



Franziska Bock, Heiko Goldbecher, Annemarie Stolze

Klinische Erfahrungen mit verschiedenen selbstligierenden Bracketsystemen

INDIZES *Selbstligierende Brackets, ligaturenfreie Brackets, friktionsarme Zahnbewegungen*



Franziska Bock
Dr. med. dent.

Heiko Goldbecher
Dr. med. dent.

Annemarie Stolze
Dr. med. dent.
Mühlweg 20
06114 Halle
E-Mail:
heikogoldbecher@web.de

Selbstligierende Brackets erlauben effektive und effiziente kieferorthopädische Behandlungen. Ihnen wird nachgesagt, dass sie weniger Friktion als konventionelle Brackets erzeugen, so dass Zähne mit vergleichsweise geringen Kräften bewegt werden können. Außerdem soll die Behandlungszeit signifikant kürzer sein als mit herkömmlichen Brackets, bei denen die Bögen mit elastischen Ligaturen fixiert werden. Ferner sind einige selbstligierende Brackets im Vergleich mit konventionellen Brackets vorteilhafter im Hinblick auf Ästhetik, Annehmlichkeit und Mundhygiene. Die vorliegende klinische Untersuchung vergleicht sieben verschiedene selbstligierende 22er Bracketsysteme mit Roth-Programmierung und stellt deren Vor- sowie Nachteile dar.

■ Einleitung

So genannte selbstligierende Brackets gibt es seit mehr als 70 Jahren. Tabelle 1 gibt einen Überblick über unterschiedliche Modelle mit der Jahreszahl ihrer Vorstellung und der Person/des Unternehmens, auf die/das ihre Entwicklung zurückgeht.

Selbstligierende Brackets sollen im Vergleich zu konventionellen kürzere Stuhlzeiten erfordern, Zähne schneller bewegen, für den Patienten angenehmer sein und weniger Drahtbiegeaufwand nötig machen. Zudem ist ihre Gleitreibung geringer als die von Brackets, bei denen die Bögen mit Elastiks ligiert werden. Allerdings hängt die Friktion neben dem Bracket auch wesentlich vom verwendeten Draht ab^{1,6,13,17,22,24,29}. Bei einem Lückenschluss mittels Gleitmechanik wirken auf einen Zahn durch Friktion bedingt oft nur 50 % der eingesetzten Kraft ein^{9,10,27,28}. Um diesen Nachteil zu beseitigen, wurden in den letzten Jahren vermehrt ligaturenfreie Brackets entwickelt und untersucht^{4,7,14,17,18,20-22,24,25,31,32,34,35}. Derartige Bracketsysteme sollen außerdem die Häufigkeit von Wurzelspitzenresorptionen verringern.

Nach der Art des Verschlussmechanismus werden zwei Gruppen ligaturenfreier Brackets unterschieden:

Tab. 1 Bracketmodelle von 1935 bis 2005.

| Jahr | Entwickler/ Unternehmen | Bezeichnung |
|------|----------------------------|--------------------------------|
| 1935 | J. Stolzenberg | Russel-Attachment ⁵ |
| 1971 | A. J. Widman | Edgelok-Bracket ⁵ |
| 1973 | F. Sander | Mobil-Lock-Bracket |
| 1976 | G. H. Hanson | Speed-Bracket |
| 1986 | E. Plechtner | Activa-Bracket |
| 1994 | W. Heiser | Time-Bracket ¹⁴ |
| 1996 | D. Damon | Damon-SL-Bracket |
| 1997 | J. Voudouris | InOvation-Bracket |
| 1998 | A. J. Widman | Twinlock-Bracket |
| 1999 | D. Damon | Damon-2-Bracket |
| 2004 | N. Abels | Opal-Bracket |
| 2004 | Unitex | SmartClip-Bracket |
| 2005 | D. Damon | Damon-3-Bracket |
| 2005 | Forestadent | Quick-Bracket |

aktive und passive Systeme. Bei den passiven Systemen (Damon, Twinlock, Opal, SmartClip) wird der Bracketschlitz durch einen starren Riegel verschlossen, während bei den aktiven Systemen (InOvation, Speed, Time, Quick) ein federnder Verschluss ab

einer bestimmten Drahtdimension Kräfte auf den Bogen überträgt, der in den Bracketschlitz hineingedrückt wird. In-vitro-Untersuchungen zeigen für aktive Systeme eine höhere Friktion als für passive; dafür haben Erstere aber eine bessere Rotations- und Kippkontrolle^{34,37}.

Zahlreiche Autoren sind der Auffassung, dass von Beginn der Nivellierungsphase an die Friktion bei selbstligierenden Brackets signifikant niedriger ist^{19,24,30,32,33}. Allerdings gibt es auch eine Reihe von Untersuchern, die zu einem gegenteiligen Ergebnis gekommen sind^{2,3,26,27,30,36}. Bei geringer Friktion können biologisch optimale Zahnbewegungen mit minimalen Kräften erfolgen, was bei den betroffenen Patienten zu weniger Schmerzen führt³. Wird die Effektivität von Zahnbewegungen durch eine geringere Friktion verbessert^{8,12,38,39}, hat dies eine deutlich verkürzte Behandlungszeit zur Folge^{11,15,23}.

