

## Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich

### Indizes

*Ektopie, ektope Frontzähne, ektope Seitenzähne, verlagerte Zähne, kieferorthopädische Einstellung*

### Zusammenfassung

*Zur kieferorthopädischen Einstellung ektooper Zähne stehen dem Behandler heute eine Vielzahl von Apparaturen zur Verfügung, deren Vor- und Nachteile im Einzelfall individuell abgewogen werden müssen. Von besonderer Bedeutung sind neben der gesicherten Diagnostik und der räumlichen Lagefeststellung ektooper Zähne die exakte Bewegungsplanung im dreidimensionalen Raum und die Kontrolle des angewandten Kraftsystems, um unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden. Der Beitrag beschreibt den ätiologischen Hintergrund ektooper Zähne sowie das diagnostische Vorgehen und zeigt anhand illustrierter Kasuistiken die therapeutischen Strategien und Maßnahmen auf.*

### Einführung

Ektopie leitet sich etymologisch aus dem Griechischen von  $\epsilon\kappa\tau\acute{o}\varsigma$  (außen) und  $\tau\acute{o}\pi\omicron\varsigma$  (Ort) ab und gilt als Sammelbegriff zur Bezeichnung einer Verlagerung von Geweben, Organen oder allgemein anatomischen Strukturen an eine unübliche Stelle im Körper bzw. an die Körperoberfläche. Dieser Sachverhalt hat meist entsprechende Funktionseinschränkungen oder Komplikationen zur Folge.

Bezogen auf die Zähne wird in der deutschsprachigen Literatur in der Regel zusätzlich zwischen einer Verlagerung und einer Retention unterschieden. Letztere liegt vor, wenn die morphologische Entwicklung eines Zahnes weiter fortgeschritten ist als die zu diesem Zeitpunkt zu erwartende Vertikalentwicklung. Als verlagert bezeichnet man einen Zahn, wenn seine Längsachse von der physiologischen Durchbruchrichtung abweicht<sup>26</sup>. In der internationalen Literatur wird oft nicht zwischen Retention und Verlagerung differenziert, sondern nur der allgemeine Begriff „impacted teeth“ verwendet. Eine zeitliche Komponente bei der Definition bringt *Baccetti*<sup>1</sup> ein, dem zufolge eine Impaktion dann vorliegt, wenn der betroffene Zahn



**Michael Schubert**  
Dr. med. dent.

Private Praxis  
Albertstraße 5  
93047 Regensburg

**Christian Kirschneck**  
Dr. med. dent.

**Peter Proff**  
Prof. Dr. med. Dr. med. dent.

Poliklinik für Kieferorthopädie  
Universitätsklinikum Regensburg  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
E-Mail: peter.proff@klinik.uni-regensburg.de

## ■ KIEFERORTHOPÄDIE

Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich

2 Jahre über den pubertären Wachstumsschub hinaus noch nicht durchbrochen ist.

Die Impaktion eines Zahnes wird bei unselektiertem Untersuchungsgut mit bis zu 1,6 % (Weisheitszähne ausgenommen) relativ oft diagnostiziert, wobei der obere Eckzahn am häufigsten betroffen ist, gefolgt von den unteren zweiten Prämolaren und den oberen mittleren Schneidezähnen. In absteigender Häufigkeit folgt dann die Impaktion der unteren ersten Prämolaren, der oberen zweiten Prämolaren und schließlich der unteren Eckzähne. Die Impaktionshäufigkeit mehrerer Zähne liegt nur noch bei ca. 0,3 %<sup>24</sup>.

### Ätiologie

Bezüglich des Ursachengefüges werden allgemeine Faktoren wie z. B. endokrine Störungen oder Strahlenexposition von lokalen Faktoren unterschieden. Ein Durchbruchshindernis stellt einen einfachen lokalen ätiologischen Faktor dar. Durch vorzeitigen Milchzahnverlust können beispielsweise Zahnwanderungen und Kippungen der Nachbarzähne auftreten und den Platz für den Durchbruch des bleibenden Pendanten einengen. Seltener können auch überzählige Zähne (z. B. Mesiodentes) oder Odontome zu Platzverlusten für durchbrechende Zähne führen. Ein frühzeitiges Trauma im Milchgebiss mit Schädigung und dysmorpher Entwicklung der bleibenden Zahnkeime bzw. -wurzeln kann einen natürlichen Durchbruch verhindern. Die Ankylose, d. h. die Verwachsung von Zement und Kieferknochen, gehört zu den schwierig zu therapierenden Ursachen.

Bei einer Ektopie ohne Durchbruchshindernis geht man von einem multifunktionellen hereditären Geschehen als Ursache aus. Zusätzlich besteht bei ein- oder doppelseitig palatinal verlagerten Eckzähnen ein Geschlechtsdimorphismus mit einer dreimal häufigeren Bevorzugung des weiblichen Geschlechts<sup>20</sup>.

