

Chancen und Perspektiven der Lingualen Orthodontie im Zeitalter aggressiv vermarkteter Aligner

Exzellenz und Evidenz in der Patientenversorgung

Ein Beitrag von Prof. Dr. Dr. Dirk Wiechmann.

Prof. Dr. Dr.
Dirk Wiechmann



Literatur



Abb. 1a–d: Linguale Apparatur aus dem letzten Jahrtausend: Ormco 7. Generation (Ormco) mit standardisiertem, nicht individualisiertem Behandlungsbogen. Zwischen den Zähnen 12 und 11 wurde manuell eine Finishingbiegung eingebracht (a). Die 3. Generation vollständig individueller lingualer Apparaturen (Completely Customized Lingual Appliances, CCLA; WIN SL, DW Lingual Systems) ist ein selbstligierendes Bracketsystem (b). Der personalisierte 0.016" x 0.024" Edelstahlbogen („ribbon-wise“) verläuft sehr nahe an den Zahnoberflächen (b).¹ Im Vergleich zu älteren lingualen Apparaturen (c) sind aktuelle Systeme sowohl für die Patienten als auch für die Behandler deutlich komfortabler (d).

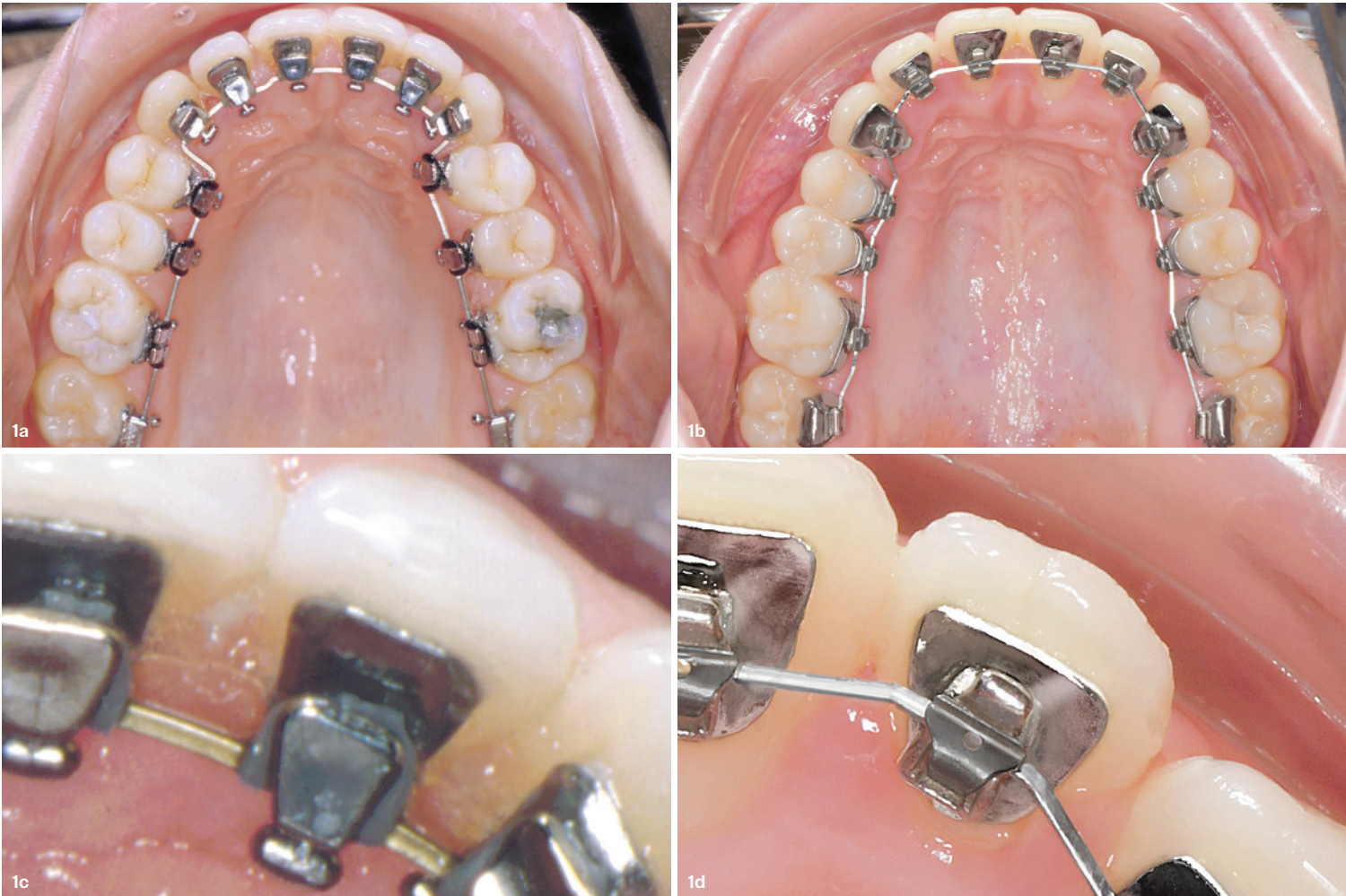


Abb. 2: Das Selective Laser Melting (SLM) ist ein additives Fertigungsverfahren, bei dem das Endprodukt direkt hergestellt wird; die Anfertigung eines analogen Modells aus Wachs oder Kunstharz ist nicht erforderlich. Der Laser wird durch die CAD/CAM-Software gesteuert, was für zukünftige Weiterentwicklungen und Innovationen von erheblichem Vorteil ist.

← Seite 1

moderner, technologisch weiterentwickelter lingualer Systeme. Die weitreichende Individualisierung moderner VILAs – sowohl in der Behandlungsplanung als auch im eigentlichen Herstellungsprozess – hat neue Möglichkeiten eröffnet, die nicht nur der Lingualen Orthodontie, sondern der Kieferorthopädie insgesamt zugutekommen.

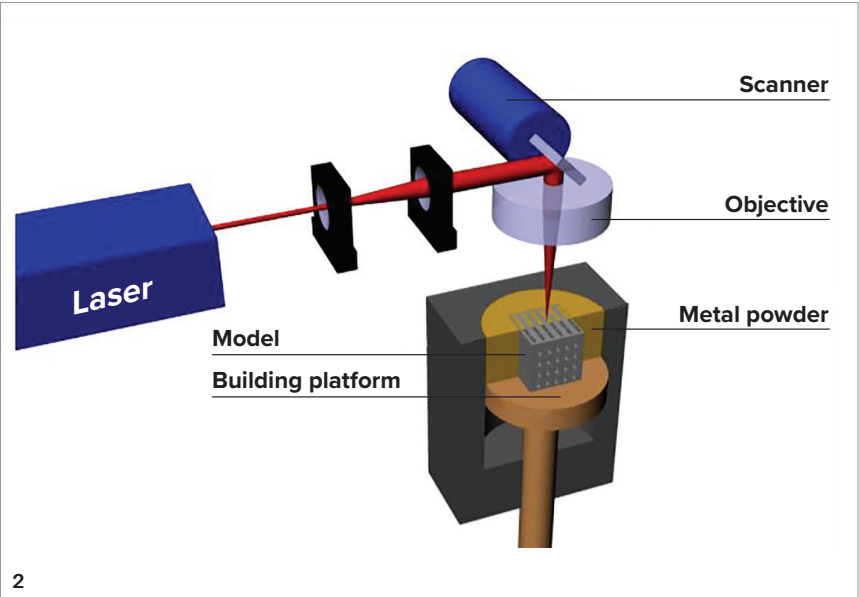
Herstellung personalisierter Brackets und Bögen

