

Bruno Di Leonardo, Rossano Mura, Mattia Fontana, Björn Ludwig, Jens Johannes Bock

Hybrid-GNE-Apparatur und frontale untere Aufbisse zur Behandlung der Angle-Klasse III im Wechselgebiss

Zwei Fallbeispiele

INDIZES

Angle-Klasse III, umgekehrter Überbiss, Hybrid-GNE-Apparatur, Delaire-Maske

ZUSAMMENFASSUNG

Mithilfe von zwei Fallbeispielen werden die Vorteile der Hybrid-GNE(Gaumennahterweiterung)-Apparatur in Kombination mit einer Delaire-Maske und frontalen unteren Aufbissen bei der Behandlung der Angle-Klasse III demonstriert.

Manuskripteingang: 16.07.2019, Annahme: 23.08.2019

Einleitung

Der frontale Kreuzbiss stellt ganz unterschiedliche Herausforderungen an die kieferorthopädische Diagnostik und Behandlung. Das therapeutische Spektrum reicht von einfachen Spatelübungen über herausnehmbare und festsitzende Apparaturen bis hin zur kieferorthopädisch-/chirurgischen Kombinationsbehandlung. Zu den wesentlichen Faktoren für den Behandlungserfolg zählen u. a. der Behandlungsbeginn und die Ausprägung der Anomalie. Die klinische Untersuchung und die kephalometrische Analyse dienen der Differen-

zierung zwischen dentoalvolären Stellungsfehlern und abweichender Kieferlage und -größe sowie zur Beurteilung der Wachstumsrelationen. In Deutschland ist die Behandlung des umgekehrten Überbisses vor allem durch den Begriff „Progener Formenkreis“ geprägt worden¹ (Tab. 1). Im internationalen Gebrauch finden sich die Unterscheidungen nach mandibulärer Prognathie mit oder ohne maxilläre Retrognathie. Als kephalometrische Kennzeichen für eine skelettale Bedingtheit des frontalen Kreuzbisses gelten:

- ANB-Winkel $< 0^\circ$
- Wits-Wert < -2 mm

Tab. 1 Übersicht nach Schopf¹: Progener Formenkreis mit Nomenklatur nach Reichenbach (pro = vor, -genie = Unterkiefer, -gnathie = Oberkiefer).

Befund	Kurzbeschreibung
Frontaler Kreuzbiss	Alveolärer Stellungsfehler Anteinklination Unterkieferschneidezahn/Retroinklination Oberkieferschneidezahn Neutrale Bisslage
Progener Zwangsbiss	Alvolärer Stellungsfehler bedingt im Schlussbiss den Vorbiss des Unterkiefers
Pseudoprogenie	Unterentwicklung des Oberkiefers (= Mikrognathie)
Progenie	Vorbiss des normalen großen Unterkiefers
Makrogenie	Vorbiss des überentwickelten Unterkiefers
Progenie mit Mikrognathie	Vorbiss des normal großen Unterkiefers + Unterentwicklung des Oberkiefers
Makrogenie mit Mikrognathie	Vorbiss + Überentwicklung Unterkiefer + Unterentwicklung Oberkiefer

Ellis und McNamara zeigten in einer frühen Fernröntgenseitenbild(FRS)-Studie an über 300 erwachsenen Patienten mit einem umgekehrten Überbiss, dass eine maxilläre Retrognathie bei fast der Hälfte der Probanden vorlag². Ein seitlicher Kreuzbiss gilt ebenfalls als Zeichen für die Unterentwicklung des Oberkiefers und ist als Mikrosymptom der Progenie zu werten³. Während sich im Erwachsenenalter die therapeutischen Möglichkeiten auf eine dentoalveoläre Camouflage oder eine operative Bisslagekorrektur begrenzen, liegt während der Wachstumsphase der Fokus auf der Entwicklung der maxillären Strukturen. Neben der transversalen Erweiterung des Oberkiefers kann mithilfe extraoraler Apparaturen auch die sagittale Dimension beeinflusst werden.

Als effiziente und wirksame Apparatur für die Überstellung eines seitlichen Kreuzbisses ist die GNE-Apparatur oftmals beschrieben worden^{4,5}. Die zahngetragene GNE-Apparatur erlaubt eine Nachentwicklung des Oberkiefers, führt jedoch eher zur dentalen als zu skelettalen Veränderungen. Als weitere Effekte konnten in verschiedenen Studien die Erweiterung des Nasenraums und eine anteriore Rotation sowie Bewegung des Oberkiefers nachgewiesen werden⁶. Zu den möglichen Nebenwirkungen einer zahngetragenen GNE zählen^{7,8}:

- bukkale Kippung der Seitenzähne,
- Reduktion der bukkalen Knochendicke,
- bukkale Fenestrationsen,
- gingivale Rezessionen,
- Wurzelresorptionen.

Um die skelettale Wirkung zu verstärken und die Nebenwirkungen zu reduzieren, wurden in der Vergangenheit rein knöchern verankerte Apparaturen bzw. eine Kombination aus knöcherner und zahngetragener Verankerung (Hybrid-GNE-Apparatur) vorgestellt^{9,10}. Di Leonardo et al. konnten zeigen, dass die Erfolgsrate palatinaler orthodontischer Implantate mit 98,8 % sehr hoch ist¹¹. In einer retrospektiven kephalometrischen Untersuchung wiesen Hourfur et al. nach, dass nur eine Hybrid-GNE-Apparatur die sagittale Lage des Oberkiefers (SNA-Winkel) bei Klasse-III-Patienten positiv beeinflusst¹².

Der skelettale Verlagerungseffekt der Maxilla wurde erfolgreich durch die Anwendung einer Kombination aus transversaler Erweiterung (GNE) und einer extraoralen Apparatur (Delaire-Maske) verstärkt^{13,14}. Im Jahr 2005 stellte Liou und Tsai das Konzept der alternierenden Expansion und Kompression zur suturalen Mobilisation vor (Alt-RAMEC = alternate rapid maxillary expansion and constriction)¹⁵. In einem Zeitraum von sieben bis neun Wochen werden eine Aktivierung der Hyrax-Schraube von 1 mm/Tag in der einen Woche und in der folgenden eine Kompression von 1 mm/Tag durchgeführt. Nach der ersten Woche erfolgt der Einsatz der Delaire-Maske, um die beginnende Mobilisation der maxillären Strukturen effektiv zu nutzen. Liou und Tsai¹⁵ zeigten anhand von 26 Patienten mit einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten eine signifikant verbesserte Lage des A-Punkts bei abwechselnder Anwendung von Aktivierung/Kompression (+ 5,8 mm + 2,3) im Vergleich zu einer GNE-Gruppe (+ 2,6 mm + 1,5). In einer umfassenden Übersichtsstudie von Büyükcavus werden die bisher vorliegenden Studien mit zum Teil modifizierten Protokollen und mit unterschiedlichen Verankerungstechniken zusammengefasst¹⁶:

- In der überwiegenden Zahl der Untersuchungen ist das Alt-RAMEC-Protokoll erfolgreicher für die Protraktion der Maxilla im Vergleich zur GNE.
- Es liegen bisher keine Informationen über mögliche Nebenwirkungen und Risiken vor. Die Gefahr von Wurzelresorptionen, Fenestrationsen usw. ist damit vergleichbar mit der der klassischen GNE.
- Verlässliche Daten zur Langzeitstabilität fehlen.

