

# Ästhetisch ansprechende, klinisch zuverlässige Behandlungslösung

Von Dr. Alexander Gebhardt, Bad Wildungen.

## Einleitung

Patienten, die sich heutzutage einer kieferorthopädischen Behandlung unterziehen, zeigen einen deutlich gestiegenen ästhetischen Anspruch. Neben im Beruf stehenden Erwachsenen sind es auch jugendliche Patienten, die nicht nur ihr Lächeln verschönern wollen, sondern eine „attraktivere“ Ästhetik ihrer Apparatur wünschen. Dieses zunehmende ästhetische Bewusstsein motivierte die herstellende Dentalindustrie, verschiedene Behandlungsapparaturen zu entwickeln, die neben einer adäquaten technischen Leistungsfähigkeit für

den Kliniker vor allem auch eine akzeptable Ästhetik für den Patienten gewährleisten.

Heute erfüllen neben deutlich größenreduzierten labialen Metallbrackets (Minibrackets) u. a. linguale Bracketssysteme sowie Aligner diese Kriterien, wobei mit Letzteren insbesondere einfache bis mittelschwere Fehlstellungen behandelt werden können. Komplexere Fälle benötigen oftmals noch den Einsatz einer festsitzenden Apparatur.<sup>1</sup> Darüber hinaus sind verschiedene ästhetische Brackets verfügbar (darunter mit Rhodium oder Weißgold beschichtete Edelstahlbrackets),

wobei das Keramikbracket heute eines der beliebtesten Ästhetiklösungen darstellt. Mit ihm steht ein Produkt zur Verfügung, das sowohl den gesteigerten ästhetischen Ansprüchen der Patienten Rechnung trägt als auch als Alternative zur Lingualtechnik angesehen werden kann.<sup>2</sup>

## Entwicklung ästhetischer Brackets

Betrachtet man die Anfänge ästhetischer Brackets, gab es zunächst die Kunststoffbrackets, welche in den frühen 1970er-Jahren auf den Markt



**Abb. 1a–c:** TruKlear® Brackets kommen gänzlich ohne Metallteile aus und sind daher ästhetisch sehr ansprechend. **Abb. 2a und b:** Die mit inversen Haken versehene Bracketbasis ist gewölbt und somit an die anatomische Zahnkronenform angepasst (a). Das Pauls-Tool (hier beim Debonding von QuicKlear® Brackets dargestellt) gewährleistet die splitter- und bruchfreie Entfernung der Brackets ohne Schmelzausrisse. (© FORESTADENT)

kamen. Sie waren anfänglich aus Acryl, später aus Polycarbonat gefertigt und zeigten schon bald Nachteile wie Verfärbung, Geruchsbildung oder einen Mangel an Härte und Steifigkeit. Diese unzureichende Materialfestigkeit führte zu Problemen beim Kleben, zu Verformungen oder gar zum Bracketbruch. Um sie zu beheben, war der Einsatz von Füllstoffen erforderlich. So wurden die bisherigen Kunststoffbrackets durch Keramik oder Glasfaser verstärkt und/oder mit einem Metallslot versehen, um ungewollten Verformungen (die z. B. bei der Applikation von Torque auftraten) entgegenzuwirken.<sup>1</sup>

In den 1980er-Jahren wurden dann erste Keramikbrackets eingeführt. Sie bieten eine extrem hohe Materialhärte und somit eine bessere Resistenz gegenüber Deformation. So ist der Härtegrad von Keramikbrackets (Knoop Hardness Number, KHN 2400-2450) fast neunmal höher als der von Edeldahlbrackets (KHN ca. 280) oder rund siebenmal höher als der von Zahnschmelz (KHN 343).<sup>3</sup> Zudem sind sie farbbeständiger und bieten daher eine ausgezeichnete Ästhetik.<sup>1</sup> Die atomare Struktur, welche Keramikbrackets ihre Härte und Resistenz gegenüber hohen Temperaturen sowie ihre chemische Beständigkeit verleiht, macht jedoch gleichzeitig ihren deutlichsten Mangel aus – die Sprödigkeit.<sup>4</sup>