Die Fertigung von Bracketkörpern mittels eines Selective Laser Melting (SLM)-Verfahrens unterscheidet sich grundlegend von anderen modernen Herstellungsverfahren wie dem Metal Injection Moulding (MIM) und auch von älteren Techniken wie dem Feinguss oder der Fräsarbeitung (Abb. 2). Im Vergleich zum MIM-Verfahren bietet die Herstellung von Brackets mittels SLM deutlich größere Möglichkeiten einer Personalisierung und Optimierung und sogar einer vollständigen Neugestaltung individueller Bracketserien. Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass Designänderungen sehr schnell in die klinische Anwendung überführt werden können – ein Aspekt, der den entscheidenden Unterschied zum MIM-Verfahren ausmacht. Darüber hinaus basiert die 3D-Bracketprogrammierung nicht auf Standardwerten, sondern auf einer individuellen Behandlungsplanung unter Verwendung eines personalisierten Ziel-Set-ups. Die klinische Umsetzung dieser personalisierten Planung hat sich, wie zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen belegen, aufgrund der außerordentlichen Präzision vollständig individueller lingualer Apparaturen (VILAs) als äußerst zuverlässig erwiesen.^{5–17} Diese Präzision wird vor allem durch die extrem genauen Bracketslotdimensionen erreicht, die mittels Hochgeschwindigkeitsfräsung mit einem maximalen Übermaß von lediglich 0,1 Prozent gefertigt werden,¹⁸ sowie

durch personalisierte Bögen, die mithilfe computergestützter CAD/CAM-Biegeroboter präzise hergestellt werden.¹⁹ Darüber hinaus gewährleistet ein über viele Jahre kontinuierlich optimiertes indirektes Klebprotokoll die präzise und reproduzierbare Übertragung der lingualen Brackets in den Mund.³ Die erweiterten therapeutischen Möglichkeiten moderner lingualer Apparaturen, die in zahlreichen Studien nachgewiesen wurden, beruhen zum Teil auch auf innovativen Fortschritten bei der Herstellung personalisierter kieferorthopädischer Bögen.^{8, 13, 16, 20–25} So ermöglicht beispielsweise die Integration eines individuell skalierbaren Extratorques im Frontzahnbereich eine gezieltere Kontrolle der Zahnbewegungen in dieser Ebene. Ebenso haben die Einführung von personalisierten Expansionsbögen im Oberkiefer in Kombination mit Kompressionsbögen im Unterkiefer in ausgewählten Fällen Zahnbewegungen ermöglicht, die zuvor nur eingeschränkt oder gar nicht realisierbar waren.^{8, 17, 20–25} Diese Entwicklungen verdeutlichen, dass Fortschritte in der digitalen Planung und personalisierten Fertigung nicht nur die Präzision lingualer Behandlungen verbessert haben, sondern zugleich neue kieferorthopädische Konzepte und therapeutische Optionen eröffnen.

Postgraduale Weiterbildung in der Lingualen Orthodontie

Dennoch stellt die erfolgreiche Integration der Lingualtechnik in den klinischen Alltag auch





LIGATURE - TWISTER

EINFACH DREHEN. EINFACH BESSER.

Der Ligature-Twister wurde entwickelt, um Ligaturen effizienter und komfortabler zu fixieren - für eine spürbare Entlastung im Praxisalltag.



Kreuzverzahnung für sicheren Halt der Ligaturendrähte.



Instrumentengeometrie:

- Stiftförmige Bauform zur ergonomischen Drehbewegung zwischen den Fingerspitzen
- Präzise gefertigte Spitzen zum sicheren Einklemmen des Ligaturendrahtes

Schließmechanismus:

- Automatisches Einrasten beim Einklemmen des Drahtes
- Mechanisch zuverlässiges Federsystem
- Einhand-Öffnung über den Handballen

Vorteile:

- Reduzierte Belastung von Hand und Handgelenk
- Minimiertes Risiko von Ermüdung und Schmerzsymptomatik
- Beschleunigter Arbeitsablauf bei hoher Präzision
- Intuitive Bedienung ohne Umgreifen



Besucht unseren Stand auf der **DGKFO** und testet den neuen Twister. **1.OG - 67**



Abb. 3a+b: Zehn erwachsene Patienten aus der Studie von Janssens et al.¹⁷ mit posteriorem Kreuzbiss vor (a) und nach der Korrektur mittels vollständig individueller lingualer Apparaturen (VILAs) sowie CAD/CAM-gefertigter Expansions- und Kompressionsbögen (b).¹⁷

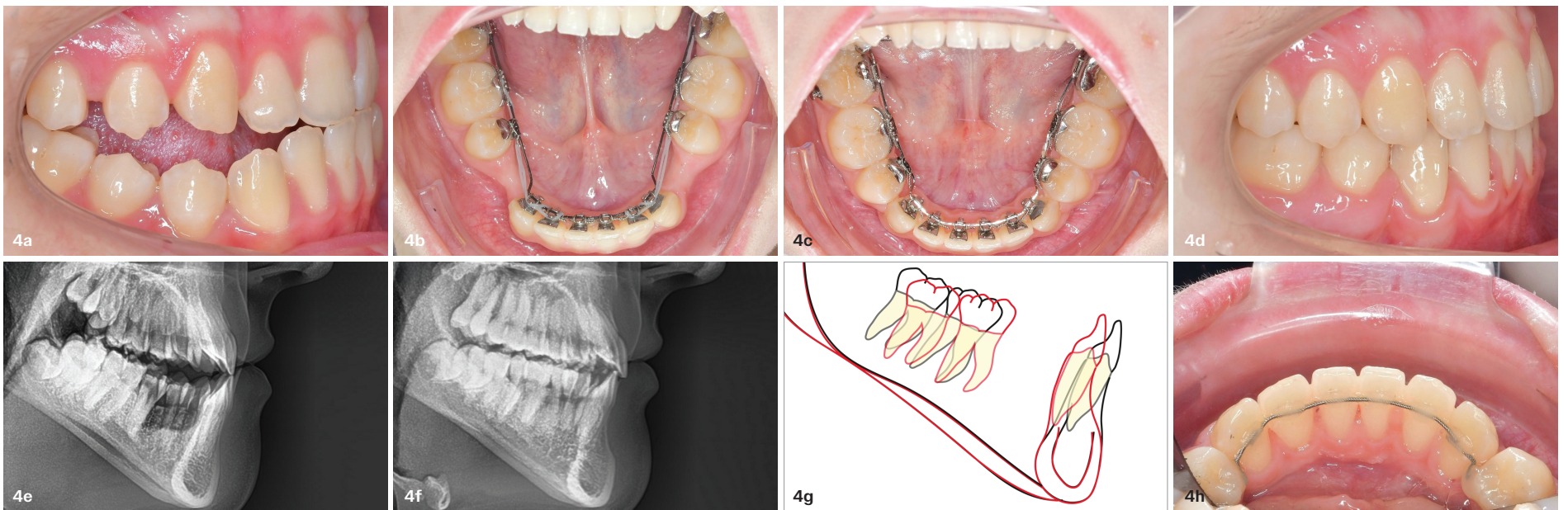
heute noch eine erhebliche Herausforderung dar. Interessanterweise ist insbesondere in Frankreich und Deutschland die Zahl von Behandlungen mit Lingualtechnik in den vergangenen Jahren trotz zahlreicher und kostspieliger Marketinganstrengungen verschiedener Aligner-Hersteller kontinuierlich und deutlich angestiegen. Ein entscheidender Erfolgsfaktor scheint hierbei die Qualität einer universitären Ausbildung zu sein – insbesondere im Rahmen postgradualer Weiterbildungsprogramme wie auch in darauf aufbauenden Fortbildungsseminaren. Eine fundierte und strukturierte, primär universitäre Ausbildung in der Lingualen Orthodontie ermöglicht es selbst kieferorthopädischen Neulingen, auch bei schwierigen Fällen Behandlungsergebnisse mit einer hohen okklusalen Qualität zu erzielen.¹² Diese Beobachtung unterstreicht die zentrale Bedeutung einer qualitätsorientierten Weiterbildung für die erfolgreiche Anwendung lingualer Behandlungskonzepte. Trotz der hohen technischen Anforderungen und der spezifischen biomechanischen Besonderheiten kann die Lingualtechnik bei entsprechender Schulung und Supervision zuverlässig und mit exzellenten klinischen Ergebnissen in die tägliche Praxis integriert werden.