Für die Anwendung des Alt-RAMEC-Protokolls nach Einsatz einer Hybrid-GNE-Apparatur in Kombination mit einer Delaire-Maske liegen bisher nur zwei wissenschaftliche Beiträge vor. Ein erster Fallbericht und eine Pilotstudie mit 14 Patienten der Angle-Klasse III konnten vielversprechende kephalometrische Veränderungen nachweisen^{17,18}.

Patient 1

Der männliche Patient stellte sich im Alter von 13 Jahren erstmals in unserer Praxis vor. Die klinische Untersuchung ergab u. a. folgende Befunde (Abb. 1):

- altersgerechte Entwicklung,
- ungünstiges, progenes Profil,
- zweite Wechselgebissphase,
- Angle-Klasse III: beidseits eine Prämolarenbreite (Pb), frontaler und seitlicher Kreuzbiss beidseits,
- Retrusion der unteren Schneidezähne.

Das Orthopantomogramm (OPG) zu Behandlungsbeginn weist alle vollständigen Zahnanlagen und einen altersgerechten Entwicklungsstand nach. Die Keimlage im Oberkiefer erscheint eng und die Zähne 13 und 23 zeigen bei Persistenz der Zähne 53 und 63 eine Verlagerungstendenz. Das Wurzelwachstum der ersten Prämolaren im Oberkiefer ist noch nicht abgeschlossen, die beginnende Resorption der Wurzeln 55 und 65 ist nachweisbar. Die kephalometrische Analyse ergab zu Behandlungsbeginn eine signifikante skeletale Disharmonie mit einer maxillären Retrognathie und einer manibulären Prognathie.

Gemeinsam mit den Eltern wurde folgender Therapieplan entwickelt:

1. Transversale und sagittale Nachentwicklung des Oberkiefers mithilfe einer Hybrid-GNE, einem modifizierten Alt-RAMEC-Protokoll und einer Delaire-Maske
2. Vollständige Multibracket-Multiband-Apparatur
3. Retention

Es erfolgte zunächst das Einsetzen der kieferorthopädischen Miniimplantate im anterioren Gaumen, jeweils paramedian im Bereich des dritten Gaumenfaltenpaars (OrthoEasy Pal, Fa. Forestadent, Pforzheim) unter lokaler Anästhesie und komplikationsfrei (Abb. 2a).

Mithilfe der Übertragungsbehelfe (Fa. Forestadent) und eines Doppelmischabdrucks (President putty soft/ – light body, Fa. Coltène/Whaledent, Altstätten, Schweiz) wurden die Positionen der Miniimplantate in das Arbeitsmodell überführt (Abb. 2b

und c). Anschließend erfolgt die zahntechnische Gestaltung der Hybrid-GNE-Apparatur (Bänder: Leone CALIBRA, Fa. Leone, Sesto Fiorentino, Italien; Hyrax-Schraube: Snap-Lock-Expander 8 mm, Fa. Forestadent; Metallverbindung: Laserschweißen). Die Apparatur wurde mit zwei anterioren Haken versehen, um eine direkte Zugapplikation durch die Delaire-Maske zu erreichen (Abb. 3a).

Die Apparatur wurde in Rahmen der nächsten klinischen Sitzung einprobiert und anschließend mit einem Glasionomerezement (Multi-Cure Glass Ionomer Orthodontic Band Cement, Fa. 3M Unitek, St. Paul, USA) eingesetzt. Für eine sichere Überstellung der Seitenzähne sowie zur erhofften Korrektur des umgekehrten Überbisses wurden zusätzlich frontale Aufbisse auf die lingualen Flächen der unteren Schneidezähne appliziert. Als Material diente ein dünnfließender resinbasierter und lichthärtender Zement (OptiBand Ultra Light Cure Band Cement, Fa.Ormco, Brea, CA, USA). Klinisch von Bedeutung sind die gleichmäßige okklusale Abstützung und eine flächig-glatte Gestaltung (Abb. 3c bis h).

Die Aktivierung der Apparatur wurde demonstriert und mit den Eltern des Patienten eingeübt. Es wurden folgende Aktivierungen/Komprimierungen vorgenommen: erste Woche 2-mal/Tag aktivieren, zweite Woche 2-mal/Tag komprimieren. Nach Abschluss der fünften Woche wurden keine weiteren Aktivierungen vorgenommen, der seitliche Kreuzbiss war überstellt. Am Ende der fünften Woche nach Einsetzen der Hybrid-GNE-Apparatur begann die maxilläre Protraktion durch Einsatz der Delaire-Maske (Face Mask Hubit, Fa. Hubit, Seoul, Korea, je Seite 150 g). Der Patient wurde gebeten, die extraorale Apparatur mindestens 12 Std./Tag zu tragen. Nach acht Wochen konnte in der klinischen Untersuchung die Überstellung des frontalen Kreuzbisses festgestellt werden (Abb. 4). Der Patient wurde angehalten, diese Apparatur noch weitere neun Monate zu tragen. Die Entfernung der Hybrid-GNE-Apparatur erfolgte nach 12 Monaten und die Behandlung wurde mit einer fest-sitzenden Apparatur fortgesetzt (Abb. 5).

Die initiale Überstellung des seitlichen Kreuzbisses und der Ausgleich der negativen Stufe konnten in vergleichsweise sehr kurzer Behandlungszeit er-