### Diagnostik

Die klinische Inspektion der Mundhöhle mit dem Befund persistierender Milchzähne legt den Verdacht nahe, dass eine Impaktion oder Nichtanlage des blei-

benden Pendanten vorliegen könnte. Im ersten Schritt schließt sich eine sorgfältige Inspektion und Palpation des Alveolarfortsatzes bzw. des Gaumens an. Absolute Klarheit liefern dann in der Regel eine Panoramaschichtaufnahme und ggf. eine zweite Ebene (z. B. Aufbissaufnahme) zur exakten Lokalisation des Zahnes bei vorliegender Ektopie. In Einzelfällen kann eine digitale Volumentomographie (DVT) sinnvoll sein, um eine exakte Aussage über die Lage und Beziehung zu den Nachbarzähnen in den drei Raumebenen zu erhalten.

Bei gesicherter Diagnose eines ektooper Zahnes sollte zunächst mit einer interzeptiven Vorgehensweise begonnen werden. Diese interzeptive Maßnahme kann die Extraktion des persistierenden Milchzahnes sein. *Baccetti et al.*<sup>2</sup> geben hier bei der Impaktion des Eckzahnes und der interzeptiven Entfernung des Milchzahnes eine Erfolgsrate von 36 % an. Überzählige Zahnkeime oder Odontome sollten ebenso entfernt werden. Aus kieferorthopädischer Sicht ist ein anschließendes Einsetzen einer Platzhalteapparatur sehr empfehlenswert.

Bricht der ektope Zahn nach angemessener Zeit nicht spontan durch, besteht die Notwendigkeit einer Entscheidung über das weitere Vorgehen. Dabei sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Fall folgende Verfahrensweisen denkbar:

- Entfernung des ektooper Zahnes und morphologische Verbesserung der Milcheckzahnkrone unter Belassen des Milcheckzahnes bei günstiger Wurzelmorphologie;
- Entfernung des ektooper Zahnes und des Milcheckzahnes mit anschließendem kieferorthopädischem Lückenschluss unter Beachtung sämtlicher kieferorthopädischer Entscheidungskriterien;
- Autotransplantation nach kieferorthopädischer Vorbehandlung zur Lückenöffnung;
- implantatgetragener Einzelzahnersatz oder Brückenversorgung als primäre Versorgung nach Extraktion des Milcheckzahnes und des ektooper Zahnes z. B. im Fall eines Misserfolges der Autotransplantation;
- kieferorthopädische Einordnung des verlagerten Zahnes nach chirurgischer Freilegung.



## Kieferorthopädische Einstellung und chirurgische Konzepte

In der Literatur werden zahlreiche Optionen des chirurgischen Vorgehens und deren Variationsmöglichkeiten beschrieben<sup>6,8,14,21,25</sup>. Folgende Techniken finden in Abhängigkeit vom jeweiligen Fall Anwendung:

- Gingivektomie,
- Bildung eines apikalen Verschiebelappens,
- offenes versus geschlossenes Verfahren und
- präorthodontische Freilegung.

Eine Gingivektomie empfiehlt sich bei oberflächlicher Lage der Zahnkrone unmittelbar unter der Gingiva. Liegt der Zahn noch oberflächlich, aber bereits an der Grenze von befestigter und beweglicher Gingiva oder geringfügig höher bzw. tiefer, dann sollte ein apikaler Verschiebelappen gebildet werden. Wenn die Krone des freizulegenden Zahnes sich in unmittelbarer Nähe zur Wurzel des Nachbarzahnes befindet, ist es ratsam, die Schnittführung entsprechend zu ändern (lateraler Verschiebelappen). Bei tiefer Impaktion werden zwei Freilegungstechniken beschrieben:

1. offener Zugang und
2. geschlossener Zugang.

Bei Zähnen, die im Oberkiefer hoch bukkal bzw. im Unterkiefer tief bukkal liegen, sollte die Freilegung über einen geschlossenen Zugang durchgeführt werden.

Der Vergleich zwischen offenem und geschlossenem Zugang ergab weder einen Vorteil im Sinne einer Behandlungszeitersparnis noch eine Verbesserung der Parodontalsituation bei der einen oder anderen Methode<sup>11,17</sup>. *Becker* und *Chaushu*<sup>7</sup> weisen allerdings in einer Studie ausdrücklich darauf hin, dass beim geschlossenen Zugang für den Patienten geringere postoperative Schmerzen auftreten und ein besserer Komfort geboten werden kann.

Als eine Sonderform bei palatinal verlagerten Zähnen kann die von *Schmidt* und *Kokich*<sup>21</sup> empfohlene Variante beschränkt werden: Nach einer offenen Freilegung lässt man den Zahn spontan durchbrechen,

und erst dann erfolgt die weitere kieferorthopädische Einordnung.