Da einige der angebotenen selbstligierenden Brackets stark miniaturisiert sind, ist anzunehmen, dass die Zahnreinigung einfacher ist und das Demineralisationsrisiko gesenkt wird. Zusätzlich reduziert der Verzicht auf elastische Ligaturen die Retentionsstellen für bakterielle Plaque³⁰. Das Fehlen von Ligaturen erhöht ferner den Patientenkomfort. Zur Verbesserung der Ästhetik werden inzwischen auch teilweise (Damon 3) oder vollständig (Opal) zahnfarbene selbstligierende Brackets angeboten.

■ Material und Methode

In einer vergleichenden klinischen Untersuchung wurden sieben selbstligierende Bracketsysteme (jeweils 22er Roth-Programmierung) verglichen:

- Damon 3 (Ormco, Orange, USA),
- InOvation-R (GAC, Bohemia, USA),
- Opal (Ultradent, South Jordan, USA),
- Quick (Forestadent, Pforzheim, Deutschland),
- SmartClip (3M Unitek, Monrovia, USA),
- Speed (Strite Industries, Cambridge, Kanada) und
- Time II (American Orthodontics, Sheboygan, USA).

Pro System wurden in den Jahren 2004 bis 2006 in derselben Praxis mindestens 25 Patienten unterschiedlichen Alters behandelt und die Besonderheiten der verschiedenen Systeme dokumentiert.

Bei der Bewertung wurden neben der klinischen Handhabung (Verhalten beim Befestigen, Öffnungs-/Schließmechanismus, Fixieren von Bögen, Gleitmechanik, Möglichkeiten der Anwendung von Zusatzelementen und Zwillingsbögen, Kippkontrolle, Verluste, Defekte sowie Bracketverluste) auch die Ästhetik (Bracketdesign, Größe), der Patientenkomfort (Weichgewebsirritationen, Schmerzen) und die Hygiene (Retention von Plaque, Reinigungsmöglichkeit) berücksichtigt.

Die Begutachtung der verschiedenen Bracketsysteme erfolgte durch insgesamt drei Behandler mit Hilfe eines vorher gemeinsam entwickelten Analysebogens. Dabei wurden die einzelnen Charakteristika von ausgezeichnet (+++) bis unbefriedigend (---) bewertet (Tab. 2). Das erfolgte zunächst unabhängig durch jeden einzelnen Behandler. Dann wurden die individuellen Ergebnisse verglichen und miteinander diskutiert, wobei sich eine weitgehende Übereinstimmung zeigte. Abschließend wurden alle Aspekte noch einmal abgewogen, so dass für jedes Bracketssystem eine einheitliche subjektive Beurteilung zustande kam.

■ Ergebnisse

■ Damon-3-Bracket

Design und klinische Handhabung

Es handelt sich um ein passives System; der Verriegelungsmechanismus besteht aus einem starren Schieber, der in zwei Führungsschienen verläuft. Die Bracketbasis sowie Teile des Bracketkörpers sind aus Kunststoff (Abb. 1). Die konturierte Basis ist mit mechanischen Retentionen versehen. Das Öffnen funktioniert mit einem entsprechenden Instrument nach kurzer Eingewöhnungszeit relativ leicht durch präzises Schieben; das erfolgt in beiden Kiefern nach kaudal, was zunächst ungewohnt ist. Das Positionieren gelingt gut, und die Markierung der Brackets ist befriedigend. Im Gegensatz zu den meisten anderen ligaturenfreien Systemen werden die Brackets geöffnet geliefert. Dadurch ist beim Befestigen eine Bracketseite teilweise verdeckt, so dass Adhäsivüberschüsse hier schwer zu sehen und zu entfernen sind. Die Brackets lassen sich durch Fingerdruck leicht verschließen. De-

Tab. 2 Bewertungstabelle zum Vergleich verschiedener selbstligierender Bracketsysteme.

