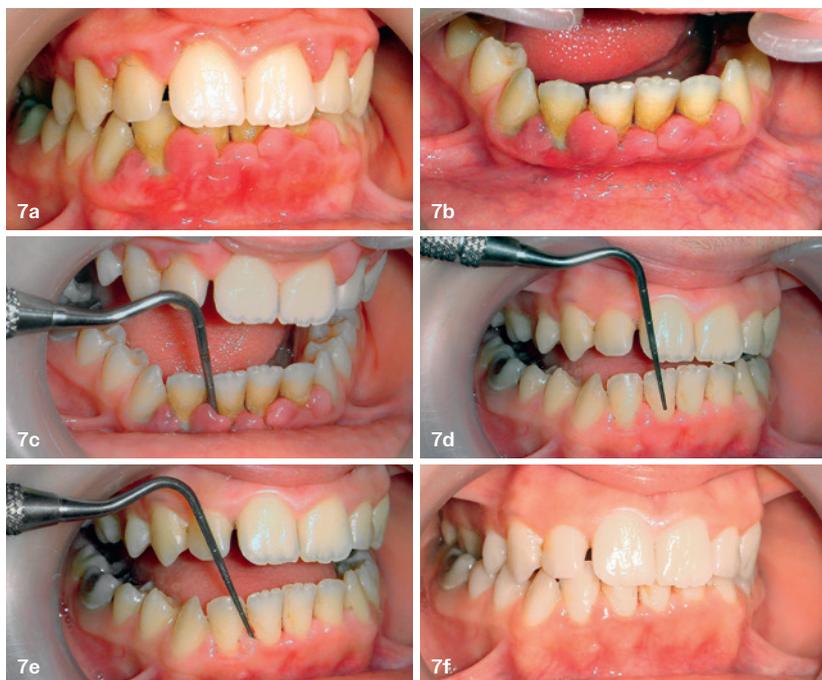


Abb. 7a-f: Fortgeschrittene Parodontitis mit Gingivahyperplasie im Unterkiefer bei einer 27-jährigen Patientin (a, b), Sondierung der Sulkustiefe (7 mm) mit WHO-Sonde (c), Zustand nach der parodontologischen Behandlung (d, e, f). (Die Parodontalbehandlung wurde vom Autor selbst durchgeführt.)

pädischen Behandlung für alle Erwachsenen berücksichtigt werden.

Behandlung von Patienten mit minimaler parodontaler Beteiligung

Jeder Patient, der sich einer kieferorthopädischen Behandlung unterzieht, muss besonders gründlich bei der Zahnreinigung sein. Dies ist für Erwachsene in der Kieferorthopädie noch wichtiger. Bakterielle Plaque ist der wichtigste ätiologische Faktor für den parodontalen Zusammenbruch, und Plaque-induzierte Gingivitis ist die erste Phase dieses Krankheitsprozesses.

Kieferorthopädische Geräte machen die Aufrechterhaltung der Mundhygiene gleichzeitig schwieriger und wichtiger. Bei Kindern und Jugendlichen

entwickelt sich Gingivitis aufgrund kieferorthopädischer Geräte selten zu Parodontitis. Dies kann bei Erwachsenen jedoch nicht als selbstverständlich angesehen werden, unabhängig davon, wie gut ihr anfänglicher parodontaler Zustand ist.⁶

Die parodontale Beurteilung eines potenziellen erwachsenen kieferorthopädischen Patienten muss nicht nur das Ansprechen auf die parodontale Untersuchung, sondern auch das Niveau und den Zustand der befestigten Gingiva umfassen. Eine labiale Bewegung der Schneidezähne kann bei einigen Patienten zu Zahnfleischrezession und Verlust des Zahnhalteapparats führen. Das Risiko ist am größten, wenn unregelmäßige Zähne durch Erweiterung des Zahnbogens ausgerichtet werden. Der aktuelle Ansatz geht davon aus, dass Gingivarezession sekundär zu

einer Alveolarknochendehiszenz auftritt, wenn darüber liegende Gewebe belastet werden. Dieser Stress kann durch verschiedene Faktoren wie Zahnbürstentraumata, Plaque-induzierte Entzündungen oder die Dehnung und Verdünnung der Gingiva durch labiale Zahnbewegung verursacht werden.

Sobald die Rezession beginnt, kann sie schnell fortschreiten, besonders wenn wenig oder keine keratinisierte befestigte Gingiva vorhanden ist und der Zahnhalteapparat nur aus Alveolarschleimhaut besteht. Für erwachsene kieferorthopädische Patienten ist es viel besser, eine Zahnfleischrezession zu verhindern, als sie später zu korrigieren.

Klinisches Fallbeispiel 1

Die Patientin ist 23 Jahre alt und hat eine skeletale Klasse II/2 mit eng stehender Front sowie Steilstand der Inzisiven. Bei der Okklusion handelt es sich um einen Tiefbiss mit Distalbiss auf beiden Seiten.

Das Orthopantomogramm zeigt einen leichten horizontalen Knochenverlust im Ober- und Unterkiefer im Bereich der seitlichen Zähne.

Behandlungsverlauf:

Um die Steilstellung der Front zu korrigieren, fand zunächst die Beklebung des Oberkiefers statt. Als ästhetische Alternative wurden Keramikbrackets (Damon Clear) verwendet. Zu Beginn der Nivellierung wurde ein .013" CuNiTi-Bogen eingelegt, wie die Abbildungen 10a bis d zeigen.

Nach der Protrudierung der Oberkieferfront wurde der Unterkiefer (Damon Q Clear) beklebt, um Platz für die unteren Frontzähne zu schaffen und diese sagittal nach vorne zu bewegen (Abb. 11a-c).

Es wurde der Bogenwechsel in beiden Kiefern nach der Reihenfolge von Damon System durchgeführt, um die

„Bei der Parodontitis handelt es sich um eine durch bakteriellen Zahnbelag verursachte Entzündung des Zahnfleisches, die im weiteren Verlauf zur Zerstörung des Zahnhalteapparats und zum Zahnverlust führt.“

Fallbeispiel 1



Abb. 8a–e: Okklusion rechts (a), Okklusion anterior (b), Okklusion links (c), Okklusion oben (d), Okklusion unten (e). **Abb. 9a und b:** FRS (a), OPG vor der kieferorthopädischen Behandlung (b). **Abb. 10a–d:** Patientin nach Bebänderung: Okklusion rechts (a), Okklusion anterior (b), Okklusion links (c), Okklusion oben (d). **Abb. 11a–c:** Rechte Okklusion (a), vordere Okklusion (b), linke Okklusion (c). **Abb. 12a–f:** Rechte Okklusion mit Gummizügen (a), vordere Okklusion (b), linke Okklusion (c), rechte Okklusion vor der Entbänderung (d), vordere Okklusion vor der Entbänderung (e), linke Okklusion vor der Entbänderung (f).

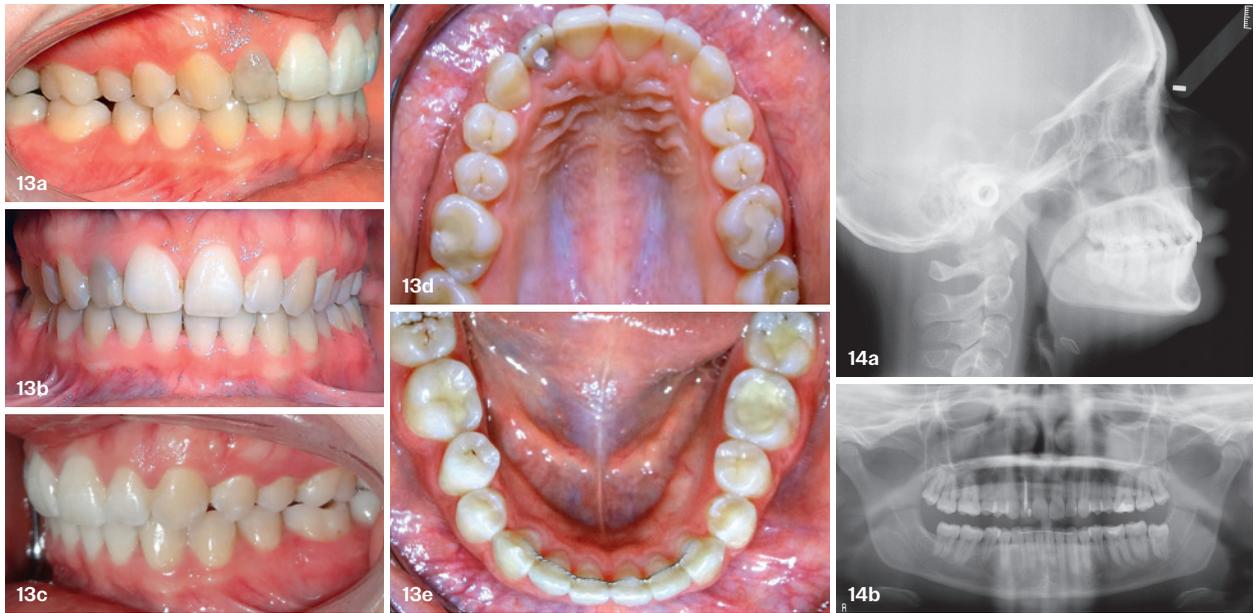


Abb. 13a–e: Intraorale Aufnahme rechte Okklusion (a), intraorale Aufnahme anteriore Okklusion (b), intraorale Aufnahme linke Okklusion (c), obere Okklusion (d), untere Okklusion (e). **Abb. 14a und b:** Profilaufnahme vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung (a), Profilaufnahme nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung (b).

Rotation, Angulation und Torque zu ermöglichen.

Im Verlauf der Behandlung wurde ein Bogenwechsel wie folgt sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer durchgeführt: .016" CuNiTi, .018" CuNiTi, .014" x .024" CuNiTi, .016" x .025" CuNiTi, .018" x .025" CuNiTi, und zum Abschluss wurde .018" x .025" TMA eingesetzt.

Um die sagittale Stufe zu reduzieren und die Verschiebung der Mittellinie zu korrigieren, trug die Patientin Klasse II-Gummizüge sowie intermaxilläre Gummizüge, um die Okklusion auf beiden Seiten zu stabilisieren (Abb. 12a–f).

Nach 24 Monaten wurde die Behandlung abgeschlossen. Zur Retention wurde im Unterkiefer ein fester Lingualretainer angebracht, während im Oberkiefer eine Retentionsschiene verwendet wird. Die Patientin ist dazu angehalten, diese über Nacht und bei Bedarf auch tagsüber zu tragen (Abb. 13a–e). Die Abbildungen 16a und b zeigen die deutliche Verbesserung des Profils nach der kieferorthopädischen Behandlung und der Bissumstellung. Die Abbildungen 17a (FRS) und b (OPG) zeigen die deutliche Verbesserung des Kieferknochens im Unterkiefer.

Behandlung von Patienten mit mäßiger parodontaler Beteiligung

Bevor eine kieferorthopädische Behandlung bei Patienten mit bereits bestehenden parodontalen Problemen unternommen wird, muss die Parodontitis behandelt werden.

Die vorläufige Parodontaltherapie kann alle Aspekte der Parodontalbehandlung außer operativen Eingriffen am Knochen abdecken.

Es ist wichtig, alle Zahnsteine und andere Reizstoffe aus den Parodontal-



Abb. 15a–d: Porträtaufnahme – Frontalansicht (a), Porträtaufnahme – Lächeln (b), Porträtaufnahme – Schrägansicht (c), Porträtaufnahme – Profilsansicht (d).

