

# The Alignment of Impacted and Ectopic Teeth using the Easy-Way-Coil (EWC<sup>®</sup>) System

## Die Einordnung von retinierten und verlagerten Zähnen mittels Easy-Way-Coil-(EWC<sup>®</sup>-)System

Michael Schubert<sup>1</sup>

### Abstract

**Background:** Teeth that do not spontaneously erupt in the dental arch or are ectopic must normally be surgically exposed. For orthodontic correction a traction device must be attached to the affected tooth over which the already-raised mucoperiosteal flap is lowered to improve the periodontal condition.

**Method:** The author has developed a system at his private orthodontic practice for this purpose, and it has proven itself over a 10-year period. A traction spring is fastened to a lingual button that is attached to the etched tooth surface using an adhesive. The appliance is activated by systematically shortening the spring.

**Results:** A total of 103 patients were treated successfully in this way, 45 of whom had presented a unilaterally ectopic canine requiring an average treatment time of 17.8 months from surgical exposure to removal of the fixed appliance. None of the patients suffered inflammatory reactions in the oral mucosa adjacent to the traction spring during the treatment. Two impacted teeth were ankylosed and could not be aligned.

**Conclusion:** The EWC<sup>®</sup>-System is clinically a reliable, efficient, easy to use and economical system for the alignment of impacted and ectopic teeth.

**Key Words:** Traction spring · Ectopic tooth · Impacted tooth

### Introduction

The alignment of ectopic teeth is an important aspect of orthodontic therapy. Of all the teeth susceptible of failing to erupt, the upper cuspids predominate with a frequency of 0.9–3% [9, 11, 12, 33, 38, 39] in the general population.

The position of an ectopic upper cuspid must be approached with great diagnostic discretion. Many authors

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Zähne, die sich nicht spontan in den Zahnbogen einstellen oder verlagert sind, müssen in der Regel chirurgisch freigelegt werden. Für eine kieferorthopädische Einordnung ist dann eine Zughilfe an den betroffenen Zahn anzubringen, über die zur Verbesserung der parodontalen Verhältnisse der vorher abgelöste Mucoperiostlappen gelegt wird.

**Methode:** In einer kieferorthopädischen Fachpraxis wurde hierfür ein System entwickelt, das sich seit 10 Jahren bewährt hat. Eine Zugfeder ist an einem Lingualknopf befestigt, der mit Hilfe der Klebetechnik auf einen angeätzten Zahn aufgebracht wird. Durch systematisches Kürzen der Feder erfolgt die Aktivierung.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 103 Patienten damit erfolgreich behandelt, wobei 45 Patienten einen einseitig verlagerten Eckzahn aufwiesen. Hierfür ließ sich eine durchschnittliche Behandlungszeit von der Freilegung bis zur Entbänderung von 17,8 Monaten errechnen. Während der Behandlung kam es bei keinem der Patienten zu entzündlichen Reaktionen der Mundschleimhaut im Zugfederbereich. Zwei retinierte Zähne waren ankylosiert und konnten nicht eingestellt werden.

**Schlussfolgerung:** Das EWC<sup>®</sup>-System ist klinisch zur Einstellung von retinierten und verlagerten Zähnen ein zuverlässiges, effizientes und wirtschaftliches Verfahren, das einfach in der Handhabung ist.

**Schlüsselwörter:** Zugfeder · Verlagerter Zahn · Retinierter Zahn

### Einleitung

Die Einordnung von verlagerten Zähnen ist ein wichtiger Bereich der kieferorthopädischen Therapie. Bei der potenziellen Retention bleibender Zähne dominiert der obere Eckzahn mit einer Häufigkeit von 0,9–3% [9, 11, 12, 33, 38, 39] bei unselektierten Probanden.

Die Verlagerung des oberen Eckzahnes muss bezüglich seiner Position differenziert betrachtet werden. Über die not-

<sup>1</sup>Private Orthodontic Practice, Regensburg, Germany

Received: May 14, 2007; accepted: January 21, 2008

have reported on the necessary surgical exposure and the manner in which it is carried out [1, 5, 8, 19, 20, 40].

1. The two exposure techniques for cuspids impacted palatally are:
  - open technique and
  - closed technique.
2. For buccally-positioned cuspids, there are three approaches of exposure:
  - excision of the mucosa,
  - an apically-positioned sliding flap, and
  - closed exposure technique.

The orthodontist's task consists of aligning the ectopic or impacted tooth in the appropriate position within the dental arch after its surgical exposure. Many appliances and springs have been recommended for supplying the mechanical force necessary for this purpose, namely:

- the fish-tail appliance [26],
- ballista spring [17],
- spring auxiliary archwire [21],
- K9 spring [18],
- TMA lever mechanisms on the buccal and palatal sides [13],
- the easy cuspid [7],
- the lingual arch with small soldered hooks [33], and
- the microimplant in the mandible for anchorage and applying elastics [24].

The force in some of these appliances is generated by elastics, elastic chains or an elastic rubber thread, but the material's quality makes frequent replacement necessary for the purpose of re-activation. The lever designs used as alternatives are highly elastic and supply effective force for a relatively long period of time, but they are easily damaged, rather uncomfortable for patients, and make oral hygiene more difficult.

To resolve this problem in my practice, and starting in 1995, I employed short traction springs attached to the traction-wire end emerging from the mucosa using closed eruption technique (preferred due to clinically-proven better periodontal results [41]). This provided a source of force offering great elasticity that the patients found comfortable. However, a disadvantage in its clinical application was the relatively short activation length between the end of the wire and the continuous square archwire as an anchor unit.

