



Vanessa Knodel, Bruno Di Leonardo, Jens Johannes Bock, Christian Gehrke, Björn Ludwig

# Modifizierte Hybrid-Hyrax-Apparatur

## Komplikationen, Risiken und mechanische Prüfung

### INDIZES

*Brölex, BMX, MARPE, Komplikationen, Misserfolge, Gaumennahterweiterung, GNE, Hybrid-Hyrax*

### ZUSAMMENFASSUNG

Gaumennahterweiterungsapparaturen (GNE) werden seit einem Jahrhundert zur Therapie skelettal bedingter transversaler Defizite im Oberkiefer eingesetzt. Sowohl durch den Einsatz von skelettaler Verankerung als auch durch die Zuhilfenahme von CAD/CAM-Verfahren ergeben sich viele individuelle GNE-Modifikationen. Gerade bei neu entwickelten kieferorthopädischen Apparaturen ist ein sorgsames Qualitätsmanagement, das sowohl die klinische Effektivität bewertet, aber auch etwaige Risiken auffindig macht, von größter Bedeutung. Der vorliegende Artikel beschreibt das klinische Anwendungsbeispiel einer modifizierten Hybrid-Hyrax-Apparatur (Brölex), sowie materialtechnische Grenzen zur besseren klinischen Risikoabschätzung.

Manuskripteingang: 28.03.2021, Annahme: 11.04.2021

## Einleitung

Zur Korrektur eines skelettal bedingten Kreuzbisses (ein- oder beidseitig) ist die Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE), meist mit mehrfach täglicher Aktivierung (forciert), der Goldstandard.

Um die dentalen Nebenwirkungen zahngestragener GNE-Apparaturen zu reduzieren bzw. vollständig zu eliminieren sowie die knöchernen Effekte zielgerichtet und individuell zu gestalten, erfolgte die Entwicklung skelettal verankerter GNE-Apparaturen<sup>1–6</sup>.

Eine der am häufigsten eingesetzten, am Knochen abgestützten Varianten ist die sogenannte Hybrid-Hyrax<sup>1–3</sup>. Die Apparatur wird sowohl an den Mini-Implantaten (anterior-palatinal inseriert) als auch an den Bändern der ersten Molaren fixiert<sup>1–3</sup>. Es existieren viele Varianten von vier bis

sechs ausschließlich an Mini-Implantaten fixierten Hyrax-Schrauben<sup>4–10</sup>. Eine erste Beschreibung für den nur paarigen Einsatz der Mini-Implantate findet sich bei Di Leonardo et al. Bei diesem Design wird die Hyrax-Schraube im zahntechnischen Labor mit den Fixierungskapen der Mini-Implantate verbunden und ohne dentale Abstützung eingesetzt<sup>7</sup>. Diese Apparatur wurde von den Autoren „Brölex“ getauft (Wortschöpfung aus ihren Namensteilen). Die vor allem zahntechnisch einfach herzustellende Apparatur kann außerdem in CAD/CAM-Prozessen oder industriell vorgefertigt hergestellt werden<sup>8–10</sup>. Durch eine vorwiegend digitale Arbeitsweise (CAD/CAM) kann die Herstellung der GNE-Apparaturen wesentlich vereinfacht werden. Ein zentrales Ziel dabei ist es, die ossären Verankerungen und die Apparatur zeitgleich einzusetzen (Abb. 1 bis 4).

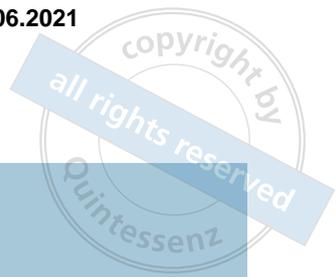


Abb. 1 Behandlungsbeginn: Intraorale Befunde einer 15-jährigen Patientin. Angle-Klasse-III-Tendenz mit lateralem Kreuzbiss rechts.