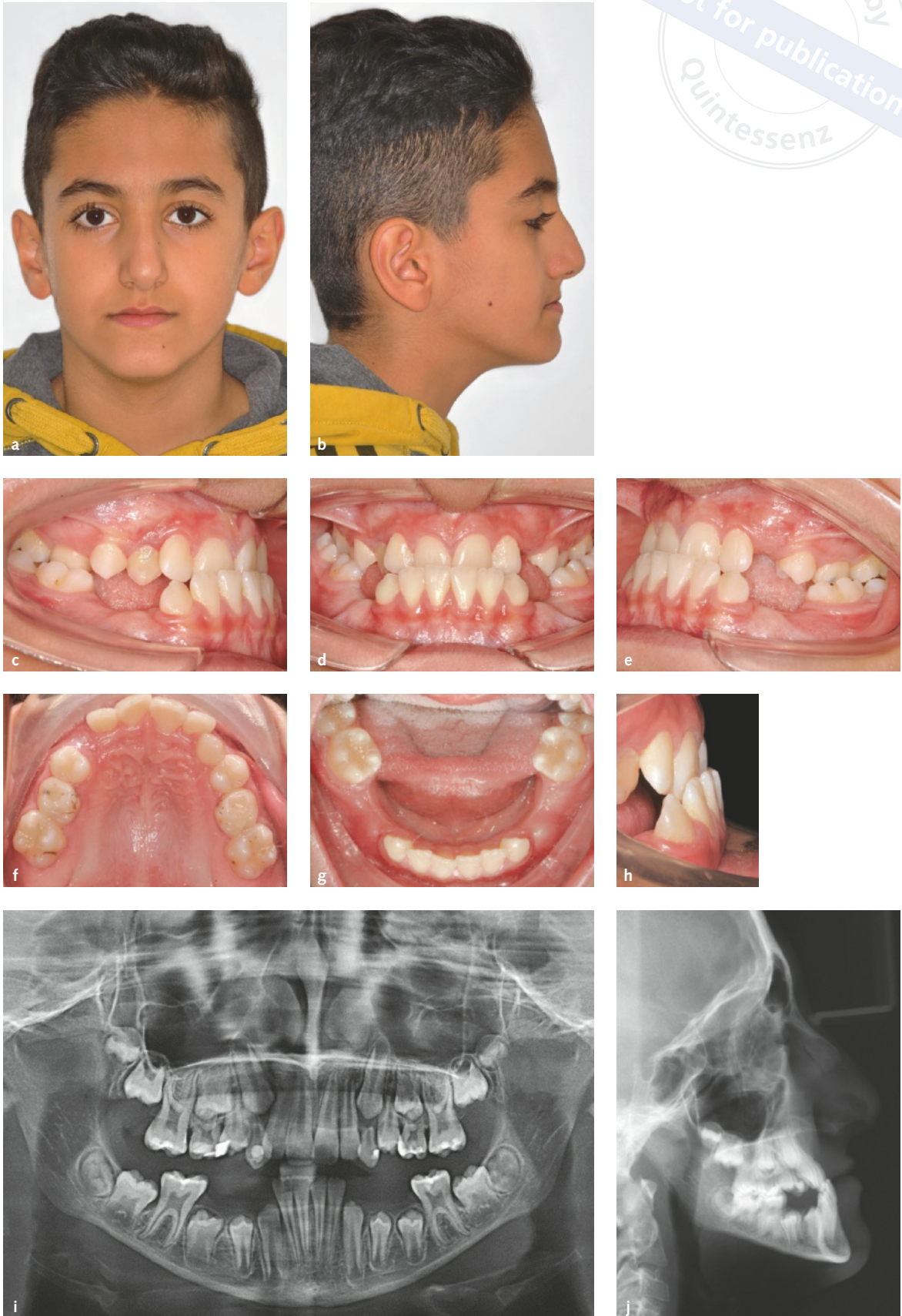


Abb. 1a bis j Patient 1 – Extra- und intraorale Befunde sowie OPG und FRS zu Behandlungsbeginn.

copyright by
not for publication
essenz

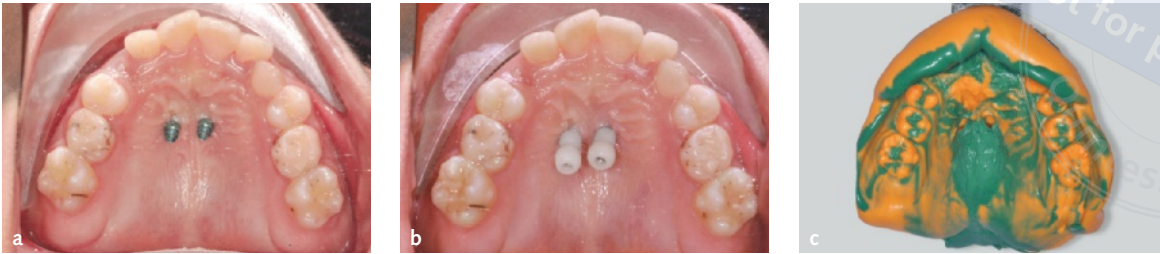


Abb. 2a bis c Patient 1 – Insertion der kortikalen Verankerungen, Aufsetzen der Übertragungskapen (OrthoEasy, Fa. Forestadent, Pforzheim) und Doppelmischabformung.

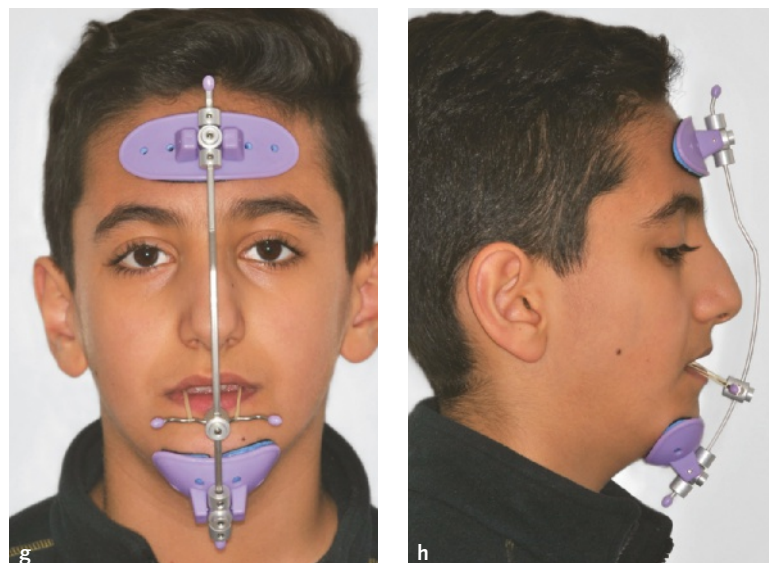
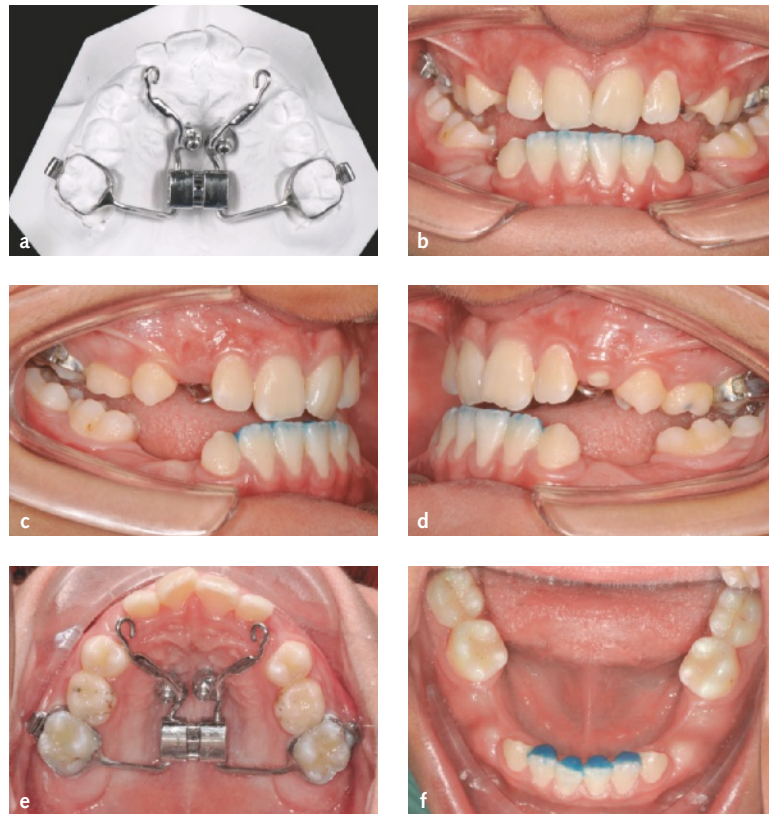


Abb. 3a bis h Patient 1 – Herstellung der Hybrid-GNE-Apparatur. Einsetzen der Apparatur und der frontalen Aufbisse im Unterkiefer. Delaire-Maske in situ.