| Name | Damon 3 | InOvation-R | Opal | Quick | SmartClip | Speed | Time II |
|---|---------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Unternehmen | Ormco | GAC | Ultradent | Forestadent | 3M Unitek | Strite Industries | American Orthodontics |
| Größe | ++ | +++ | +++ | +++ | +++ | + | +++ |
| Ästhetik | ++ | - | +++ | - | - | + | - |
| Zeitaufwand beim adhäsiven Befestigen | + | +++ | - | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Lernkurve bei der Positionierung | + | ++ | + | ++ | +++ | - | ++ |
| Ein- und Ausligieren von Bögen ≤ 16 | +++ | +++ | +++ | +++ | + | +++ | +++ |
| Ein- und Ausligieren von Bögen ≥ 20 | + | ++ | ++ | ++ | - | + | ++ |
| Einsetzen von Zusatzelementen (z. B. elastische Ketten) | ++ | +++ | - | +++ | +++ | + | ++ |
| Ligieren von Zwillingsbögen | ++ | + | + | + | ++ | - | - |
| Gleitmechanik beim Lückenschluss | ++ | ++ | + | +++ | +++ | + | ++ |
| Rotationskontrolle | ++ | ++ | -- | ++ | +++ | + | ++ |
| Torqueübertragung | ++ | ++ | -- | +++ | +++ | ++ | +++ |
| Defekte am Verschluss-system | ++ | ++ | - | ++ | +++ | + | ++ |
| Lernkurve beim Öffnen und Schließen | ++ | ++ | -- | ++ | - | + | +++ |
| Bracketverlustrate | + | ++ | - | ++ | + | + | ++ |
| Aufwand beim Debonding | + | +++ | - | ++ | + | +++ | +++ |
| Patientenkomfort | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ | + | ++ |
| Verfärbungsresistenz | + | +++ | -- | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Reinigungsmöglichkeit | ++ | + | -- | + | +++ | ++ | + |

Defekte am Verschlussystem traten selten auf, doch löste sich mitunter der Kunststoffanteil des Brackets vom Metall. Ormco gibt allerdings an, dieses Problem zwischenzeitlich durch verstärkte Retentionen gelöst zu haben.

Die Brackets ermöglichen eine gute Rotations- und Torqueübertragung. Elastische Ketten sind nur unter dem Bogen platzierbar. Bei Kantbögen $\geq 20 \times 20$ ist es schwierig, den starren Verriegelungsschieber zu schließen. Das Ligieren von Zwillingsbögen ist nur mit Hilfe einer zusätzlichen Ligatur möglich, deren Halt jedoch wegen des Bracketdesigns sehr mangelhaft

Abb. 1
Geöffnetes Damon-3-Bracket mit distolingivaler Farbmarmierung.





Abb. 2 Starke Abrasionen des Kunststoffteils an Damon-3-Brackets im Unterkiefer.



Abb. 3 Patientin mit Damon-3-Brackets im Ober- und Unterkiefer.



Abb. 4 Geöffnetes InOvation-R-Bracket mit disto-gingivaler Farbmarkierung.

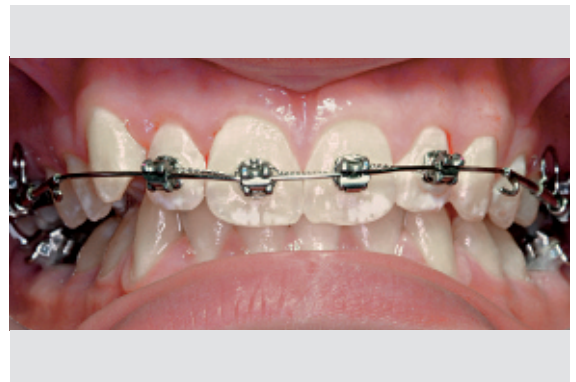


Abb. 5 InOvation-R-Brackets mit ligiertem Wilson-Bogen.

ist. Durch Drahtligaturen und okklusale Kontakte können die Kunststoffanteile der Brackets stark abradert werden (Abb. 2). Der relativ hohe Aufwand bei der Bracketentfernung ist vergleichbar mit dem bei anderen Kunststoffbrackets, da relativ viel Adhäsiv auf dem Zahn verbleibt.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

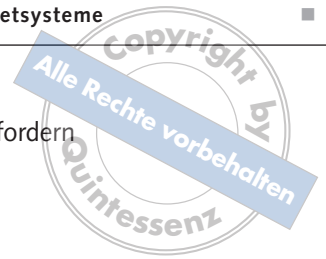
Die Brackets sind sehr klein und unauffällig, da sie teilweise durchscheiden. Sie genügen auch gehobenen ästhetischen Ansprüchen (Abb. 3). Der Zahn wirkt nicht dunkler, wie das bei Metallbrackets der Fall ist, da die Bracketbasis aus transparentem, zahnfarbenem Material besteht. Der Kunststoff neigt bei einigen Patienten zur Verfärbung, so dass Raucher und Chlorhexidin (CHX) anwendende Patienten professioneller Hilfe bedürfen.

Indikationen

- Straight-Wire-Technik ohne Besonderheiten (Zwillingbogentechnik, Burstone-Intrusionsmechanik) und
- ästhetisch anspruchsvolle Patienten mit guter Mundhygiene.

Kontraindikationen

- Bewegungen, die Kantbögen $\geq 20 \times 20$ erfordern,
- Engstände mit starken Rotationen (teilweise wird eine korrekte Bracketplatzierung durch die relativ breiten Brackets behindert) und
- Patienten, die CHX oder Curry benutzen, rauchen oder Rotwein trinken.