Chancen und Möglichkeiten – was linguale, festsitzende Apparaturen leisten können und Aligner nicht

Mit herausnehmbaren transparenten Schienen lassen sich bei kooperativen Patienten in der Regel vor allem kippende Zahnbewegungen durchführen.²⁶ Daher empfehlen Fachleute ihren primären Einsatz insbesondere bei Klasse I-Malokklusionen mit leichtem bis moderatem Platzmangel.²⁶ Für eine normale kieferorthopädische Praxis in Europa bedeutet dies, dass eine Aligner-Therapie nicht für alle (erwachsenen) Patienten, die eine kieferorthopädische Behandlung wünschen, gleichermaßen optimal geeignet ist. Demgegenüber ermöglichen die nachgewiesene Effektivität und der hohe Grad an Personalisierung beim Einsatz vollständig individueller lingualer Apparaturen (VILAs) für jeden einzelnen Behandlungsfall ein optimales, auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmtes Ergebnis. Aktuelle klinische Studien konnten zeigen, dass mit VILAs insbesondere solche Zahnbewegungen zuverlässig realisiert werden können, die allgemein als ungewöhnlich, schwierig oder nur eingeschränkt vorhersagbar gelten.^{8, 17, 20–25}

Nichtchirurgische Korrektur posteriorer Kreuzbisse bei Erwachsenen

Bei weniger ausgeprägten posterioren Kreuzbissen werden häufig intermaxilläre Elastics eingesetzt, um eine Korrektur der transversalen Diskrepanz zu erreichen. Diese Hilfsmittel entfalten ihr volles therapeutisches Potenzial jedoch nur bei nahezu kontinuierlichem Tragen, idealerweise 24 Stunden täglich an sieben Tagen pro Woche. Im klinischen Alltag wird ein derart hohes Maß an Mitarbeit bei Erwachsenen jedoch nur selten erreicht, wodurch sich die Korrektur oftmals verzögert. Bei stärker ausgeprägten Fällen kommt in der Regel eine Gaumennahterweiterung (Rapid Palatal Expansion, RPE) zum Einsatz, die bei erwachsenen Patienten meist chirurgisch unterstützt werden muss. Hierzu zählen Verfahren wie die chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterung (Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion, SARPE) oder die mittels Miniimplantaten unterstützte Gaumennahterweiterung (Mini-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion, MARPE). In diesem Zusammenhang haben sich VILAs aktuell als ein echter „Gamechanger“ in der Kieferorthopädie erwiesen.^{17, 20–22, 25} Die erste Veröffentlichung zu diesem Thema war im Jahr 2024 sogar der am häufigsten aufgerufene Artikel der betreffenden kieferortho-



pädischen Fachzeitschrift.²⁰ In dieser Arbeit wurde erstmals die Möglichkeit beschrieben und klinisch umgesetzt, auch ausgeprägtere Kreuzbisse durch eine koordinierte Expansion des Oberkiefers und gleichzeitige Kompression des Unterkiefers mithilfe von VILAs zu korrigieren. Insgesamt wurden 64 konsekutiv behandelte Patienten mit posterioren Kreuzbissen untersucht (Durchschnittsalter: 25,3 Jahre). Das Behandlungskonzept basierte auf individuell mittels CAD/CAM-Technologie hergestellten Expansionsbögen im Oberkiefer sowie Kompressionsbögen im Unterkiefer. Die damit durchschnittlich erzielte transversale Korrektur betrug 6,9 mm; die maximale Korrektur lag bei 12,8 mm bei einem Patienten mit beidseitigem posterioren Kreuzbiss. Bemerkenswert war, dass die am Ende der aktiven Behandlung erreichten transversalen Veränderungen in beiden Zahnbögen den im digitalen Set-up geplanten Korrekturen weitestgehend entsprachen.²⁰ In einer nachfolgenden Studie verglichen Schmid et al. das Ausmaß der posterioren Kreuzbisskorrektur bei 81 erwachsenen Patienten mit moderaten bis schweren posterioren Kreuzbissen. Dabei wurden 43 Fälle mittels chirurgisch unterstützter Gaumennahterweiterung (SARPE) in Kombination mit vestibulären Multibracketapparaturen und 38 Fälle ausschließlich mit VILAs ohne chirurgische Unterstützung be-

handelt.²¹ Das Ausmaß der transversalen Korrektur nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung war in beiden Gruppen vergleichbar. Die Autoren kamen daher zu dem Schluss, dass die dentoalveoläre Kompensation mittels VILAs als Kombination aus Oberkieferexpansion und Unterkieferkompression einen klinisch effektiven Ansatz zur Korrektur transversaler Abweichungen ohne chirurgische Unterstützung darstellt.²¹ In einer weiteren Untersuchung derselben Patientenkohorte analysierte die Arbeitsgruppe anhand digitaler Messungen nach dreidimensionaler Überlagerung der Kiefer das Verhältnis von kippenden zu körperlichen Zahnbewegungen während der Kreuzbisskorrektur. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen. Die Autoren berichteten, dass sowohl nach SARPE im Oberkiefer als auch bei der dentoalveolären Kompensation mit VILAs in beiden Zahnbögen translatorische Zahnbewegungen beobachtet werden konnten.²² Auch hinsichtlich möglicher gingivaler Rezessionen ergab sich in derselben Patientenkohorte ein klares Bild. Schmid et al. berichteten, dass nach Entfernung der Apparaturen keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit gingivaler Rezessionen zwischen beiden Therapieansätzen festgestellt werden konnten.²³

Janssens et al. untersuchten vor Kurzem die Qualität des okklusalen Behandlungsergebnisses bei 40 erwachsenen Patienten, die mittels dieses nichtchirurgischen Behandlungskonzepts therapiert worden waren, und verglichen diese mit einer nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollgruppe von 40 Klasse I-Patienten. Zur Bewertung wurde das American Board of Orthodontics Objective Grading System (ABO-OGS) herangezogen. Die Autoren fanden keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich des Gesamt-ABO-Scores am Ende der aktiven Behandlung (20,7 versus 18,8 Punkte). Daraus schlossen sie, dass die nichtchirurgische Korrektur posteriorer Kreuzbisse nicht zu einer Beeinträchtigung der okklusalen Behandlungsqualität führt.¹⁷ Abbildung 3 zeigt die Ausgangs- und Endsituation der zehn schwersten Fälle innerhalb der nichtchirurgisch behandelten VILA-Gruppe. Die erzielten Endergebnisse vermitteln dabei nicht den Eindruck einer primär kompensatorischen Behandlung.

Nichtchirurgische Klasse III-Korrektur bei Erwachsenen nach Extraktion unterer Prämolaren

Auch für die nichtchirurgische Behandlung von Klasse III-Malokklusionen wurden in jüngster Zeit bemerkenswerte Behandlungsergebnisse

Abb. 4a-h: Erwachsener Patient mit einer Klasse III-Molarenrelation und einem seitlich offenen Biss (a). Die Korrektur wurde nach der von Thiem et al. vorgeschlagenen Methode durchgeführt (b-d).²³ Die Röntgenaufnahmen sowie die strukturellen Überlagerungen zeigen eine körperliche Retraction der unteren Schneidezähne (e-g). Mehr als zwei Jahre nach Abschluss der aktiven kieferorthopädischen Behandlung ist die parodontale Situation im unteren Frontzahnbereich klinisch unauffällig (h).

ANZEIGE

Der Alte nervt? Verlieb' dich neu...

...und ohne Risiko. Teste deinen Euronda Wunsch-Autoklav 14 Tage gratis in deiner Praxis.



Lieferung
in die Praxis



Einweisung
vor Ort



Telefonischer
Support



Triff Euronda
auf der DGKFO:
Stand UG - 12



Euronda | Pro System®



Jetzt anfragen:
www.euronda.de



Abb. 5a–c: Alle Patienten der Studie von Thiem et al.²³ wurden zur Korrektur ihrer Klasse III-Malokklusion mittels Extraktion der unteren Prämolaren behandelt (a: vor der Behandlung; b: nach der Behandlung). Die strukturellen Überlagerungen (c; erstellt von Per Rank) zeigen entweder eine Retraktion der unteren Schneidezähne oder eine Dekompensation der unteren Schneidezähne; beides in Verbindung mit einer Remodellierung des Alveolarfortsatzes.