Abb. 4a bis f Patient 1 – Intraorale und extraorale Befunde nach sechs Monaten.

Tab. 2. Patient 1 – Kephalmetrische Messwerte vor (T1) und nach 12 Monaten (T2) (Messpunkte und Auswertung s. Schopf¹; ANS-PNS = Oberkiefergrundebene, GoGn = Mandibularebene).

Messpunkte	T1	T2	Differenz
Sagittale Relationen			
SNA-Winkel	70,7°	74,3°	+3,6°
SNPg-Winkel	76,8°	75,3°	-1,5°
ANPg-Winkel	-6,1°	-1°	+5,1°
Wits-Wert (mm)	-5,0	0,8	+5,8
Vertikale Relationen			
SN/ANS-PNS-Winkel	11,9°	9,2°	-2,7°
SN/GoGn-Winkel	39,3°	42,5	+3,2°
ANS-PNS/GoGn-Winkel	27,4°	33,2°	+5,9°
Schneidezahnrelationen			
OK-1/ANS-PNS	112,8°	110,4°	-2,4°
UK-1/GoGn	69,3°	71,5°	+2,2°
UK-1/A-Pg (mm)	2,1	1,5	-0,6
Dental Relationen			
Overjet (mm)	-3,8	2,1	+5,9
Overbite (mm)	6	0,1	-5,9

reicht werden. Die kephalometrischen FRS-Auswertungen zeigten relevante skelettale und dentale Veränderungen: Es erfolgte eine sagittale Nachentwicklung des Oberkiefers und die signifikante Verbesserung der dentalen Messwerte (Tab. 2). Dank der unteren frontalen Aufbisse konnte außerdem

eine rasche Bisshebung erfolgen. Der Vergleich der OPG-Aufnahmen vor und nach Einsatz der Hybrid-GNE-Apparatur lässt zwar keine eindeutige Beurteilung der apikalen Relationen der oberen und unteren Schneidezähne zu, jedoch finden sich keine radiologischen Anzeichen für Resorptionen.

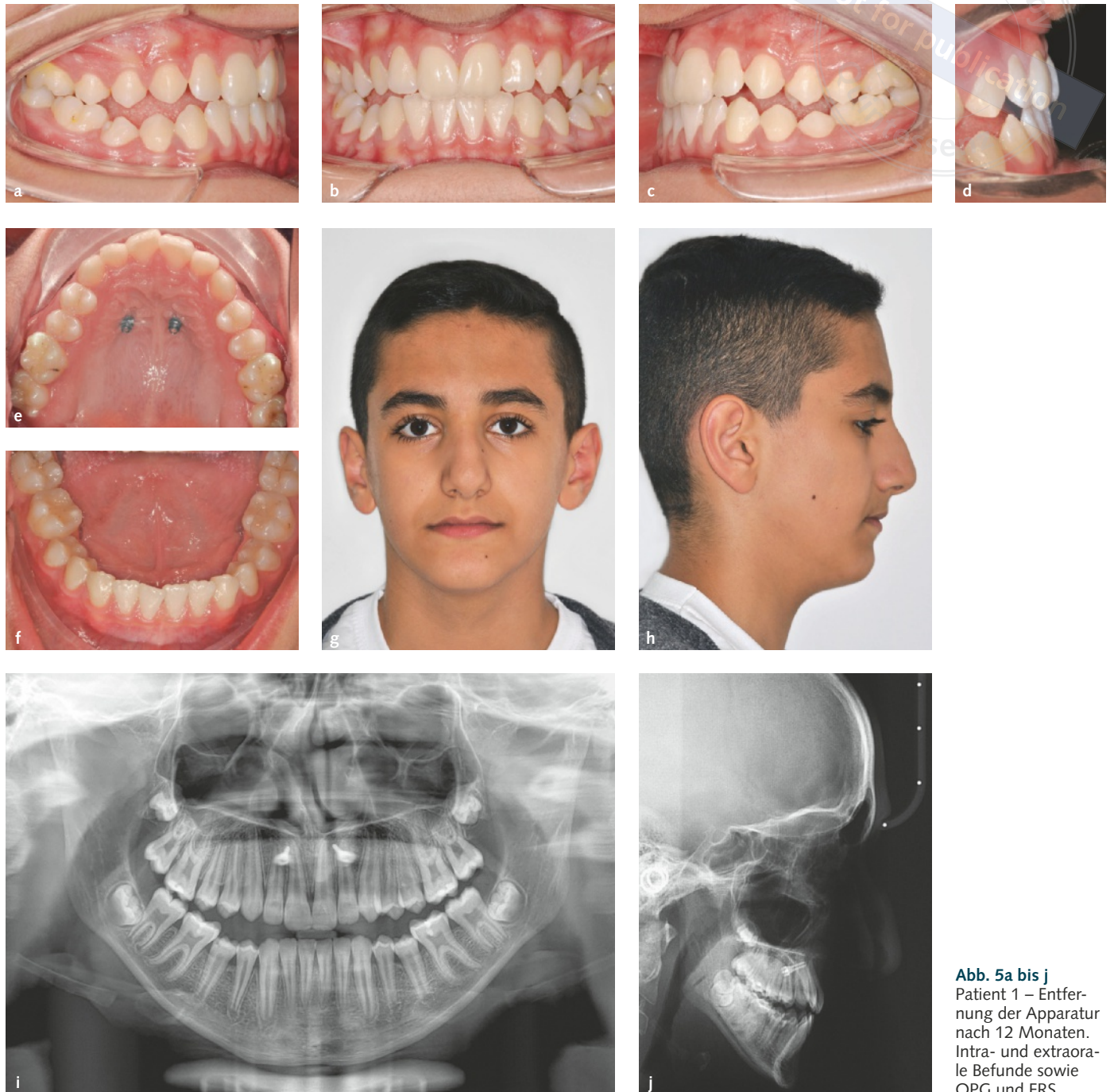


Abb. 5a bis j
Patient 1 – Entfernung der Apparatur nach 12 Monaten. Intra- und extraorale Befunde sowie OPG und FRS.

Patient 2

Der männliche Patient stellte sich im Alter von 13 Jahren erstmals in unserer Praxis vor. Die klinische Untersuchung ergab u. a. folgende Befunde (Abb. 6):

- altersgerechte Entwicklung,
- ungünstiges, progenes Profil,

- kurz vor Abschluss der zweiten Wechselgebissphase,
- Angle-Klasse-III-Tendenz im Molarenbereich, ausgeprägte apikale Basis (Unterkiefer),
- frontaler Kreuzbiss von 12 bis 23.