■ InOvation-R-Bracket

Design und klinische Handhabung

Das InOvation-R-Bracket besteht aus Metall und gehört zu den aktiven Systemen (Abb. 4 und 5). Es hat zwei Bracketschlitz und eine sehr gut konturierte Bracketbasis. Der Hauptschlitz wird durch einen horizontalen 16 x 16 Hilfsschlitz ergänzt, der dafür gedacht ist, Zwillingsbögen einzusetzen. Der klinische Gebrauch dieses Hilfsschlitzes ist aber recht schwierig. Die Verriegelungsfeder besteht aus einer CoCr-Legierung. Alle Brackets werden nach okklusal geöffnet und nach gingival verschlossen. Zum Öffnen wird ein Biberschwanz-Instrument benötigt, mit dessen Hilfe sich die Feder relativ leicht bewegen lässt, sofern die Gingiva nicht geschwollen ist. Das Verschließen des Schlitzes kann ohne Hilfsinstrument einfach mit dem Finger erfolgen. Die Kennzeichnung der Brackets ist gut; die Positionierung gelingt ohne große Umstellung. Es ist jedoch sehr darauf zu achten, dass alle Adhäsivüberschüsse sorgfältig entfernt werden und kein Material in den Bereich der Verriegelungsfeder gerät, da sich dann das Bracket nicht öffnen und schließen lässt. Ein nachträgliches Entfernen überschüssigen Kunststoffes ist sehr schwierig.

Die Brackets ermöglichen eine gute Rotations- und Torqueübertragung. Elastische Ketten sind sowohl unter als auch über dem Bogen platzierbar. Bei Kantbögen $\geq 16 \times 16$ kann es ausnahmsweise einmal zum Verhaken in der Nut des Schließmechanismus kommen. Das Verhalten bei der Bracketentfernung ist ausgezeichnet. Defekte am Verschlusssystem traten nur sehr selten auf.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Die Brackets sind klein, aber aus Metall. Es gibt wenige Schleimhautirritationen. Die häusliche Mundhygiene ist nur geringfügig behindert.

Indikationen

- Gesamte Multibrackettherapie,
- gravierende Engstände mit Rotationen,

- Bewegungen, die starke Kantbögen erfordern ($\geq 20 \times 20$), und
- gutes „Einsteiger“-Bracket.

Kontraindikationen

- Hohe ästhetische Ansprüche und
- ausgeprägte Lingualkippung der Prämolaren im Unterkiefer.

■ Opal-Bracket

Design und klinische Handhabung

Das passiv selbstligierende Opal-Bracket besteht aus transluzentem, glasfasergefülltem Polymer. Das glatte Einstück-Design hat eine integrierte Verschlussklappe, die den Bogen fixiert. Die Klappen werden mit einem speziellen Instrument in beiden Kiefern von inzisal geöffnet, da das Klappengelenk gingival liegt. Das Öffnen bedarf einer gewissen Übung. Wird das Instrument falsch angesetzt, kann dies zum Verlust des Brackets oder zur Beschädigung des Verschlusses führen. Geschlossen werden die Klappen einfach mit dem Finger. Neben dem Hauptschlitz findet sich ein 18 x 18 Hilfsschlitz, der für den Einsatz von Zwillingsbögen geeignet ist. Der Zeitaufwand beim Befestigen ist grundsätzlich höher, da keine selbstkonditionierenden Adhäsivsysteme verwendet werden sollen. Die Brackets sind ausgezeichnet markiert – die Pfeilspitze zeigt nach inzisal/okklusal (Abb. 6), so dass das Positionieren nach kurzer Eingewöhnungszeit sehr gut gelingt. Leider ist die Verlustrate ausgesprochen hoch. Das Anbringen elastischer Ketten erweist sich aufgrund der abgerundeten Form als sehr schwierig und ist praktisch nur unter dem Bogen möglich. Selbst Bögen $\geq 20 \times 20$ sind problemlos einsetzbar.

Die Torque- und Rotationsübertragung erweist sich als völlig unzureichend (Abb. 7). Nach häufigem oder fehlerhaftem Öffnen können Defekte am Verschlusssystem auftreten, doch bricht die Verschlussklappe nur selten ab. Der Aufwand bei der Bracketentfernung ist ziemlich hoch, da die Retentionsfläche relativ groß ist und das Adhäsiv zu großen Teilen auf dem Zahn verbleibt.



Abb. 6
Opal-Bracket mit deutlich hervortretender Farbmarkierung.



Abb. 7 Unvollständige Derotation trotz vollständig einligierten Bogens bei Opal-Brackets.



Abb. 8 Patientin mit Opal-Brackets im Oberkiefer.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Der große Vorteil dieses Brackets besteht in seiner (zumindest anfänglich) guten Ästhetik (Abb. 8). Die abgerundete Form ist für den Patienten sehr angenehm, und es gibt so gut wie keine Adaptationsprobleme. Die Farbstabilität ist dagegen unberechenbar; bei manchen Patienten kommt es zu sehr starken Verfärbungen. Die Zahnreinigung muss professionell unterstützt werden, da eine Säuberung unter den Verschlussklappen bei häuslicher Mundhygiene nicht möglich ist.