„In einer Folgestudie an derselben Patientenkohorte konnte gezeigt werden, dass trotz der erheblichen körperlichen (translatorischen) Zahnbewegungen im Unterkieferfrontzahnbereich der gesamte Alveolarfortsatz den Zahnbewegungen folgte, ohne dass es zu einer Reduktion seiner transversalen Dimension kam.“

beschrieben (Abb. 4). Aufbauend auf den Beobachtungen von Lossdörfer et al. zur Torquekontrolle der Unterkieferinzisiven während der dentoalveolären Kompensation bei Klasse III-Patienten konnten Thiem et al. diese präzise Kontrolle in einer Kohorte von 25 Patienten mit ausgeprägteren Klasse III-Fehlbissen bestätigen. Der mittlere Wits-Wert zu Beginn der Behandlung betrug dabei –6,7 mm. Die Behandlung erfolgte nach Extraktion unterer Prämolaren mit VILAs.^{8,23}

Abbildung 5 zeigt die klinische Ausgangs- und Endsituation sowie die strukturellen Überlagerungen der zehn schwersten Fälle dieser Patientengruppe (strukturelle Überlagerung von Per Rank).²³ Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen das Ausmaß der erzielten dentoalveolären Korrektur und die gute Kontrolle der körperlichen Zahnbewegungen. In einer Folgestudie an derselben Patientenkohorte

gezeigt werden, dass trotz der erheblichen körperlichen (translatorischen) Zahnbewegungen im Unterkieferfrontzahnbereich der gesamte Alveolarfortsatz den Zahnbewegungen folgte, ohne dass es zu einer Reduktion seiner transversalen Dimension kam.²⁴ Darüber hinaus berichteten von Bremen et al., dass derartige umfangreiche Zahnbewegungen nicht mit einer erhöhten Inzidenz orthodontisch induzierter apikaler Wurzelresorptionen (Orthodontically Induced Apical Root Resorption, OIARR) einhergehen. Die Autoren führten dies auf die kontrollierte biomechanische Umsetzung der geplanten Zahnbewegungen und die erzielte Remodellierung sowohl des kortikalen als auch des spongiösen Knochens zurück. Durch diese biologischen Anpassungsprozesse scheint selbst bei ausgeprägter körperlicher Retraktion der Unterkieferinzisiven die Integrität der Zahnwurzeln erhalten werden zu können.²⁷

Die nichtchirurgische Klasse II-Korrektur als Domäne der Lingualen Orthodontie

Die kieferorthopädische Behandlung von Klasse II-Malokklusionen gehört auch bei erwachsenen Patienten zu den häufigsten therapeutischen Herausforderungen. Aus Sicht der Betroffenen stellt dabei zweifellos der am wenigsten invasive Behandlungsansatz die bevorzugte Option dar. Entsprechend werden nichtchirurgische Therapiekonzepte ohne Zahnextraktionen von der Mehrzahl der Patienten favorisiert. Für eine erfolgreiche Korrektur der sagittalen Diskrepanz müssen kieferorthopädische Apparaturen mehrere zentrale biomechanisch anspruchsvolle Anforderungen erfüllen. Hierzu zählen insbesondere:

1. Die Nivellierung der Spee-Kurve im Unterkiefer, vorzugsweise durch eine kontrollierte körperliche Intrusion der unteren Frontzähne.



DENTAURUM

DEHNSCHRAUBEN

STANDARD

SPEZIAL

Kraft der Vielfalt.
Alle Indikationen.
Die Erfolgsgeschichte.



Standard- und Spezialschrauben
für jede Indikation



Präzise und kontrollierte Aktivierung
für verlässliche Behandlungsergebnisse



Bewährte Dentaureum Qualität und hohe
Funktionssicherheit in der Anwendung



Mehr
Informationen

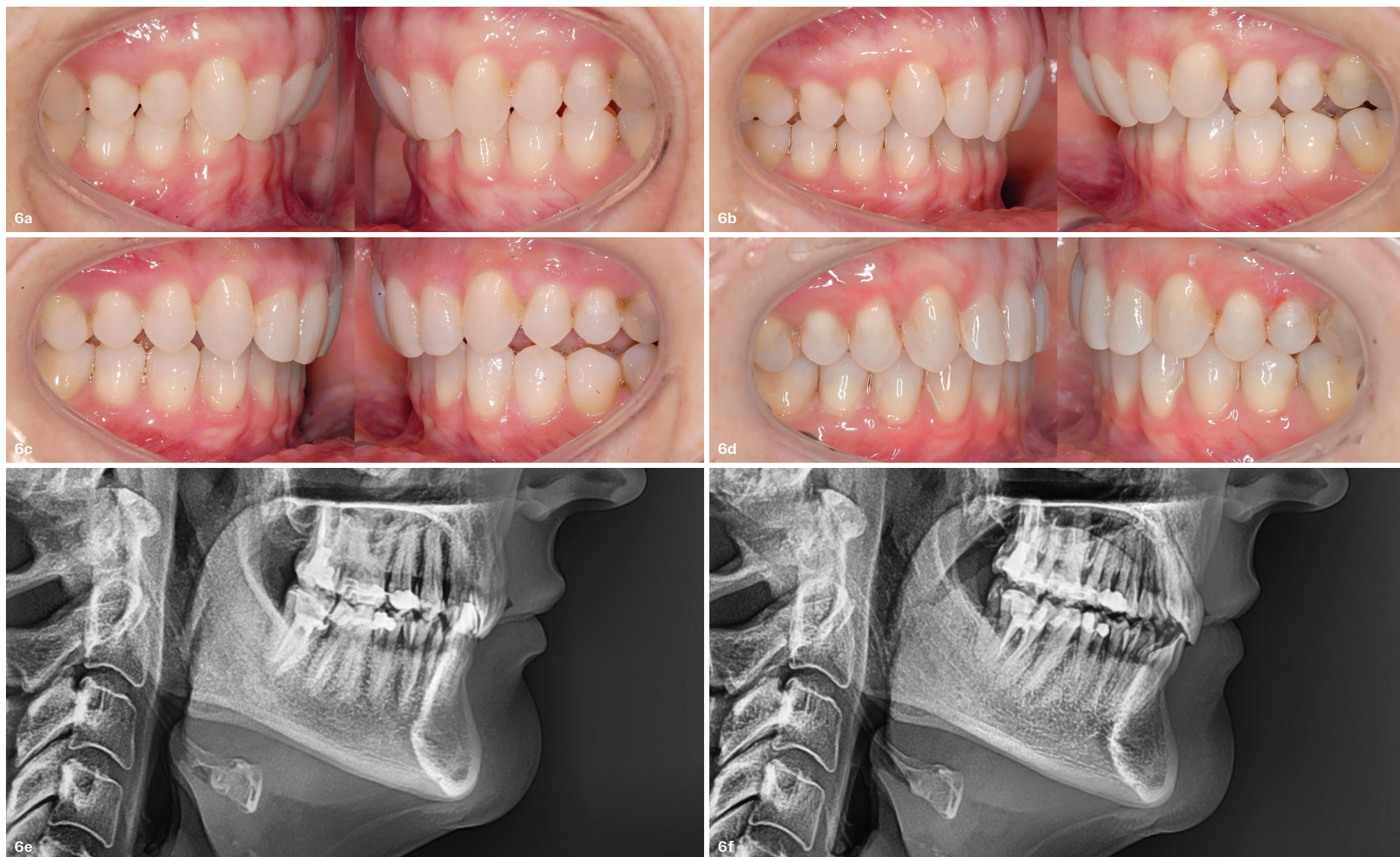


Abb. 6a-f: Erwachsener Patient aus der Studie von Janssens et al.¹⁵ mit einer Klasse II/1-Malokklusion, ausgeprägtem Tiefbiss und frontalem Engstand (a). Nach vollständiger Derotation der oberen Schneidezähne war deren Inklination noch zu negativ, und die Spee-Kurve im Unterkiefer war weiterhin zu ausgeprägt. Zur Torquekontrolle der oberen Frontzähne (palatinaler Wurzelorque) sowie zur Nivellierung der unteren Spee-Kurve wurden Edelstahlbögen mit zusätzlichem Torque im Oberkiefer eingesetzt (b). Durch die weitere Nivellierung und Torquekorrektur wurden die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Klasse II-Korrektur mittels intermaxillärer Gummizüge geschaffen (c). Am Ende der Behandlung mit vollständig individuellen lingualen Apparaturen (VILAs) wurde bei dem sehr kooperativen erwachsenen Patienten ein qualitativ hochwertiges okklusales Ergebnis erreicht (d-f).

2. Die ausgeprägte Expansion des Oberkiefers, um die transversalen Voraussetzungen für eine hochwertige Interkuspitation zu schaffen.
3. Die Realisierung eines palatinalen Wurzeltores und/oder einer körperlichen Retraktion der Oberkieferinzisiven, um die sagittale Relation zu verbessern und gleichzeitig eine kontrollierte Einstellung der Frontzähne zu gewährleisten.

Alle drei genannten Behandlungsziele lassen sich mit VILAs effektiv und vorhersagbar erreichen.^{11, 14, 15, 17, 18, 20–22, 25, 27–33} Aligner hingegen stoßen bei der Umsetzung dieser komplexen biomechanischen Anforderungen häufig an ihre Grenzen.^{27, 34, 35}

Aufgrund der Vielseitigkeit von VILAs kann die Wahl des optimalen Behandlungskonzepts differenziert an die individuellen klinischen Gegebenheiten angepasst werden. So können Klasse II-Korrekturen sowohl mit höherem als auch mit geringerem Maß an Mitarbeit seitens des Patienten durchgeführt werden. Darüber hinaus kann die Korrektur primär durch eine Distalisierung der Oberkieferzähne, durch eine Mesialisierung der Unterkieferzähne oder durch eine Kombination erfolgen. Im Folgenden werden die drei am häufigsten eingesetzten Konzepte zur Klasse II-Korrektur bei erwachsenen Patienten unter Verwendung von VILAs vorgestellt.