## Kieferorthopädische Einstellung

Die Aufgabe der Kieferorthopädie besteht dann darin, den impaktierten Zahn nach chirurgischer Freilegung an die entsprechende Stelle innerhalb des Zahnbogens zu bewegen und ihn einzuordnen. Für die Applikation der zur kieferorthopädischen Einstellung nötigen Kraft wird eine Vielzahl von Apparaturen und Federn beschrieben. Diese können grundsätzlich in drei Kategorien eingeteilt werden:

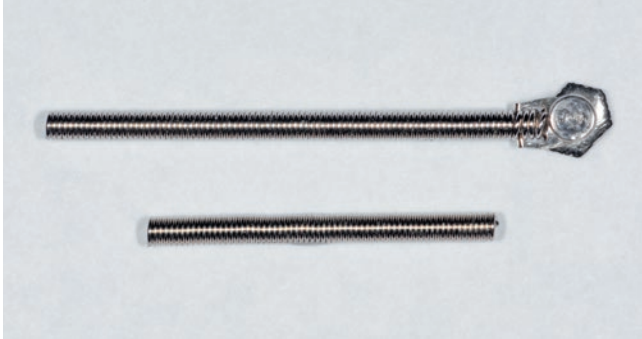
1. Mechaniken für die initiale Extrusion,
2. Mechaniken zur Korrektur von Fehlstellungen erster und zweiter Ordnung sowie
3. Mechaniken für das Finishing.

Die wohl bekannteste Mechanik für die erste Kategorie, d. h. die initiale Extrusion, ist die „ballista spring“ von *Jacoby*<sup>12</sup> oder entsprechend die „K-9 spring“ aus TMA-Draht von *Kalra*<sup>13</sup>. Die „spring auxiliary arch wire“ von *Kornhauser* et al.<sup>16</sup> funktioniert nach einem vergleichbaren Prinzip. Zur zweiten Kategorie zählen TMA-Teilbögen als Hebelmechanik von bukkal oder palatinal<sup>10,15</sup>. Pseudoelastische Drähte, die im sogenannten Piggy-back-Verfahren befestigt sind<sup>17</sup>, erzeugen ähnliche Kräfte bei geringerem Biegeaufwand für den Behandler. Zur dritten Kategorie gehören im Rahmen des Finishing z. B. Vierkantbögen.

Bei der Einordnung ektooper Zähne ist entsprechend dem dritten *Newton'schen* Axiom der Verankerung während der gesamten Behandlungszeit besondere Beachtung zu schenken. Dabei stehen nicht nur die Kraftrichtung und die Größe der eingesetzten aktiven Bewegungselemente im Mittelpunkt, sondern vor allem die Qualität der passiven Verankerungselemente. Wenn die zur Verankerung dienenden Zahngruppen nicht entsprechend stabilisiert werden, kann es bei der Bukkalbewegung oberer Eckzähne zu einer unerwünschten Nebenwirkung kommen, etwa zu einer Palatinalbewegung der Molaren oder bei Extrusion zu einer unerwünschten Intrusion und Kippung der Nach-

## ■ KIEFERORTHOPÄDIE

Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich



**Abb. 1a** EWC-System mit aktiver Komponente (oben) und passiver Komponente (unten)



**Abb. 1b** Exaktes Einkürzen der passiven Komponente des EWC-Systems

barzähne<sup>23</sup>. Stehen nicht genügend Zähne als Verankerungseinheit zur Verfügung, ist unter Umständen eine skelettale Verankerung sinnvoll<sup>18</sup>.

Das Bestreben, aus Gründen der Zeitersparnis gleichzeitig mit der Zahneinstellung entsprechende Lücken zu öffnen, führt zu häufig zu unerwünschten Nebenwirkungen, die für ein erfolgreiches Behandlungsergebnis hinderlich sein können. Demnach gilt die Prämisse, dass ggf. erforderliche Behandlungsaufgaben wie z. B. eine Nivellierung des Zahnbogens oder eine Lückenöffnung vorab durchzuführen sind.

Die Literaturangaben über die anzuwendenden Kraftgrößen schwanken erheblich, allerdings werden grundsätzlich eher geringe Kräfte gefordert<sup>12,15,16</sup>. Empfehlenswert ist die von *Becker*<sup>4</sup> vorgeschlagene Kraftgröße von 20 bis 40 cN/cm<sup>2</sup> Wurzeloberfläche. Die tatsächliche Kraft errechnet sich nach der Wurzeloberfläche des einzustellenden Zahnes und der erforderlichen Bewegungsrichtung im dreidimensionalen Raum<sup>19</sup>.

### Kasuistiken

Anhand von drei klinischen Kasuistiken soll das therapeutische Vorgehen bei der Einstellung ektooper Zähne veranschaulicht werden. Dabei wurde das neu entwickelte EWC-System (Easy-Way-Coil, Fa. adenta, Gilching) angewandt<sup>22</sup>. Dieses besteht aus einer akti-