During the next stage of development (from 1996), the maxillofacial surgeon intra-operatively attached a roughly 3 cm-long traction spring fastened with a ligature wire to a lingual button with an adhesive base. The spring was arranged in the desired direction of traction and the mucosa sutured over it. The end of the spring protruding from the mucosa was shortened accordingly and ligated to the desired anchoring position on the square archwire.

In so doing I fulfilled the requirements I had set for myself for the single purpose of cuspid alignment, namely a long acti-

wendige chirurgische Freilegung und deren Variationsmöglichkeiten berichten zahlreiche Autoren [1, 5, 8, 19, 20, 40].

1. Für palatinal impaktierte Eckzähne gibt es zwei Freilegungstechniken:
  - offener Zugang,
  - geschlossener Zugang.
2. Für bukkal verlagerte Eckzähne gibt es drei Techniken der Freilegung:
  - Schleimhautexzision,
  - apikal positionierter Verschiebelappen,
  - geschlossener Zugang.

Die Aufgabe des Kieferorthopäden besteht dann darin, nach chirurgischer Freilegung den verlagerten bzw. retinierten Zahn an die entsprechende Stelle innerhalb des Zahnbogens einzuordnen. Für die dazu notwendige mechanische Kraft wird eine Vielzahl von Apparaturen und Federn empfohlen:

- Fish-tail-Apparatur [26],
- Ballista spring [17],
- Spring auxiliary archwire [21],
- K9 spring [18],
- TMA-Hebel-Mechanismen von bukkal und palatinal [13],
- Easy cuspid [7],
- Lingualbogen mit aufgelöteten Häkchen [33] und
- Mikroimplantat im Unterkiefer zur Verankerung und Anwendung von Elastiks [24].

Bei einem Teil dieser Apparaturen wird die Kraft von Elastics, Kettgummi oder einem elastischen Gummifaden erzeugt, allerdings ist durch die Materialqualität ein häufiger Wechsel zur Nachaktivierung notwendig. Die alternativ zum Einsatz kommenden Hebelkonstruktionen weisen zwar eine hohe Elastizität und relativ lange Kraftabgabe auf, sind aber für den Patienten wenig komfortabel, beschädigungsgefährdet und erschweren die Mundhygiene.

Um diesem Problem gerecht zu werden, wurden ab 1995 in der für die vorliegende Studie verwendeten kieferorthopädischen Fachpraxis bei der geschlossenen Zugangsmethode (bevorzugt wegen der günstigeren parodontalen Ergebnisse im klinischen Befund [41]) kurze Zugfedern eingesetzt, die an das aus der Schleimhaut herausragende Zugdrahtende gebunden wurden. Damit stand eine Kraftquelle zur Verfügung, die eine hohe Elastizität aufwies und für den Patienten einen guten Komfort bot. Nachteilig jedoch wirkte sich in der klinischen Anwendung die relativ kurze Aktivierungsstrecke zwischen dem Drahtende und dem durchgehenden Vierkantbogen als Verankerung aus.

Als nächste Entwicklungsstufe (ab 1996) wurde intraoperativ vom Kieferchirurgen eine ca. 3 cm lange Zugfeder, befestigt mit einer Drahtligatur an einem Lingualknopf mit Klebasis, direkt aufgebracht. Die Feder wurde nach der gewünschten Zugrichtung ausgerichtet und die Schleimhaut



Figure 1. Traction spring on roll, ligature wire and lingual button.

Abbildung 1. Zugfeder auf der Rolle, Ligaturendraht und Lingualknöpfchen.

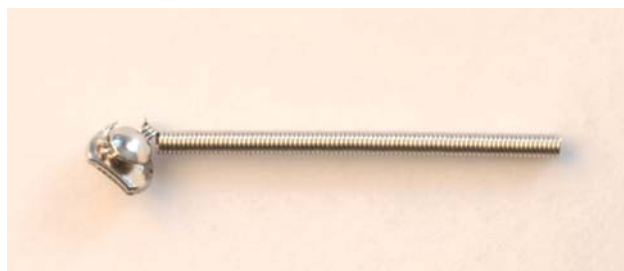


Figure 2. Complete traction appliance.

Abbildung 2. Komplettierte Zugapparatur.

vation period, variable direction of traction, simple re-activation by shortening the spring, a precisely quantified amount of force, and a high degree of comfort for the patients.

In this paper I shall describe and critically evaluate this type of treatment for the alignment of impacted and ectopic incisors, cuspids and premolars. It is called the "Easy-Way-Coil-System" (EWC® System).

### Methods and Materials

The spring system consists of a Remanium® traction spring (Dentaurum, Ispringen, Germany; REF: 758-175-00) and a lingual button with an adhesive base connected via a ligature wire of 0.25 mm diameter (Figure 1).

The traction spring has an outer diameter of 1.2 mm, an inner diameter of 0.75 mm and generates an average force of 0.158 N over an active length of 1 mm.

Making the appliance in the practice involves cutting a roughly 3 cm length of traction spring off the roll. At one end of the spring a roughly 1 mm long piece is gripped and carefully bent at an angle of about 45° to create an eyelet. This eyelet is then fastened with a ligature wire to the lingual button, and the ligature end is cut and pressed well onto the lingual button's shaft (Figure 2).

darüber vernäht. Das aus der Schleimhaut herausragende Federende wurde entsprechend gekürzt und an der gewünschten Verankerungsstelle am Vierkantbogen ligiert.

Damit waren die selbst aufgestellten Voraussetzungen für eine gezielte Eckzahneinstellung gegeben: lange Aktivierungsstrecke, variable Zugrichtung, einfache Nachaktivierung durch Kürzen der Feder, exakte Kraftgröße und hoher Komfort für den Patienten.

Im Folgenden soll dieser Behandlungsweg zur Einstellung von retinierten und verlagerten Front- und Eckzähnen sowie Prämolaren vorgestellt und einer kritischen Bewertung unterzogen werden. Er wird „Easy-Way-Coil-System“ benannt (EWC®-System).