Klasse II-Korrektur mit Klasse II-Gummizügen

Auch bei erwachsenen Patienten kann eine Klasse II-Malokklusion von einer halben Prämolarenbreite oder mehr durch die Kombination einer festsitzenden Apparatur mit intermaxillären Klasse II-Gummizügen erfolgreich korrigiert werden, vorausgesetzt, die Mitarbeit des Patienten ist ausreichend. Bemerkenswerterweise waren Janssens et al. die ersten, die

die Effektivität dieses Behandlungskonzepts speziell bei erwachsenen Patienten systematisch nachuntersucht haben.¹⁵ Frühere Studien zur Klasse II-Korrektur mittels festsitzender Apparaturen und intermaxillärer Gummizüge konzentrierten sich überwiegend auf deutlich jüngere Patientenkollektive.³⁶ Eine umfassende Untersuchung dieses Therapieansatzes bei Erwachsenen mit ausreichender statistischer Aussagekraft lag bis dahin nicht vor. In ihrer Studie orientierten sich Janssens et al. methodisch an der Arbeit von Petterson et al., die die Wirksamkeit von Alignern in Kombination mit intermaxillären Gummizügen zur Klasse II-Korrektur untersucht hatten.³⁴ Dabei zeigte sich, dass Aligner selbst bei kooperativen Patienten nicht in der Lage waren, Klasse II-Malokklusionen zuverlässig zu korrigieren.³⁴ In einer Folgestudie an derselben Patientenkohorte berichtete Leavitt, dass selbst nach durchschnittlich 3,6 Refinements und insgesamt 76 Alignern die mittlere sagittale Korrektur lediglich 1,1 mm betrug.³⁵ Die Autoren beider Studien verglichen die Qualität des abschließenden okklusalen Behandlungsergebnisses mit einer Kontrollgruppe von Klasse I-Patienten. Dabei fanden sie signifikante Unterschiede im Gesamtscore nach dem American Board of Orthodontics Objective Grading System (ABO-OGS), wobei die Qualität der Okklusion der Klasse II-Gruppe am Behandlungsende erheblich schlechter ausfiel.^{34, 35} Im Gegensatz dazu konnten Janssens et al. nachweisen, dass VILAs in Kombination mit Klasse II-Gummizügen eine erfolgreiche Klasse II-Korrektur auch bei erwachsenen Patienten ermöglichen. Darüber hinaus war die Qualität des abschließenden Behandlungsergebnisses mit jener von Klasse I-Patienten vergleichbar (Tabelle 1).¹⁵ Da in allen drei Studien eine gute Mitarbeit der Patienten ein Inklusionskriterium war, lässt sich

daraus schließen, dass Aligner die zuvor beschriebenen drei unverzichtbaren Voraussetzungen für eine erfolgreiche Klasse II-Korrektur offensichtlich nicht erfüllen konnten. Die Abbildung 6 zeigt erwachsene Klasse II-Patienten aus der Studie von Janssens et al. vor und nach der Behandlung mit einer VILA in Kombination mit intermaxillären Gummizügen.¹⁵ In diesem Fall konnten alle drei Voraussetzungen erfüllt werden, was zu einer vollständigen Korrektur der sagittalen Diskrepanz auch aufgrund der guten Mitarbeit führte.

Klasse II-Korrektur mit interradiären Minischrauben im Oberkiefer

Bei Patienten mit eingeschränkter Compliance oder bei ausgeprägteren Klasse II-Anomalien können VILAs erfolgreich mit Minischrauben kombiniert werden. Auch in diesen Fällen ist zunächst die vollständige Umsetzung der oben beschriebenen Voraussetzungen von entscheidender Bedeutung, um unerwünschte vorzeitige Frontzahnkontakte während der Distalisierung des gesamten Oberkieferzahnbogens zu vermeiden. Im Jahr 2021 stellten Beyling et al. ein neues Konzept zur Distalisierung des gesamten Oberkieferzahnbogens (Maxillary Total Arch Distalization, MTAD) unter Verwendung interradiärer Minischrauben in Kombination mit VILAs vor.³³ Die Autoren untersuchten die Effizienz der Klasse I-Korrektur in 35 klinischen Situationen unter Einsatz von insgesamt 70 Minischrauben. Dabei wurden durchschnittlich 97 Prozent (3,6 mm) der geplanten sagittalen Korrektur erreicht. Am Ende der Behandlung bestand kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der geplanten und der tatsächlich erzielten Eckzahnrelation. Aufgrund der günstigen Ausgangssituation – insbesondere der erfolgreichen Umsetzung der wichtigsten drei Behandlungsaufgaben vor der sagittalen Korrektur – verlief die Distalisierung des Ober-

Obwohl die Wirksamkeit von Alignern in Kombination mit Minischrauben zur Klasse II-Korrektur bei Erwachsenen häufig postuliert wird, sind dem Autor bislang keine klinischen Untersuchungen bekannt, die diese Annahmen hinsichtlich der Effektivität oder Effizienz eines Aligner-basierten Behandlungskonzepts wissenschaftlich belegen konnten.

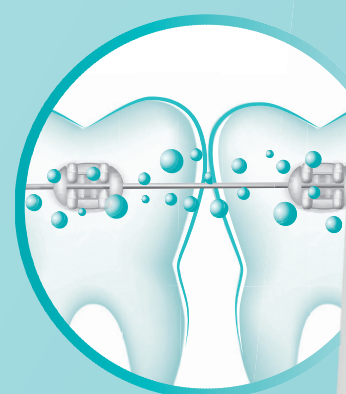
	Patterson et al. ³² Clear Aligner		Leavitt ³³ Clear Aligner		Janssens et al. ¹⁴ CCLA	
	initial	final	initial	final	initial	final
Total ABO	55.98	48.78	60.55	36.77	56.33	17.88
Alignment	21.35	7.13	23.91	6.41	23.25	4.53
Marginal ridges	4.65	5.15	5.68	4.14	4.08	2.73
Buccolingual inclination	2.93	2.50	4.82	3.09	6.20	4.68
Overjet	8.40	9.35	8.50	6.27	6.65	1.60
Occlusal contacts	2.58	12.03	1.77	5.73	2.50	1.50
Occlusal relationship	14.28	13.35	15.41	10.45	12.55	2.85
Interproximal contacts	1.55	0.38	0.68	0.14	1.10	0.00
AP correction achieved	0.25 mm		1.01 mm		3.22 mm	
AP correction achieved versus plan	7%		33%		91%	
ABO exam passed/n	0/40 (0%)		3/22 (13.6%)		38/40 (95%)	

Ruf und Pancherz konnten bereits vor mehreren Jahren günstige dentoalveoläre Effekte der Herbst-Behandlung in Kombination mit vestibulären Multibracketapparaturen bei jungen Erwachsenen mit ausgeprägteren Klasse II-Malokklusionen nachweisen.³⁷ In den von ihnen beschriebenen Behandlungskonzepten ging die aktive Herbst-Phase der anschließenden Multibracketbehandlung in der Regel voraus. In Kombination mit VILAs können jedoch beide Behandlungsphasen gleichzeitig durchgeführt werden.³⁸ Dies stellt einen wesentlichen Vorteil hinsichtlich der Behandlungseffizienz dar, da die funktionelle Korrektur der sagittalen Dis-

krepanz und die präzise orthodontische Zahn-
bewegung parallel erfolgen können.³⁸ Neben
der Effizienz dieser Kombination ist insbeson-
dere die Inklinationskontrolle der Unterkiefer-
frontzähne hervorzuheben. Sowohl Mujagic et
al. als auch Vu et al. berichteten in ihren klini-
schen Untersuchungen über eine hohe Effizi-
enz dieses Behandlungskonzepts sowie über
die Möglichkeit, qualitativ hochwertige ok-
klusale Endergebnisse zu erzielen.^{11, 32} Die
Autoren konnten zeigen, dass auch bei komple-
xen Klasse II-Anomalien eine zuverlässige Kor-
rektur der sagittalen Relation mit gleichzeitig
exzellenter Feineinstellung der Zahnstellung
möglich ist. Wenn die gewünschte dento-
alveoläre Korrektur überwiegend aus dem Un-

Tab. 1: Vergleich der Behandlungsergebnisse aus drei Untersuchungen zur Klasse II-Korrektur bei Erwachsenen mittels intermaxillärer Gummizüge. Patterson et al. bewerteten das Ergebnis nach dem ersten Aligner-Satz.³⁴ Leavitt dokumentierte die Resultate nach durchschnittlich 76 Alignern und 3,6 Refinements.³⁵ Janssens et al. untersuchten die Situation vor und nach einer Behandlung mit vollständig individualisierten linguale Apparaturen in Kombination mit intermaxillären Klasse II-Gummizügen.¹⁶ Die Ergebnisse verdeutlichen die höhere Effizienz der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen im Vergleich zu herausnehmbaren Alignern.