Indikationen

- Kurzzeitbehandlungen,
- leichte Rotationen ohne gravierenden Platzmangel und
- ästhetisch sehr anspruchsvolle Patienten mit hervorragender Mundhygiene.

Kontraindikationen

- Deckbiss, da die Inklinationskontrolle schwierig ist,
- gravierende Engstände mit Zahndrehungen, da die Rotationskontrolle unbefriedigend ist,
- Lückenschluss, da das Einbringen von Elastikketten sehr aufwändig ist, und
- Patienten, die CHX oder Curry benutzen, rauchen oder Rotwein trinken.

■ Quick-Bracket

Design und klinische Handhabung

Dieses aktiv selbstligierende Bracket wird in einem Stück (einschließlich konturierter Basis) im Sinterverfahren hergestellt (Abb. 9 und 10). Der Hauptschlitz wird durch einen 16 x 16 Hilfsschlitz ergänzt, der für den Einsatz von Zwillingbögen gedacht ist. Dieser Hilfsschlitz lässt sich allerdings klinisch eher schwierig handhaben. Die flexible Feder besteht aus einer CoCr-Legierung. Sämtliche Brackets werden nach okklusal geöffnet. Das kann mit einem speziellen Instrument von gingival oder alternativ unter Zuhilfenahme der kleinen Perforation auf dem Verschlussmechanismus erfolgen. Besonders bei einer geschwollenen Gingiva ist diese Alternative sehr vorteilhaft. Das Verschließen des Schlitzes lässt sich einfach mit dem Finger bewerkstelligen. Die Positionierung und die adhäsive Befestigung der Brackets gelingen ohne große Umstellung. Ein wenig ungewohnt ist, dass im Oberkiefer die Brackets für die seitlichen Schneidezähne größer sind als diejenigen für die mittleren. Da die



Abb. 9
Quick-Bracket mit distogingivaler Farbmarkierung und Markierung der Zahnlängsachse.

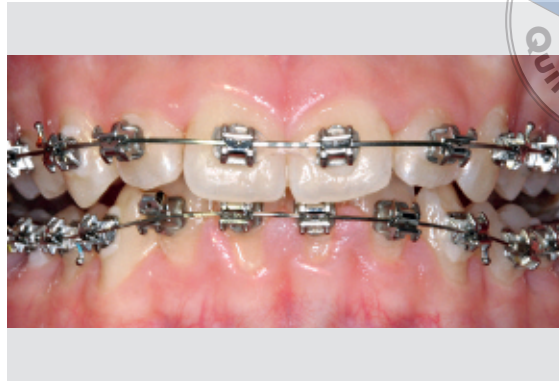


Abb. 10 Patient mit Quick-Brackets im Ober- und Unterkiefer; Bracket auf Zahn 42 geöffnet.

unteren Frontzahnbrackets in mesiodistaler Richtung relativ groß ausfallen, sind sie bei sehr schmalen Zähnen nur bedingt geeignet.

Auch bei den Quick-Brackets ist darauf zu achten, dass Adhäsivüberschüsse sorgfältig entfernt werden, um die Funktion der Verschlussfeder nicht zu beeinträchtigen. Elastische Ketten lassen sich sehr gut über und unter einem Bogen platzieren. Auch Bögen $\geq 20 \times 20$ können problemlos eingesetzt werden. Die Brackets ermöglichen eine gute Rotations- und Inklinationskontrolle. Die Bracketentfernung ist einfach; Defekte am Verschluss traten nicht auf.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Die Brackets sind zwar klein, aber aus Metall gefertigt. Es gibt wenige Schleimhautirritationen. Die häusliche Mundhygiene ist einfach möglich.

Indikationen

- Gesamte Multibrackettherapie,
- Bewegungen mit Kantbögen $\geq 20 \times 20$ und
- sehr gutes „Einsteiger“-Bracket.

Kontraindikationen

- Hohe ästhetische Ansprüche.

■ SmartClip-Bracket

Design und klinische Handhabung

Das Design dieses passiv selbstligierenden Brackets unterscheidet sich wesentlich von dem anderer ligaturenfreier Systeme, denn es fehlen die typischen beweglichen Verschlussklappen oder Riegel. Der Verschlussmechanismus besteht aus zwei NiTi-Federn, die sich durch elastische Verformung des Materials öffnen und schließen, wenn ein Bogen größere Kraft auf die Federn ausübt (Abb. 11). Der mittelgroße Zwillingsbracketkörper und die konturierte Bracketbasis sind miteinander verschweißt.

Zum Einsetzen und Entfernen des Bogens wird ein spezielles Instrument empfohlen, dessen Handhabung allerdings einer gewissen Übung bedarf. Vor allem beim Ausligieren besteht die Gefahr eines ungewollten Bracketverlustes. Der Hersteller hat dieses Problem erkannt und eine Spezialzange entwickelt, die den Vorgang deutlich erleichtert. Ferner wurde die Kraft der NiTi-Federn spürbar reduziert. Das Positionieren und das adhäsive Befestigen der gut markierten Brackets bedürfen keinerlei Umstellung. Als ungünstig erweist sich die Adhäsivvorbeschichtung durch den Hersteller, denn das Komposit ist relativ fest und sehr reichlich (Abb. 12). Es erscheint daher günstiger, die Brackets mit dem in der eigenen Praxis routinemäßig verwendeten Adhäsiv zu befestigen. Die Brackets zeigen eine ausgezeichnete Rotations- und Torqueübertragung.