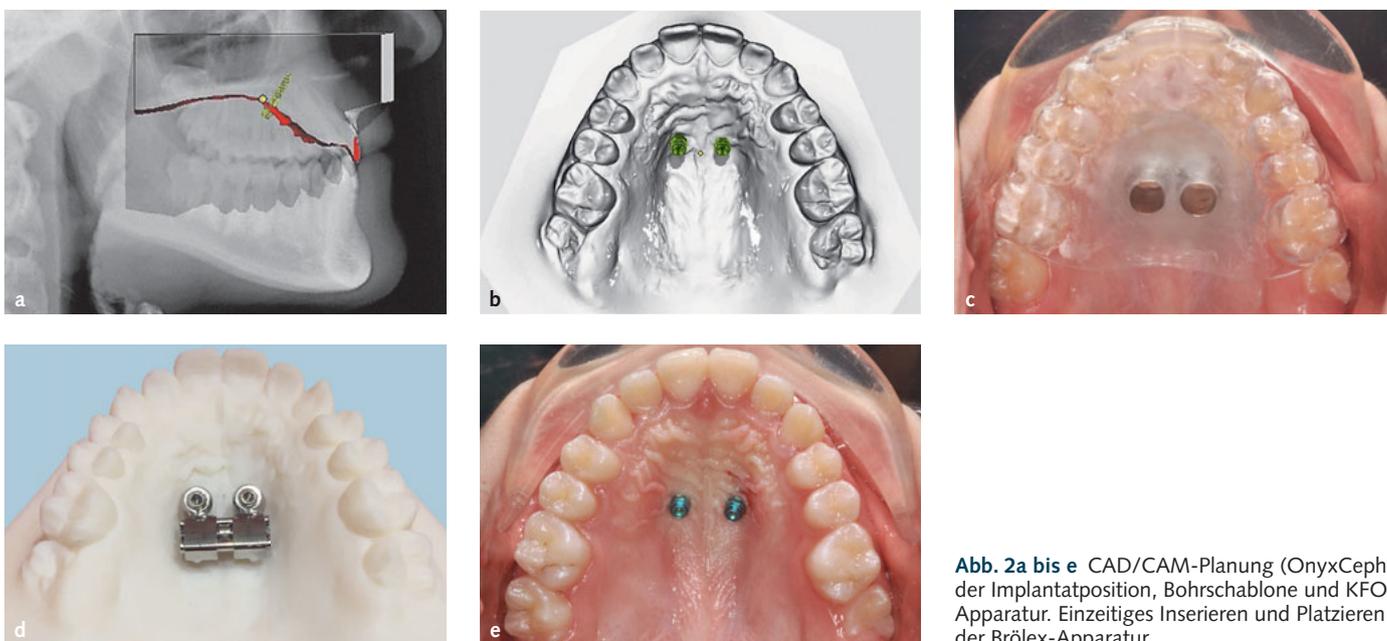
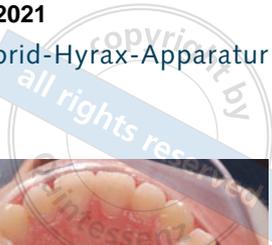


Abb. 2a bis e CAD/CAM-Planung (OnyxCeph) der Implantatposition, Bohrschablone und KFO-Apparatur. Einzeitiges Inserieren und Platzieren der Brölex-Apparatur.



**Abb. 3a bis d** Zweimal tägliche Aktivierung der Brölex-Apparatur für 21 Tage. Überstellung des Kreuzbisses und deutliches Diastema mediale als Zeichen der knöchernen Erweiterung. Die Brölex-Apparatur verblieb insgesamt acht Monate nach Abschluss der Aktivierung passiv als Retentionsgerät in situ.



**Abb. 4** Deutliches Diastema mediale als Zeichen der knöchernen Erweiterung. Multibracket-Multibandapparatur (Bio Quick-Brackets, MBT-System, Fa. Forestadent, Pforzheim). Abschluss der festsitzenden Behandlung nach 16 Monaten.