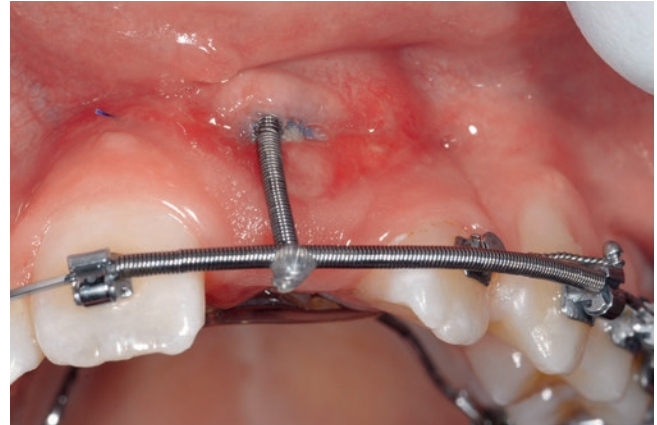
ven und einer passiven Komponente (Abb. 1a). Beide sind aus Edelstahl gefertigt und haben einen Außendurchmesser von 1,2 mm sowie einen Innendurchmesser von 0,75 mm. Die aktive Komponente ist über einen Clip mit einem Lingualbutton (geklebtes linguales Knöpfchen) verbunden. Dieser Clip liegt eng wie ein Stehkragen an und erlaubt nur eine Rotationsbewegung der Feder in einer Ebene analog zum Zeiger einer Uhr auf dem Zifferblatt. Die Aktivierung der Zugapparatur erfolgt durch Kürzung der ursprünglichen Federlänge zum Verankerungspunkt. 1 mm entspricht der Kürzung um drei Spiralringe und erzeugt eine durchschnittliche Kraft von 15,8 cN. Das passive Element des Federsystems wird als Platzhalter im Bereich der verbreiterten Lücke des einzustellenden Zahnes exakt eingepasst und auf den Verankerungsbogen aufgeschoben (Abb. 1b). Die maximale Bogendimension hierfür beträgt 17 x 25 oder 20 x 20 in der 22er-Technik.

### Patientenfall 1

Bei diesem 11,8 Jahre alten männlichen Patienten lag ein impaktierter Zahn 21 mit Lückeneinengung vor (Abb. 2). Die Platzbeschaffung durch Distalisation der Seitenzähne erfolgte mit einer Pendulumapparatur. Der Zahn 22 wurde zunächst nicht in die Multibandapparatur einbezogen, um ungünstige Wurzelbewegungen zu vermeiden. Zwischen den Zähnen 11 und 23



**Abb. 2** Klinische Ausgangssituation mit impaktiertem Zahn 21 und Lückeneinengung



**Abb. 3** Klinische Situation nach Eingliederung des EWC-Systems und erfolgter Lückenöffnung



**Abb. 4** Klinische Situation nach Durchbruch des impaktierten Zahnes 21



**Abb. 5** Klinische Situation nach erfolgter Einstellung des Zahnes 21 und Behandlungsabschluss

wurde die Platzhaltefeder des EWC-Systems exakt eingepasst und auf den Verankerungsbogen aus Edelstahl der Dimension 16 x 22 aufgeschoben (Abb. 3).

Nach Freilegung der Krone und Bildung eines apikalen Verschiebelappens wurde die Zugapparatur im oberen Kronendrittel mit lichterhärtendem Kunststoff befestigt. Die Kontrolle erfolgte durch manuelles Ziehen an der Zugfeder im Sinne einer Probeaktivierung.

Der obere mittlere Schneidezahn hat nach *Ricketts* et al.<sup>19</sup> eine „root rating scale“ bei Extrusion von 0,4 cm<sup>2</sup>. Daraus errechnet sich unter Berücksichtigung

der Empfehlung von *Becker* et al.<sup>6,7</sup> eine notwendige Kraft zwischen 8 und 16 cN. Durch den Abstand der Zugfeder von 1 mm zum Verankerungspunkt befindet sich die angewendete Kraftgröße somit innerhalb des Empfehlungsbereiches. Die Aktivierung erfolgte im Abstand von 4 Wochen. Nach Durchbruch der klinischen Krone des impaktierten Zahnes 21 wurde auch der Zahn 22 in die festsitzende Apparatur einbezogen (Abb. 4).

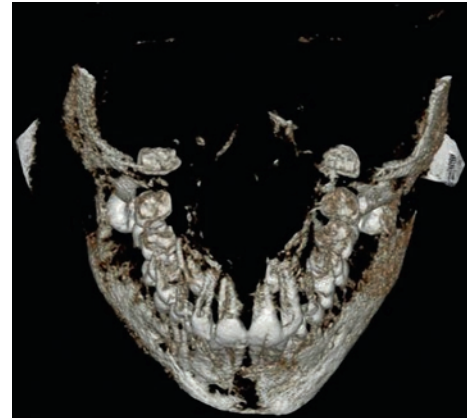
Bei Behandlungsabschluss konnte ein parodontal und ästhetisch gutes Ergebnis erreicht werden (Abb. 5).