### Fertigungsprozesse keramischer Brackets

Heute am Markt erhältliche Keramikbrackets sind aus Aluminiumoxid zusammengesetzt und je nach Fertigungsmethode in polykristalliner oder monokristalliner Form erhältlich.<sup>2</sup>

#### Polykristalline Herstellung

Polykristalline Keramikbrackets werden aus gesinterten Aluminiumoxid-Partikeln hergestellt. Die Fertigung erfolgt hierbei durch Mischen der Partikel (Keramikpulver) mit einem organischen Binder zu einer homogenen spritzbaren Masse, dem Feedstock. Diese wird in eine entsprechende Kavität (Bracketform) spritzgegossen

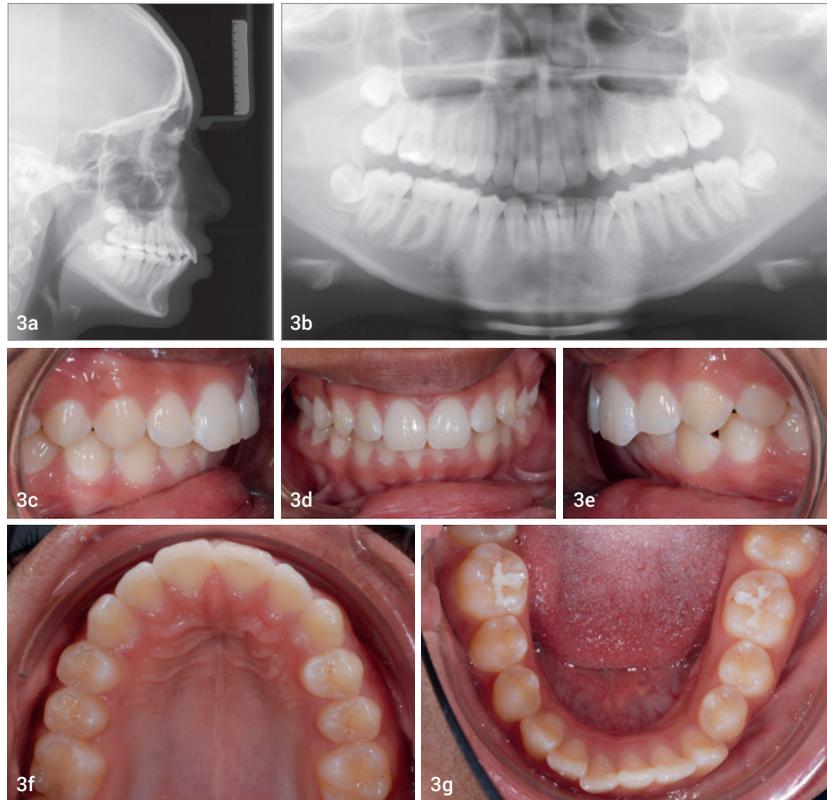


Abb. 3a–g: Klinische Ausgangssituation: FRS (a) und OPG (b) sowie intraorale Aufnahmen (c–g).

(CIM – Ceramic Injection Molding). Dem so erhaltenen Spritzgießteil, dem Grünkörper, wird zunächst der zur Formgebung nötige Binder wieder entzogen (Entbindern), meistens thermisch bei relativ geringen Temperaturen unter 600 °C. Anschließend wird das Material bei hohen, unterhalb der

Schmelztemperatur liegenden Gradzahlen verdichtet (Sintern), wodurch eine extrem hohe Materialfestigkeit erreicht wird. Beim Aluminiumoxid werden im Sinterprozess Temperaturen von bis zu 1.800 °C erreicht. Der CIM-Prozess ist so ausgereift, dass engste Maßtoleranzen und höchste