„Sobald die Rezession beginnt, kann sie schnell fortschreiten, besonders wenn wenig oder keine keratinisierte befestigte Gingiva vorhanden ist und der Zahnhalteapparat nur aus Alveolarschleimhaut besteht. Für erwachsene kieferorthopädische Patienten ist es viel besser, eine Zahnfleischrezession zu verhindern, als sie später zu korrigieren.“

Fallbeispiel 2

16a Frontal view of the patient. **16b** Frontal view of the patient smiling. **16c** Profile view of the patient. **17a** Right occlusion. **17b** Anterior occlusion. **17c** Left occlusion. **17d** Upper occlusion. **17e** Lower occlusion. **18a** Panoramic radiograph.

Variable	Norm	Auswertung 04.09.2018	Differenz	Standardabweichung s 4 3 2 1 1 2 3 4 5	verbale Einschätzung
GESICHTSSCHÄDEL					
NBpr (Steil-Winkel)	123,0±5,0°	101,8°	-21,2°	4,0	Retrognathie
SA-CoMe (Gelenkwinkel)	143,0±6,0°	126,2°	-16,8°	4,0	Prognathie
A-CoMe (Kieferwinkel)	130,0±5,0°	125,4°	-4,6°	4,0	
Summenwinkel	390,0±5,0°	353,1°	-36,9°	4,0	
A-CoMe (alt. Kieferwinkel)	52,0±2,0°	51,3°	-0,7°	4,0	
NGCoMe (alt. Kieferwinkel)	72,0±2,0°	74,0°	+2,0°	4,0	
KIEFERBASIS					
SNA Winkel	82,0±2,0°	74,7°	-7,3°	4,0	Retrognathie OK
SNB Winkel	80,0±2,0°	78,2°	-1,8°	4,0	
ANB Winkel	2,0°	-3,5°	-5,5°	4,0	skel. Klasse III
SNPog Winkel	78,0±2,0°	80,6°	+2,6°	4,0	Prognathie
Facial Axis					
Inklinationswinkel	90,0±3,0°	90,8°	+0,8°	4,0	
Y-Achse	85,0°	87,7°	+2,7°	4,0	sehr Biss
SNMeCo Winkel	32,0°	36,9°	+4,9°	4,0	Post. Lages UK (VV)
SpP-MeCo (Basell.)	25,0±3,0°	30,4°	+5,4°	4,0	Retrosk. UK vertikales Wachstum
VORDERE UND HINTERE GESICHTSANALYSE					
SoCoMe Verhältnis	83,6±1,5 %	62,4 %	-21,2 %	4,0	
DENTO-ALVEOLÄR					
1°-SN Winkel	102,0±2,0°	106,8°	+4,8°	4,0	Protrusion OK-Fr.
1°-MeCo Winkel	90,0±3,0°	90,3°	+0,3°	4,0	
Intraorbitalwinkel	126,0°	126,1°	+0,1°	4,0	Spitzlippen
1°-NPG Strecke	3,0 mm	2,0 mm	-1,0 mm	4,0	Retrosk. OK-Fr.
1°-NPG Strecke	0,0 mm	0,8 mm	+0,8 mm	4,0	Antipsosition UK-Fr.
Wass	0,0±1,0 mm	-3,5 mm	-3,5 mm	4,0	Klasse III
UL-Ästhetik Line	-2,5±0,5 mm	-11,1 mm	-8,6 mm	4,0	
UL-Ästhetik Line	-1,0±0,5 mm	-7,8 mm	-6,8 mm	4,0	Konvex
Symphyse					

Abb. 16a-c: Porträtaufnahme – Frontalansicht (a), Porträtaufnahme – Lächeln (b), Porträtaufnahme – Profilsicht (c). **Abb. 17a-e:** Okklusion rechts (a), Okklusion anterior (b), Okklusion links (c), Okklusion oben (d), Okklusion unten (e). **Abb. 18a-c:** FRS (a), Vermessung und Analyse (b), Orthopantomogramm (c).



taschen zu entfernen, bevor eine Zahn- bewegung versucht wird. Für die Frei- legung der betroffenen Stellen ist es oft ratsam, chirurgische Lappen zu verwenden, um so die bestmögliche Skalierung zu gewährleisten.

Behandlungsmaßnahmen zur lang- fristigen Erhaltung der Zahngesund- heit, wie etwa eine Knochenumformung oder eine Neupositionierung des Zahn- fleischlappens zur Korrektur von Zahn- fleischrückgang, sollten erst durch- geführt werden, wenn die endgültigen Okklusionsverhältnisse hergestellt sind. Vor einer umfassenden kieferorthopä- dischen Behandlung sollte eine Beob- achtungszeit nach der parodontalen Vorbehandlung eingehalten werden, um sicherzustellen, dass die Heilung nach der Parodontaltherapie erfolgt.

Während einer umfassenden kiefer- orthopädischen Behandlung muss ein Patient mit mittelschweren Parodon- talproblemen einen Wartungsplan ein- halten. Die Häufigkeit der Reinigung und Skalierung hängt dabei von der Schwere der Parodontitis ab. Üblicher- weise erfolgt die parodontale Erhal- tungstherapie alle zwei bis vier Monate. Daher sollte bei Erwachsenen mit mini- mal anhaftender Gingiva oder dünnem Gewebe ein Zahnfleischtransplantat in Betracht gezogen werden. Dies gilt besonders für diejenigen, die eine Bogenerweiterung zur Ausrichtung der Schneidezähne benötigen oder sich einer chirurgischen Unterkiefer- vorverlagerung oder Genioplastik unter- ziehen.

Klinisches Fallbeispiel 2

Eine 34 Jahre alte Patientin stellte sich nach der Überweisung von einem Kol- legen in der Praxis des Autors vor. Die

Abb. 19a–e: Intraorale Aufnahme rechte Ok- klusion (a), intraorale Aufnahme anteriore Okklusion (b), intraorale Aufnahme linke Okklusion (c), obere Okklusion (d), untere Okklusion (e). **Abb. 20a–h:** Behandlungsverlauf mit Bogenwechsel .016", .018", .014" x .025", .016" x .025", .018" x .025" (CuNiTi), rechte Okklusion (c, f), anteriore Okklusion (b, d, g), linke Okklusion (a, e, h). **Abb. 21a und b:** Tra- gen von Gummizügen Klasse III (a), kurz vor der Entbänderung .018" x .025" TMA (b).

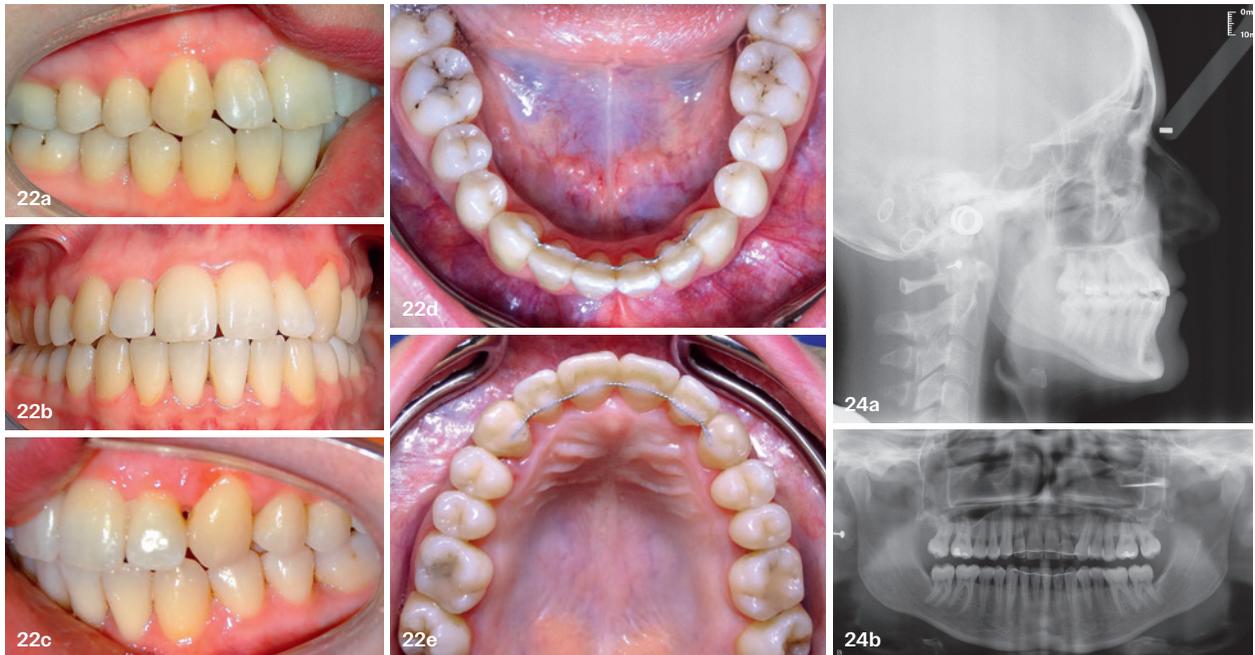


Abb. 22a-e: Intraorale Aufnahme rechte Okklusion (a), intraorale Aufnahme anteriore Okklusion (b), intraorale Aufnahme linke Okklusion (c), untere Okklusion (d), obere Okklusion (e). **Abb. 24a und b:** Kephalometrische Darstellung (a), Orthopantomogramm (b). Röntgenaufnahmen nach der Behandlung zeigen eine deutliche Verbesserung des Kieferknochens, besonders bei Zahn 23.

Patientin war in einer langjährigen Parodontalbehandlung gewesen. Sie leidet an einer vererbten Parodontitis. Die kieferorthopädische Diagnose ergab eine skelettale Klasse III, einen Engstand im Oberkiefer, einen Kreuzbiss im Frontzahnggebiet, einen Teilbruch von Zahn 23 aufgrund des Platzmangels sowie eine Verschiebung der Mittellinie nach rechts.

Behandlungsplan:

Die Ziele der Behandlung waren die Behebung des Platzmangels im Ober- und Unterkiefer, die Einordnung des Eck-

zahns 23 sowie die Korrektur des Kreuzbisses in der Front, unter Berücksichtigung des parodontalen Zustands während der gesamten Behandlungsphase.

Bonding der Brackets:

Die Beklebung erfolgte im Ober- und Unterkiefer vollständig. Für die Behandlung verwendeten wir eine festsitzende Apparatur (Damon System, Q Brackets) mit verschiedenen Torque-Werten.

Im Verlauf der Behandlung wurde sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer wie folgt ein Bogenwechsel durchgeführt: .014" x .016" CuNiTi, .018" CuNiTi, .014" x

.024" CuNiTi, .016" x .025" CuNiTi, .018" x .025" CuNiTi. Zum Abschluss wurde .018" x .025" TMA eingesetzt.

Die Abbildungen 20a bis h zeigen die Bogenwechsel im Ober- und Unterkiefer mit verschiedenen Bogengrößen. In Abbildung 21a ist das Tragen von Klasse III-Gummizügen zu sehen, und Abbildung 21b zeigt den Zustand kurz vor der Entbänderung. Nach 24 Monaten wurde die kieferorthopädische Behandlung abgeschlossen (Abb. 22 bis 24). Zur Retention wurde im Ober- und Unterkiefer ein fester Lingual-/Palatinalretainer angebracht. Eine Reten-



Abb. 23a-d: Porträtaufnahme – Frontalansicht (a), Porträtaufnahme – Lächeln (b), Porträtaufnahme – Schrägansicht (c), Porträtaufnahme – Profilansicht (d).