Das OPG zeigt mit Ausnahme von 18 und 28 alle Zahnanlagen. Zahn 63 steht unmittelbar vor der

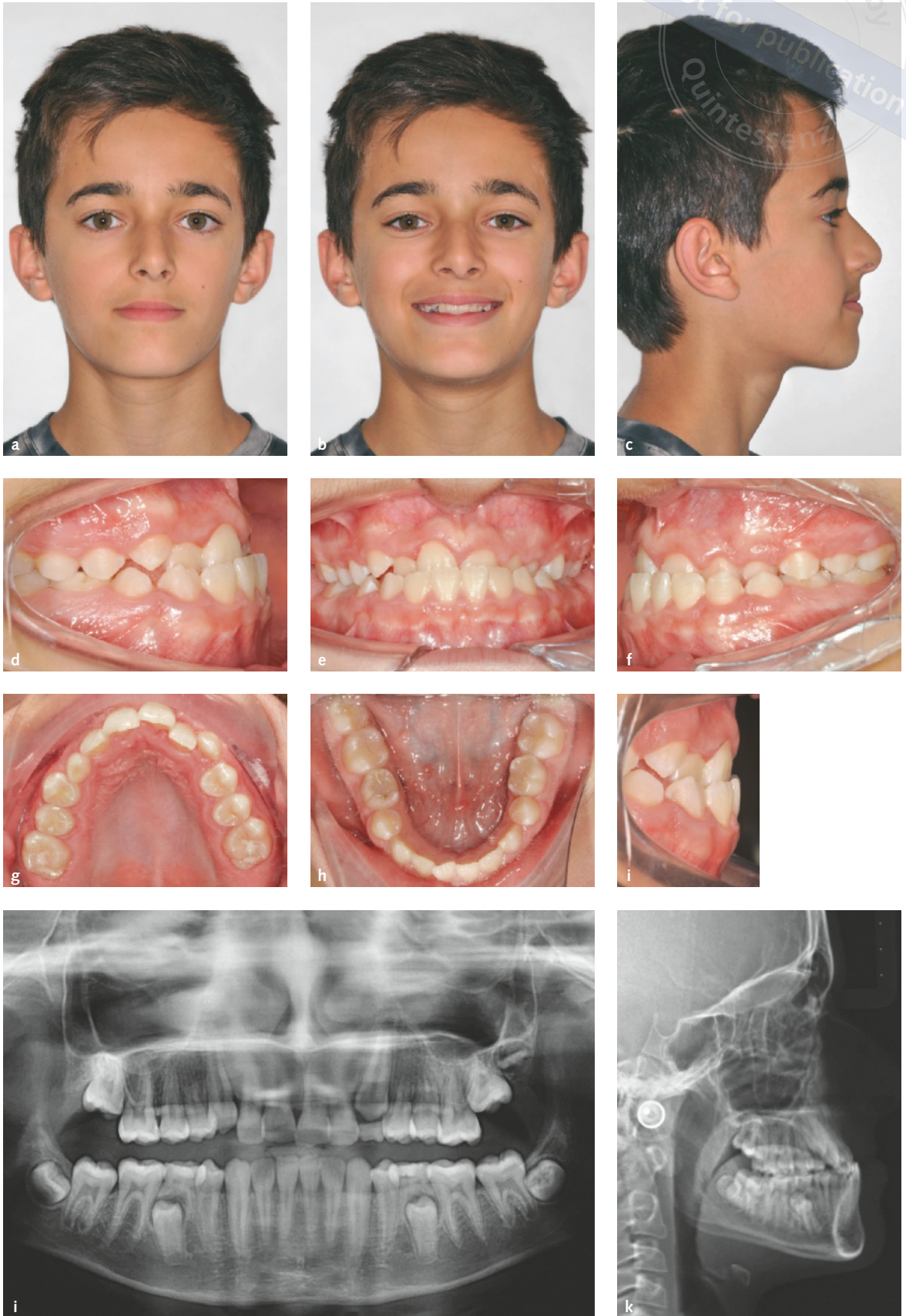


Abb. 6a bis k Patient 2 – Extra- und intraorale Befunde sowie OPG und FRS zu Behandlungsbeginn.

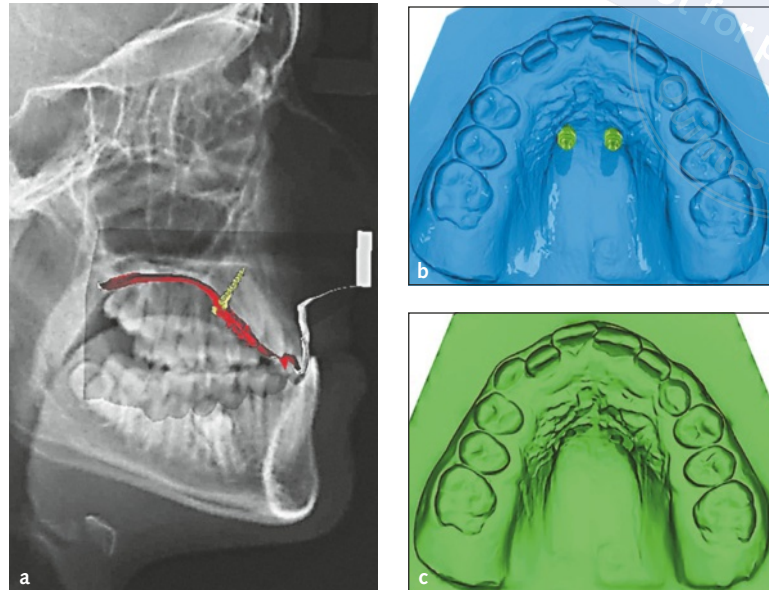


Abb. 7a bis c Patient 2 – Digitale Planung und Platzierung der kortikalen Verankerungen.

Tab. 3 Patient 2 – Kephalemtrische Messwerte vor (T1) und nach 11 Monaten (T2) (Messpunkte und Auswertung s. Schopf¹; ANS-PNS = Oberkiefergrundebene, GoGn = Mandibularebene).

Messpunkte	T1	T2	Differenz
Sagittale Relationen			
SNA-Winkel	82,4°	85,0°	+2,6°
SNPg-Winkel	85,3°	83,1°	-2,2°
ANPg-Winkel	-2,9°	2,0°	-4,9°
Wits-Wert (mm)	-5,3	-2,6	-3,6
Vertikale Relationen			
SN/ANS-PNS-Winkel	9,7°	9,1°	-0,6°
SN/GoGn-Winkel	25,1°	25,0°	+0,1°
ANS-PNS/GoGn-Winkel	15,5°	16,7°	+1,2°
Schneidezahnrelationen			
OK-1/ANS-PNS	121,2°	123,0°	+1,8°
UK-1/GoGn	84,7°	88,4°	+3,7°
UK-1/A-Pg (mm)	3,3	0,3	-3,0
Dental Relationen			
Overjet (mm)	-2,6	2,2	+4,8
Overbite (mm)	0,9	2,0	+1,2

Exfoliation und der Durchbruch 23 ist achsengerecht. Die Wurzeln der oberen Prämolaren erscheinen grazil. Im Unterkiefer persistieren die Zähne 75 und 85. Die Zahnanlagen 35 und 45 weisen auf eine dezente Verlagerung hin (s. Abb. 6j). Im FRS lassen sich zu Behandlungsbeginn die kephalemtrischen Kennzeichen einer skelettal bedingten Angle-Klasse III nachweisen (Tab. 3, s. Abb. 6k).

Im Gegensatz zu Patient 1 erfolgte die Anfertigung der Hybrid-GNE-Apparatur unter Zuhilfenahme eines digital gestützten Arbeitsablaufs: Durch Überlagerung des eingescannten Oberkiefermodells (Trios, Fa.