Das Zwillingsbracketdesign ermöglicht es, einen Bogen bei ausgeprägten Drehständen nur mit einer Feder zu befestigen. Elastische Ketten sind problem-



Abb. 11
SmartClip-Bracket mit distogingivaler Farbmarkierung.



Abb. 12
Hervorgetretener Adhäsivüberschuss bei einem vorbe-schichteten SmartClip-Bracket.



Abb. 13 Patient mit SmartClip-Brackets im Ober- und Unterkiefer.



Abb. 14
Speed-Bracket mit gingivaler Farbmarkierung.

los über und unter einem Bogen platzierbar (Abb. 13). Bei konventionellem Ligieren können Zwillingsbögen mühelos eingesetzt werden. Schwierigkeiten treten dagegen beim Ligieren sehr flexibler, aber auch sehr starrer Kantbögen auf. Sämtliche Zahnbewegungen in der Nivellierungs- und Führungsphase erfolgen ausgesprochen schnell. Die Bracketentfernung ist unproblematisch, es sei denn, es wurden vorbe-schichtete Brackets benutzt. Defekte am Verschlussmechanismus traten nicht auf.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Die Brackets erscheinen relativ groß und sind aus Metall gefertigt. Durch ihre Gestaltung sind sie für den Patienten angenehm zu tragen. Das Ligieren kann bei stärkeren Bögen für den Patienten unangenehm sein. Die Plaqueablagerung ist durch das Fehlen einer Klappe oder eines Riegels deutlich reduziert, wodurch die Reinigung erleichtert wird.

Indikationen

- Gravierende Engstände mit Rotationen sowie
- Lückenöffnung und Lückenschluss.

Kontraindikationen

- Hohe ästhetische Ansprüche,
- sehr sensible Patienten (zweimaliges Knacken beim Einführen eines Bogens) und
- Bewegungen mit starken Kantbögen wegen des schwierigen Einligierens.

■ Speed-Bracket

Design und klinische Handhabung

Das erste Bracket mit einem aktiven Verschlussmechanismus war das bereits 1980 vorgestellte Speed-Bracket, das im Laufe der nachfolgenden Jahre immer wieder verbessert wurde. So ersetzt nun beispiels-



Abb. 15 Patient mit Speed-Brackets im Unterkiefer.



Abb. 16 Verhaken eines Bogens in der Nut des Schließmechanismus eines Speed-Brackets.

weise eine elastische NiTi-Feder die ursprüngliche, aus Stahl gefertigte Feder. Der Singlebracketkörper und die konturierte Bracketbasis sind miteinander verschweißt (Abb. 14). Das Bracket hat einen 16 x 16 Zusatzschlitz, der sich allerdings klinisch nur sehr schwer nutzen lässt. Die Kennzeichnung der Brackets ist ausreichend. Sie sind im Seitenzahnbereich wahlweise mit kleinen Häkchen für den Einsatz von Elastiks ausgestattet. Das Öffnen der Feder mit einem Spezialinstrument (alternativ auch Scaler oder abgerundete Sonde) ist einfach, indem das jeweilige Instrument in die Perforation eingesetzt und leicht nach okklusal gedrückt wird. Auch ein Öffnen von gingival ist möglich; dies dürfte jedoch für einen Ungeübten zunächst etwas schwierig sein. Verschließen lässt sich der Bracketschlitz einfach mit Fingerdruck.

Das Positionieren der Brackets erfordert aufgrund der geringen Größe und ungewohnten Form (Singlebracket) eine gewisse Eingewöhnung. Die Rotations- und die Torqueübertragung sind zufrieden stellend. Elastische Ketten lassen sich nur unter dem Bogen gut platzieren (Abb. 15). Bei Kantbögen $\geq 16 \times 16$ kann es zu einem Verhaken in der Nut der Feder kommen (Abb. 16). Der Versuch, sie dann zu schließen, führt leicht zu Defekten. Bei der Bracketentfernung lösen sich vereinzelt Bracketkörper von ihrer Basis.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Das Bracket ist nur etwa halb so groß wie ein übliches Zwillingbracket. Es ist aus Metall gefertigt, aber relativ unauffällig. Für den Patienten ist die abgerundete Form sehr angenehm. Die Reinigung gelingt leicht.

Indikationen

- Straight-Wire-Technik ohne Besonderheiten,
- gravierende Engstände mit Rotationen und
- Kostenersparnis.