### Methodik und Material

Das Federsystem besteht aus einer Remanium®-Zugfeder (Dentaurum, Ispringen, Deutschland; REF: 758-175-00) und einem Lingualknopf mit Klebebasis verbunden über einen Ligaturendraht mit 0,25 mm Durchmesser (Abbildung 1).

Die Zugfeder hat einen Außendurchmesser von 1,2 mm, einen Innendurchmesser von 0,75 mm und erzeugt bei einer Aktivierung von 1 mm eine durchschnittliche Kraft von 0,158 N.

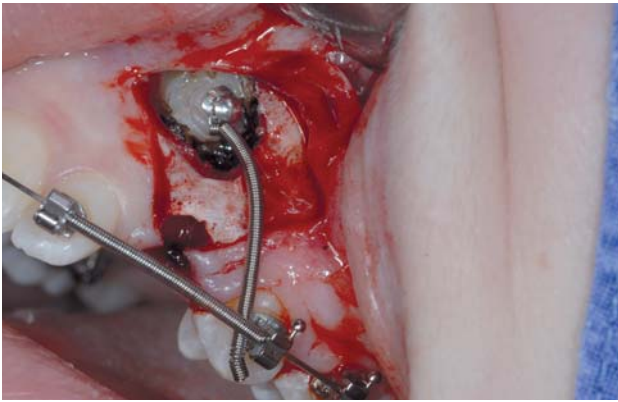
Zur Eigenherstellung wird ein ca. 3 cm langes Stück der Zugfeder von der Federrolle abgetrennt. An einem Ende der Feder wird ein ca. 1 mm langes Stück abgegriffen und vorsichtig ein ca. 45°-Winkel eingebogen, so dass eine Öse entsteht. Diese Öse wird mit einer Drahtligatur am Lingualknöpfchen befestigt, das Ligaturende gekürzt und gut am Stiel des Lingualknopfes angedrückt (Abbildung 2).

Die Stahlfeder bringt gegenüber anderen möglichen Zugfedern (z.B. Nitinol) den Vorteil, die für die vorliegende Konstruktion und spätere Nachaktivierung notwendige Öse korrekt und stabil einbiegen zu können.

Bevor die Zugfeder eingesetzt werden kann, sollte unbedingt der Platz für den einzustellenden Zahn zur Verfügung stehen. Bei einer .018"-Technik für den Bracketschlitz reicht ein .016 × .022" Stainless-Steel-Drahtbogen zur Basisverankerung nach eigener klinischer Erfahrung aus. Im Bereich der vorbereiteten Lücke wird ein exakt eingepasstes Stück der Remanium®-Feder als Platzhalter auf den Drahtbogen aufgeschoben.

Das chirurgische Vorgehen besteht darin, nach Bildung eines Mukoperiostlappens die Krone des retinierten oder verlagerten Zahnes von bukkal bzw. von palatinal bis zur vermuteten Schmelzzementgrenze freizulegen. Nach Einwirkung des Ätzzgels wird das Attachment mit der Feder durch lichthärtenden Kunststoff am Zahn fixiert (bei Palatinallage: an der Palatinalfläche; bei Bukkallage: an der Bukkalfläche (Abbildungen 3 und 4)).

Der Mukoperiostlappen wird über die Zugkonstruktion gelegt und mit einer Naht fixiert. Das Ende der Zugfeder wird provisorisch am Bogen passiv mit Nahtmaterial spannungsfrei befestigt (Abbildung 5).



**Figure 3.** Attached spring system arranged in the necessary distocaudal direction of traction.

**Abbildung 3.** Fixiertes Federsystem ausgerichtet in die erforderliche Zugrichtung disto-kaudal.



**Figure 4.** Attached spring system arranged in the necessary distobuccal direction of traction.

**Abbildung 4.** Fixiertes Federsystem ausgerichtet in die erforderliche Zugrichtung nach disto-bukkal.

Compared to other potential traction springs (such as the Nitinol), the advantage of the steel spring is that it can be bent accurately to permanently form the eyelet necessary for this design and its later re-activation.

Before the traction spring can be put into place, space must be available for the tooth being aligned. My clinical experience has revealed that for a .018" bracket slot size, a stainless-steel archwire measuring .016 × .022" is sufficient for basic anchorage. An exactly-fitting piece of Remanium® spring is pushed onto the archwire as a space maintainer in the region of the prepared space.

Once a mucoperiosteal flap has been formed, the surgical procedure consists of surgical exposure from the impacted or ectopic tooth's buccal or palatal side of the crown to the presumed cementsoenamel junction. Once the etching gel has been effective, the attachment with the spring is attached to the tooth by light-cure adhesive (palatal position on the palatal surface, buccal position on the buccal surface (Figures 3 and 4)).

The mucoperiosteal flap is lowered over the traction device and fastened in place with a suture. The end of the traction spring is temporarily fixed passively (free of tension) to the archwire with suture material (Figure 5).

This procedure is easier to visualize from the Frasco model with a palatally-ectopic cuspid. The procedure for variously-impacted or -ectopic teeth is always the same, whether performed in the maxilla or mandible.

The direction of force required for ectopic-cuspid alignment is distobuccal; the anchoring point selected for the spring is thus at the posterior end of the space maintainer spring. In so doing a ligature cutter is carefully applied and lightly closed (Figure 6a). This creates a gap within the spring in which the ligature wire can be embedded (and no longer slip out of place).