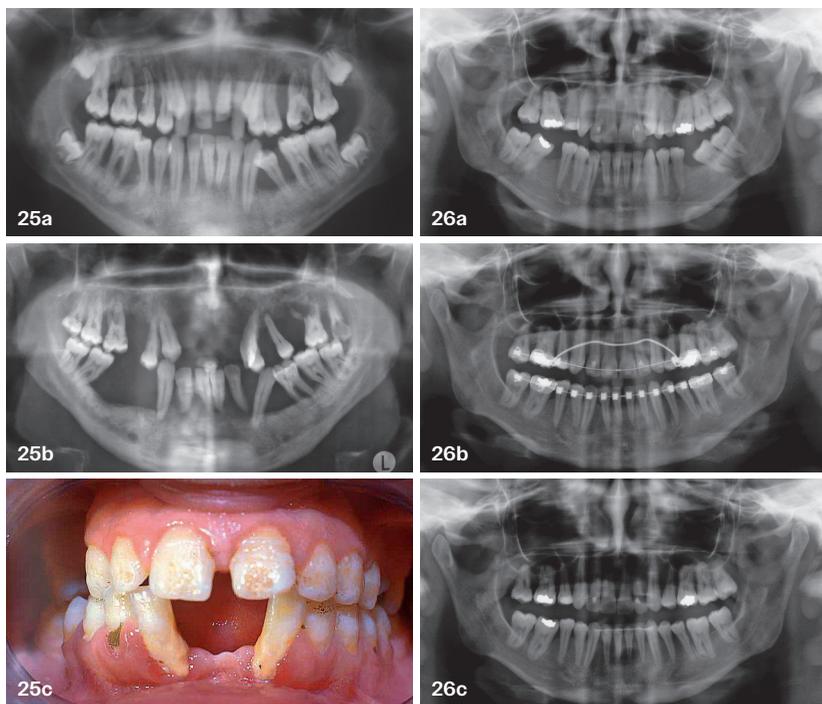


Abb. 25a–c: Aggressiver Knochenverlust bei fortgeschrittener Parodontitis (a, b), drittes Stadium von Knochenverlust bei einem Patienten mit Peters-Hövels-Syndrom. Starker Verlust von Knochen und Zahnfleisch sowie Bildung einer großen Lücke (c). **Abb. 26a–c:** OPG vor der kieferorthopädischen Behandlung (a), während der Behandlung (b), nach Abschluss der Behandlung mit Lückenschluss im Bereich 36, 37 (c). Der Kieferknochen zeigt einen positiven Aufbau.

tionsschiene wurde für beide Kiefer angefertigt und soll über Nacht getragen werden.

Behandlung von Patienten mit schwerer parodontaler Beteiligung

Der allgemeine Behandlungsansatz für Patienten mit schwerer parodontaler

Beteiligung ist derselbe wie zuvor beschrieben. Die Behandlung selbst muss jedoch in zweierlei Hinsicht modifiziert werden:

1. Die parodontale Erhaltungstherapie sollte in kürzeren Abständen geplant werden, möglicherweise unter Berücksichtigung des Patienten, häufig zur parodontalen Erhaltung sowie zur Anpassung kieferortho-

pädischer Geräte (alle vier bis sechs Wochen).

2. Ziele und Mechanismen der kieferorthopädischen Behandlung müssen geändert werden, um die kieferorthopädischen Kräfte auf ein absolutes Minimum zu beschränken, da die verringerte Fläche des Parodontalbandes (PDL) nach erheblichem Knochenverlust einen höheren Druck im PDL durch jede Kraftwirkung bedeutet.

Ein massiver Knochenverlust ist manchmal eine Kontraindikation für eine kieferorthopädische Behandlung.

Eine fortgeschrittene Parodontitis ist eine entzündliche Erkrankung des Zahnhalteapparats, die zu einer Zerstörung des Zahnfleisches und Kieferknochens führt. Sie ist die häufigste Ursache für den Verlust von Zähnen und des Kieferknochens bei Erwachsenen. Eine schwerwiegende Parodontitis kann ein Merkmal von bestimmten Syndromen wie beispielsweise des Peters-Hövels-Syndroms sein. In einem solchen Fall helfen womöglich nur chirurgische Eingriffe und Zahnersatz (Abb. 25a–c).

Die aggressive Parodontitis geht mit einem sehr schnellen Verlust von Zahnfleisch und Knochen einher.

Manchmal ist es hilfreich, einen parodontal hoffnungslos erkrankten Zahn vorübergehend zu erhalten, um ihn als Verankerung für eine kieferorthopädische Apparatur zu verwenden,

Fallbeispiel 3



Abb. 27a–c: Porträtaufnahme – Frontalansicht (a), Porträtaufnahme – Lächeln (b), Porträtaufnahme – Profilsicht (c).

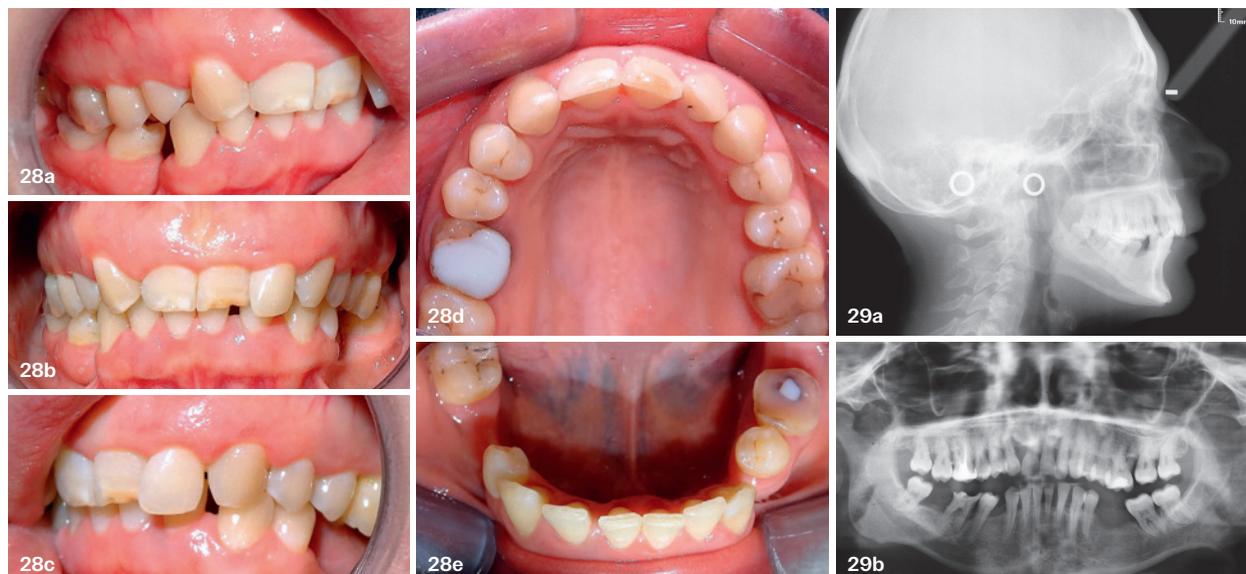


Abb. 28a–e: Okklusion rechts (a), Okklusion anterior (b), Okklusion links (c), Okklusion oben (d), Okklusion unten (e). **Abb. 29a und b:** FRS (a), Orthopantomogramm (b).

die zur Rettung anderer Zähne beiträgt.

Es ist interessant, dass selbst nach der Entwicklung parodontaler Probleme eine kieferorthopädische Behandlung ohne weiteren Verlust von Alveolar-knochen durchgeführt werden kann, wenn die parodontale Situation gut unter Kontrolle gehalten wird. Der Lückenschluss in Bereichen mit starkem Knochenverlust führt manchmal zu einer Verbesserung der Knochenhöhe (Abb. 27a–c), aber das ist nicht vorhersehbar.

Den Patienten kann gesagt werden, dass sie sich einer umfassenden kieferorthopädischen Behandlung unterziehen können, ohne dass die Gefahr besteht, dass sich ihre parodontale Situation verschlechtert, aber es sollte ihnen keine Verbesserung versprochen werden.

Die Abbildungen 26a bis c zeigen die Röntgenaufnahmen einer Patientin mit fortgeschrittener Parodontitis und Okklusionsstörung mit Verlust von 36, 46. Behandlungsziele waren die Behebung der Zahnstellungsanomalien und der Lückenschluss im Unterkiefer bei 36, 46.

Klinisches Fallbeispiel 3

Eine 36-jährige Patientin stellte sich nach Überweisung eines Kollegen in meiner Praxis zur kieferorthopädischen Behandlung vor. Die Patientin befindet sich seit vielen Jahren in parodontaler Behandlung und leidet an chronischer Parodontitis. Die kieferorthopädische Diagnose ergab eine skelettale Klasse II/2 sowie den Verlust der Zähne 12, 35, 36, 44 und 47. Der Zahn 46 war nicht erhaltungswürdig. Zudem besteht ein leichter Engstand im Oberkiefer sowie ein Tiefbiss.

ANZEIGE

ZWP DESIGN PREIS

Deutschlands
schönste
Zahnarztpraxis

25



Jetzt
bis zum
1.7.25
bewerben



© yahya – stock.adobe.com

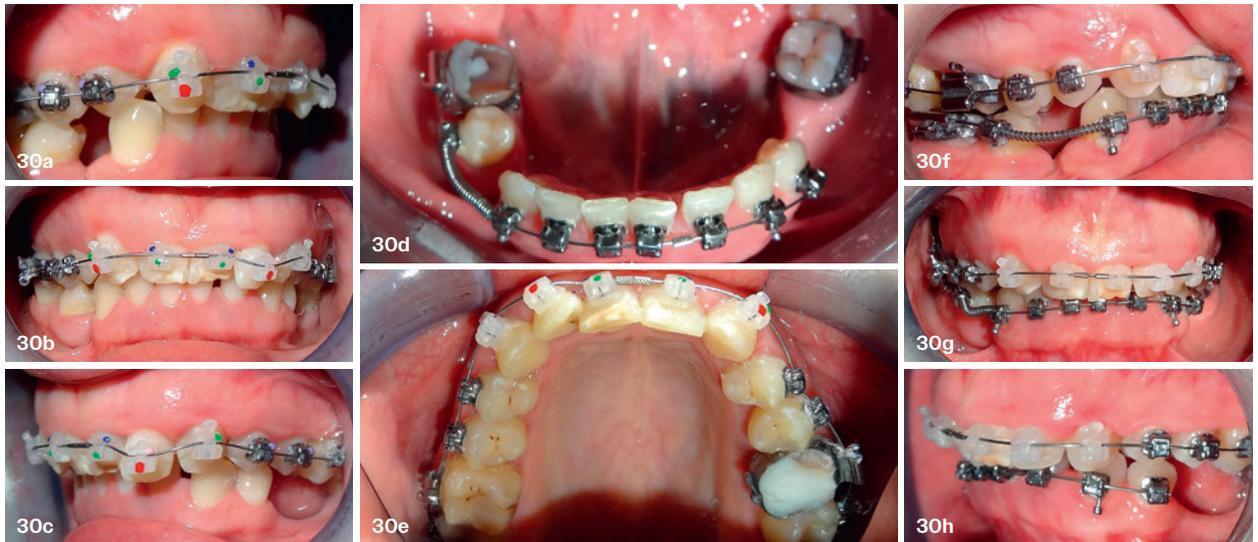


Abb. 30a–h: Intraorale Aufnahme rechte Okklusion (a), intraorale Aufnahme anteriore Okklusion (b), intraorale Aufnahme linke Okklusion (c), untere Okklusion (d), obere Okklusion (e), rechte Okklusion UK mit Beklebung und Druckfeder zwischen 43 und 44 wegen Lückenöffnung und Aufrichten von 45 und 46 (f), anteriore Okklusion (g), linke Okklusion (h).