## ■ KIEFERORTHOPÄDIE

Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich



**Abb. 6** Panoramaschichtaufnahme mit Impaktion der Zähne 13, 23, 33 und 43 mit Milchzahnpersistenz



**Abb. 7** DVT-Aufnahme zur exakten Topodiagnostik mit Darstellung der palatinal verlagerten Zähne 13 und 23

### Patientenfall 2

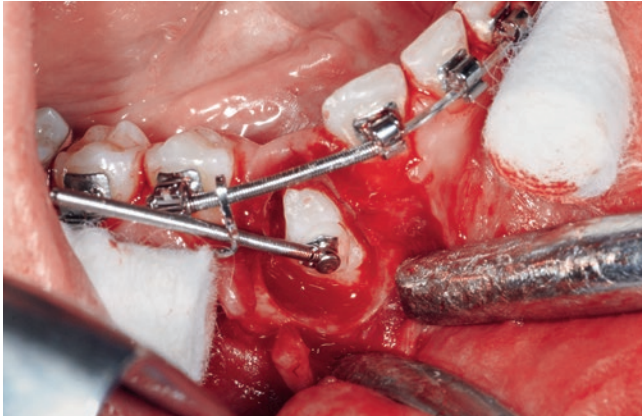
Bei diesem 17,6 Jahre alten männlichen Patienten lag eine Impaktion der Zähne 13, 23, 33 und 43 mit Milchzahnpersistenz vor (Abb. 6). Die zur exakten Topodiagnostik und Planung erstellte DVT-Aufnahme zeigt die palatinale Lage der Zähne 13 und 23 (Abb. 7).

Nach Lückenöffnung wurden die Platzhalter des EWC-Systems im Ober- und Unterkiefer auf einen Bogen aus Edelstahl der Dimension 17 x 25 exakt eingepasst. Im Anschluss an die Freilegung der Eckzähne durch den Chirurgen wurde die Zugfeder im Unterkiefer auf den um beinahe 90° rotierten Eckzahn bukkal in halber Kronenhöhe mit lichthärtendem Kunststoff fixiert (Abb. 8). Dagegen erfolgte das Aufkleben der Zugfeder im Oberkiefer an der palatinalen Fläche der Eckzähne, was der generellen Empfehlung bei Palatinallage entspricht. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass kein Klebeüberschuss die Drehfähigkeit der Feder einschränkte und die geplante Aufrichtung behinderte (Abb. 9).

Nach manueller Probeaktivierung konnte der Mukoperiostlappen über die freigelegten Zähne reponiert und vernäht werden. Der Verankerungspunkt der Zugfeder wurde im Unterkiefer in der Mitte der Lücke ge-

wählt. Die Einstellung der Extrusionskraft von 9 bis 18 cN bei einer „root rating scale“<sup>19</sup> von 0,45 cm<sup>2</sup> erfolgte durch Kürzung der ursprünglichen Federlänge zum Verankerungspunkt um 1 mm (Abb. 10). Im Oberkiefer wurde der Verankerungspunkt am distalen Ende der Platzhalterfeder festgelegt (Abb. 11), wodurch eine Zugrichtung nach distobukkal gewährleistet war. Die „root rating scale“ beträgt für den oberen Eckzahn in dieser Richtung 0,75 cm<sup>2</sup>, woraus sich eine Kraft von 15 bis 30 cN errechnet. Die Einstellung der Kraftgröße wurde durch eine Kürzung der Feder um 2 mm vom Verankerungspunkt aus gerechnet festgelegt.

Der Aktivierungsabstand der Zugfedern im Ober- und Unterkiefer betrug jeweils 4 Wochen. Aufgrund der Tatsache, dass durch die Antirotationskomponente des EWC-Systems während der Bukkalbewegung keine Drehung erfolgt, konnte gleich die weitere Extrusion durchgeführt werden. Abschlussbögen im Ober- und Unterkiefer aus TMA-Draht der Dimension 17 x 25 gewährleisteten letztlich die Korrektur von Fehlstellungen der dritten Ordnung (Abb. 12a und b). Die Panoramaaufnahmen zeigen die Situation zu Beginn und in der Endphase der Einstellung (Abb. 13a und b). Alle vier ektooper Zähne konnten erfolgreich eingestellt werden (Abb. 14a und b).



**Abb. 8** Klinische Situation nach Freilegung des Zahnes 43 und Einbringen des EWC-Systems



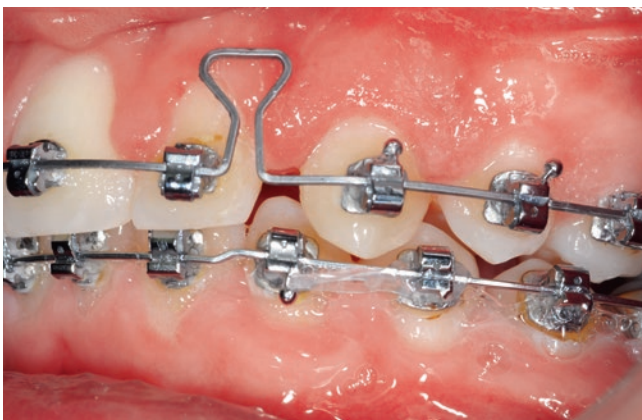
**Abb. 9** Klinische Situation nach Freilegung des Zahnes 23 und Einbringen des EWC-Systems