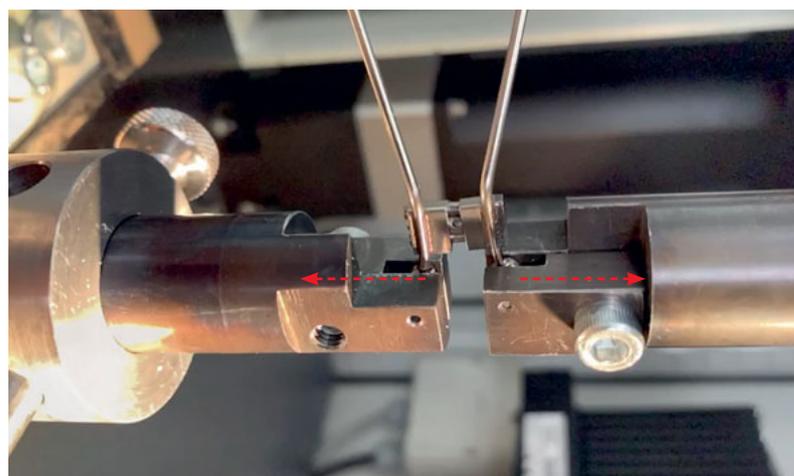
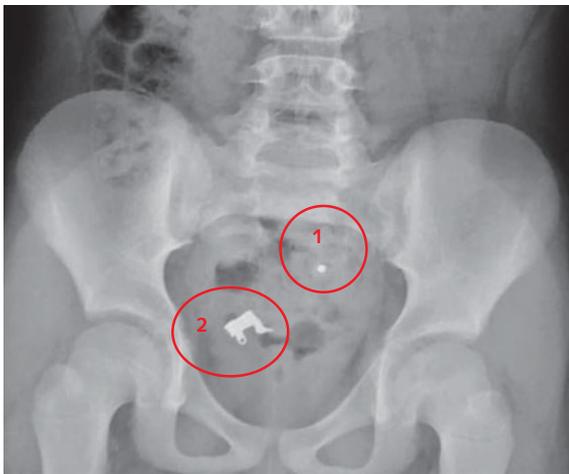
Die Brölex-Apparatur wurde seit ihrer Veröffentlichung weltweit mit steigender Beliebtheit und vorhersehbarem klinischen Erfolg eingesetzt. Den Autoren wurden aber von einigen Anwendern auch unerwartete Misserfolge bzw. schwere Komplikationen übermittelt (Abb. 5). Insbesondere das Verschlucken (im schlimmsten Fall das Aspirieren) ist unbedingt zu vermeiden. Ein Risiko stellt dabei das Versagen der Fixationsschrauben (Implantat-Apparatur-Verbindung) dar. Ein weiteres Risiko könnte das Versagen der Schweißverbindung zwi-

schen Abutment und Hyrax-Schraube sein. Obwohl die klinische Wirksamkeit skelettal verankerter GNE mittlerweile vielfach publiziert ist<sup>1-5</sup>, gibt es in Bezug auf die Anforderungen an die mechanische Belastbarkeit kaum eine Datenlage.

Ziel dieses Artikels ist es, die Anwendung einer modifizierten Hybrid-GNE (Brölex und BMX) durch eine materialtechnische Prüfung kritisch zu beleuchten, um eventuell weitere Empfehlungen zur Gestaltung einer individualisierten Apparatur ableiten zu können.



**Abb. 5** Verschluckte Brölex-Apparatur nach Verlust/Verfagen der Fixationskappe (1) mit darauffolgender Lösung der Minischrauben und unbemerktem Verschlucken der kompletten Apparatur (2).



**Abb. 7** Zugversuch in „Querrichtung“ entsprechend der transversalen Öffnung der Schraube (Memory Anatomic Expander Typ S, Fa. Forestadent/Zwick 005).



**Abb. 6a und b** Brölex-Apparatur (laborseitig – individuell gefertigt aus Forestadent-Komponenten [a]) BMX-Apparatur (vorgefertigt PSM [b]).

## Material und Methode

Für die Studie wurden zwei Apparaturen verschiedener Hersteller untersucht. Getestet wurden die Verbindungsstellen des industriell lasergeschweißten BMX-Expander (Benefit System, Fa. PSM, Tuttlingen) und die aus individuellen Komponenten der Firma Forestadent (Pforzheim) durch Phaser-Schweißen gefertigte „Brölex“-Apparatur (Phaser MX2, Fa. Primotec, Bad Homburg). Um die Apparaturen vergleichbar zu machen, wurden die Dimensionen der „Brölex“-Apparaturen an jene der BMX angepasst (Abb. 6).