Um die Vorgehensweise besser erkennen zu können, wird dies an einem Frasco-Modell mit einem palatinal verlagerten Eckzahn gezeigt. Das Verfahren bei den verschiedenen retinierten oder verlagerten Zähnen ist immer das Gleiche, egal ob im Ober- oder Unterkiefer:

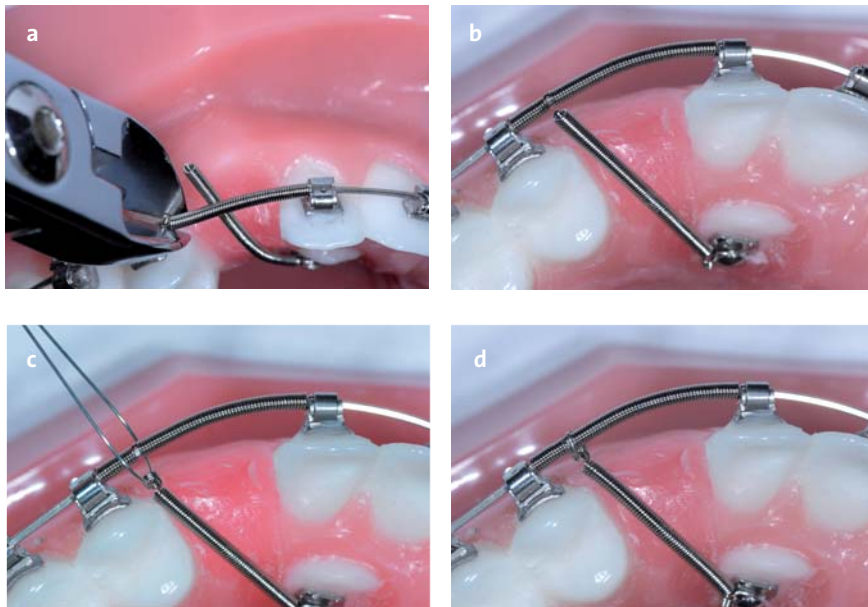
Die erforderliche Krafrichtung für die Einstellung des verlagerten Eckzahnes ist distobukkal, der Verankerungspunkt für die Feder wird ergo am distalen Ende der Lückenhalterfeder gewählt. Hier wird vorsichtig ein Ligaturschneider aufgelegt und leicht geschlossen (Abbildung 6a). Dadurch entsteht innerhalb der Feder ein Spalt, in dem sich der Ligaturdraht einlagern kann und nicht mehr verrutscht.

Das Zugfederende wird zur Verankerungsposition am Bogen ausgerichtet und so lange gekürzt, bis der Abstand zum Verankerungspunkt 2 mm beträgt (Abbildung 6b).



**Figure 5.** Tension-free attachment of the traction spring with suture material by the surgeon.

**Abbildung 5.** Spannungsfreie Fixation der Zugfeder mit Nahtmaterial durch den Chirurgen.



**Figures 6a to 6d.** Images of the treatment steps using the Frasco model.

**Abbildungen 6a bis 6d.** Darstellung der durchgeführten Behandlungsschritte an einem Frasco-Modell.

The traction spring end is oriented towards the anchoring position on the archwire and shortened until the distance from the anchoring point is 2 mm (Figure 6b).

As described earlier, a 1 mm wide eyelet is bent into a 45° angle and fastened to the arch with a ligature wire. This distance from the archwire makes a force of roughly 0.3 N possible (Figures 6c and 6d).

After 4 weeks, the first re-activation is performed in five steps:

1. removing the traction spring's ligature wire from the archwire,
2. cutting off the eyelet,
3. shortening the spring to a distance of 2 mm from the anchoring point,
4. bending a new 1 mm wide eyelet, and
5. ligating the traction spring to the same point.

The later activations are performed at 4-week intervals and repeated until the tooth is visible in the oral cavity and the spring can no longer be shortened.

If a change in the direction of traction is necessary during treatment (as determined by X-rays or clinical palpation), a new retention groove must be pressed into the space maintainer spring (more to the mesial or distal). Only then can the shortening be performed as in the primary activation.

Constant maintenance of this 2 mm distance is important to ensuring a continuous force application of 0.3 N.

Once the previously-impacted tooth has erupted (although not enough for bracket bonding [Figure 7a]), the remainder of the traction spring is removed from the lingual button. The tooth continues to be elongated using a Power Tube .25 ligature (Ormco, Glendora, CA, USA) (Figure 7b).

Wie anfangs beschrieben wird wieder eine 1 mm breite Öse um 45° abgebogen und mit einer Drahtligatur am Bogen fixiert. Dieser Abstand vom Bogen ermöglicht eine Kraft von ca. 0,3 N (Abbildungen 6c und 6d).

Nach 4 Wochen erfolgt die erste Nachaktivierung in fünf Arbeitsschritten:

1. Lösen des Ligaturendrahtes der Zugfeder vom Bogen,
2. Abzwicken der Öse,
3. Kürzen der Feder auf einen Abstand von 2 mm zum Verankerungspunkt,
4. Biegen einer neuen 1 mm breiten Öse,
5. Anligieren der Zugfeder an derselben Stelle.

Die weiteren Aktivierungen werden im Abstand von 4 Wochen durchgeführt und so lange wiederholt, bis der Zahn in der Mundhöhle sichtbar wird und die Feder nicht mehr zu kürzen ist.

Wird während der Behandlung eine Änderung der Zugrichtung nötig (feststellbar durch Röntgen oder klinischen Tastbefund), muss eine neue Retentionsrinne in die Platzhalterfeder gedrückt werden (mehr nach mesial oder distal). Erst danach darf die Kürzung analog der primären Aktivierung durchgeführt werden.

Wichtig ist das konstante Einhalten dieses 2-mm-Abstandes als Gewährleistung für die kontinuierliche Kraftgröße von 0,3 N.