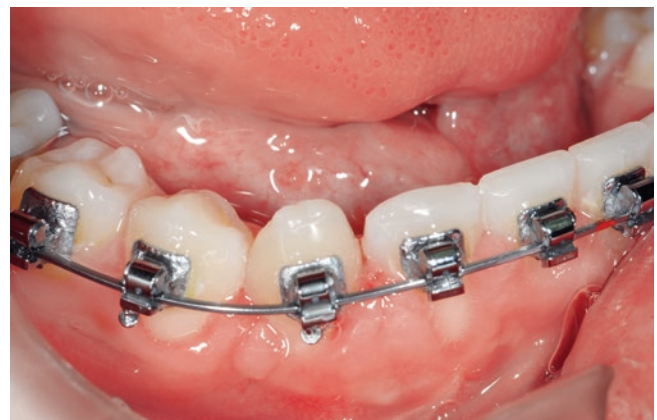
**Abb. 10** Klinische Situation während der Einstellung des Zahnes 43 mit dem EWC-System



**Abb. 11** Klinische Situation während der Einstellung des Zahnes 23 mit dem EWC-System



**Abb. 12a** Klinische Situation während des Finishings der Einstellung des Zahnes 23



**Abb. 12b** Klinische Situation während des Finishings der Einstellung des Zahnes 43

## ■ KIEFERORTHOPÄDIE

Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich



**Abb. 13a** Panoramaschichtaufnahme vom Beginn der Behandlung



**Abb. 13b** Panoramaschichtaufnahme von der Finishing-Phase der Behandlung



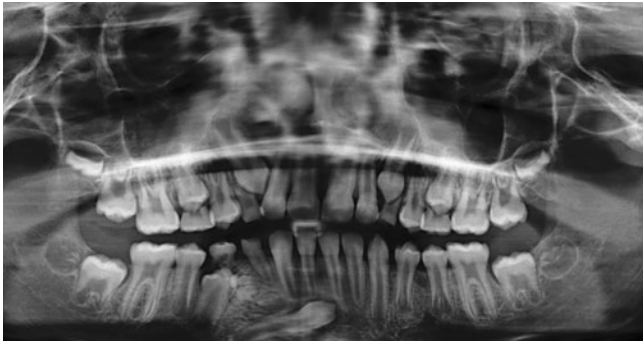
**Abb. 14a und b** Klinische Situation nach Behandlungsabschluss und Einstellung der Zähne 13, 23, 33 und 43

### Patientenfall 3

Bei diesem 11,6 Jahre alten männlichen Patienten lagen eine horizontale Verlagerung des Zahnes 43 und ein Odontom Regio 44 mit einer Durchbruchsstörung von Zahn 44 vor (Abb. 15a und b). Im Anschluss an die Entfernung des Odontoms wurde die Krone des Eckzahnes bis zur vermuteten Schmelz-Zement-Grenze freigelegt und die Zugfeder im oberen Kronendrittel an der Bukkalfläche aufgeklebt (Abb. 16). Nach Überprüfung der Klebestelle mit Probeaktivierung und Kontrolle auf freie Drehbarkeit des Federsystems wurde der Mukoperiostlappen reponiert und vernäht. Als Verankerungspunkt diente ein „Ausleger“ aus 0,9 mm

dickem Stahldraht, der an einem Lingualbogen rechtwinklig abgehend gelötet und bis auf Höhe der Umschlagfalte des Vestibulums extendiert war. Diese Form gewährleistete eine horizontale und tiefe Zugrichtung.

Anschließend wurde mit einem z-förmigen Teilbogen aus Edelstahl der Dimension 17 x 25 die weitere Einstellung fortgeführt. Die tiefe Zugrichtung war notwendig, um einen frühen Durchbruch des Zahnes durch die bewegliche Schleimhaut zu vermeiden. Nachdem der Eckzahn seine Position erreicht hatte, wurde die Extrusion durch eine vertikalere Zugrichtung eingeleitet. Die Panoramaschichtaufnahmen zeigen den Verlauf der Einstellung (Abb. 17a bis d).



**Abb. 15a** Panoramaschichtaufnahme mit horizontaler Verlagerung des Zahnes 43 und Odontom in Regio 44 mit Durchbruchsstörung von Zahn 44



**Abb. 15b** DVT-Aufnahme zur exakten Topodiagnostik des horizontal verlagerten Zahnes 43



**Abb. 16** Klinische Situation nach Freilegung des Zahnes 43 und Einbringen des EWC-Systems



**Abb. 17a bis d** Panoramaschichtaufnahmen im Rahmen der Verlaufskontrolle der Einstellung des horizontal verlagerten Zahnes 43