Kontraindikationen

- Deckbiss, da Inklinationsbewegungen mit Kantbögen $\geq 20 \times 20$ sehr schwierig sind,
- ausgeprägte Lingualkipfung der Prämolaren im Unterkiefer, da die Torquekontrolle durch den Einsatz starker Kantbögen schwierig ist, und
- sehr hohe ästhetische Ansprüche.

■ Time-II-Bracket

Design und klinische Handhabung

Das Time-Bracket zählt zu den aktiven Bracketsystemen. Der Zwillingbracketkörper und die gut konturierte Basis werden in einem Stück im Sinterverfahren hergestellt. Das Öffnen der Verriegelungsfeder gelingt einfach, indem ein Spezialinstrument (alternativ eine abgerundete Sonde) in die Perforation der Feder eingesetzt und dieses in beiden Kiefern nach gingival gedreht wird. Auch der Verschluss erfordert ein Spezialinstrument, mit dem die Feder nach okklusal zu rotieren ist, um sichtbar einzurasten. Die Brackets sind relativ groß, haben aber eine vergleichsweise geringe orovestibuläre Ausdehnung (Abb. 17 und 18). Ein Zusatzschlitz fehlt zwar, aber dennoch lassen sich Zwilling-



Abb. 17
Time-Bracket mit permanenter gelasener Markierung.



Abb. 18 Patient mit Time-Brackets im Ober- und Unterkiefer; Bracket auf Zahn 44 geöffnet.

bögen konventionell ligieren. Elastische Ketten sind sehr gut unter, aber auch über einem Bogen zu befestigen. Das Positionieren der Brackets erfordert keine große Umstellung. Die Brackets können aufgrund der in die Feder eingelasserten Kennzeichnung eindeutig identifiziert werden. Rotations- und Torqueübertragung sind gut, der Einsatz auch großer Kantbögen ist ohne wesentliche Probleme möglich. Die Verlustrate ist relativ gering. Das Entfernen der Brackets gestaltet sich problemlos. Defekte am Verschlussmechanismus traten nicht auf.

Ästhetik, Patientenkomfort und Hygiene

Das Bracket ist relativ groß und aus Metall gefertigt. Die geringe orovestibuläre Ausdehnung und die abgerundete Form sind für die Patienten angenehm. Die Reinigung gelingt gut, nur unter der relativ großen Klappe kann es zu vermehrter Plaqueretention kommen, die eine professionelle Reinigung erfordert.

Indikationen

- Gesamte Multibrackettherapie und
- Engstände mit starken Rotationen.

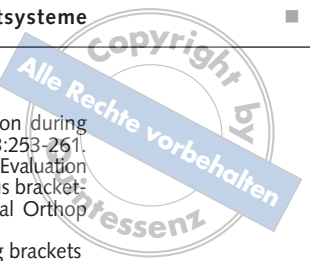
Kontraindikationen

- Hohe ästhetische Ansprüche.

■ Diskussion und Schlussfolgerungen

Alle in dieser klinischen Untersuchung getesteten ligaturenfreien Brackets weisen charakteristische Vor- und Nachteile auf. Keines der untersuchten Systeme konnte in jeder Hinsicht überzeugen. Nicht bei allen kam es zu den erwarteten kürzeren Behandlungszeiten am Stuhl, längeren Kontrollintervallen und einer insgesamt verkürzten Gesamtbehandlungsdauer. Deutliche Unterschiede gab es bezüglich Handhabung, Mundhygiene, Ästhetik, Reparierbarkeit und Preis. Der praktische Einsatz jedes dieser Bracketsysteme erfordert zunächst eine Umstellung, das heißt, er ist mit einer längeren Eingewöhnungszeit verbunden. Eine Lupenbrille erleichtert in jedem Fall das Arbeiten mit diesen filigranen Apparaturen. Es ist zu empfehlen, sich über die Vor- und Nachteile der verschiedenen auf dem Markt befindlichen Brackets zu informieren, bevor die endgültige Entscheidung für ein spezielles System getroffen wird. Je nach Behandlungstechnik und Klientel (unterschiedlich hohe ästhetische Ansprüche) werden bestimmte Brackets mehr oder weniger geeignet sein.

Die vorliegende Arbeit gibt auf der Basis von Analysebögen einen subjektiven Überblick über verschiedene ligaturenfreie Bracketsysteme. Damit soll praktischen Anwendern eine Orientierung über einige marktgängige ligaturenfreie Bracketsysteme ermöglicht werden; bestimmte Parameter wie Friktionsverhalten und Maßhaltigkeit blieben dabei unberücksichtigt.