3Shape, Kopenhagen, Dänemark; Onyxceph, Fa. Image Instruments, Chemnitz) mit der FRS-Aufnahme wurde die Lage der kieferorthopädischen Miniimplantate bestimmt (Abb. 7a bis c). Danach wurden die generierten Daten an das zahntechnische Labor zur Herstellung der Insertionsschiene und der Hybrid-GNE-Apparatur übergeben. Damit konnte folgende Vorteile erreicht werden (Abb. 8):

- sichere Platzierung der Schrauben,
- paralleles Einsetzen der Schrauben,
- Einprobe und Einsetzen der Hybrid-GNE-Apparatur ohne Abformung und in einer Sitzung.

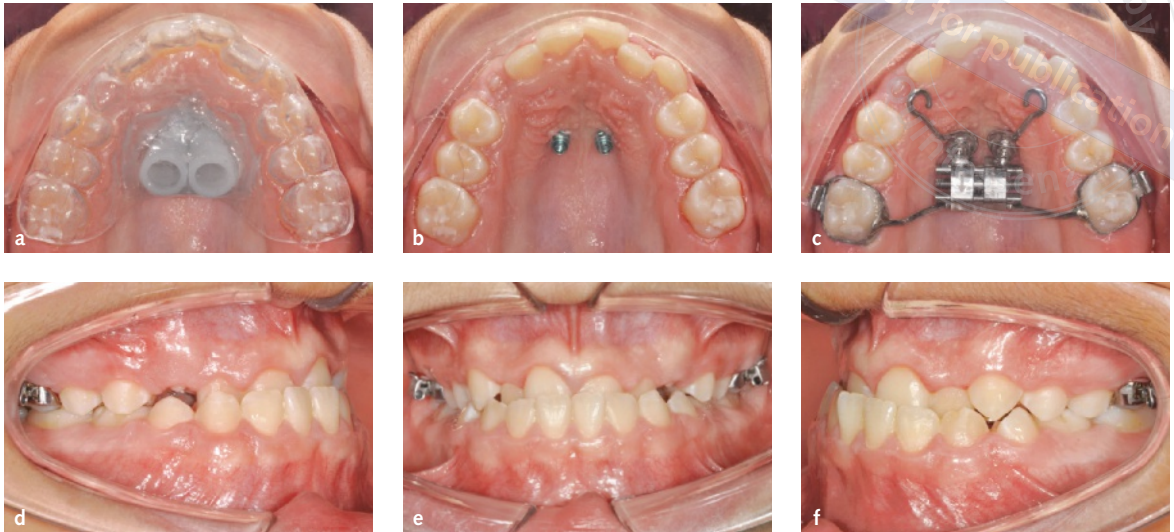


Abb. 8a bis f Patient 2 – Insertion der kortikalen Verankerungen mittels digital erstellter Bohrschablone (Palatinalplitschraube Typ N 12 mm, Fa. Forestadent). Einsetzen der Hybrid-GNE-Apparatur in gleicher Sitzung und nach Herstellung mithilfe eines 3-D-gefertigtem Modells.

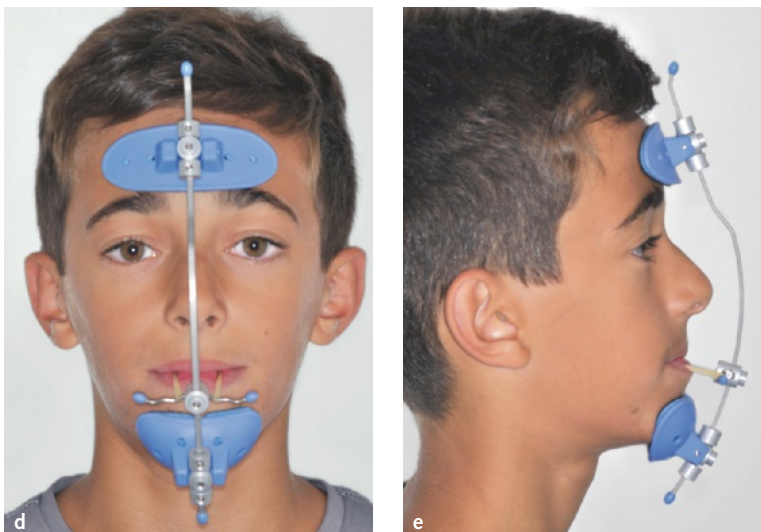


Abb. 9a bis e Patient 2 – Frontale Aufbisse im Unterkiefer und Delaire-Maske in situ.

Das grundsätzliche klinische Vorgehen entsprach dem Behandlungsverlauf von Patient 1 (Abb. 9). Als einziger Unterschied wurden abweichend andere Verankerungsschrauben eingesetzt (Palatinalplitschraube Typ N 12 mm, Fa. Forestadent). Nach acht Wochen konnte die sichere Überstellung des frontalen Kreuzbisses erreicht werden

(Abb. 10). Die Delaire-Maske wurde für insgesamt sechs Monate getragen und die Entfernung der Hybrid-GNE-Apparatur erfolgte nach elf Monaten (Abb. 11). Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder vor und nach initialer Behandlung belegt die positiven skelettalen und dentalen Verbesserungen (s. Tab. 3).