## ■ KIEFERORTHOPÄDIE

Einstellung ektooper Zähne im Front- und Seitenzahnbereich

### Diskussion

*Daskalogiannakis* und *McLachlan*<sup>9</sup> wiesen 1996 in einer Studie nach, dass die durchschnittliche Zahnbewegungsgeschwindigkeit bei kontinuierlicher Kraftapplikation doppelt so hoch wie bei diskontinuierlicher ist. Pseudoelastische Drähte bzw. Sentalloy-Federn zeigen eine vergleichbare kontinuierliche Kraftabgabe. Obwohl die Stahlfeder des gezeigten EWC-Systems nur eine diskontinuierliche Kraft erzeugen kann, gibt es jedoch drei wichtige Vorteile gegenüber Sentalloy-Federn:

1. *Ballard* et al.<sup>3</sup> konnten 2009 in einer Studie nachweisen, dass intermittierende Kräfte weniger Wurzelresorptionen erzeugen.
2. Die von *Becker*<sup>4</sup> beschriebene starke Rotation des palatinal verlagerten Eckzahnes bei konventionellem Zug über ein palatinal geklebtes Attachment ließ sich beim EWC-System nicht beobachten. Bei einer Zugkraft von ca. 0,3 N und einem Abstand des Lingualknöpfchens (gemessen von der Längsachse des Eckzahnes) von 2 bis 3 mm entsteht ein Drehmoment von 0,6 bis 0,9 Nmm um die Längsachse des Zahnes. In einem eigenen Versuchsaufbau konnten die Autoren messen, dass die Steifheit der Stahlfeder antirotatorisch ein Gegendrehmoment von 0,75 Nmm erzeugen kann. Sentalloy-Federn können dagegen aufgrund ihrer hohen Elastizität diese Seitenstabilität nicht sicherstellen.
3. Durch Verhinderung der Rotation bei der Lateralbewegung scheint sich die Langzeitstabilität des ehemals verlagerten Zahnes um seine Längsachse zu erhöhen.

Die von *Nienkemper* et. al.<sup>18</sup> verwendeten Hebelmechaniken bei der Einstellung impaktierter Zähne sind ebenfalls ein übersichtliches und kalkulierbares Kräftesystem, welches sich klinisch bewährt hat. Ungünstig für den Patientenkomfort ist jedoch die Tatsache, dass durch Kaukräfte und Speisen die relativ weichen TMA-Hebel verbogen werden können und diese zugleich eine entsprechende Retentionsmöglichkeit für

Speisereste darstellen. Beim EWC-System hat dieser Aspekt nicht keine Relevanz, da sich die Zugfeder größtenteils innerhalb der schützenden Mundschleimhaut befindet und so vom Patienten kaum zerstört werden kann und nicht als störend wahrgenommen wird. *Becker*<sup>5</sup> gehört zu den wenigen Autoren, die nicht nur die Leistungsfähigkeit einer eingesetzten Apparatur sehen, sondern auch besonders den Behandlungskomfort für den Patienten.

Bezüglich der Wahl zwischen offenem und geschlossenem Vorgehen bei der Freilegung besteht eine kontroverse Diskussion. Ein wesentliches Argument für den offenen Zugang wird in der Möglichkeit gesehen, die Zugapparatur bei einem Abriss problemlos wieder zu befestigen, wodurch sich in diesem Fall ein zweiter operativer Eingriff vermeiden lässt. Aufgrund der Probeaktivierung bei Verwendung des EWC-Systems kann ein späterer Abriss der Zugfeder allerdings nahezu ausgeschlossen werden, da die Probeaktivierung mit einer Kraft von ca. 150 cN, d. h. um den Faktor 5 höher als zur Einstellung nötig erfolgt. Diese Tatsache konnte auch im klinischen Test über mehrere Jahre bestätigt werden<sup>22</sup>.

### Schlussfolgerungen

Für die Einstellung ektooper Zähne stehen dem Behandler heute eine Vielzahl von klinisch erprobten Apparaturen zur Verfügung. Durch geschickte Auswahl und Kombination lassen sich Vorteile miteinander verbinden und Nachteile reduzieren. Seit Einführung der TADs (Temporary Anchorage Devices) in der Kieferorthopädie konnte das Verankerungsproblem zwar nicht völlig beseitigt, jedoch erheblich abgemildert werden. Dies hat auch eine positive Wirkung auf die Behandlungszeiten gebracht. Behandlungsabschnitte, die früher zwingend nacheinander durchgeführt werden mussten, können heute kombiniert erfolgen. Die biologischen Grenzen einerseits, das Geschick und die Erfahrung des kieferorthopädischen und chirurgischen Behandlers andererseits bestimmen jedoch letztendlich den Erfolg.