ANZEIGE



**NATUR
PERL
SYSTEM**



Abb. 7a+b: Erwachsene Klasse II-Patienten aus der Studie von Janssens et al.¹⁴ vor (a) und nach der Behandlung (b). Aufgrund der ausgezeichneten Torquekontrolle wiesen alle Patienten am Ende der Behandlung mit VILAs einen verbesserten Interinzisalwinkel auf. Für die Bisslagekorrektur ist in den meisten Fällen eine effiziente Nivellierung mit einer Intrusion der unteren Schneidezähne zwingend erforderlich. Die durchschnittliche Qualität der Okklusion zum Zeitpunkt der Entbänderung war hoch (ABO Objective Grading System [OGS]: 17,1 Punkte).

terkiefer geplant ist und sich der Patient für eine linguale Apparatur entschieden hat, kann die Kombination aus VILA und Herbst-Schienen die Methode der Wahl für die Behandlung moderater bis schwerer Klasse II-Malokklusionen darstellen. Die Abbildungen 8 und 9 zeigen die verschiedenen Behandlungsphasen einer kombinierten VILA-Herbst-Therapie bei zwei Patienten mit einer ausgeprägten Klasse II-Anomalie.

Wenn Marketing auf klinische Wirklichkeit trifft – die Torque-Story

In den vergangenen Jahren haben ästhetisch unauffälligere Behandlungsmethoden in der Erwachsenenkieferorthopädie zunehmend an Akzeptanz gewonnen. Begünstigt durch die umfangreichen Marketingkampagnen großer Aligner-Hersteller ist bei einer wachsenden Zahl potenzieller Patienten das Bewusstsein entstanden, dass Zahnbewegungen auch im Erwachsenenalter möglich und erfolgreich durchführbar sind. Von diesen erheblichen – vor allem finanziellen – Investitionen der Industrie sowie der daraus resultierenden verbesserten öffentlichen Wahrnehmung hat die Kieferorthopädie weltweit profitiert.

Neben einer sorgfältigen diagnosebasierten Behandlungsplanung gehört es jedoch zu den

zentralen Aufgaben der Kieferorthopäden, für den jeweiligen Fall die geeignete Apparatur auszuwählen. Wie bereits dargestellt, erfordert insbesondere die Behandlung einer der häufigsten Fehlbissformen, der Klasse II-Malokklusion, eine exzellente Torquekontrolle im Oberkieferfrontzahnbereich, um ein qualitativ hochwertiges okklusales Ergebnis zu erzielen.^{11, 14, 15, 30, 33, 39} Von entscheidender Bedeutung ist dabei die kontrollierte Positionierung der Oberkieferinzisiven, insbesondere im Bereich des apikalen Wurzeldrittels.³⁰ Die Notwendigkeit einer präzisen Kontrolle der Wurzelposition wird besonders deutlich bei der Behandlung von Klasse II/2-Malokklusionen, ist jedoch ebenso unverzichtbar bei Patienten mit Klasse II/1-Anomalien.^{11, 14, 15, 30, 33, 39} Ohne eine ausreichende Kontrolle der Zahnwurzeln der Oberkieferfrontzähne ist die Einstellung einer prognostisch günstigen Klasse I-Verzahnung im Seitenzahnbereich häufig nicht möglich. In einer der ersten Studien zu diesem Thema berichteten Simon et al. (2014), dass die geplanten Torquebewegungen im Oberkiefer mit Alignern im Durchschnitt zu etwa 50 Prozent umgesetzt werden konnten.⁴⁰ Trotz eines erheblichen Selektionsbias sowie eines offensichtlichen Interessenkonflikts eines der Autoren – der zwar ausdrücklich verneint wurde, zumindest in Deutschland jedoch allgemein

bekannt ist – zählt diese Arbeit bis heute zu den am häufigsten zitierten Publikationen, wenn die Wirksamkeit von Alignern hinsichtlich der Torquekontrolle hervorgehoben werden soll.⁴⁰ Bemerkenswert ist dabei, dass die zitierte Untersuchung in Wirklichkeit keine Torquebewegungen der Wurzeln der Oberkieferinzisiven analysierte, sondern ausschließlich Veränderungen der Inklination. Die verwendete Messmethodik basierte auf digitalen Zahnmodellen und damit auf der Analyse von Zahnkronen. Eine Differenzierung zwischen unkontrollierten Kippbewegungen und kontrollierten Wurzelbewegungen – beispielsweise palatinalen oder vestibulärem Wurzeltorque beziehungsweise bukkolingualer Translation – ist mit einer solchen Methodik grundsätzlich nicht möglich. Vor diesem Hintergrund erscheint die Interpretation der Ergebnisse als Nachweis einer erfolgreichen Torquekontrolle methodisch problematisch. Dennoch werden diese grundlegenden Schwächen einer derartigen Methodik auch in neueren Publikationen zu diesem Themenbereich häufig nicht berücksichtigt.⁴¹ Zunehmend wird deutlich, dass weltweit eine erhebliche begriffliche Uneinheitlichkeit hinsichtlich der Definition des Begriffs Torque in der Kieferorthopädie besteht. Wie bereits dargestellt, hängt der Erfolg einer Klasse II-Korrektur in hohem Maße von der Leistungsfähigkeit