Zur Beurteilung der Festigkeit der Verbindungsstellen wurden alle GNE-Apparaturen zerstört. Der Versuch wurde an einer Zwick Maschine (Fa. Zwick

005, Pforzheim) durchgeführt. Alle Apparaturen wurden gleichmäßig auseinandergezogen, wobei die einwirkende Kraft bis zum Erreichen des Maximums sowie die Kraft an der Bruchstelle gemessen wurde (Abb. 7). Die Datenerfassung des Zugversuches erfolgte elektronisch und die statistische Auswertung wurde mit IBM SPSS 21 (IBM, New York, USA) durchgeführt. Zum Mittelwertvergleich wurde der U-Test angewandt (Signifikanzniveau  $p = 0,05$ ).

## Ergebnisse

Auch wenn die Materialprüfung umfangreich war, wird hier nur die klinisch relevanteste Belastungsrichtung beschrieben: Die Transversale.



Der Mittelwert des Versagens (Bruch/Ab-scherung) der „BMX“-Apparatur betrug 168,95 N mit einer Standardabweichung von 3,11 N. Die individuell hergestellte „Brölex-Apparatur“ versagte durchschnittlich bei 135,30 N mit einer Standardabweichung von 44,75 N, dies bedeutet eine hohe Streuung (Abb. 8). Bei dieser Zugrichtung erreichten nur 11 (55 %) Proben eine maximale Zugkraft von mehr als 120 N (klinisch relevanter maximal Wert: siehe Diskussion).

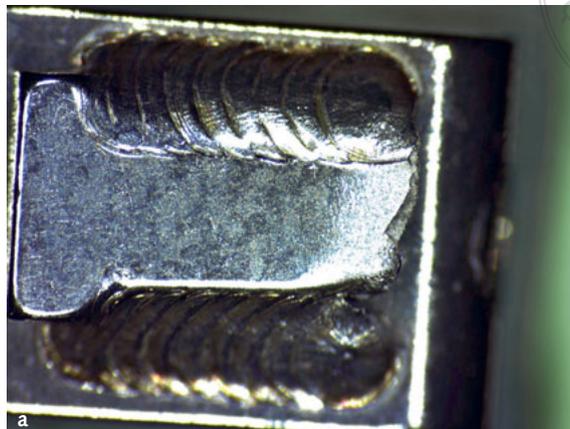


Abb. 8a bis d  
Zustand nach  
Anwendung einer  
maximalen Kraft bis  
zur Zerstörung der  
Probe: BMX  
(a und b),  
Brölex (c und d).

## Diskussion

### Anforderungen und Komplikationen

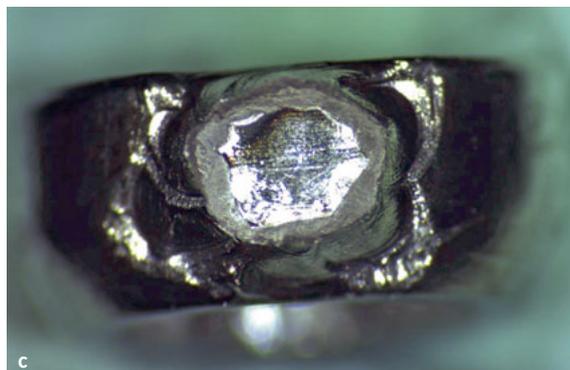
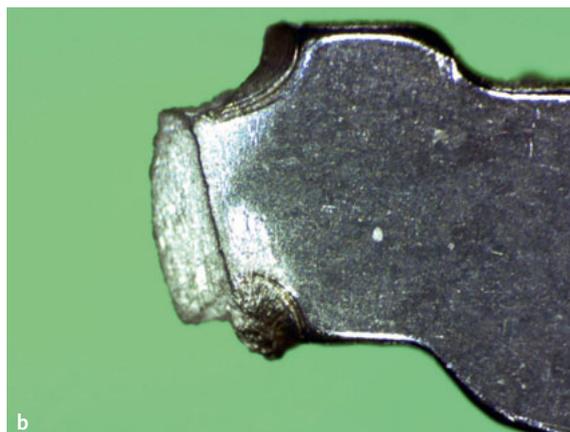
Die Anforderungen an festsitzende kieferortho-pädische Apparaturen – insbesondere am Gau-men – sind hoch, denn neben der biomechanisch gewünschten Kraft sind die einwirkenden Kräfte beim Aktivieren, Schlucken, Kauen und Sprechen immer wiederkehrend und belasten die kieferortho-pädische Apparatur in einem hohen Ausmaß. Ein Defekt oder Bruch von Apparaturen, die am Gaumen befestigt sind, kann zum Verschlucken oder Aspirieren führen.