Behandlungsplan:

Die kieferorthopädische Behandlung umfasste eine Bisshebung und die Ausrichtung der seitlichen Zähne, um später einen Zahnersatz im Seitenzahngbiet einzusetzen. Auch hier wurden passive selbstligierende Brackets mit wenig Reibung und leichten Kräften eingesetzt, um den Zahnhalteapparat zu schonen. Die Beklebung erfolgte erst

im Oberkiefer. Es wurde eine festsitzende Apparatur (Damon Q Clear) mit Low-Torque an die mittleren Schneidezähne angebracht. Für die Eckzähne und Zahn 12 wurden Brackets mit High-Torque verwendet. Zu Beginn der Nivellierung wurde .013" CuNiTi einligiert. Im weiteren Verlauf der Behandlung wurden wie bei den anderen Patienten die Bögen nach der Damon

Reihenfolge eingesetzt: .016" CuNiTi, .018" CuNiTi, .014" x .024" CuNiTi, .016" x .025" CuNiTi, .018" x .025" CuNiTi. Zum Abschluss wurden .018" x .025" TMA eingesetzt.

Im zweiten Behandlungsschritt wurde die Beklebung im Unterkiefer mit High-Torque auf die Zähne 33-43, und ein .013" CuNiTi Bogen einligiert (Abb. 31a–h).

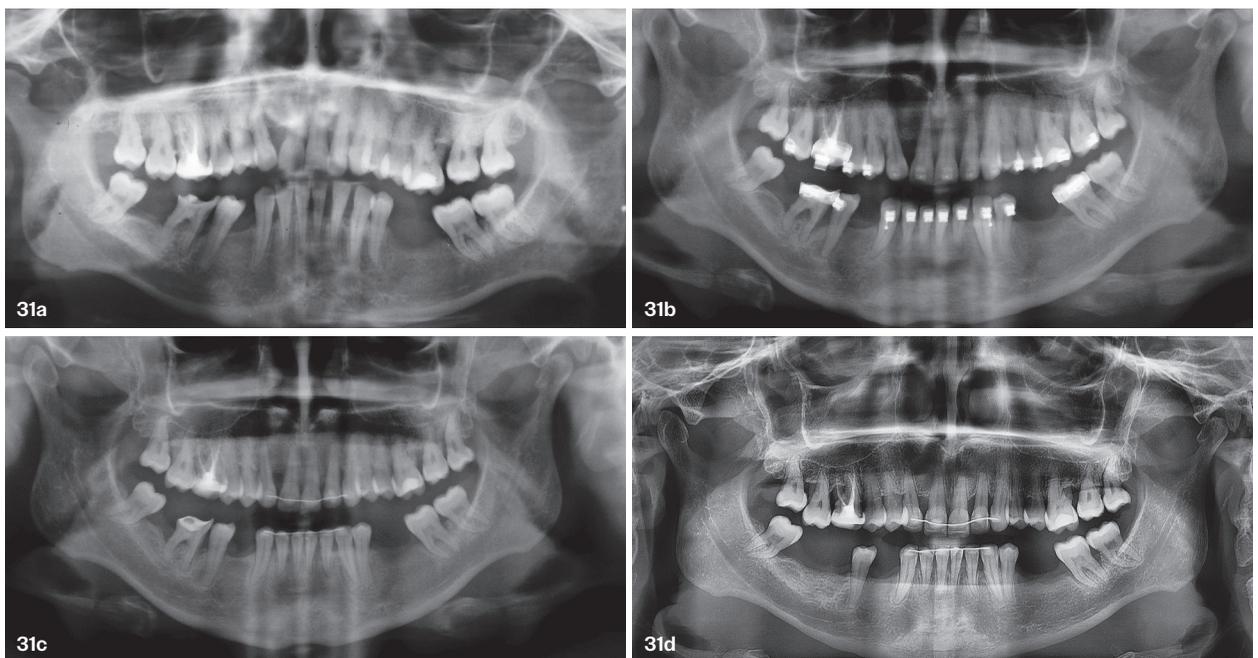


Abb. 31a–d: OPG vor der kieferorthopädischen Behandlung (a), OPG während der kieferorthopädischen Behandlung (b), OPG nach 18 Monaten Kontrolle (c), OPG nach drei Jahren Kontrolle – der Zahn 46 wurde wegen Nichterhaltungswürdigkeit von ihrem Zahnarzt extrahiert (d).



Abb. 32a–e: Intraorale Aufnahme rechte Okklusion (a), intraorale Aufnahme anteriore Okklusion (b), intraorale Aufnahme linke Okklusion (c), untere Okklusion (d), obere Okklusion (e). **Abb. 33:** Unterkiefer mit eingesetzter Schiene als Platzhalter. **Abb. 34a–c:** Porträtaufnahmen nach Behandlung – Frontalansicht (a), Porträtaufnahme – Lächeln (b), Porträtaufnahme – Profilsansicht (c).

Nach 18 Monaten wurde die aktive Behandlung abgeschlossen. Zur Stabilisierung wurden im Ober- und Unterkiefer Retainer angebracht. Zusätzlich trug die Patientin eine Schiene (Duran 2,0 x 125 mm) für den Unterkiefer, die bis zum Zahnersatz nachts und bei Bedarf auch tagsüber getragen werden soll (Abb. 34).

Take-Home Messages:

- Die parodontale Behandlung muss abgeschlossen sein, bevor eine KFO-Apparatur eingesetzt wird.
- Das Parodontium sollte während der KFO-Behandlung fortlaufend mittels genetischer und bakterieller Tests kontrolliert werden.
- Behandlungsmethoden, die nur leichte Kräfte auswirken, können zu einer Ver-

besserung des parodontalen Gewebes führen.

- Extraktion von Zähnen wenn möglich vermeiden.
- Beim Rückfall sollte die kieferorthopädische Therapie ausgesetzt werden, bis die parodontale Entzündung erfolgreich behandelt wurde.

Wenn diese Punkte beachtet werden, kann eine kieferorthopädische und parodontale Behandlung auch in ver-

schiedenen Altersgruppen erfolgreich durchgeführt werden.



Dr. Bashar Muselmani



Literatur



Dr. Bashar Muselmani

info@stay-beautiful-praxis.de
www.stay-beautiful-praxis.de

Lückenschluss im Unterkiefer mit CAD/CAM-Mesialslider und Alignern

Von Prof. Dr. Benedict Wilmes und Prof. Dr. Dieter Drescher.



Lückenschluss mit dem Mesialslider

Der Oberkiefer-Mesialslider hat sich in den letzten Jahren aufgrund der Möglichkeit zur Nutzung von Miniimplantaten im anterioren Gaumen etabliert.^{7,8} In diesem Artikel wird nun der Einsatz eines Mesialsliders im Unterkiefer dargestellt. Unter den skeletalen Verankerungssystemen stehen heute die orthodontischen Miniimplantate aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, ihrer geringen Invasivität und der relativ geringen Kosten im Vordergrund.⁹⁻¹⁴ Zu beachten gilt jedoch, dass bukkale (interradikuläre) Miniimplantate bei Kindern aufgrund der geringen Mineralisations-

Wie vorhersagbar ist eine körperliche Zahnbewegung mit Alignern?

Als ästhetische Alternative werden heutzutage in zunehmendem Maße Aligner verwendet. Neben der Ästhetik gilt als weiterer Vorteil die geringere Anzahl an Demineralisierungen nach Therapie mit Alignern verglichen mit festsitzenden bukkalen Apparaturen.¹ Mittels Alignern können Zähne mit einer hohen Verlässlichkeit gekippt und je nach Zahnform auch derotiert werden.² Eine begrenzte Wirksamkeit zeigen Aligner jedoch, wenn eine körperliche Zahnbewegung bzw. Wurzelbewegung gewünscht ist, wie es bei einem Lückenschluss, einer transversalen Expansion oder einer Distalisierung der Fall ist.³ In der Literatur lassen sich zwar vereinzelte Artikel finden, die über eine Molarenbewegung von bis zu 2,5 mm berichten, als nachteilig werden jedoch die eher kippenden Bewegungen sowie eine sehr lange Behandlungsdauer genannt.⁴⁻⁶ Um die körperliche Bewegung von Molaren

mit einer höheren Verlässlichkeit und Geschwindigkeit zu erreichen, gibt es die Möglichkeit, die Effektivität der Aligner-Therapie durch skelettal verankerte Slider zu unterstützen.

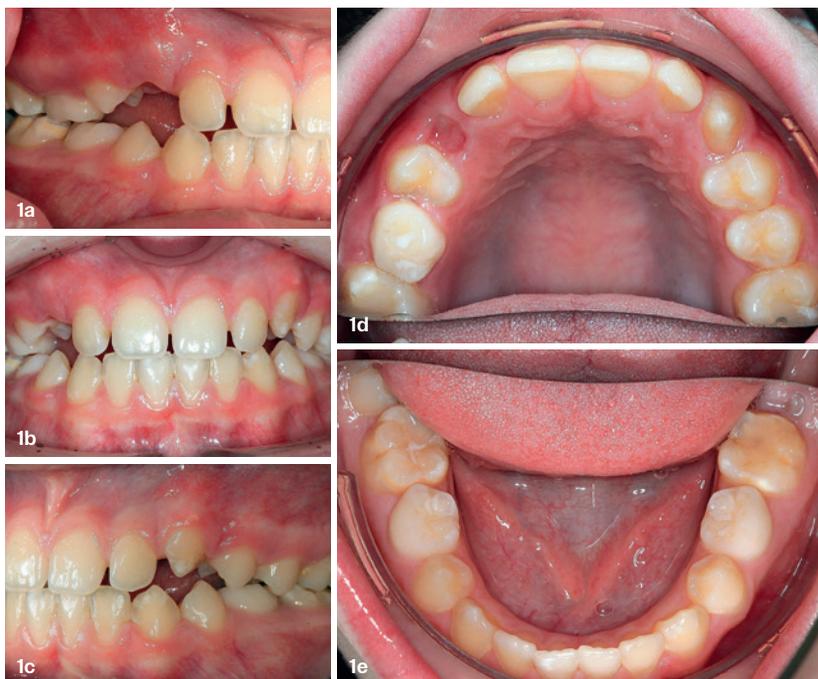




Abb. 1a–g: Zwölfjähriger Patient mit einer MIH unter Beteiligung aller ersten Molaren.

dichte des alveolären Knochens eine erhöhte Verlustrate aufweisen. In unserer Klinik gilt daher die Regel, dass bei Kindern unter 14 Jahren bukkale Miniimplantate nicht inseriert werden. Ist dennoch eine skelettale Verankerung im Unterkiefer notwendig, kann eine Mentoplate für die Klasse III-Therapie oder den Lückenschluss eingesetzt werden.

Mesialslider und digitaler Workflow

Mittels eines digitalen Workflows können Miniimplantat-getragene Geräte heutzutage im 3D-Metall-Druckverfahren hergestellt werden.^{15,16} Werden zusätzlich noch Insertionsguides verwendet, können Miniimplantate und Slider in nur einer Sitzung eingesetzt werden (One-Appointment Protokoll). Als Alternative können die Miniimplantate auch entweder frei Hand oder mit Guide eingesetzt werden und das Einsetzen des Gerätes erfolgt nach dem Scan in einem zweiten Termin (Two-Appointments Protokoll). Es hat sich klinisch herausgestellt, dass die Insertion mit Guide bei bukkalen Miniimplantaten aufgrund der schrägen Insertion und der Gefahr des Abrutschens am Alveolarknochen nicht praktikabel ist. Daher favorisieren wir bei bukkalen Miniimplantaten die Freihandinsertion mit anschließendem Scan.

Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH)

Die MIH (Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation) erfuh in den letzten Jahren zunehmend Aufmerksamkeit. Sie betrifft vor allem die bleibenden ersten Molaren und häufig auch die Inzisiven.

Charakteristisch für die MIH sind weiße, gelbe oder braune Flecken auf den betroffenen Zähnen, die durch eine fehlerhafte Mineralisierung des Zahnschmelzes entstehen.¹⁷ Diese Störung führt dazu, dass der Zahnschmelz weicher und poröser ist als normalerweise. Das macht die betroffenen Zähne an-



Abb. 2a–f: Zustand nach Insertion von zwei Miniimplantaten interradikulär zwischen den Eckzähnen und den ersten Prämolaren.

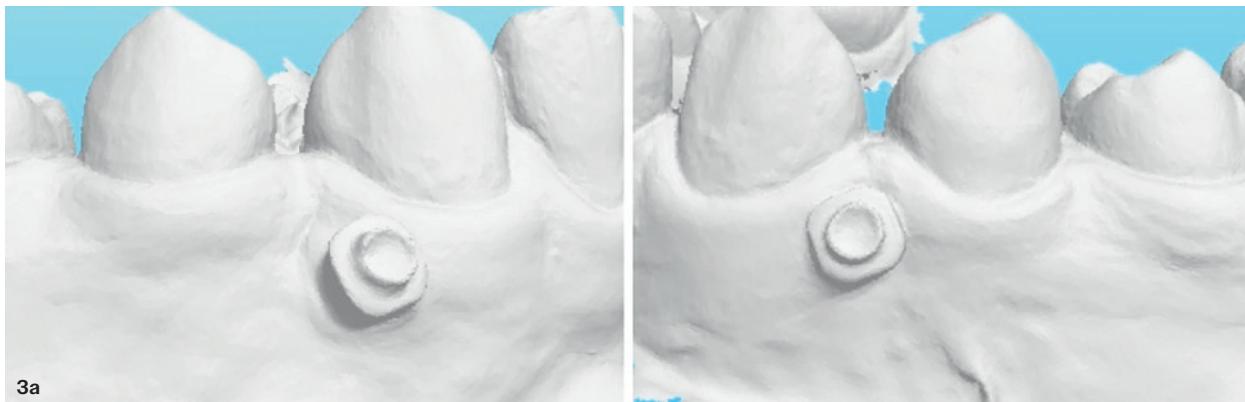
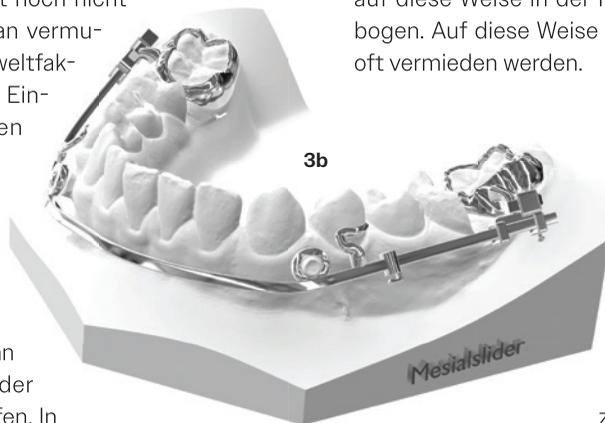


Abb. 3a und b: Scan der Unterkieferdentition mit inserierten Miniimplantaten (a), Design des Mesialsliders (b).

fälliger für Karies und andere Zahnschäden. Kinder leiden oft unter Schmerzen oder Empfindlichkeiten, insbesondere beim Essen oder Zähneputzen. Die genaue Ursache der MIH ist noch nicht vollständig geklärt, aber man vermutet, dass verschiedene Umweltfaktoren, Krankheiten oder die Einnahme von Medikamenten während der Schwangerschaft und frühen Kindheit eine Rolle spielen könnten. Die Behandlung der MIH hängt vom Schweregrad der Erkrankung ab. In leichten Fällen kann eine Fluoridbehandlung oder Versiegelung der Zähne helfen. In schwereren Fällen können Kronen bzw. die Ex-
 traktion der betroffenen Zähne notwendig sein.¹⁸ Da die MIH weltweit zunehmend häufiger auftritt, wird intensiv an der Erforschung der Ursachen und besseren Behandlungsmöglichkeiten gearbeitet. In ausgeprägten Fällen einer MIH erscheint insbesondere bei jugendlichen Patienten sowie vorhandenen Weisheitszähnen der kieferorthopädische



Lückenschluss vorteilhaft.¹⁸ Vorhandene Weisheitszähne driften dann nach Mesialisierung der zweiten Molaren aufgrund der interdentalen Fasern mit nach mesial und finden auf diese Weise in der Regel ausreichend Platz im Zahnbogen. Auf diese Weise kann eine Weisheitszahnoperation oft vermieden werden.

Patientenbeispiel

Die Kombination von Unterkiefer-Mesialslider und Alignern wird anhand eines zwölfjährigen Patienten mit einer MIH unter Beteiligung aller ersten Molaren dargestellt (Abb. 1a–g). Wunsch der Eltern und des Hauszahnarztes war die Ex-
 traktion aller

6er mit anschließendem Lückenschuss der zweiten und dritten Molaren nach mesial. Aufgrund der vorhandenen Klasse I-Verzahnung und des nicht vorhandenen Frontengstandes bzw. einer Frontprotrusion sollte eine reine Mesialisierung der zweiten und dritten Molaren mit maximaler Verankerung erfolgen. Der Patient und die Eltern wünschten eine ästhetisch möglichst wenig beeinträchtigende Behandlung mittels Aligner-Schienen. Die Eltern wurden darüber aufgeklärt, dass der Einsatz eines Sliders im Unterkiefer erst in zwei Jahren erfolgen sollte, um eine ausreichende Stabilität der bukkalen Miniimplantate zu erreichen. Als erste Maßnahmen wurden bei den unteren ersten Molaren eine Hemisektion der distalen Anteile sowie die Ex-
 traktion der ersten oberen Molaren durchgeführt. Wenn die oberen zweiten Molaren noch nicht durchgebrochen sind, gibt es eine gute Chance, dass sie nach Ex-
 traktion der ersten Molaren ohne ausgeprägte Kippungen nach mesial shiften. Im Unterkiefer ist es hingegen meistens so, dass die zweiten Molaren nach Ex-
 traktion der ersten Molaren nach mesial kippen. Mit einer spontanen Einstellung der zweiten Molaren im Unterkiefer ist nicht zu rechnen. Im Alter von 14 Jahren wurde daher ein Mesialslider avisiert und zwei Miniimplantate (2 x 9 mm, BENEFit, PSM) inter-

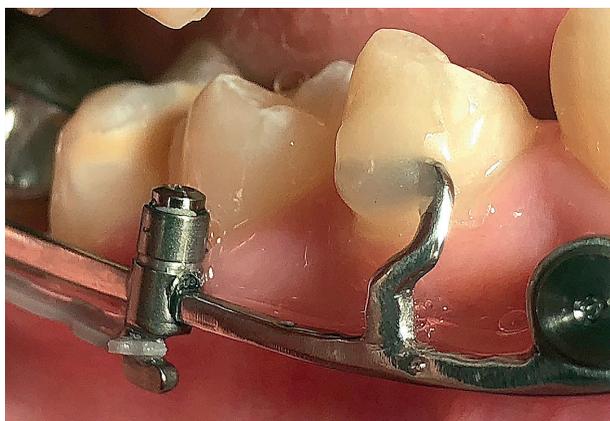


Abb. 4: Zustand nach Einbringen und Aktivieren des Mesialsliders.

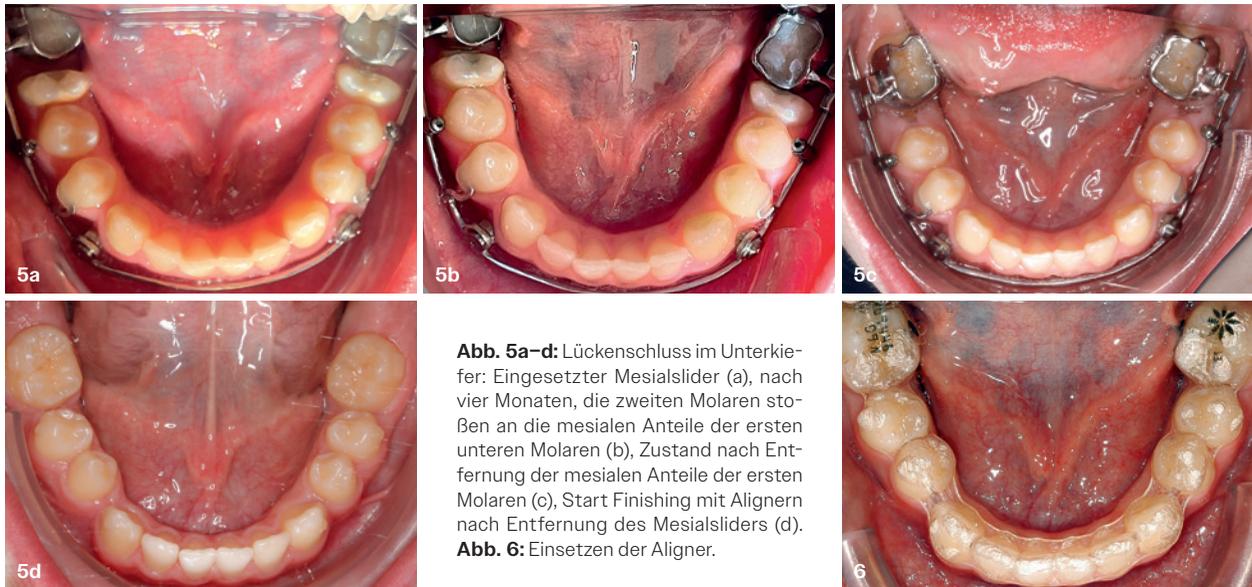


Abb. 5a-d: Lückenschluss im Unterkiefer: Eingesetzter Mesialslider (a), nach vier Monaten, die zweiten Molaren stoßen an die mesialen Anteile der ersten unteren Molaren (b), Zustand nach Entfernung der mesialen Anteile der ersten Molaren (c), Start Finishing mit Alignern nach Entfernung des Mesialsliders (d).
Abb. 6: Einsetzen der Aligner.

radikulär zwischen den Eckzähnen und den ersten Prämolaren eingesetzt (Abb. 2a-f). Es empfiehlt sich, bukkale Miniimplantate schräg nach unten anguliert im Bereich der Mukogingivalgrenze einzusetzen.

Nach Insertion der Miniimplantate wurde die Unterkieferdentition samt Vestibulum mittels eines Intraoralscanners (TRIOS, 3Shape) digitalisiert und der Slider mittels Software designt (TADMAN; Abb. 3a-c). Die Verwendung von sogenannten Scanbodies ist dabei nicht mehr notwendig. Der Mesialslider bestand aus einem rechteckigen Slidersteg (1,2 x 1,4 mm) und aus digital designten Tubes, die im

dargestellten Fall an den zweiten Molaren befestigt werden sollten. Die Shells wurden mit einem Abstand von 0,05 mm zwischen Metall- und Zahnoberfläche designt, um Platz für die Kunststoff-Klebeverbindung zu haben. Der im 3D-Design entworfene Mesialslider wurde anschließend durch selektives Lasersintering materialisiert. Im Anschluss wurde der Mesialslider mit Deckschrauben an den Miniimplantaten befestigt und die Shells und Tubes adhäsiv mit Transbond (3M Unitek) an den Zähnen angebracht. Die Apparatur wurde anschließend mit elastischen Ketten aktiviert (Abb. 4). Nach vier Monaten stießen die zweiten unteren Molaren an die





Abb. 7a-k: Behandlungsergebnis.

mesialen Anteile der ersten unteren Molaren (Abb. 5b), sodass diese auch entfernt wurden (Abb. 5c). Nach weiteren acht Monaten waren die Lücken geschlossen, der Slider wurde entfernt und ein Scan für das Finishing mit Alignern angefertigt (Abb. 5d). Bis zum Einsetzen der Aligner (Abb. 6) diente eine Tiefziehschiene der temporären Retention. Nach 17 Monaten konnte die Behandlung erfolgreich abgeschlossen werden (Abb. 7a-k).