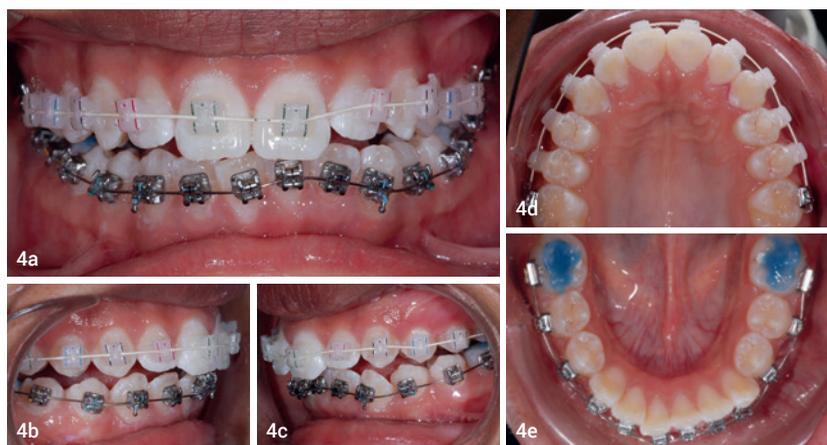
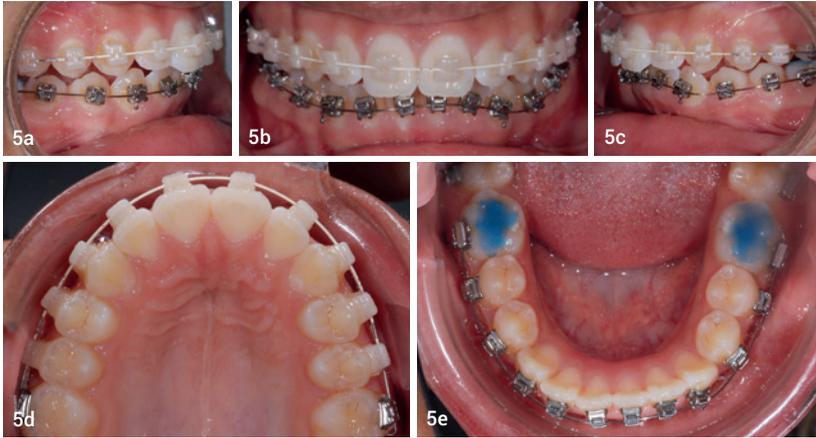


Abb. 4a–e: Einbau der Behandlungsapparatur: Im Oberkiefer wurden von 5-5 TruKlear® Keramikbrackets und auf den oberen ersten Molaren Quick® 2.0 Brackets geklebt. Im Unterkiefer kamen ausschließlich Quick® 2.0 Brackets zum Einsatz. Die initialen Bögen waren ein .016" BioCosmetic® (OK) bzw. ein .014" BioStarter®. (© Abb. 3 und 4; Dr. Alexander Gebhardt)



**Abb. 5a–e:** Klinische Situation vier Wochen nach Behandlungsbeginn. **Abb. 6a–e:** Acht Wochen nach Behandlungsbeginn erfolgte im Unterkiefer ein erster Bogenwechsel. Es wurde ein .018" thermoaktiver NiTi einligiert.

Genauigkeiten (z. B. die Slotdimensionen) gewährleistet sind. Als Nachbearbeitung erfolgt in der Regel lediglich eine Oberflächenpolitur, welche die Ästhetik der transluzenten Brackets weiter erhöht.