### Einfluss der Fügetechnik

Die metallischen Verbindungen in der Appara-tur führen durch den Wärmeeintrag durch Löten oder Schweißen im Bereich der Fügenaht zu Ver-änderungen der Materialeigenschaften<sup>11</sup>. Neben Durchdringungstiefe und Konfiguration der Bau-teile scheint die Art der Fügung nicht unbedingt ausschlaggebend zu sein. Bock et al.<sup>11</sup> konnten vor allem für das Wolfram-Inert-Gas-Schweißen nachweisen, dass ausreichende Verbindungen auch in Relation zum Laserschweißen hergestellt werden können.

### Belastungsgrenzen

Es liegen wenig Informationen über die einwirken-den Kräfte auf die GNE-Apparatur während der Nutzung vor. In einer klinischen Untersuchung an zehn adoleszenten Patienten wiesen Sander



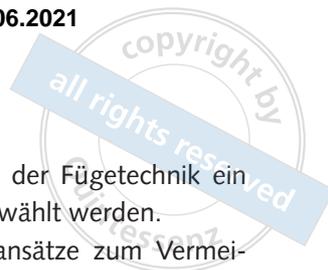
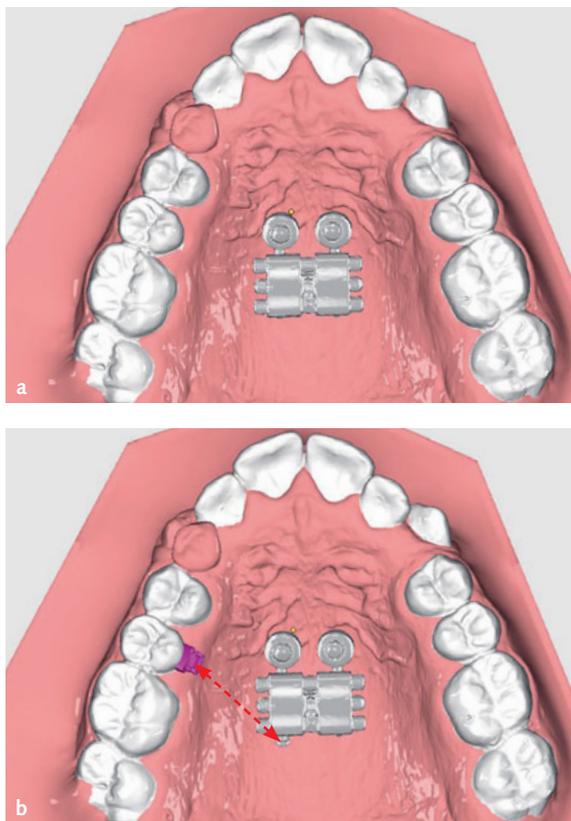


Abb. 9a und b  
CAD/CAM-Brölex  
und Brölex mit  
„Sicherheits“-Ligatur. Öse an Brölex  
für Ligatur zum  
zahngetragenen  
Attachement.



ziehen. Es muss im Bereich der Füge-technik ein hohes Maß an Sicherheit gewählt werden.