Ist der vormals retinierte Zahn durchgebrochen, jedoch nicht so weit, dass ein Bracket aufgebracht werden kann (Abbildung 7a), wird der Zugfederrest vom Lingualknopf entfernt. Mit einer Power Tube .25 Ligatur (Ormco, Glendora, CA, USA) wird der Zahn weiter elongiert (Abbildung 7b).



**Figure 7a.** Traction spring shortened as much as possible.

**Abbildung 7a.** Zugfeder maximal gekürzt.



**Figure 7b.** Further extrusion using Power Tube.

**Abbildung 7b.** Weitere Extrusion mit Power-Tube.



**Figure 7c.** Lingual button is removed and replaced by a bracket, piggyback technique.

**Abbildung 7c.** Der Lingualknopf wurde entfernt und durch ein Bracket ersetzt, Piggyback-Technik.

Once the crown has erupted far enough to accommodate a bracket, the lingual button is removed and the bracket attached. The subsequent alignment is done with an orthodontic archwire using for example the piggyback technique (Figure 7c).

A formerly palatally-ectopic tooth tends to erupt sufficiently on the buccal side to allow a lingual button to be bonded to the crown's buccal surface. The subsequent procedure resembles that involving a tooth in buccal position as shown in Figures 7b and 7c. The palatal traction spring is no longer necessary and should be removed.

Ist die Krone dann so weit durchgebrochen, dass ein Bracket geklebt werden kann, wird der Lingualknopf entfernt und dieses aufgebracht. Die anschließende Einordnung erfolgt mit einem orthodontischen Bogen, z.B. in Piggyback-Technik (Abbildung 7c).

Ein ehemals palatinal verlagertes Zahn bricht in der Regel so weit bukkal durch, dass an der Bukkalfläche der Krone bereits ein Lingualknopf geklebt werden kann. Das weitere Vorgehen gleicht einer Bukkallage analog zu den Abbildungen 7b und 7c. Die palatinale Zugfeder ist nicht mehr notwendig und sollte entfernt werden.



**Figure 8a.** Panoramic radiograph with ectopic tooth 23 months prior to exposure.

**Abbildung 8a.** Panoramaschichtaufnahme mit verlagertem Zahn 23 Monate vor der Freilegung.



**Figure 8b.** Control panoramic radiograph 4 months after surgical exposure.

**Abbildung 8b.** Panoramaschichtaufnahme: Kontrolle 4 Monate nach der Freilegung.



**Figure 8c.** Panoramic radiograph 10 months after exposure.

**Abbildung 8c.** Panoramaschichtaufnahme 10 Monate nach der Freilegung.



**Figure 8d.** Buccal direction of eruption following palatal position.

**Abbildung 8d.** Bukkale Durchbruchsrichtung nach vorheriger Palatinallage.



**Figure 8e.** Further extrusion using a buccally-bonded lingual button and Power Tube.

**Abbildung 8e.** Weitere Extrusion mit Hilfe eines bukkal geklebten Lingualknopfes und Power-Tube.

### Case Reports

I shall demonstrate the variability of the traction springs using the examples of three patients. The first patient exemplifies an extensive treatment sequence.

#### 1. Patient L.P. (Male, 17 Years Old)

Palatal ectopia of tooth 23, distobuccal spring traction direction.

After having made space available in the left canine area with a pendulum appliance after extraction of tooth 27, I prepared the space for the alignment of tooth 23.

The panoramic view (Figure 8a) shows the status prior to surgical exposure of the canine. Four months later, the control X-ray clearly reveals the distance (Figure 8b) the tooth moved and the spring's distal traction direction. After another 6 months (Figure 8c), we see tooth 23's nearly perfect axial position. Tooth 28 also aligned well spontaneously.

Eleven months after exposure, tooth eruption to the buccal had advanced far enough (Figure 8d) to ensure that no crossbite developed. A buccally-bonded lingual button was ligated via a Power Tube to an archwire with step bends in the cuspid area for further tooth extrusion. The palatally-bonded lingual button with the traction spring rest was removed (Figure 8e). Subsequent alignment was done using the piggyback technique and by ligating the tooth into the continuous orthodontic archwire.

#### 2. Patient K.A. (Female, 11.5 Years Old)

High buccal impaction of 13 and ectopia of 23, aplasia of teeth 12 and 22 (Figure 9a). The treatment plan included space closure in the area of the missing upper lateral incisors

### Patientenbeispiele

Im Folgenden wird die Variabilität der Zugfeder an drei Patienten vorgestellt. Am ersten Patienten wird eine ausführliche Behandlungssequenz gezeigt.

#### 1. Patient L.P. (männlich, 17 Jahre)

Palatinale Verlagerung des Zahnes 23, Zugrichtung der Feder nach distobukkal.

Nach Platzbeschaffung mit einer Pendulum-Apparatur und Extraktion des Zahnes 27 wurde die Lücke zur Einstellung des Zahnes 23 vorbereitet.

Die Panoramamaufnahme (Abbildung 8a) zeigt den Zustand vor der Freilegung. Auf der Kontrollaufnahme (Abbildung 8b), 4 Monate später, sind die zurückgelegte Wegstrecke und die distale Zugrichtung der Feder gut erkennbar. Abbildung 8c zeigt nach weiteren 6 Monaten die nahezu achsengerechte Position des Zahnes 23. Auch Zahn 28 hat sich gut spontan eingestellt.

Der Durchbruch erfolgte 11 Monate nach der Freilegung bereits so weit bukkal (Abbildung 8d), dass kein Kreuzbiss entstand. Ein bukkal geklebter Lingualknopf mit einer Power-Tube gegen einen Stufenbogen diente zur weiteren Extrusion. Der palatinal geklebte Lingualknopf mit dem Zugfederrest wurde entfernt (Abbildung 8e). Die anschließende Einstellung erfolgte mit Piggyback-Technik und Einlagern am fortlaufenden orthodontischen Bogen.