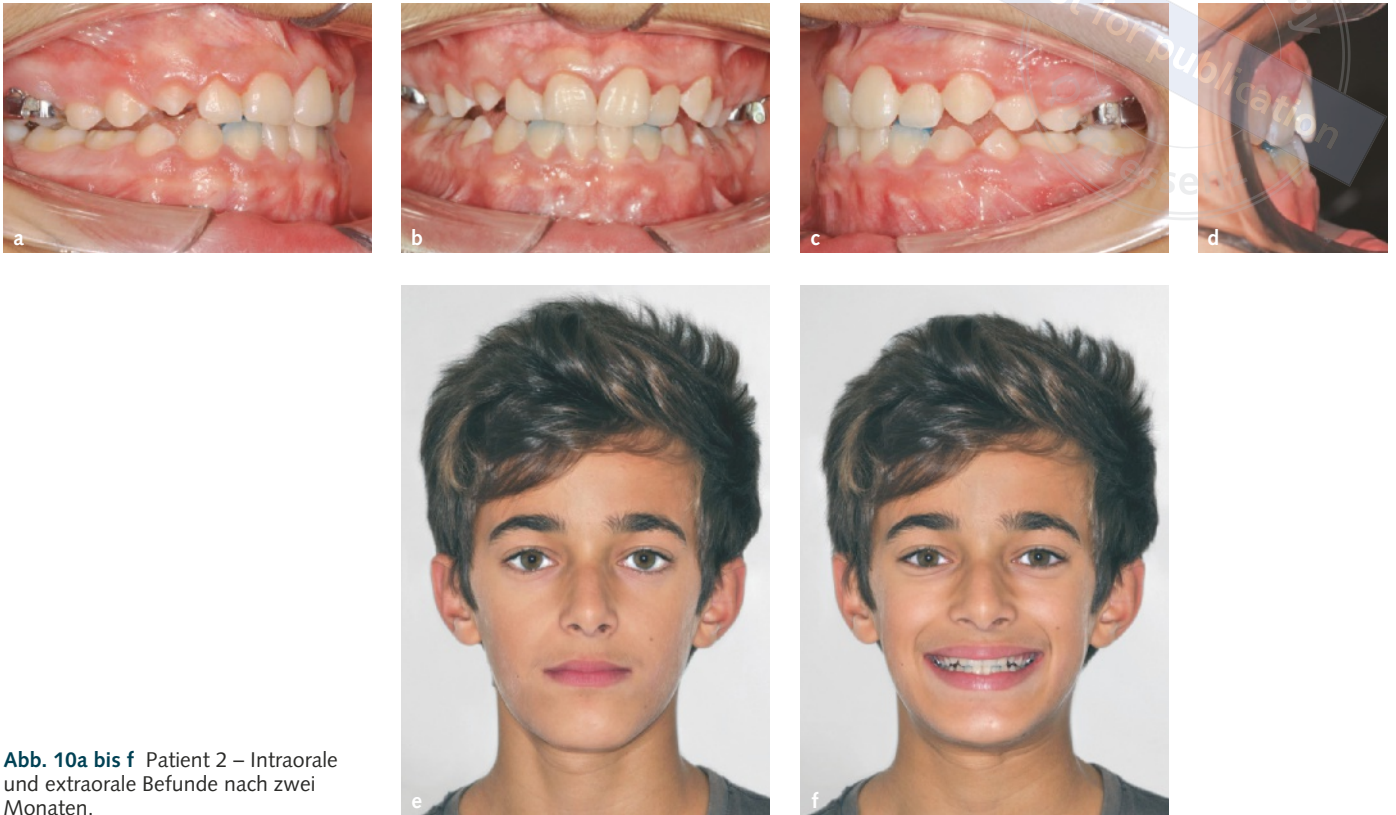


Abb. 10a bis f Patient 2 – Intraorale und extraorale Befunde nach zwei Monaten.

Diskussion

Der skelettal bedingte frontale Kreuzbiss stellt immer wieder eine Herausforderung dar. Mit Hilfe einer Hybrid-GNE-Apparatur können in der Wechselgebissphase vor allem skelettale Effekte auf die Oberkieferlage erreicht werden. Der anterioren Gaumen ist ein ideales Verankerungsfeld, die Sicherheit der Pin-Applikation und die Überlebensrate sind sehr hoch. Erst durch die Möglichkeiten der Pin-Insertion ist bei beiden Patienten eine GNE-Apparatur überhaupt möglich. Denn bei beiden erscheinen die ersten oberen Prämolaren nicht geeignet, um als Verankerung für eine Distractionsosteogenese sowohl in der transversalen als auch in der sagittalen Relation zu dienen.

Der Einsatz der frontalen Aufbisse im Unterkiefer erscheint zunächst ungewöhnlich. Aber die Überstellung des anterioren Kreuzbisses gelang bei beiden Patienten innerhalb eines sehr kurzen Behandlungszeitraums. Im klinischen Verlauf ergaben sich keinerlei Komplikationen und der Vergleich der Röntgenübersichtsaufnahmen lässt keine radiologischen Anzeichen einer Wurzelresorption

erkennen, auch wenn eine quantitative Auswertung aufnahmebedingt nicht möglich ist.

Inwieweit ein abwechselndes Aktivieren und Deaktivieren der Hyrax-Schraube (Alt-RAMEC) einen erheblichen Einfluss auf die sagittale Entwicklung des Oberkiefers im Vergleich zu einer klassischen Aktivierungsmethode tatsächlich hat, wird z. T. unterschiedlich bewertet. Während Liou und Tsai¹⁵ bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten(LKGS)-Patienten mit durchschnittlich +3,2 mm eine signifikant stärkere skelettale Reaktion des Oberkiefers nach anterior erreichten, zeigten Onem et al.¹⁹ nach Auswertung von DVT-Aufnahmen, dass im Mittel nur eine maxilläre Lageveränderung von 0,99 mm möglich ist. Canturk und Celikoglu²⁰ bestätigten dagegen die Ergebnisse von Liou und Tsai und machten auf die unterschiedlichen Aktivierungsstrecken (0,2–1 mm/Tag) und die unterschiedlichen Trageanweisungen der Delaire-Maske aufmerksam.

Die einzige bisher bekannte Studie, die anhand von FRS-Aufnahmen den Einsatz einer Hybrid-GNE-Apparatur und die Anwendung des Alt-RAMEC-Protokolls beurteilt, wurde von einer aus-

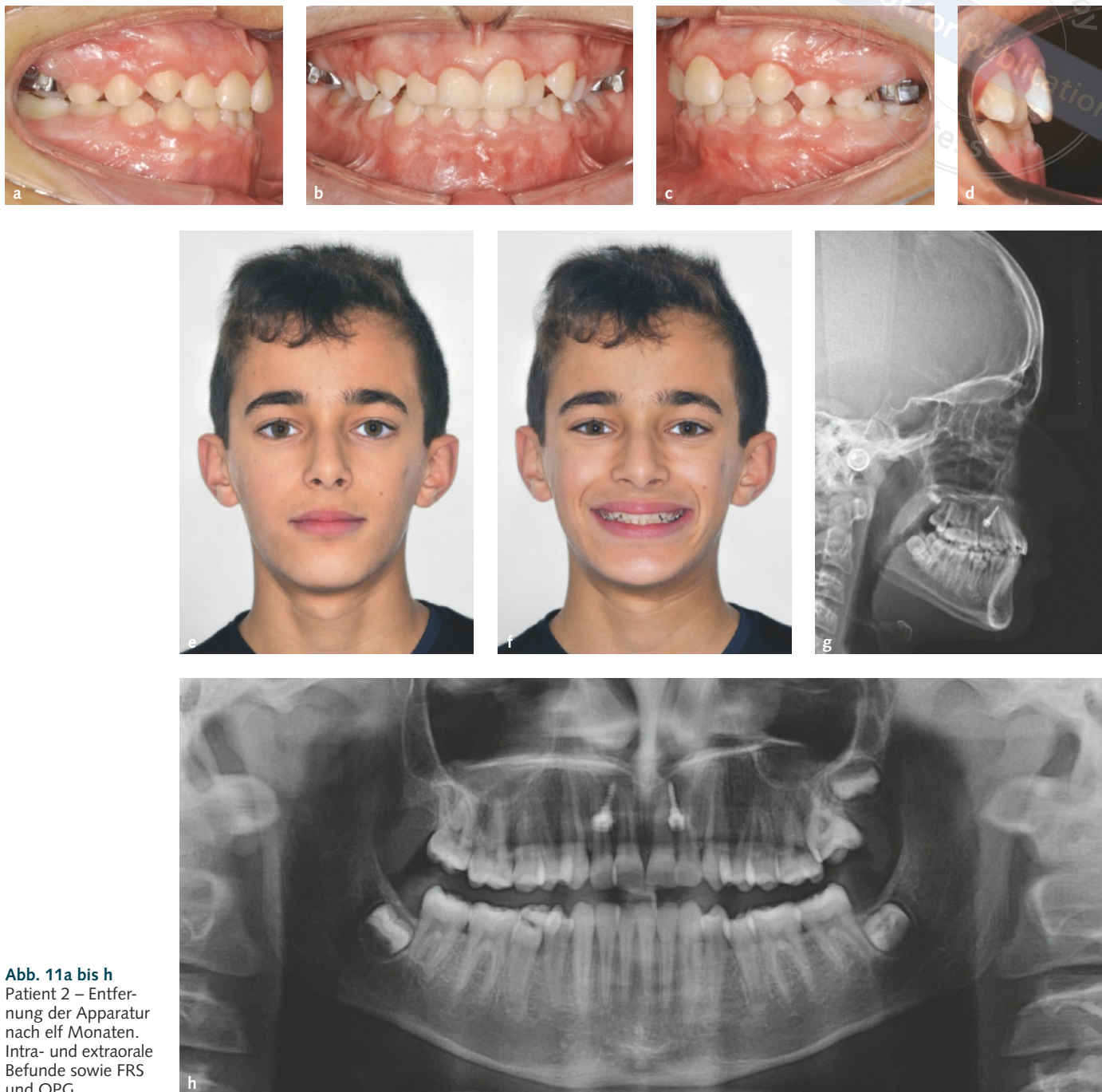


Abb. 11a bis h
 Patient 2 – Entfernung der Apparatur nach elf Monaten. Intra- und extraorale Befunde sowie FRS und OPG.