Vorschläge für Lösungsansätze zum Vermeiden von Komplikationen sind:

- größtmögliche Anlagerungsfläche beim Schweißen,
- viele Schweißpunkte mit großer Durchdringtiefe,
- Anligieren der GNE-Apparatur (BMX, Brölex) an zahngetragene Attachements (Abb. 9),
- Vermeiden von Schweißverbindungen durch Einstück-Metalldruck (Abb. 10).

## Literatur

1. Wilmes B, Nienkemper M, Lübberink G, Ludwig B, Drescher D. Anwendung und Effektivität einer auf Zähnen und Mini-Implantaten abgestützten Apparatur zur Gaumennahterweiterung: die Hybridhyrax. *Kieferorthop* 2011;25:115–123.
2. 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.
3. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Kau CH, Drescher D. Early Class III Treatment with a Hybrid Hyrax-Mentoplate Combination. *J Clin Orthod* 2011;45:1–7.
4. Harzer W, Schneider M, Gedrange T. Rapid maxillary expansion with palatal anchorage of the hyrax expansion screw--pilot study with case presentation. *J Orofac Orthop*. 2004;65:419–424.
5. Winsauer H, Vlachojannis J, Winsauer C, Ludwig B, Walter A. A bone-borne appliance for rapid maxillary expansion. *J Clin Orthod* 2013;47:375–381; quiz 88.
6. MacGinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW, Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Prog Orthod* 2014;15:52. doi: 10.1186/s40510-014-0052-y. PMID: 25242527; PMCID: PMC4148550.
7. Di Leonardo B, Ludwig B, Glasi B, Hourfar J, Mura R. BRÖ-LEX – Eine rein knochengetragene Expansionsapparatur. Vorstellung und erste klinische Erfahrungen. *Kieferorthop* 2016;30:149–152.
8. De Gabriele O, Dallatana G, Riva R, Vasudavan S, Wilmes B. The easy driver for placement of palatal mini-implants and a maxillary expander in a single appointment. *J Clin Orthod* 2017;51:728–737. PMID: 29360638.
9. Graf S, Vasudavan S, Wilmes B. CAD-CAM design and 3-dimensional printing of mini-implant retained orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;154:877–882. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.07.013. PMID: 30477785.
10. Sánchez-Riofrío D, Viñas MJ, Ustrell-Torrent JM. CBCT and CAD-CAM technology to design a minimally invasive maxillary expander. *BMC Oral Health* 2020;20:303. doi: 10.1186/s12903-020-01292-3. PMID: 33148234; PMCID: PMC7641819.
11. Bock JJ, Bailly J, Fuhrmann RA. Effects of different brazing and welding methods on the fracture load of various orthodontic joining configurations. *J Orthod* 2009;36:78–84.
12. Sander C, Hüffmeier S, Sander FM, Sander FG. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *J Orofac Orthop* 2006;67:19–26.

et al.<sup>12</sup> eine maximal wirkende Kraft von 120 N nach. Bringt man diese Angabe in Relation mit der materialtechnischen Prüfung, erscheinen klinische Komplikationen kaum vermeidbar. Der schwächste Punkt der untersuchten GNE-Apparaturen ist eindeutig die Verbindung zwischen Retentionsarm und Abutment. Nur 55 % der Proben widerstanden der oben genannten maximalen Belastungsgrenze, wobei die industriell geschweißten Apparaturen eine geringere Streuung aufwiesen.

## Schlussfolgerung und klinische Lösungsansätze

Neu etablierte Behandlungsmethoden und Geräte unterliegen einer ständigen kritischen Evaluierung – vor allem in Hinblick auf Risiken und Komplikationen. Bei den hier vorgestellten Apparaturen kann der Bruch einer Schweißnaht eine schwere allgemeinmedizinische Komplikation nach sich