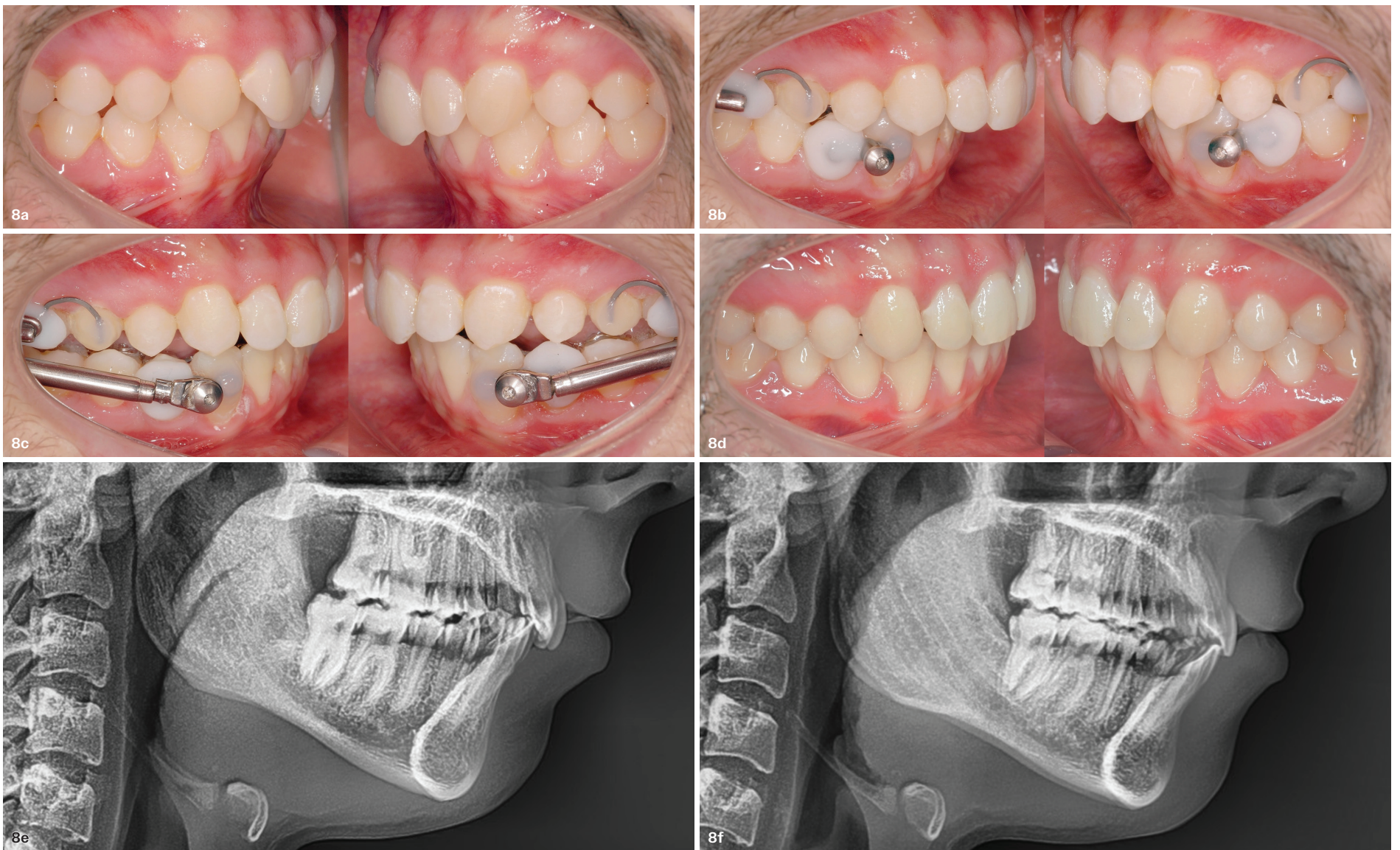


Abb. 8a–f: 17-jährige Patientin aus der Studie von Mujagic et al.¹¹ mit einer vollständigen Klasse II-Molarenrelation beidseits (a). Nach der Nivellierung wurde eine Herbst-Apparatur an den labialen Zahnflächen befestigt (b). Zur Verbesserung des Patientenkomforts während der Adaptationsphase erfolgte eine schrittweise Aktivierung der Herbst-Teleskope (c). Das abschließende okklusale Ergebnis weist eine hohe Qualität auf (d). Die Fernröntgenseitenbilder zeigen eine zufriedenstellende Kontrolle der Schneidezahninklination in beiden Kiefern (e, f).

der eingesetzten Apparatur ab, insbesondere von ihrer Fähigkeit, im Oberkieferfrontzahnbereich eine palatinal gerichtete Bewegung der Wurzelspitze bei gleichzeitig möglichst stabiler Position der Schneidekante zu erzeugen. Genau diese Zahnbewegung wird als palatinaler Wurzel torque (palatal root torque) bezeichnet. Demgegenüber werden die Begriffe Root Torque, Crown Torque oder schlicht Torque in der Literatur häufig uneinheitlich verwendet. Sie können entweder eine tatsächliche Zahnbewegung beschreiben oder lediglich die bestehende Neigung eines Zahnes charakterisieren (Root Torque = Wurzelneigung, Crown Torque = Kronenneigung, Torque = Inklination). Diese begriffliche Unschärfe führt nicht selten zu Missverständnissen bei der Interpretation wissenschaftlicher Ergebnisse. Vor diesem Hintergrund sind auch die Ergebnisse einer kürzlich veröffentlichten Modified-Delphi-Konsensusstudie zur Aligner-Therapie kritisch einzuordnen.⁴¹ Im Abschnitt zu Kippbewegungen führen die Autoren aus, dass die hohe Vorhersagbarkeit dieser Zahnbewegungen auf deren einfache Biomechanik zurückzuführen sei, da unkontrollierte Kippbewegungen keine Torquekontrolle erforderten und bereits durch die Einwirkung einer einzelnen Kraft auf die Zahnkrone ausgelöst werden könnten.⁴¹ An anderer Stelle derselben Publikation wird Torque hingegen als eine der schwierigsten mit Alignern zu realisierenden Zahnbewegungen beschrieben. Gleichzeitig berichten die Autoren, dass die Torqueexpression bei Unterkieferinzisiven etwa 40–60 Prozent des geplanten Wertes betrage und die Vorhersagbarkeit des Torque bei Oberkieferinzisiven ungefähr 50 Prozent erreiche.⁴¹ Die als „Torque“ klassifizierten Bewegungen basierten jedoch auf unkontrollierten Kippbewegungen und nicht auf dem Nachweis tatsächlicher kontrollierter Wurzelbewegungen. Genau hierin liegt das zentrale Problem der Interpretation solcher Daten. Die angegebenen Prozentwerte vermitteln dem Leser den Eindruck einer nachgewiesenen Torquekontrolle, obwohl die zugrunde liegenden Bewegungen biomechanisch einer anderen Kategorie zuzuordnen sind. Die in der zuvor genannten Modified-Delphi-Konsensusstudie zitierten Referenzen zur Torquebewegung beruhen ausschließlich auf Untersuchungen, die digitale Zahnmodelle verwendeten und somit lediglich Veränderungen der Zahnneigung, nicht jedoch tatsächliche Wurzelbewegungen erfassten.^{42–44} Darüber hinaus wurden in der einzigen Arbeit, auf die sich die Aussagen zur Torquekontrolle der Oberkieferinzisiven stützen, ausschließlich Unterkieferinzisiven untersucht.⁴³ Diese Kombination aus uneinheitlicher Terminologie und methodischen Einschränkungen erschwert selbst interessierten Lesern die kritische Einordnung der publizierten Ergebnisse. Letztlich bleibt häufig die vereinfachte, jedoch inhaltlich fragwürdige Bot-

ANZEIGE


ZWP ONLINE
www.zwp-online.info/newsletter

Hol dir dein
**#insider-
wissen**

Mit dem
**Newsletter
Kieferorthopädie**

ZWP ONLINE

Newsletter
**Kieferorthopädie
Nachrichten**

Ausgabe 06/2026 vom 12.08.2026

#dentalnews #insiderwissen #KFO

**Die „Mini-Mausefalle“ zur
präprothetischen Molarenintrusion**



© custom scene – stock.adobe.com

oemus

OEMUS MEDIA AG · Holbeinstraße 29 · 04229 Leipzig · Deutschland · Tel.: +49 341 48474-0 · info@oemus-media.de