Diskussion

Eine MIH stellt den Zahnarzt insbesondere bei einer ausgeprägten Form vor eine Herausforderung, da sowohl die konservierende Versorgung als auch eine Extraktion jeweils Vor- und Nachteile mit sich bringen.¹⁷ Der Vorteil der Extraktion und des Lückenschlusses ist, dass die Probleme und Konsequenzen einer MIH vollständig mit der Extraktion eliminiert werden können. Zudem können vorhandene Weisheitszähne nach Mesialisierung der Molaren aufgrund der interdentalen Fasern mit nach mesial driften und auf diese Weise ausreichend Platz im Zahnbogen finden. Eine Weisheitszahnoperation entfällt also nach Extraktion der ersten Molaren mit erfolgreichem Lückenschluss nach mesial. Nachteilig ist jedoch, dass der kieferorthopädische Lückenschluss nach Extraktion recht lange dauern kann. Wenn kein

ausgeprägter Frontengstand vorliegt, ergibt sich zudem in der Regel eine hohe Anforderung an die Verankerung, um eine Retrusion der Front zu vermeiden. Mittels des Mesialsliders kann heute ein Verankerungsverlust vermieden werden. Zudem werden die Molaren körperlich bewegt, was insbesondere bei gewünschter Aligner-Therapie essenziell ist. Werden nur Aligner eingesetzt, neigen insbesondere Molaren zu einer ausgeprägten Kippung bei einem gewünschten Lückenschluss.² Grundsätzlich betrachtet ist sowohl das zweiphasige Vorgehen (erst Lückenschluss mit Mesialslider, dann Finishing mit Alignern) als auch das simultane Vorgehen (gleichzeitig Lückenschluss und Nivellierung mittels Alignern) möglich. Es hat sich herausgestellt, dass beim Lückenschluss das zweiphasige Vorgehen empfehlenswert ist, da Slider- und Aligner-Bewegungen bei diesem Vorgehen nicht synchronisiert werden müssen. Der digitale Workflow mit einem CAD/CAM-Gerätedesign konnte in den letzten Jahren auch für die kieferorthopädischen Apparaturen implementiert werden.^{15,19} Miniimplantat-Suprakonstruktionen (in diesem Artikel Mesialslider) können nun noch individueller gestaltet und perfekt angepasst werden. Schon jetzt ist offensichtlich, dass die neuen Workflows und Gerätedesigns erhebliche Vorteile für die klinische Anwendung bringen.



Prof. Dr. Benedict Wilmes

wilmes@med.uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de/kieferorthopädie



Prof. Dr. Dieter Drescher

d.drescher@uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de/kieferorthopädie

**SAVE THE
DATE**

www.praxisteam-kurse.de



© BalanceFormCreative-stock.adobe.com

SEMINARE FÜR DAS PRAXISTEAM UPDATE QM • HYGIENE DOKUMENTATION

**HAMBURG • UNNA • WIESBADEN
ROSTOCK-WARNEMÜNDE • TRIER**

**REFERENTEN:
IRIS WÄLTER-BERGOB
CHRISTOPH JÄGER**

CAT-Hybridbehandlung unter simultaner Anwendung von 2D-Lingualbrackets

Von Dr. Marc Geserick.



Abb. 1a-c: Gesicht- und Profilaufnahmen.

Die Clear Aligner-Therapie (CAT) hat die kieferorthopädische Behandlung revolutioniert und bietet eine diskrete und komfortable Alternative zu herkömmlichen Zahnspangen. Dieser innovative Ansatz verwendet maßgefertigte, transparente Schienen, um die

Zähne in speziellen Sequenzen auszurichten. Neben den ästhetischen Vorteilen ist es jedoch wichtig, die Grenzen der Aligner-Therapie anzuerkennen. Obwohl sie sich zu einer beliebten Wahl für die kieferorthopädische Korrektur entwickelt hat, eignet sie sich

möglicherweise nicht für komplexe Fälle mit erheblichen Zahnverschiebungen. Die Effizienz von Rotationen von einzelnen Zähnen kann insbesondere eine Herausforderung bei Alignern darstellen und führt nicht selten zu mehreren Refinements.^{4,5}

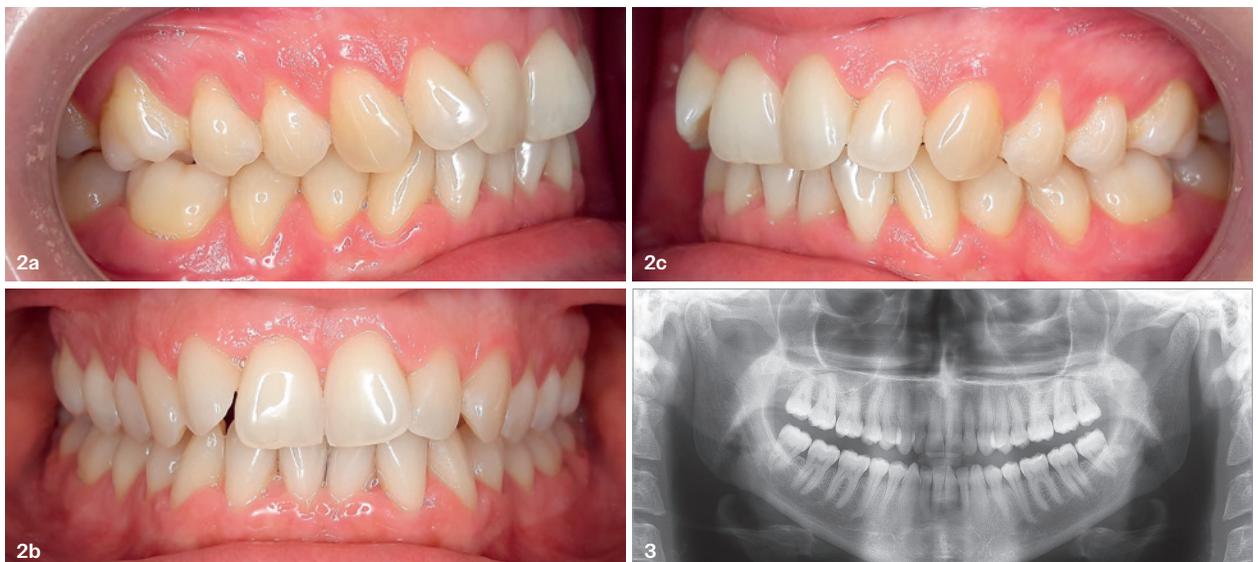


Abb. 2a-c: Intraorale Ausgangssituation. Abb. 3: OPG Anfangssituation.

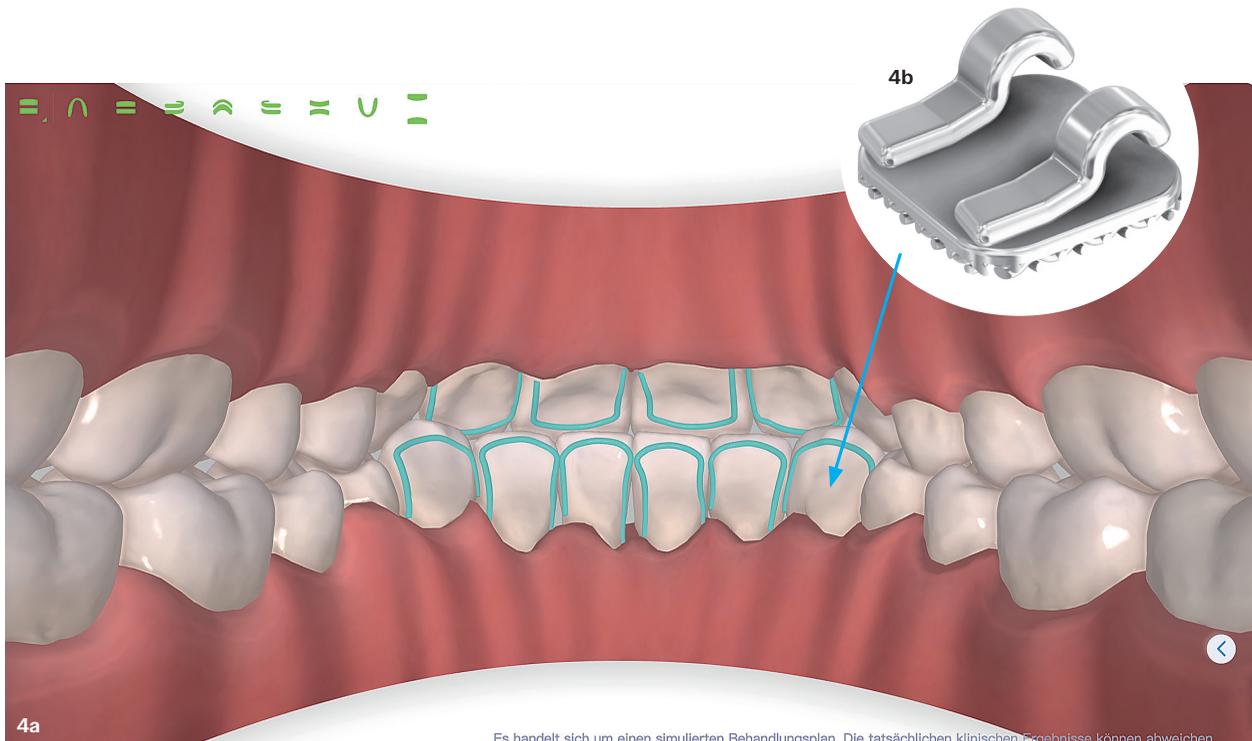


Abb. 4 und b: Geplante Cut-outs für spätere Platzierung der Lingualbrackets.

Eine geeignete Lösung, um diese Einschränkungen zu überwinden, ist ein hybrider Behandlungsansatz, der feste Zahnspangen und CAT kombiniert.² Die beste Kombination besteht oft darin, zuerst oder gleichzeitig 2D-Lingualbrackets einzusetzen, um ihre diskrete Natur und Effektivität bei der Bewältigung komplexer Zahnverschiebungen zu nutzen.^{1,3,6,7} Die im Folgenden dargelegte Hybridmethode bietet

„Die Effizienz von Rotationen von einzelnen Zähnen kann insbesondere eine Herausforderung bei Alignern darstellen und führt nicht selten zu mehreren Refinements.“

eine vielseitige Lösung für diverse kieferorthopädische Fälle und betont die Bedeutung der konsequenten Verwendung der Aligner für einen erfolgreichen Behandlungsverlauf. Der Therapieansatz soll am klinischen Beispiel näher erläutert werden.

Fallpräsentation

Die 38-jährige Patientin (Abb. 1-3) weist in der Ober- und Unterkieferfront einen Engstand mit ausgeprägten Rotationen auf.

Als Therapiemittel wurden hierfür 2D-Lingualbrackets (FORESTADENT)

sowie das iOrtho™ Product Select 30 (Angel Aligner™) ausgewählt.