#### Monokristalline Herstellung

Monokristalline Keramikbrackets durchlaufen einen völlig anderen Fertigungsprozess. Bei diesem wird Aluminiumoxid bei Temperaturen von bis zu 2.100 °C geschmolzen und die geschmolzene Masse anschließend langsam abgekühlt, um eine sorgfältig kontrollierte Kristallisation zu ermöglichen. Das Ergebnis dieses Vorgangs ist ein einzelner Kristall eines künstlichen Saphirs. Diese großen Monokristalle werden durch Fräsen in die entsprechenden

Formen und Dimensionen der verschiedenen Brackets gebracht. Das geschieht mithilfe von Ultraschall-Schneidetechniken, Diamantschleifern oder einer Kombination aus beidem. Um Oberflächenmängel (Unreinheiten, Unebenheiten) sowie verbliebene Spannung zu beseitigen, erfolgt hier eine Hitzebehandlung.<sup>4</sup>

Monokristalline Keramikbrackets sind aufgrund des Fräsens wesentlich aufwendiger herzustellen als polykristalline Brackets und in ihrer Formgebung beschränkt. Der optisch offensichtlichste Unterschied zwischen beiden ist deren unterschiedliches Maß an Klarheit. Während polykristalline Keramikbrackets zahnfarben erscheinen, verfügen monokristalline über eine hohe Transluzenz.<sup>1</sup>



**Abb. 6a–e:** Acht Wochen nach Behandlungsbeginn erfolgte im Unterkiefer ein erster Bogenwechsel. Es wurde ein .018" thermoaktiver NiTi einligiert.

### Klinische Zuverlässigkeit dank zunehmenden Know-hows

Die Entwicklungsanfänge keramischer Brackets waren oft noch mit dem Auftreten unerwünschter Nebeneffekte wie Zahnschmelzabrasionen, (im Vergleich zu Stahlbrackets) erhöhten Friktionswerten oder einer Bruchanfälligkeit des Materials verbunden.<sup>5–8</sup> Ein über die Jahre zunehmend besseres Verständnis der Eigenschaften von Keramik und Zahnschmelz, der Haftkraft verschiedener Adhäsivsysteme oder die Einführung neuer Methoden des Debondings haben den Herstellern jedoch dabei geholfen, zunehmend zuverlässigere und klinisch sichere Keramikbrackets zu entwickeln.<sup>8</sup> Heute steht dem Behandler eine Vielzahl bewährter Systeme unterschiedlichster Designs zur Verfügung. Keramikbrackets sind daher längst zu einem festen Bestandteil des kieferorthopädischen Praxisalltags geworden.

#### TruKlear® Bracket

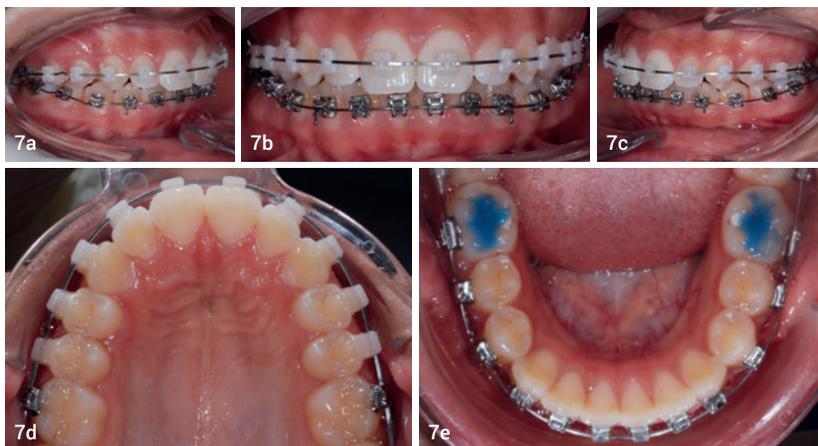
Eines der neueren Bracketsysteme, das seit seiner Markteinführung im Jahre 2014 in unserer Praxis zur routinemäßigen Anwendung kommt, ist das selbstligierende TruKlear® Keramikbracket (Fa. FORESTADENT, Pforzheim/Deutschland). Bei diesem imponiert uns insbesondere die hohe Ästhetik. Während verschiedene, aktuell am Markt erhältliche SL-Keramiksyste-me entweder über einen Metallclip oder einen metallenen Haltemechanismus für den Clip verfügen, ist TruKlear® vollständig ästhetisch. Es weist keinerlei durchschimmerndes Metall auf. Sowohl der Bracketkörper als auch der Schieber sind aus einer Spezialkeramik gefertigt, der im Korpus verborgene Schiebermechanismus aus zahnfarbenem Kunststoff (Polyetheretherketon, PEEK). Dadurch kann anspruchsvollen Patienten für die Dauer ihrer festsitzenden Behandlung eine sehr hohe Ästhetik geboten werden. Zudem profitieren Nickelallergiker von den gänzlich fehlenden Metallteilen (Abb. 1a–c).