tralischen Arbeitsgruppe vorgelegt. Im Gegensatz zu den von uns beschriebenen Patienten wurden in der australischen Untersuchungsgruppe keine Delaire-Maske, sondern intraorale Klasse-III-Gummizüge mit einer zusätzlichen kortikalen Verankerungsapparatur im Unterkiefer eingesetzt und eine Aktivierung/Deaktivierung von 1 mm/Tag angewandt.

Al-Mozany et al.¹⁸ zeigten bei 14 Patienten folgende skelettale Effekte im FRS:

- durchschnittliche Lageveränderung des A-Punkts: +3,34 mm (SD 1,54),
- Zunahme des SNA-Winkels im Mittel von 1,87° (SD 1,05),
- mittlere Reduzierung des SNB-Winkels -2,02° (SD 0,85),

- Verbesserung des Wits-Werts im Mittel von +5,16 mm (SD 1,51).

Vergleichbare skelettale Verbesserungen konnte auch bei den von uns behandelten Patienten beobachtet werden. Die vertikalen Relationen wurden während der Therapie im späten Wechselgebiss ebenfalls positiv beeinflusst. Allerdings ist ein Vergleich mit einer Studiengruppe nicht möglich, da keine Differenzierungen von Al-Mozany et al.¹⁸ nach vertikalen Parametern zu Beginn der Behandlung vorgenommen wurde.

Schlussfolgerung

Die Anwendung kortikaler Verankerungen und einer Hybrid-GNE-Apparatur mit gleichzeitiger maxillärer Protraktion der Maxilla durch extraorale Apparaturen konnte in beiden Patientenfällen die Überstellung des Kreuzbisses sowie die Harmonisierung der skelettalen Parameter erreichen. Die frontalen Aufbisse im Unterkiefer konnten einen Beitrag zur Verbesserung der Schneidezahnrelationen leisten und bieten sich als Option bei initialem Tiefbiss an. Eine engmaschige Kontrolle der okklusalen Relationen erscheint jedoch obligat.

Literatur

- Schopf P. Curriculum Kieferorthopädie Bd 1, 4. Aufl. Berlin: Quintessenz-Verlag, 2004.
- Ellis E 3rd, McNamara JA Jr. Components of adult Class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42: 295-305.
- Bock F. Die Variabilität sagittaler und vertikaler Parameter im Fernröntgenseitbild beim lateralen Kreuzbiss (Dissertation). Halle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2000.
- Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod* 2005;75:1046–1052.
- Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc* 2006;137:44–53.
- Krüsi M, Eliades Th, Papageorgiou SN. Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Prog Orthod* 2019: 20-29.
- Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and toothborne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:749–758.
- Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, Ferraro CM, Leonardi R. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-born appliances: a systematic review. *Eur J Orthod* 2018;40:296–303.
- Winsauer H, Vlachoianis J, Winsauer C, Ludwig B, Walter A. A bone-borne appliance for rapid maxillary expansion. *J Clin Orthod* 2013;47:375–381.
- Nienkemper M, Pauls A, Ludwig B, Wilmes B, Drescher D. Multifunctional use of palatal mini-implants. *J Clin Orthod* 2012;46:679–686.
- Di Leonardo B, Ludwig B, Lisson JA, Contardo L, Mura R, Hourfar J. Insertion torque values and success rates for paramedian insertion of orthodontic mini-implants: A retrospective study. *J Orofac Orthop* 2018;79:109–115.
- Hourfar J, Kinzinger GS, Ludwig B, Spindler J, Lisson JA. Differential treatment effects of two anchorage systems for rapid maxillary expansion: aretrospective cephalometric study. *J Orofac Orthop* 2016;77:314–324.
- Yu HS, Baik HS, Sung SJ, Kim KD, Cho YS. Three-dimensional finite element analysis of maxillary protraction with and without rapid palatal expansion. *Eur J Orthod* 2007;29:118–125.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:404–413.
- Liou EJ, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:21–27.
- Büyükcavus MH. Alternate Rapid Maxillary Expansion and Constriction (Alt-RAMEC) protocol: A Comprehensive Literature Review. *Turk J Orthod* 2019;32:47–51.
- Wilmes B, Ngan P, Liou EJ, Franchi L, Drescher D. Early class III facemask treatment with the hybrid hyrax and Alt-RAMEC protocol. *J Clin Orthod* 2014;48:84–93.
- Al-Mozany SA, Dalci O, Almuzian M, Gonzalez C, Tarraf NE, Ali Darendeliler M. A novel method for treatment of Class III malocclusion in growing patients. *Prog Orthod* 2017;18:40.
- Onem Ozbilena E, Yilmazb HN, Kucukkeles N. Comparison of the effects of rapid maxillary expansion and alternate rapid maxillary expansion and constriction protocols followed by facemask therapy. *Korean J Orthod* 2019; 49:49–58.
- Canturk BH, Celikoglu M. Comparison of the effects of face mask treatment started simultaneously and after the completion of the alternate rapid maxillary expansion and constriction procedure. *Angle Orthod* 2015;85:284–291.

Hybrid-Hyrax and lower frontal jigs in class III treatment and mixed dentition

KEY WORDS

Angle Class III, Negative overjet, Hybrid-hyrax, Delaire mask

ABSTRACT

The advantages of Hybrid-hyrax in combination with a Delaire-mask are demonstrated with the help of two cases examples in the Class III treatment.



Bruno Di Leonardo

Bruno Di Leonardo

DDS, MS
Department of Medical Surgical and
Health Sciences
School of Dentistry, University of Trieste

Rossano Mura

DDS, MS

Beide:
Privatpraxis
Via Frumento 11
38062 Arco (TN)
Italien

Mattia Fontana

DDS, MS
Privatpraxis
Via Perla 56
54033 Carrara (MS)
Italien

Björn Ludwig

PD Dr. med. dent.
Praxis Ludwig & Glasl
Am Bahnhof 54
56841 Traben-Trarbach

Jens Johannes Bock

Dr. med. dent.
Kieferorthopädische Praxis
Dr. Jens Johannes Bock & Dr. Lutz Rickmeyer
Im Schloßgarten 1
36037 Fulda

Korrespondenzadresse:

Dr. Bruno Di Leonardo, E-Mail: brunodileonardo@gmail.com