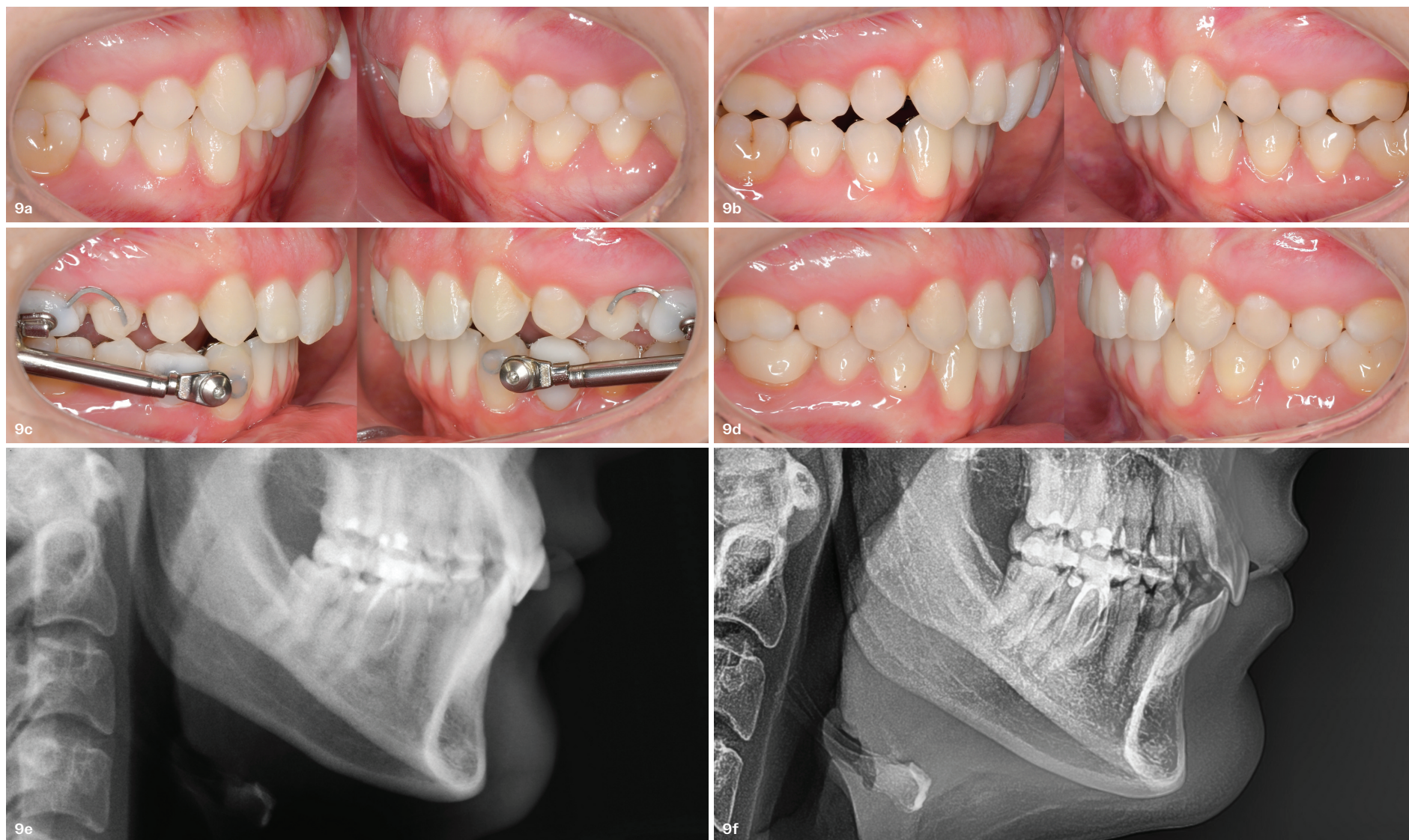


Abb. 9a–f: 34-jährige Patientin mit einer Klasse II/2-Malokklusion und Tiefbiss. Die Klasse II-Anomalie war auf der linken Seite der Patientin stärker ausgeprägt, da der Zahn 36 fehlte (a). Nach der Derotation waren die oberen Schneidezähne weiterhin rekliniert und erforderten einen palatinalen Wurzeltorque. Zudem musste die Spee-Kurve im Unterkiefer weiter nivelliert werden (b). Der Stahlbogen mit zusätzlichem Torque verbesserte während der Herbst-Phase kontinuierlich die Inklination der oberen Schneidezähne (c). Der Interinzisalwinkel am Behandlungsende ist normwertig (d). Die Fernröntgenseitenbilder zeigen eine erfolgreiche Nivellierung der Spee-Kurve sowie einen palatinalen Wurzeltorque der oberen Frontzähne (e, f).

(Alle Bilder: © Prof. Dr. Dr. Dirk Wiechmann)

Erstveröffentlichung: Wiechmann, Dirk: Chances and opportunities of lingual orthodontics in the era of aggressively marketed aligners—Excellence and evidence in care. In: Seminars in Orthodontics 32 (2026), S. 614–622.



Prof. Dr. Dr. Dirk Wiechmann
info@kfo-badessen.de
www.kfo-badessen.de

„Neben einer sorgfältigen diagnosebasierten Behandlungsplanung gehört es jedoch zu den zentralen Aufgaben der Kieferorthopäden, für den jeweiligen Fall die geeignete Apparatur auszuwählen.“

schaft zurück, dass Aligner etwa die Hälfte der geplanten Torquebewegung realisieren könnten und dass eine Überkorrektur dieses Ergebnis zusätzlich verbessern würde. Eine differenzierte Beurteilung tatsächlicher Wurzelbewegungen ist nur auf radiologischer Grundlage möglich. Als Goldstandard für die Analyse kontrollierter Wurzelbewegungen einzelner Inzisiven kann die hochauflösende digitale Volumentomografie (DVT) angesehen werden. Aufgrund strahlenschutzrechtlicher Aspekte stehen entsprechende Datensätze zumindest in Europa nur selten für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung. Hong et al. untersuchten die Bewegungen von insgesamt 120 Oberkieferinzisiven erwachsener Patienten anhand von DVT-Aufnahmen vor und nach der Aligner-Behandlung. Geplant war eine mittlere Inklinationskorrektur von 13° durch palatinalen Wurzeltorque.⁴⁵ Die Autoren berichteten, dass 47 Prozent der vorgesehenen Inklinationsänderung erreicht wurden. Die Analyse der tatsächlichen Zahnbewegungen zeigte jedoch, dass es sich ausschließlich um unkontrollierte Kippbewegungen handelte: Die Schneidekante verlagerte sich in die eine Richtung, während sich die Wurzelspitze in vergleichbarem Ausmaß in die entgegengesetzte Richtung bewegte. Damit entsprach das beobachtete Bewegungsmuster nicht einer kontrollierten palatinalen Wurzelbewegung, sondern einer klassischen Kippbewegung um ein Rotationszentrum innerhalb der Zahnwurzel. Dennoch formulierten die Autoren, dass die mit Alignern erzielte Torquebewegung signifikant geringer gewesen sei als die geplante und eine mittlere Effektivität von $46,81 \pm 33,95$ % erreicht habe.⁴⁵ Gerade dieses Beispiel verdeutlicht die Problematik der inkonsistenten

Nomenklatur in der aktuellen Literatur. Wenn unter dem Begriff „Torque“ auch reine Kippbewegungen subsumiert werden, können Prozentangaben zur „Torqueeffizienz“ leicht missverstanden werden. Aus biomechanischer Sicht lag in der genannten Untersuchung überhaupt keine relevante Zahnbewegung im Sinne eines palatinalen Wurzeltorques vor. Da die Wurzelspitzen im Mittel nicht stärker bewegt wurden als die Zahnkronen, wurde der ursprünglich geplante palatinale Wurzeltorque faktisch nicht erreicht.^{45,46}

Diese Studie liefert somit ein anschauliches Beispiel dafür, dass die Beurteilung der Torquekontrolle nicht allein auf Veränderungen der Zahnneigung gestützt werden kann. Für die wissenschaftliche Bewertung entsprechender Behandlungsergebnisse ist vielmehr die direkte Analyse der Wurzelbewegung erforderlich. Nur so lässt sich zuverlässig unterscheiden, ob eine Apparatur tatsächlich kontrollierte Wurzelbewegungen erzeugt oder lediglich unkontrollierte Zahnkippen bewirkt. Diese Unterscheidung hat insbesondere bei der Behandlung sagittaler Fehlbisse eine erhebliche klinische Relevanz, da die Qualität des Behandlungsergebnisses wesentlich von der präzisen dreidimensionalen Positionierung der Zahnwurzeln abhängt.

Der Weg nach vorn – Ethik und wirtschaftlichen Erfolg gemeinsam denken

Fragt man heute Teilnehmer postgradualer Weiterbildungsprogramme, ob sie lieber lernen möchten, Zähne zu kippen oder kontrollierte körperliche Zahnbewegungen durchzuführen, fällt die Antwort in der Regel eindeutig aus. Als

Lehrende und Mentoren dieser hochqualifizierten jungen Kollegen sollten wir vermeiden, den Eindruck zu vermitteln, die Industrie habe die Natur bereits links überholt. Behandlungskonzepte, die auf herausnehmbaren Apparaturen beruhen, können – heute wie auch in Zukunft – nur in begrenztem Umfang kontrollierte Zahnbewegungen generieren. Ihr Wirkungsspektrum konzentriert sich überwiegend auf Kippbewegungen, deren klinischer Erfolg zudem maßgeblich von der Mitarbeit des Patienten abhängt.

Ein fundiertes Verständnis kieferorthopädischer Biomechanik in Kombination mit umfangreicher klinischer Erfahrung bleibt auch beim Einsatz von VILAs daher eine wesentliche Voraussetzung, um optimale Behandlungsergebnisse in möglichst kurzer Zeit zu erzielen. Gleichzeitig bildet dies die Grundlage für den auch wirtschaftlich erfolgreichen Einsatz hochwertiger Behandlungssysteme. Andererseits muss jede bewusste, wirtschaftlich motivierte Absenkung der angestrebten Behandlungsqualität im medizinischen Kontext als Selbstbetrug betrachtet werden, und wie wir alle wissen, geht der Selbstbetrug nicht bis in die letzte Stunde.^{47,48}

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zahlreicher aktueller Untersuchungen zeigen, dass die Linguale Orthodontie in den letzten Jahren einen deutlichen Entwicklungsfortschritt erfahren hat. Durch die Kombination moderner lingualer Behandlungssysteme mit einer fundierten, idealerweise universitären Ausbildung können Kieferorthopäden qualitativ hochwertige Behandlungsergebnisse mit sehr ästhetischen festsitzenden Apparaturen erzielen.



BIOQUICK®

20

YEARS



Click. Done.



DGKFO
2026

01.-03.10.2026
Stand: EG 57

forestadent.com

PRECISION IN ORTHODONTICS

 **FORESTADENT®**