Das passiv selbstligierende Bracket wird im CIM-Verfahren (Ceramic Injection Molding) hergestellt, welches, wie beschrieben, nahezu uneingeschränkte Möglichkeiten in der Formgebung und eine mit Metallbrackets vergleichbare Festigkeit gewährleistet. Spezielle Prozesse zur Endbearbeitung der Oberfläche ermöglichen beim TruKlear® zudem die Realisierung eines äußerst glatten Finishes, wodurch die Konturen des Bracketkorpus abgerundet und ein hoher Tragekomfort realisiert werden kann. Zudem können aufgrund der Oberflächenglätte keine Einlagerungen in Ritzen oder Spalten erfolgen, sodass eine Resistenz gegenüber Verfärbungen und somit eine dauerhafte Ästhetik gegeben ist.

Was das Design des Slots betrifft, ist dieser beim TruKlear® besonders passungsgenau gestaltet. Somit können selbst größer dimensionierte Bögen (.025") eng geführt werden, was sich wiederum positiv auf die Übertragung von Torque und Rotation auswirkt. Die Slotenläufe sind verrundet, woraus weniger Kerbeffekte – selbst bei Fällen mit starker Bogenauslenkung – resultieren. Der Slot selbst ist mit vier Kontaktrippen versehen, im Gegensatz zu anderen Keramikbrackets, woz. B. eine einzige Rille entlang des Slotbodens verläuft. Diese vier Rippen tragen zur Unterstützung der Gleiteigenschaften sowie zur Minimierung von Klemmeffekten bei.

Der Schieber öffnet bei diesem Bracket nach gingival, wodurch sich vorteilhafterweise keine Speisereste einlagern können. Zudem ist er slotseitig sehr breit gestaltet, woraus eine zuverlässige Übertragung von Rotationen resultiert. Durch seine Rastfunktion ist dabei selbst bei stark rotierten Zähnen ein sicherer Halt des Schiebers gegeben.

Wie allgemein bekannt, wird die Scherhaftfestigkeit von Brackets insbesondere vom Design ihrer Basis beeinflusst, so auch beim Keramikbracket. Um die mechanische Retention des Adhäsivs zu optimieren, sind TruKlear® Brackets mit einer inversen Hakenbasis ausgestattet (Abb. 2a). Die Ha-



**Abb. 7a–e:** Klinische Situation nach gut fünfmonatiger Behandlung. Nachdem im Oberkiefer zwischenzeitlich ein .018" x .025" BioCosmetic® Bogen für die Dauer von vier Wochen zur Anwendung kam, erfolgte ein erneuter Bogenwechsel. In beiden Kiefern wurde ein .021" x .025" thermoaktiver NiTi-Bogen einligiert.

ken beugen zudem der Gefahr von Schmelzausrissen oder -sprüngen beim Debonding vor. In unserer Praxis setzen wir zum Debonding der Apparatur nach erfolgter Behandlung ein spezielles Entfernungswerkzeug (Pauls-Tool) ein. Mit dessen Hilfe können die Brackets fragmentfrei und ohne Schmelzausrisse abgenommen werden (Abb. 2b).