Im Rahmen der Hybridbehandlung lassen sich zwei Ansätze verfolgen. Der erste führt im Rahmen der geplanten Therapie eine initiale Vorbehandlung unter Anwendung der 2D-Lingualbrackets vor. Nach ca. drei bis fünf Mo-

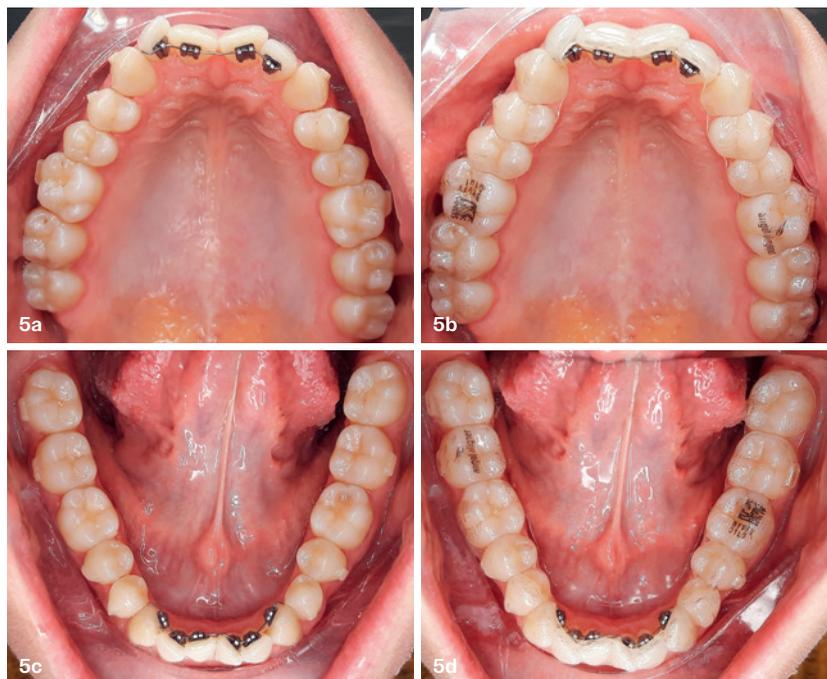


Abb. 5a-d: 2D-Brackets in situ mit und ohne CAT.



Abb. 6a–c: Ziel-Set-up nach Entfernung des 2D-Lingualbrackets. **Abb. 7:** Klinische Situation nach Behandlungsabschluss.

naten Nivellierung kann im zweiten Schritt ein intraoraler Scan nach Entfernung der Brackets durchgeführt und mit der Feineinstellung begonnen werden. Als weitere Möglichkeit kann eine simultane Behandlung der zwei Therapiemittel erfolgen. Hierbei müssen im Rahmen der Zahnbewegungsplanung einige Punkte beachtet werden. Die Planung erfordert spezielle Cut-outs auf den palatinalen/lingualen Seiten der Aligner. Weiterhin muss der „Staging-Prozess“ angepasst werden.

Hier sollte die Geschwindigkeit der Frontzahnbewegungen aufgrund der konstanten Krafteinwirkung der NiTi-Bögen Beachtung finden. Nach direktem Bonding der 2D-Lingualbrackets (Abb. 3a und b) und Eingliederung eines 0.012 NiTi-Teilbogens erfolgte die parallele Behandlung der CAT. Nach ca. viermonatiger Derotation (Aligner 16) wurden die Lingualapparatur entfernt und ein „Refinementscan“ für die weitere Feineinstellung durchgeführt.

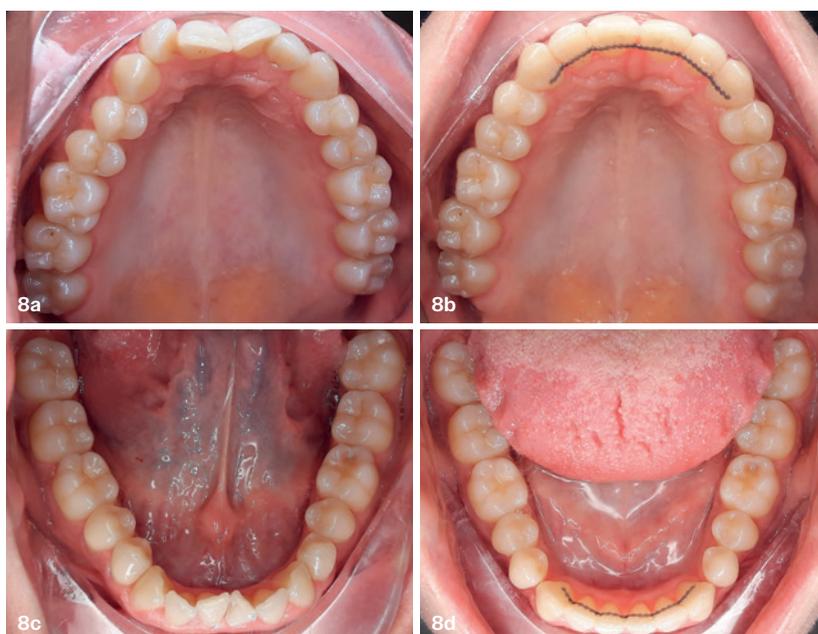


Abb. 8a–d: Klinische Situation vor (a, c) und nach Behandlungsabschluss (b, d).

Zusammenfassung

Der „Hybridansatz“, der die Stärken von festen Zahnsparren und Aligner-Therapie (CAT) kombiniert, hat sich im Praxisalltag bewährt. Besonders empfehlenswert ist die Integration von 2D-Lingualbrackets, um gleichzeitig Diskretion und Effektivität bei der Bewältigung komplexer Zahnverschiebungen zu gewährleisten. Wie im klinischen Fallbeispiel dargestellt, konnte die Gesamtzahl der Aligner mit 34 Stages inkl. einem Refinemet gering gehalten und das Produkt „Select 30“ effektiv ausgenutzt werden.

Die Bedeutung der konsequenten Einhaltung der Trageanweisungen der Aligner bleibt bei „paralleler Behandlung“ entscheidend, um ein vorzeitiges „Aussteigen“ der Aligner aufgrund einer bereits fortgeschrittenen Derotation durch die Lingualbrackets zu verhindern.



Dr. med. dent. Marc Geserick
 Fachzahnarzt für Kieferorthopädie
 info@dr-geserick.de
 www.dr-geserick.de



Teilen Sie Ihr Wissen!

Werden Sie
Dentalautor!

JETZT Kontakt aufnehmen unter
 **dentalautoren.de**



Leaf Expander® Hybrid – eine ästhetische Lösung zur langsamen transversalen Erweiterung

Ein Anwenderbericht* von Dr. Massimiliano Ciaravolo.

Einführung

Die transversale Unterentwicklung des Oberkiefers stellt eine häufig zu beobachtende Dysgnathie dar, die sich klinisch durch einen Schmaliefer äußert, der häufig mit einem unilateralen oder bilateralen Kreuzbiss sowie Zahneng-

stand einhergeht.¹ Als Therapieansatz der Wahl hat sich die Gaumennahterweiterung bewährt, deren primäres Ziel die Wiederherstellung eines korrekten transversalen Oberkieferdurchmessers ist.² Selbstverständlich müssen bei der Auswahl einer geeigneten Behandlungsapparatur sämtliche individuellen

Faktoren (Patientenalter, Habits etc.), die Diskrepanz zwischen Ober- und Unterkiefer sowie die transversalen Durchmesser der dentoskelettalen Strukturen entsprechende Berücksichtigung finden.³

Der Leaf Expander® Hybrid** wurde für die Herstellung herausnehmbarer Ap-



Abb. 1a-c: Die Apparatur besteht aus einem aktiven Mittelteil mit Nickel-Titan-Federn und Expanderarmen, über die der Schraubenkörper mit den individuell gefertigten Tiefziehschienen für den linken bzw. rechten Seitenzahnbereich verbunden ist. **Abb. 2a-c:** Die Blattfedern weisen dank ihres speziellen Designs ein rein superelastisches Verhalten auf, wodurch eine gleichmäßige Kraftapplikation auf die Seitenzahnbereiche gewährleistet wird. **Abb. 3a und b:** Die Aufbissschienen werden individuell gefertigt. Sie können sowohl die Eckzähne und Molaren als auch bei Bedarf die seitlichen Schneidezähne einschließen. **Abb. 4:** Da in diesem besonderen Fall nur einseitig expandiert werden sollte, wurde eine spezielle Anpassung der Aufbissschienen gewünscht. Diese bezog auf der Verankerungsseite sämtliche Zähne mit ein, um so die zur Erweiterung der transversal unterentwickelten Seite des Oberkiefers notwendige Verankerung zu gewährleisten.

* Die Beiträge in dieser Rubrik stammen von den Anbietern und spiegeln nicht die Meinung der Redaktion wider.

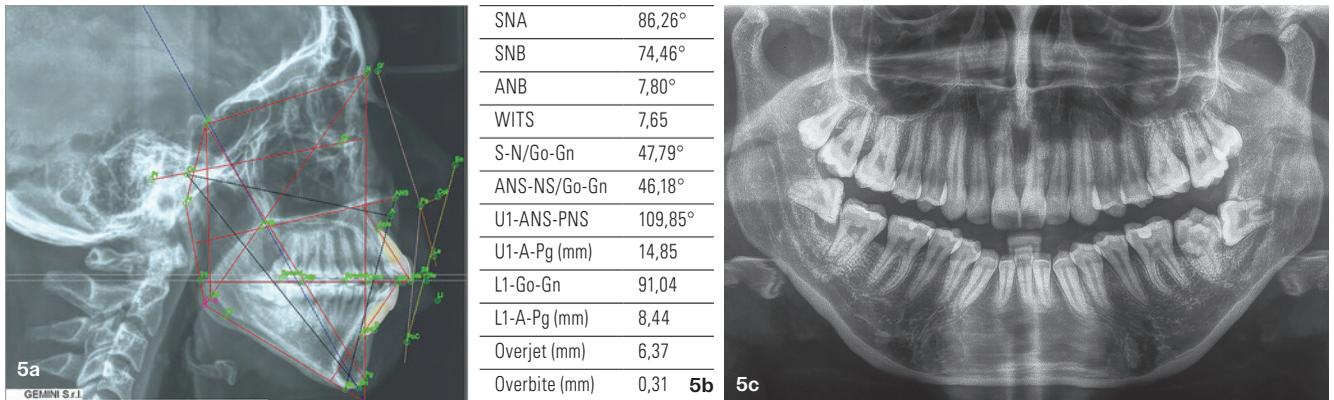


Abb. 5a–c: Initiale Röntgenaufnahmen und kephalometrische Analyse.

paraturen zur langsamen transversalen Erweiterung des Oberkiefers entwickelt. Speziell für die Einbettung in Tiefziehschienen konzipiert, kann das ästhetische Expansionsgerät bei Jugendlichen und Erwachsenen sowohl zur transversalen dentoalveolären Defizittherapie als auch zur platzschaffenden Vorbehandlung für den erfolgreichen Einsatz von Alignern eingesetzt werden. Dabei üben die selbstaktivierenden Nickel-Titan-Blattfedern des Expanders (Abb. 1a–c) einen gleichmäßigen Druck auf den Seitenzahnbereich aus, wodurch eine kontrollierte Oberkieferexpansion angeregt wird, die zum Raumgewinn im Zahnbogen führt (Abb. 2a–c).

Da es sich um eine herausnehmbare Apparatur handelt, werden aus klinischer Sicht leichte und intermittierende Kräfte auf den oberen Zahnbogen ausgeübt. Diese führen zu einer langsamen Expansion mit Gewinnung von Raum, der es ermöglicht, die Notwendigkeit einer interproximalen Schmelzreduktion zu minimieren. Zudem können die Anzahl der anschließend verwendeten Aligner reduziert und die Dauer der Behandlung aufgrund ihrer höheren Vorhersagbarkeit verkürzt werden.