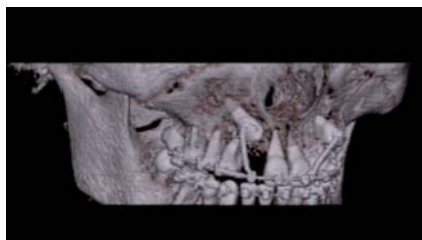
#### 2. Patient K.A. (weiblich, 11,5 Jahre)

Hohe bukkale Retention Zahn 13 und Verlagerung 23, Nichtanlage der Zähne 12 und 22 (Abbildung 9a). Geplanter Lückenschluss der Nichtanlagen mit Ausgleichsextraktion von zwei Prämolaren im Unterkiefer.



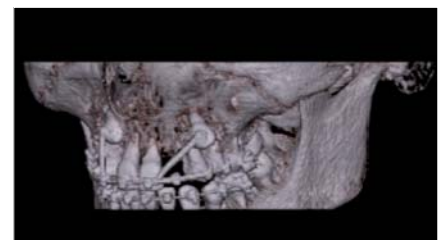
**Figure 9a.** Panoramic radiograph just prior to exposure of highly-ectopic teeth 13 and 23.

**Abbildung 9a.** Panoramiaschichtaufnahme kurz vor der Freilegung der hoch verlagerten Zähne 13 und 23.



**Figure 9b.** Downward direction of the spring for tooth 13.

**Abbildung 9b.** Zugrichtung der Feder für 13, nach kaudal.



**Figure 9c.** Mesio-caudal direction of the spring for tooth 23.

**Abbildung 9c.** Zugrichtung der Feder für 23, nach mesio-kaudal.



**Figure 9d.** As early as 11 months after exposure, the transition to piggyback technique for the derotation of tooth 23.

**Abbildung 9d.** 11 Monate nach Freilegung bereits Übergang zu Piggyback-Technik für die Derotation von 23.



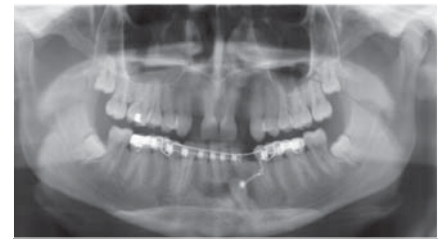
**Figure 10a.** Panoramic radiograph with ectopic tooth 33.

**Abbildung 10a.** Panoramaschichtaufnahme mit verlagertem Zahn 33.



**Figure 10b.** Panoramic radiograph 14 months after exposure with a shortened sectional archwire.

**Abbildung 10b.** Panoramaschichtaufnahme 14 Monate nach Freilegung mit gekürztem Teilbogen.



**Figure 10c.** Panoramic radiograph revealing the sectional archwire's horizontal leg shortened even more.

**Abbildung 10c.** Panoramaschichtaufnahme mit noch weiter gekürztem horizontalem Schenkel des Teilbogens.



**Figure 10d.** Control panoramic radiograph showing tooth 33 in good axial alignment.

**Abbildung 10d.** Panoramaschichtaufnahme: achsensgerecht eingeordneter Zahn 33.

and counterbalancing extraction of two premolars in the mandible.

Even bilateral tooth displacement can be treated by using the traction spring. However, a .017 × .025" stainless-steel archwire should be inserted as the anchoring archwire to prevent side effects in such cases.

X-rays in different planes are generally sufficient for surgical-exposure purposes, and for determining the direction of spring traction. A CT image must be taken if the teeth requiring alignment are not palpable and resorptions of the neighboring teeth are likely (and for forensic reasons as well). With the help of 3-D software, 2-D CT scans can be used to generate a 3-D image.

The complexity of the cuspid position in the alveolar and dental area is shown in a 3-D image using data visualization provided by the program Magic View 300 (Siemens, Erlangen, Germany). The traction springs and their directions are quite visible (Figures 9b and 9c).

### 3. Patient A.Y. (Male, 14.1 Years Old)

Horizontal buccal displacement and impaction of tooth 33 (Figures 10a to 10d).

The spring can even be used in case of a lower cuspid in horizontal position. However, another type of anchor unit must be applied in such a case. To achieve a traction direction as horizontal and deep as possible, a z-shaped .017 × .025" stainless-steel sectional arch is required which encloses the premolars and molars. A lingual arch must also be inserted. The spring's point of anchorage is selected initially so that it comes to rest distal of the lateral incisor and at the level of the gingival border. It must later be moved distally,

Auch bei einer doppelseitigen Verlagerung kann die Zugfeder benutzt werden. Allerdings sollte bei diesen Fällen ein .017 × .025" Stainless-Steel-Draht als Verankerungsbogen eingesetzt werden, um Nebenwirkungen auszuschalten.

Für die operative Freilegung und Bestimmung der Zugrichtung reichen in der Regel Röntgenaufnahmen in verschiedenen Ebenen aus. Sind die einzustellenden Zähne nicht palpierbar, und besteht die Gefahr von Resorptionen der benachbarten Zähne, sollte in solchen Fällen – auch aus forensischen Gründen – ein CT-Bild angefertigt werden. Mit Hilfe einer 3-D-Software kann aus zweidimensionalen CT-Einzelbildern ein dreidimensionales Bild umgerechnet werden.

Die Komplexität der Eckzahnlage wird durch eine dreidimensionale Darstellung mit Hilfe der Datenvisualisierung durch das Programm Magic View 300 (Siemens, Erlangen, Deutschland) im alveolären und dentalen Bereich gezeigt. Gut sichtbar sind die Zugfedern und deren Richtung (Abbildungen 9b und 9c).