### Klinisches Fallbeispiel

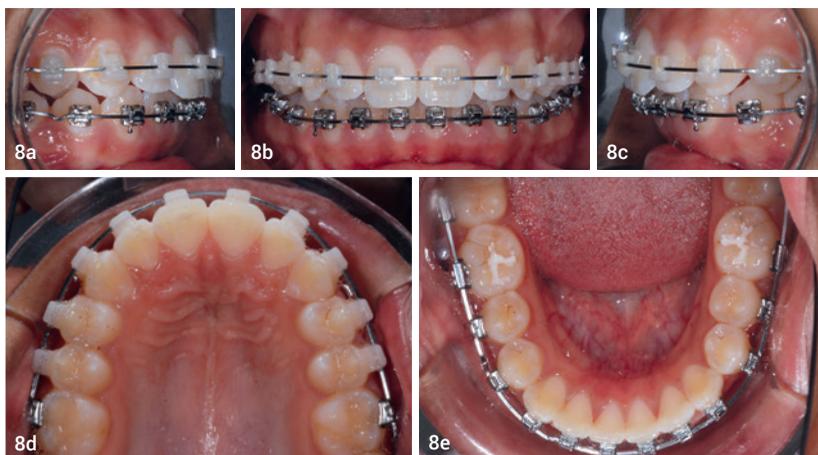
Anhand eines Behandlungsfalls soll abschließend die klinische Anwendung der TruKlear® Brackets gezeigt werden.

### Diagnose

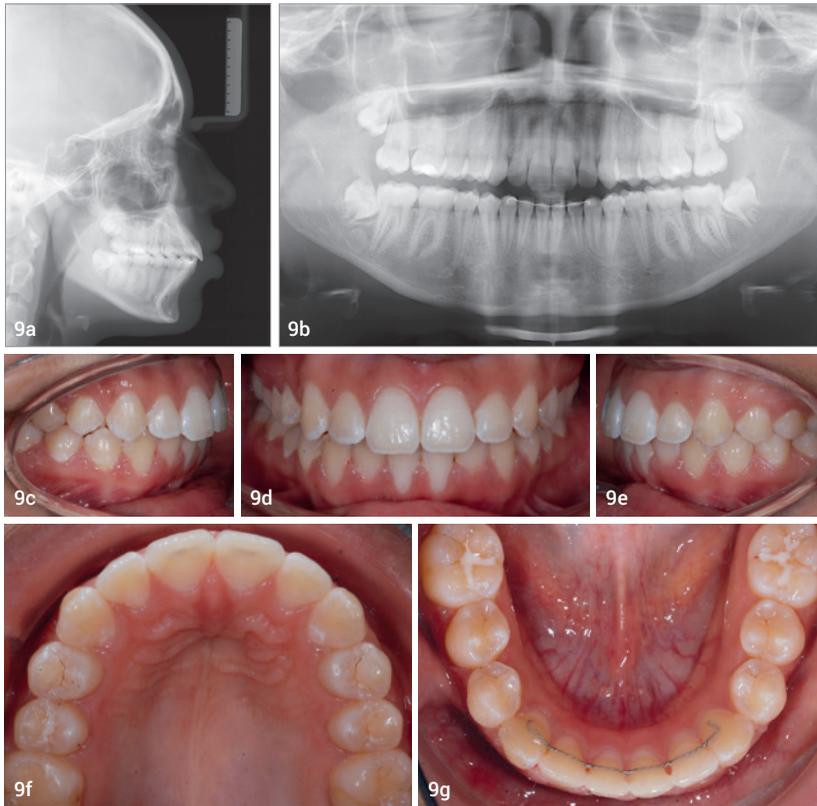
Die zu Beginn der Behandlung 13-jährige Patientin zeigte eine skeletale Klasse I (ANB-Winkel = 4,5° / Wits-Wert = 2,0 mm) mit beidseitiger Neutralokklusion im Molarenbereich. Ferner waren ein Overjet von 2–5 mm, ein tiefer Biss mit Overbite von 3–4 mm sowie ein Engstand in der unteren Front erkennbar (Abb. 3a–g).