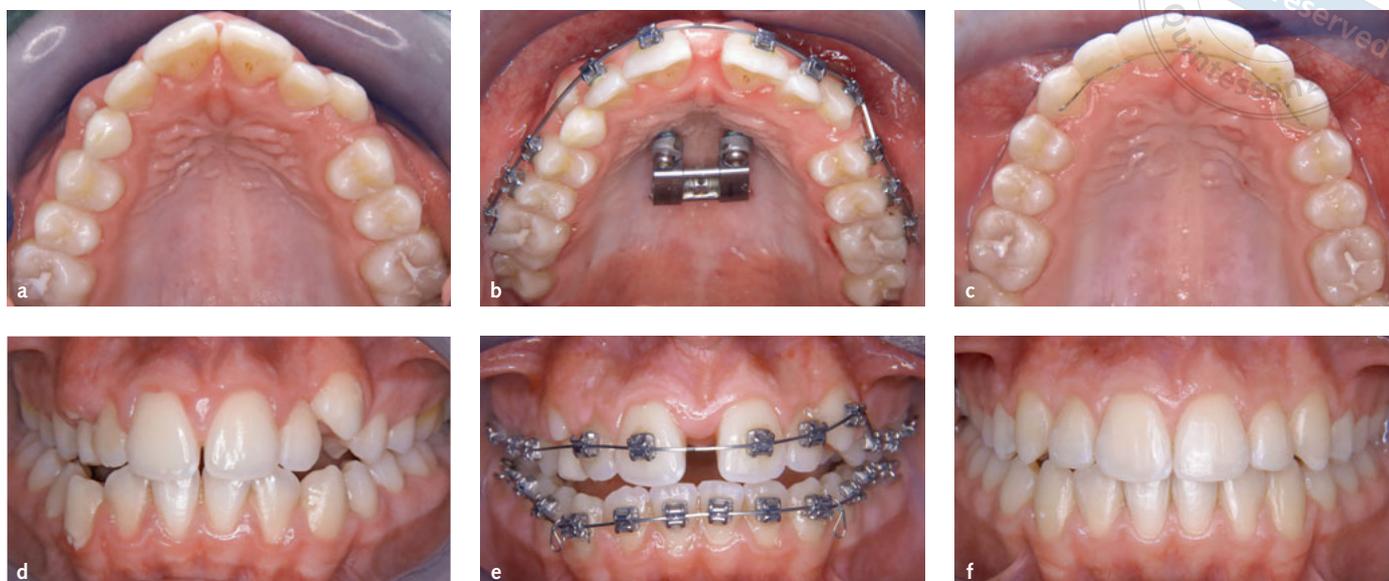
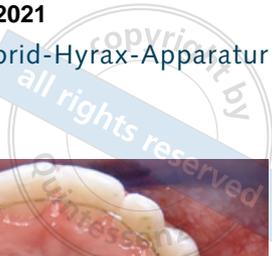


Abb.10a bis f Klinischer Verlauf eines Patientenbeispiels. Hier kam die CAD/CAM-Brölex aus Abbildung 11 zum Einsatz.

## A modified hybrid Hyrax appliance Complications, risks, and mechanical testing

### KEY WORDS

Brölex, BMX, MARPE, complications, failures, palatal expansion, GNE, hybrid Hyrax

### ABSTRACT

Rapid palatal expansion (RPE) devices have been used for the treatment of skeletal transversal deficits in the maxilla for almost a century. Both the use of skeletal anchorage and the aid of CAD/CAM procedures result in many individual RPE modifications. Particularly with newly developed orthodontic appliances, careful quality management that evaluates both the clinical effectiveness and identifies any risks is of the greatest importance. This article shows a clinical example of a modified hybrid Hyrax (Brölex), as well as material-technical limits for clinical risk assessment.



**Vanessa Knodel**  
Dr. med. dent.  
Praxis für Zahnheilkunde  
Benediktinerstraße 45  
54292 Trier

**Bruno Di Leonardo**  
DDS MS  
Privat Praxis Arco  
Via Francesco II di Borbone 18  
Arco, Italien

Vanessa Knodel

**Jens J. Bock**  
Dr. med. dent.  
Kieferorthopädische Praxis  
Am Schlossgarten 1  
36037 Fulda

**Christian Gehrke**  
Kieferorthopädische Praxis  
Am Bahnhof 54  
56841 Traben-Trarbach

**Björn Ludwig**  
Dr. med. dent.  
Kieferorthopädische Praxis  
Am Bahnhof 54  
56841 Traben-Trarbach

### Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. Björn Ludwig; E-Mail: bludwig@kieferorthopaedie-mosel.de