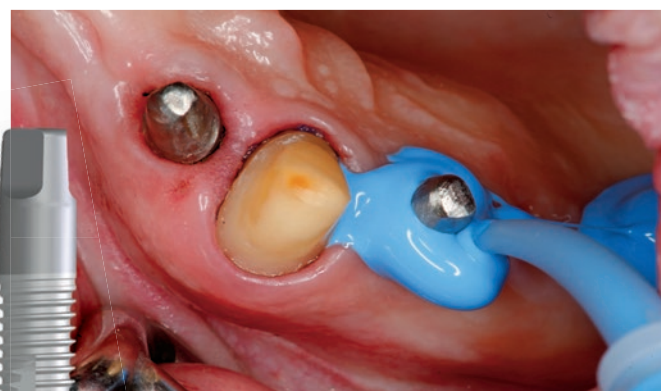
#### Literatur

1. Baccetti T. Risk indicators and interceptive treatment alternatives for palatally displaced canines. *Semin Orthod* 2010;16:186-192.
2. Baccetti T, Leonardi M, Armi P. A randomized clinical study of two interceptive approaches to palatally displaced canines. *Eur J Orthod* 2008;30:381-385.
3. Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:8.e1-9
4. Becker A. Einordnung verlagertter Zähne: Kieferorthopädisches Problemmanagement mit festsitzenden Behandlungsmechaniken. Köln: Deutscher Zahnärzte-Verlag, 1999.
5. Becker A. Orthodontic treatment of impacted teeth – Third Edition. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.
6. Becker A, Brin I, Ben-Bassat Y, Zilberman Y, Chaushu S. Closed-eruption surgical technique for impacted maxillary incisors: a postorthodontic periodontal evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:9-14.
7. Becker A, Chaushu S. Palatally impacted canines: the case for closed surgical exposure and immediate orthodontic traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:451-459.
8. Crescini A, Clauser C, Giorgetti R, Cortellini P, Pini Prato GP. Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines. A three-year periodontal follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:61-72.
9. Daskalogiannakis J, McLachlan KR. Canine retraction with rare earth magnets: an investigation into the validity of the constant force hypothesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:489-495.
10. Fischer TJ, Ziegler F, Lundberg C. Cantilever mechanics for treatment of impacted canines. *J Clin Orthod* 2000;34:647-650.
11. Iramaneerat S, Cunningham SJ, Horrocks EN. The effect of two alternative methods of canine exposure upon subsequent duration of orthodontic treatment. *Int J Paediatr Dent* 1998;8:123-129.
12. Jacoby H. The „ballista spring“ system for impacted teeth. *Am J Orthod* 1979;75:143-151.
13. Kalra V. The K-9 spring for alignment of impacted canines. *J Clin Orthod* 2000;34:606-610.
14. Kokich VG, Mathews DP. Surgical and orthodontic management of impacted teeth. *Dent Clin North Am* 1993;37:181-204.
15. Korbendau J-M, Patti A (eds). Clinical success in surgical and orthodontic treatment of impacted teeth. Chicago: Quintessence, 2006.
16. Kornhauser S, Abed Y, Harari D, Becker A. The resolution of palatally impacted canines using palatal-occlusal force from a buccal auxiliary. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:528-534.
17. Ludwig B, Glasl B, Kinzinger G, Wilmes B, Lisson J. Das ästhetische Erscheinungsbild verlagertter und retinierter Eckzähne nach kieferorthopädischer Einordnung. *Inf Orthod Kieferorthop* 2011;43:23-31.
18. Nienkemper M, Wilmes B, Ludwig B, Pauls A, Drescher D. Klinische Untersuchung skelettal verankerter Mechaniken zur Einordnung retinierter Zähne. *Kieferorthopädie* 2012;26:7-17.
19. Ricketts R, Bench R, Gugino C, Hilgers J, Schulhof R. Bioprogressive therapy. Denver: Rocky Mountain Orthodontics, 1979.
20. Sacerdoti R, Baccetti T. Dentoskeletal features associated with unilateral or bilateral palatal displacement of maxillary canines. *Angle Orthod* 2004;74:725-732.
21. Schmidt AD, Kokich VG. Periodontal response to early uncovering, autonomous eruption, and orthodontic alignment of palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:449-455.
22. Schubert M. Die Einordnung von retinierten und verlagerten Zähnen mittels Easy-Way-Coil (EWC®) System. *J Orofac Orthop* 2008;69:213-226.
23. Shroff B. Canine impaction: diagnosis, treatment planning and clinical management. In: Nanda R (ed). *Biomechanics in clinical orthodontics*. Philadelphia: Saunders, 1997:99-108.
24. Tränkemann J. Häufigkeit retinierter Zähne der zweiten Dentition. *Dtsch Zahnärztl Z* 1973;28:415-420.
25. Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB. Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption techniques. *Angle Orthod* 1995;65:23-32.
26. Watted N, Teuscher T. Verlagerte Zähne – Diagnose und erfolgreiche Therapie. Berlin: Quintessenz, 2005.



## So einfach wie ein Zahnstumpf

Implantieren muss nicht teuer sein. Überzeugen Sie sich von der einfachen Arbeitsweise mit **FairOne™**. Sprechen Sie uns an.



 Qualität aus Deutschland

Mit **FairOne™** bekommen Sie ein einzigartiges, einteiliges Implantat, dass Ihnen **neue Patientenkreise** erschließt.



**FairImplant GmbH**  
Kieler Str. 103-107 • 25474 Bönningstedt  
Tel 040 25 33 055-0 • Fax 040 25 33 055-29  
[www.fairimplant.de](http://www.fairimplant.de) • [info@fairimplant.de](mailto:info@fairimplant.de)