### Behandlungsplan

Dieser umfasste das Ausrunden der Unterkieferfront zur Auflösung des Engstandes sowie die Korrektur der Einzelzahnfehlstellungen im OK/UK. Durch Heben des tiefen Bisses sollte eine Nivel-



**Abb. 8a–e:** Nachdem zwischenzeitlich eine Reduzierung der Aufbisse erfolgt war, waren diese nun vollständig entfernt. Die intraoralen Aufnahmen zeigen die Situation nach zehnmönatiger Behandlung. Die Zahnbögen sind ausgeformt und die Therapieziele nahezu vollständig umgesetzt. Es erfolgte die Abformung für den UK-Lingualretainer. Einen Monat später (nach elf Monaten aktiver Behandlung) war der Entbänderungstermin angesetzt. (© Abb. 5–8: Dr. Alexander Gebhardt)



**Abb. 9a–g:** FRS (a) und OPG (b) nach Entbänderung. Das Entfernen der Apparatur erfolgte erst weitere 15 Monate später, da diese auf Wunsch der Patientin bzw. deren Eltern noch zur Stabilisierung des Ergebnisses in situ bleiben sollte. Die intraoralen Aufnahmen (c–g) zeigen die Situation nach insgesamt 26 Monaten. Im Unterkiefer wurde zur Retention ein Lingualretainer geklebt. (© Dr. Alexander Gebhardt)

lierung der Spee'schen Kurve erreicht werden. Zudem war ein Torquen der oberen und unteren Front erforderlich.

### Behandlungsverlauf

Im Oberkiefer wurden TruKlear® Keramikbrackets geklebt, während im Unterkiefer Quick® 2.0 Brackets (Fa. FORESTADENT, Pforzheim/Deutschland) zum Einsatz kamen. Auch wenn TruKlear® Brackets für den Ober- und Unterkiefer (5-5) erhältlich sind, entschieden wir uns aufgrund des Tiefbisses der Patientin im Unterkiefer für Edelstahlbrackets. Zudem wurden aus Ultra Band-Lok®

(Fa. Reliance, Itasca, Illinois/USA) seitliche Aufbisse für die unteren 6er gefertigt, um einer Schädigung der Inzisalkanten der OK-Front sowie unerwünschten Bracketverlusten vorzubeugen. Als initiale Bögen kamen im Oberkiefer ein .016" BioCosmetic® und im Unterkiefer ein .014" BioStarter® (beide Fa. FORESTADENT, Pforzheim/Deutschland) zur Anwendung (Abb. 4a–e).

Die Abbildung 5 zeigt die klinische Situation nach vierwöchiger Behandlung. Nach zwei Monaten erfolgte im Unterkiefer der erste Bogenwechsel. Es wurde nun ein .018" thermoaktiver NiTi (BioStarter®, Fa. FORESTADENT) einligiert (Abb. 6a–e). Weitere zwei Monate später wurde der initiale Rundbogen im Oberkiefer gegen einen Vierkantbogen der Dimension .018" x .025" (BioCosmetic®) getauscht.

Fünf Monate nach Behandlungsbeginn erfolgte sowohl im OK als auch im UK der Wechsel auf einen .021" x .025"

thermoaktiven NiTi (BioTorque®, Fa. FORESTADENT; Abb. 7a–e). Beim nächsten Kontrolltermin zwei Monate später konnten die Aufbisse dann reduziert bzw. ganz entfernt werden. Weitere zehn Wochen (Abb. 8a–e) später wurde abgeformt, um den lingualen Klebretainer für den Unterkiefer anpassen zu können. Zum Kleben des UK-Retainers kam es gute fünf Wochen später jedoch erst einmal nicht, da die Apparatur auf Wunsch der Patientin und ihrer Eltern zur Stabilisierung noch in situ bleiben sollte. Erst nach weiteren 15 Monaten wurde diese dann entfernt (Abb. 9a–g). Die Gesamtbehandlungsdauer betrug damit insgesamt 26 Monate.