Literatur

- Bednar JR, Gruenemann GW. The influence of bracket design on moment production during axial rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:254-261.
- Bednar JR, Gruenemann GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:513-522.
- Berger JL. The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:219-228.
- Berger JL. The SPEED appliance: a 14-year update on this unique self-ligating orthodontic mechanism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:217-223.
- Byloff FK. Das Speed-System – eine Behandlungsphilosophie mit selbstligierenden Brackets. *Inf Orthod Kieferorthop* 2003;35:45-53.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:395-402.
- Damon DH. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin Orthod Res* 1998;1:52-61.
- Devincenzo J. The Eureka Spring. A new interarch force delivery system. *J Clin Orthod* 1997;31:454-467.
- Drescher D, Bouraue D, Schumacher HA. Frictional forces between bracket and arch wire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:397-404.
- Drescher D, Bouraue D, Schumacher HA. Der Kraftverlust durch Friktion bei der bogengeführten Zahnbewegung. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:99-105.
- Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC. Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res* 2001;4:228-234.
- Garino F, Garino GB. Distalization of maxillary molars using the speed system: a clinical and radiological evaluation. *World J Orthod* 2004;5:317-323.
- Griffiths HS, Sheriff M, Ireland AJ. Resistance to sliding with 3 types of elastomeric modules. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:670-675.
- Harradine NW. Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res* 2001;4:220-227.
- Harradine NW. Self-ligating brackets: where are we now? *J Orthod* 2003;30:262-273.
- Harradine NWT, Birnie DJ. The clinical use of Activa self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:319-328.
- Henao SP, Kusy RP. Evaluation of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental typodonts. *Angle Orthod* 2004;74:202-211.
- Henao SP, Kusy RP. Frictional evaluations of dental typodont models using four self-ligating designs and a conventional design. *Angle Orthod* 2005;75:75-85.
- Kapur R, Sinha PIK, Nanda RS. Frictional resistance of the Damon SL bracket. *J Clin Orthod* 1998;32:485-489.
- Khambay B, Millett D, McHugh S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. *Eur J Orthod* 2004;26:327-332.
- Loftus BP, Årtun J. A model for evaluation friction during orthodontic tooth movement. *Eur J Orthod* 2001;23:253-261.
- Loftus BP, Årtun J, Nicholls JJ, Alonzo TA, Stoner JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:336-345.
- Majier R, Smith DC. Time savings with self-ligating brackets. *J Clin Orthod* 1990;24:29-31.
- Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998;20:283-291.
- Read-Ward GE, Jones SP, Davies EH. A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. *Br J Orthod* 1997;24:309-317.
- Redlich M, Mayer Y, Harari D, Lewinstein I. In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of „reduced-friction“ brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:69-73.
- Schumacher HA, Bouraue D, Drescher D. Friktionsverhalten und Bewegungsdynamik bei der Mesialisierung des zweiten Molaren nach Sechsextraktion. Eine In-vitro-Studie. *Fortschr Kieferorthop* 1993;54:255-262.
- Schumacher HA, Bouraue D, Drescher D. Die Gleitreibung bei Einsatz von Vierkantbögen mit unterschiedlicher Kantenverrundung. *Fortschr Kieferorthop* 1998;59:139-149.
- Schumacher HA, Bouraue D, Drescher D. Der Einfluß des Bracketdesigns auf die Reibung zwischen Bracket und Führungsbogen. *Fortschr Kieferorthop* 1999;60:335-347.
- Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:472-480.
- Sims AP, Waters NE, Birnie DJ. A comparison of the forces required to produce tooth movement ex vivo through three types of pre-adjusted brackets when subjected to determined tip or torque values. *Br J Orthod* 1994;21:367-373.
- Sims AP, Waters NE, Birnie DJ, Pethybridge RJ. A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. *Eur J Orthod* 1993;15:377-385.
- Thomas S, Sheriff M, Birnie D. A comparative in vitro study of frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur J Orthod* 1998;20:589-596.
- Thorntenson GA, Kusy RP. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:472-482.
- Thorntenson GA, Kusy RP. Effect of archwire size and material on the resistance to sliding of self-ligating brackets with second-order angulation in the dry state. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:295-305.
- Tidy DC. Frictional forces in fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:249-254.
- Voudouris JC, Kuffinec MM, Bantleon H-P, Muhs S, Peschek A. Selbstligierende Twin-Brackets (Teil I) – Ist weniger mehr? *Inf Orthod Kieferorthop* 2003;35:13-18.
- Voudouris JC, Kuffinec MM, Bantleon H-P, Muhs S, Peschek A. Selbstligierende Twin-Brackets (Teil II) – Klinische Anwendung. *Inf Orthod Kieferorthop* 2003;35:19-26.
- Weiland FJ, Ingervall B, Bantleon H-P, Droschl H. Initial effects of treatment of Class II malocclusion with the Herren activator, activator-headgear combination and Jasper Jumper. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:19-27.

Clinical experiences with different self-ligating bracket systems

KEYWORDS *Self-ligating brackets, brackets without ligatures, low friction tooth movements*

Self-ligating bracket systems allow to treat malocclusions effectively and efficiently. It is said that these brackets produce less friction than conventional ones thus allowing for tooth movements with comparatively low forces. Treatment time is also said to be shorter compared with standard brackets ligated with elastomeric ligatures and some self-ligating brackets also offer improved esthetics, patient comfort and oral hygiene. This clinical study compares seven current self-ligating bracket systems (.022" slot dimension, Roth prescription) and documents their advantages and disadvantages.