### 3. Patient A.Y. (männlich, 14,1 Jahre)

Horizontale, bukkale Verlagerung und Retention Zahn 33 (Abbildungen 10a bis 10d).

Auch bei einem horizontal verlagerten unteren Eckzahn kann die Feder eingesetzt werden. Hierzu muss allerdings eine andere Verankerung angewendet werden. Um eine möglichst horizontale und tiefe Zugrichtung zu erhalten, wird ein z-förmiger .017 × .025" Stainless-Steel-Teilbogen benötigt, der die Prämolaren und Molaren einschließt. Ein Lingualbogen muss zusätzlich eingesetzt werden. Der Verankerungspunkt für die Feder wird zunächst so gewählt, dass er distal des seitlichen Schneidezahnes und in Höhe des



which is easy to do by shortening the horizontal leg of the sectional arch (Figures 10b and 10c). Figure 10d shows the correct axial inclination of the aligned tooth 33.

### Results

In the past 10 years, 120 ectopic and/or impacted teeth were successfully aligned in 103 patients (64 females, 39 males).

The ectopic teeth fell into the categories below:

– Palatally displaced upper cuspids	45
– Bilateral, palatally displaced upper cuspids	16
– Buccally displaced upper cuspids	26
– Bilateral, buccally displaced upper cuspids	12
– Upper second premolars	2
– Upper central incisors	3
– Impacted lower cuspids	5
– Bilateral, impacted lower cuspids	2
– Impacted lower second premolars	7
– Bilaterally impacted lower second premolars	2

In all the surgical exposure cases, I used the closed exposure technique for alignment purposes, and not a single lingual button of the traction device became separated from the tooth to which it had been bonded. This traction system's reliability is largely due to the fact that the surgeon can perform a trial activation immediately after having attached the traction spring – and the trial activation's traction force is many times greater than that which actually occurs later. Such a "trial run" reveals any instable bonds that can then be immediately replaced.

None of the patients experienced inflammatory reactions in the mucosa near the traction spring application.

Two teeth (one buccally impacted cuspid in the maxilla and a second premolar in the mandible) were ankylosed, could not be aligned, and had to be removed.

### Discussion

Anchorage quality deserves close attention throughout the treatment period when aligning ectopic teeth.

This applies to both the direction of traction and the size of the active movement elements used; most important is the quality of the passive anchoring elements. If the tooth groups providing the anchorage unit are not appropriately stabilized, unwanted side-effects can arise during the cuspids' buccal movement such as palatal movement of the molars [34] or unwanted intrusion and tilting of the neighboring teeth during cuspid extrusion.

Trying to open spaces and align the tooth simultaneously to save time usually leads to unwanted side effects that can detract from the ultimate treatment result.

The most convenient solution is thus to align the ectopic tooth in a single treatment step, not attempting to move other teeth in the dental arch at the same time. If the treatment requires leveling of the dental arch and space opening, such tasks must be performed beforehand.

Zahnfleischrandes zu liegen kommt. Zu einem späteren Zeitpunkt muss er nach distal verlegt werden, was durch Kürzen des horizontalen Schenkels des Teilbogens einfach erreicht werden kann (Abbildungen 10b und 10c). Abbildung 10d zeigt den achsengerecht eingeordneten Zahn 33.

### Ergebnisse

In den vergangenen 10 Jahren wurden bei 103 Patienten (64 weiblich, 39 männlich) 120 verlagerte und/oder retinierte Zähne erfolgreich eingeordnet.

Sie sind folgenden Gruppen zugeordnet:

– Obere palatinal verlagerte Eckzähne	45
– Obere beidseits palatinal verlagerte Eckzähne	16
– Obere bukkale Eckzähne	26
– Obere beidseits bukkal verlagerte Eckzähne	12
– Obere zweite Prämolaren	2
– Obere mittlere Schneidezähne	3
– Untere retinierte Eckzähne	5
– Untere beidseits retinierte Eckzähne	2
– Untere retinierte zweite Prämolaren	7
– Untere beidseits retinierte zweite Prämolaren	2

**Table 1.** Treatment duration of 45 patients with unilateral ectopic cuspids using the EWC® system.

**Tabelle 1.** Behandlungsdauer bei 45 Patienten und einseitig verlagertem Eckzahn mit dem EWC®-System.

Number of palatally-ectopic teeth (n = 45) female n = 33 male n = 12	Average (years month)	Lower limit (years month)	Upper limit (years month)
Age at start of treatment	14 y 1 m	11 y 7 m	22 y 7 m
Treatment period (from exposure to removal of fixed appliance)	17.8 m	8.6 m	34 m
Overall treatment period	25.6 m	13.1 m	39 m

In allen Fällen der Freilegung wurde zur Einstellung der geschlossene Zugang gewählt, kein einziger Lingualknopf der Zugvorrichtung löste sich von dem betroffenen Zahn. Die Zuverlässigkeit des Zugsystems lässt sich dadurch erklären, dass der Chirurg unmittelbar nach Aufbringen der Zugfeder eine Probeaktivierung durchführen kann, die die spätere tatsächliche Zugkraft um ein Vielfaches überschreitet. Eine unsichere Klebestelle wird dadurch aufgedeckt und kann sofort erneuert werden.

Es kam bei keinem einzigen Fall zu entzündlichen Reaktionen der Mundschleimhaut im Bereich der Zugfederkonstruktion.

Zwei Zähne (ein bukkal retinierter Eckzahn im Oberkiefer und ein zweiter Prämolare im Unterkiefer) waren ankylosiert, konnten nicht eingestellt und mussten entfernt werden.

This EWC<sup>®</sup> system with its 0.3 N amount of force guarantees very low load on the orthodontic archwire (whose  $.016 \times .022$ " size is adequate).