### Fazit

Seit nunmehr fünf Jahren kommen in unserer Praxis TruKlear® Brackets zur Anwendung. Sie entsprechen nicht nur den heute hohen ästhetischen Ansprüchen der Patienten, sondern stellen darüber hinaus eine zuverlässige, leicht handhabbare Apparatur zur effektiven Umsetzung klinischer Behandlungsziele dar.

### kontakt



#### Dr. Alexander Gebhardt

Praxis für Kieferorthopädie  
 Quellenstraße 36  
 34537 Bad Wildungen  
 Tel.: 05621 969561  
 Fax: 05621 969567  
 www.docgebhardt.de



Infos zum Autor



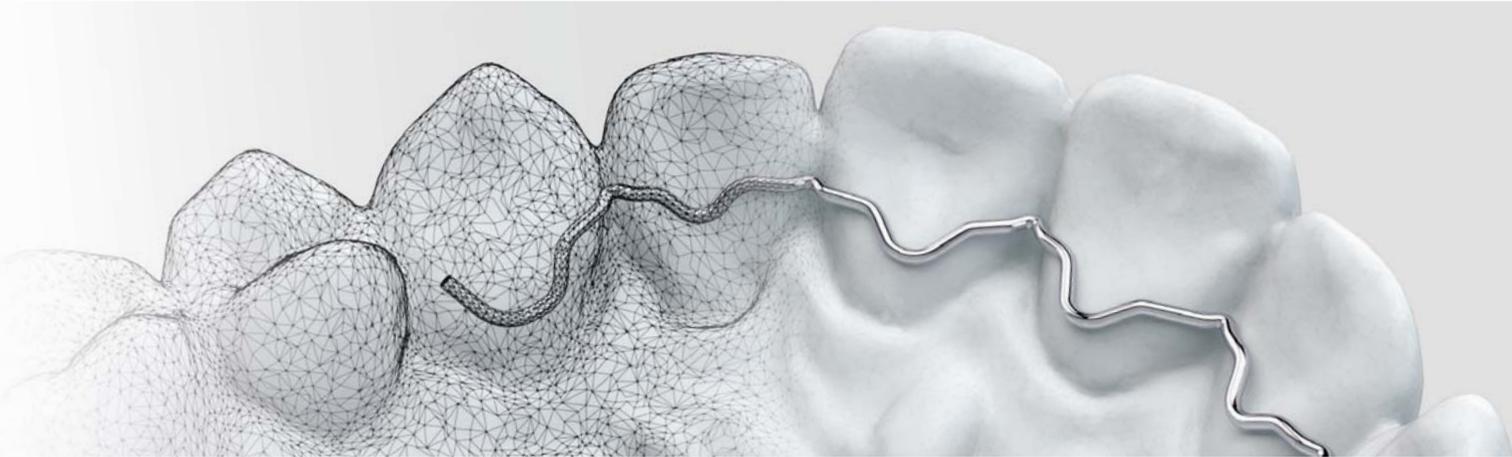
Literatur

### Über TruKlear®

TruKlear® Keramikbrackets werden in den Systemen Roth und McLaughlin/Bennett/Trevisi angeboten. Sie sind mit .0180"er sowie .0220"er Slot von 5-5 für den Ober- sowie Unterkiefer verfügbar.



**DENTAURUM**  
**DIGITAL**



Die innovative Bestellplattform für Produkte von morgen.

Verfügbare Produkte.

**Modelldruck**

Sockelmodelle und Zahnkranzmodelle für die Kieferorthopädie.

**Retainer 3D**

Einzigartige Passung durch dreidimensionale Konstruktionsgestaltung.



Jetzt entdecken: [digital.dentaurum.de](https://digital.dentaurum.de)

**D**  
**DENTAURUM**