Aus biomechanischer Sicht sind die von den NiTi-Blattfedern generierten Kräfte (450 oder 900 g) sanft und gleichmäßig. Die individuell gefertigten Kunststoffschienen (Abb. 3a und b) bewirken einen ausgezeichneten Aufbisseffekt, der die Repositionierung des Unterkiefers (im Falle eines Kreuzbisses mit Laterodeviation) während

des langsamen, allmählich erfolgenden Expansionsprozesses klinisch unterstützt. Für Fälle mit unilateraler Kontraktion ist zudem eine spezielle Schienegeometrie umsetzbar, bei der eine Verankerungsseite mehr Zähne umfasst als die andere (Abb. 4).

Klinisches Fallbeispiel

Eine 34-jährige Patientin suchte unsere Praxis mit dem Wunsch nach einer ästhetischen kieferorthopädischen Behandlung zur Korrektur der Zahnstellung und Verbesserung ihres Lächelns auf.



Abb. 6a–h: Extra- und intraorale Aufnahmen zu Behandlungsbeginn.



Abb. 7a–e: Intraorale Situation im weiteren Behandlungsverlauf.

Nach fazialer Analyse stellte sich ein quadratisches, symmetrisches Gesicht mit einem extrem konvexen Profil dar. Im Rahmen der funktionellen Untersuchung wurden keinerlei Kiefergelenkdysfunktionen festgestellt.

Die kephalometrische Analyse (Abb. 5a–c) zeigte eine hyperdivergente skeletale Klasse II mit einem frontal offenen Biss. Die oberen Schneidezähne wiesen eine Neigung von $109,85^\circ$ in Bezug

zur bispinalen Ebene auf. Die unteren Schneidezähne ($91,04^\circ$) waren in Bezug auf die Unterkieferebene protrudiert, während ihre Position sich bezüglich der A-Pg-Linie als normal darstellte. Die intraorale Untersuchung (Abb. 6a–h) ergab einen ausgeprägten Engstand in beiden Kiefern sowie einen offenen Biss mit in Klasse I-Relation befindlichen Eckzähnen und Molaren. Die Kontraktion des Oberkiefers äußerte sich durch die

schmale und gebogene Form des hinteren Gaumens. Die mittleren Sagittallinien stellten sich als nicht deckungsgleich dar, die obere war leicht nach rechts, die untere nach links abgewichen. Die röntgenologische Untersuchung ließ frühere Zahnbehandlungen sowie die Retention der Zähne 38 und 48 erkennen. Die kephalometrischen Werte zeigten einen doliofazialen Typ mit ausgeprägter anteriorer Proklination der oberen und unteren Schneidezähne. Die Behandlungsziele stellten sich wie folgt dar: Expansion des Oberkiefers zur Korrektur des transversalen Durchmessers und Platzbeschaffung bei Harmonisierung von Form und Funktion beider Kiefer mit anschließender Aligner-Therapie.

Nach dreimonatiger Expansion konnten eine exzellente Oberkieferform, ein gutes Maß an zurückgewonnenem Raum sowie eine spontane Verbesserung des maxillären Engstands erreicht werden. Mit der Stabilisierung des Ergebnisses und der Harmonisierung von Form und Funktion der Kiefer haben wir alle gesetzten Ziele erfolgreich umgesetzt. Nun können wir zur nächsten Behandlungsphase übergehen, sicherlich mit einer geringen Anzahl benötigter Aligner und weniger Stripping (Abb. 7a–10b).

„Nach dreimonatiger Expansion konnten eine exzellente Oberkieferform, ein gutes Maß an zurückgewonnenem Raum sowie eine spontane Verbesserung des maxillären Engstands erreicht werden.“



Abb. 8a–d: Intraorale Aufnahmen nach dreimonatiger Expansion. Abb. 9a und b: Bei den monatlichen Kontrollterminen beobachteten wir eine zunehmende Rückkehr der Blattfedern in ihre ursprüngliche Form, ein Beleg für die langsame und gleichmäßige Kraftapplikation, die zu einer konsequent guten Expansion des oberen Zahnbogens führte. Abb. 10a und b: Nach erfolgter Expansion ist der Oberkiefer erweitert und in seiner Form verändert, einschließlich Überkorrektur im Seitenzahnbereich.

* Die Beiträge in dieser Rubrik stammen von den Anbietern und spiegeln nicht die Meinung der Redaktion wider.

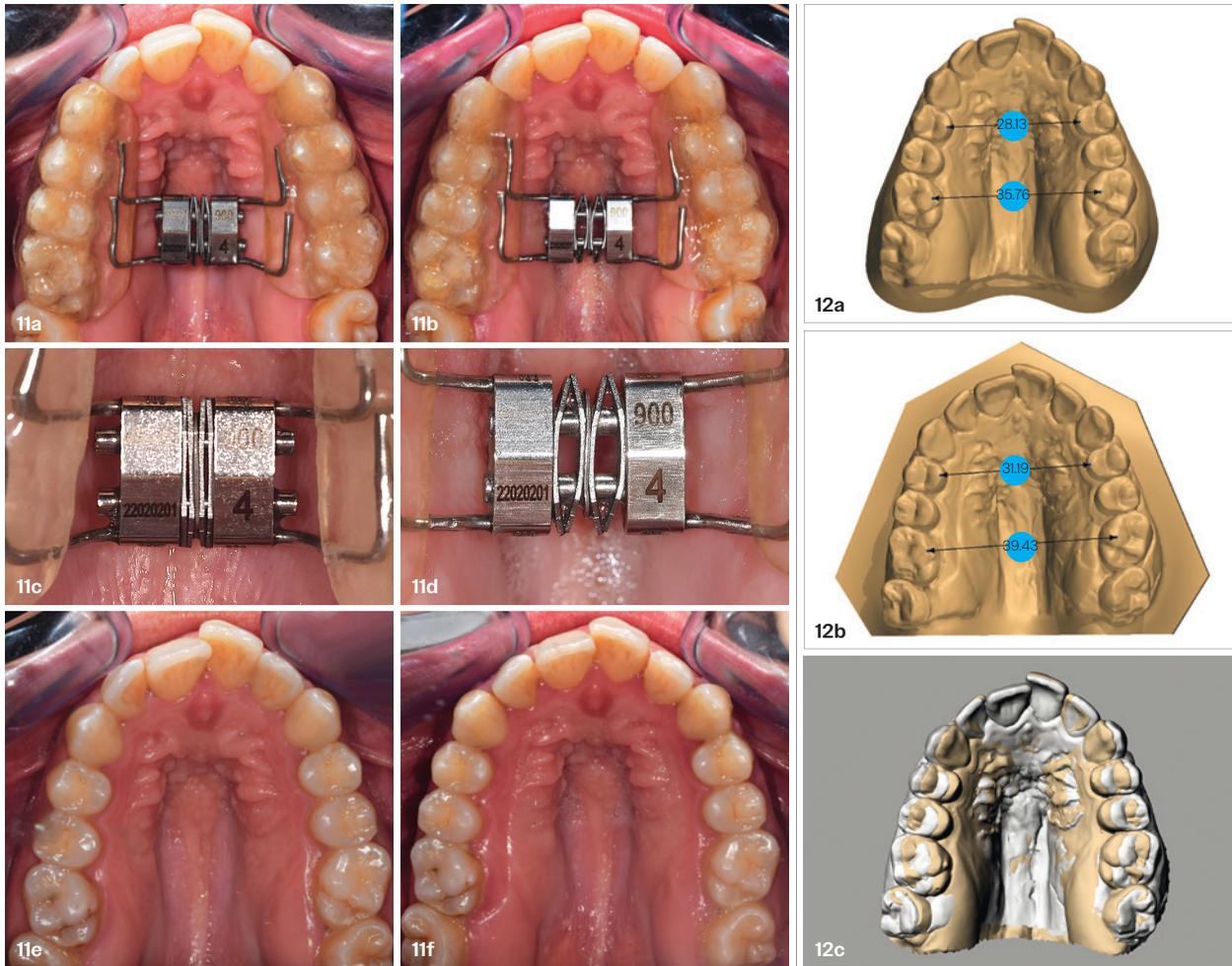


Abb. 11a–f: Vergleich vor (a, c, e) und nach (b, d, f) dreimonatiger Expansion. **Abb. 12a–c:** Die Überlagerung der 3D-Modelle vor und nach erfolgter Expansion zeigt, wie mithilfe des Leaf Expander® Hybrid eine dentoalveoläre Erweiterung von mehr als 3 mm im mittleren sowie hinteren Seitenzahnbereich erreicht werden konnte.

Zusammenfassung

Die erzielten Ergebnisse (Abb. 11a–f) belegen die klinische Effektivität, Effizienz und einfache Anwendung des Leaf Expander® Hybrid bei der Korrektur transversaler dentoalveolärer Defizite. Die Vorteile liegen vor allem in der Ästhetik, der vereinfachten Handhabung eines voraktivierten Behandlungsgeräts mit visueller Aktivierungskontrolle sowie in der ausgezeichneten Sicherheit bei der Anwendung. Darüber hinaus sind die zur Anwendung kommenden, vorab festgelegten sanften und gleichmäßigen Kräfte zu nennen, die für eine gute Vorhersagbarkeit der Ergebnisse unerlässlich sind. Basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen^{4–6} stimmen wir

zu, dass es notwendig ist, die Aligner-Behandlung mit anderen ästhetischen Lösungen und Hilfsmitteln zu kombinieren und sich klinisch in Richtung eines hybriden Therapiekonzepts zu bewegen. Nur so ist es möglich, die Kluft zwischen dem, was wir virtuell designen können, und dem, was uns die Biologie des Patienten zeigt, immer weiter zu verringern.^{7,8}

Fertigungsanleitung



(Originalartikel erschienen in *BOLLETTINO* Nr. 111/05.2023)

** Fa. Leone, DE-Vertrieb: dentalline GmbH (www.dentalline.de)

Dr. Massimiliano Ciaravolo



Literatur



Dr. Massimiliano Ciaravolo
Studio Ciaravolo, Neapel (Italien)
www.studiociaravolo.com

Verlagsanschrift

OEMUS MEDIA AG
Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig
Tel.: +49 341 48474-0
Fax: +49 341 48474-290
kontakt@oemus-media.de

Herausgeber

Torsten R. Oemus

Vorstand

Ingolf Döbbbecke
Dipl.-Betriebsw. Lutz V. Hiller
Torsten R. Oemus

Chefredaktion

Katja Kupfer
Tel.: +49 341 48474-327
kupfer@oemus-media.de

Redaktionsleitung

Lisa Heinemann, B.A.
Tel.: +49 341 48474-326
l.heinemann@oemus-media.de

Fachredaktion Wissenschaft

Prof. Dr. Axel Bumann (V.i.S.d.P.)
Tel.: +49 30 200744100
ab@kfo-berlin.de

Projekt-/Anzeigenleitung

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

Produktionsleitung

Gernot Meyer
Tel.: +49 341 48474-520
meyer@oemus-media.de

Korrektorat

Sebastian Glinzig
Ann-Katrin Paulick
Tel.: +49 341 48474-126
lektorat@oemus-media.de

Anzeigendisposition/-verwaltung

Lysann Reichardt
Bob Schliebe
Marius Mezger
dispo@oemus-media.de

Abonnement

abo@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

Druck

Silber Druck GmbH & Co. KG
Otto-Hahn-Straße 25
34253 Lohfelden

Entdecke die ganze Vielfalt

der -Produktwelt



exklusiv* bei dentalline

* für Deutschland



RMO*-Katalog
2023 engl.