In their 1996 study using rare-earth magnets, Daskalogiannakis & McLachian [10] showed that the average speed of tooth movement is twice as great in response to continuously applied forces than to discontinuous forces. Sentalloy<sup>®</sup> springs reveal a similar release of force. Their use for aligning ectopic or impacted teeth under or inside the mucosa (as with the EWC<sup>®</sup> system) would be interesting, but they have not undergone appropriate clinical testing. Although the steel springs within the EWC<sup>®</sup> systems only generate a discontinuous force, allow me to illustrate two of their important advantages over Sentalloy<sup>®</sup> springs:

1. Mucosa or scar tissue can grow in between the separated spiral windings of an activated Sentalloy<sup>®</sup> spring and prevent the spring from contracting, thus making it impossible to estimate how much traction force is effectively being applied to the tooth. When activation of the steel spring is low, the "tube form" is retained, allowing the spring to slide easily with little friction.

2. The strong rotation of palatally ectopic cuspids as described by Becker [3] (when using a palatally bonded traction attachment) was not observed. With a traction force of roughly 0.3 N and the lingual button's distance of 2–3 mm (as measured from the cuspid's longitudinal axis), a torque of 0.6–0.9 N mm is generated around the tooth's longitudinal axis. An experimental study confirmed that the steel spring's rigidity has an anti-rotation effect and can thus generate a counter-torque of 0.75 N mm. Sentalloy<sup>®</sup> springs, on the other hand, are incapable of providing this lateral stability due to their great elasticity.

Therapeutic recommendations in the literature on the alignment of ectopic teeth differ regarding the forces applied and the necessary duration of treatment. Comparative analyses are made difficult due to the heterogeneity of clinical findings and techniques.

They do have one thing in common – namely that ectopic teeth should be moved with low forces. Yet the forces actually reported in the literature vary substantially.

For their extrusion-spring arm, Terry & Thomson [37] recommend a degree of activation equalling the pressure of a finger in the direction of the tooth; McDonald & Yap [23] draw with 5/16" heavy-pull elastics replaced daily, and neither Pearson et al. [26] nor Sander et al. [31]. recommend any particular amount of force. Kalra [18] reports on extremely "low forces" produced by his K-9 spring.

Caprioglio [7] requires 90 g–120 g of force to move the cuspid with his easy cuspid system. This is also the range of magnitude of Crescini et al.'s traction force [8] in their tunnel traction system (approx. 100 g).

A somewhat lower force of approx. 75 g is used by Roberts-Harry & Harradine [28] for the sectional arch they developed. Jacoby [17] states that his ballista spring made of

## Diskussion

Für die Einordnung verlagertter Zähne gebührt der Verankerungsqualität während der gesamten Behandlungszeit uneingeschränkte Beachtung.

Dabei stehen nicht nur Krafrichtung und Größe der eingesetzten aktiven Bewegungselemente zur Diskussion, sondern vor allem die Qualität der passiven Verankerungselemente. Wenn die zur Verankerung dienenden Zahngruppen nicht entsprechend stabilisiert werden, kann es z.B. bei der Bukkalbewegung der Eckzähne zu einer unerwünschten Nebenwirkung kommen, wie es die Palatinalbewegung der Molaren darstellen würde [34], oder bei Extrusion zu unerwünschter Intrusion und Kippung der Nachbarzähne.

Das Bestreben, aus Zeitersparnis gleichzeitig mit der Zahneinstellung Lücken zu öffnen, führt zu meist unerwünschten Nebenwirkungen, die einem erfolgreichem Behandlungsergebnis im Wege stehen.

Am günstigsten ist demnach, die Einstellung des verlagerten Zahnes als singuläre Behandlungsaufgabe vorzunehmen, ohne gleichzeitig die Bewegung anderer Zähne im Zahnbogen anzustreben. Erfordern die jeweiligen Behandlungsaufgaben eine Nivellierung im Zahnbogen und eine Lückenöffnung, müssen diese vorab gelöst werden.

Das vorgestellte EWC<sup>®</sup>-System gewährleistet dann mit seiner 0,3-N-Kraftgröße eine sehr geringe Belastung des orthodontischen Bogens, der in der Dimension  $.016 \times .022$ " ausreichend ist.

Daskalogiannakis & McLachian [10] wiesen in einer Studie 1996 mit Erdmagneten nach, dass die durchschnittliche Zahnbewegungsgeschwindigkeit bei konstanter Kraftapplikation doppelt so hoch ist gegenüber einer diskontinuierlichen Krafteinwirkung. Sentalloy<sup>®</sup>-Federn zeigen eine vergleichbare Kraftabgabe. Der Einsatz bei der Einstellung verlagertter oder retinierter Zähne unter- bzw. innerhalb der Schleimhaut eingesetzt wie beim EWC<sup>®</sup>-System wäre interessant, ist jedoch noch nicht entsprechend klinisch erprobt. Die Stahlfeder innerhalb des EWC<sup>®</sup>-Systems kann zwar nur eine diskontinuierliche Kraft erzeugen, trotzdem lassen sich zwei wichtige Vorteile gegenüber Sentalloy<sup>®</sup>-Federn hervorheben:

1. Zwischen die auseinandergezogenen Spiralwindungen einer aktivierten Sentalloy<sup>®</sup>-Feder kann Schleimhaut oder narbiges Bindegewebe einwachsen und das Zusammenziehen der Feder behindern, und es ist nicht abzuschätzen, wie viel Zugkraft dadurch letztlich am Zahn wirkt. Bei der geringen Aktivierung der Stahlfeder bleibt die „Schlauchform“ erhalten und ermöglicht ein reibungsarmes Gleiten der Feder.

2. Die von Becker [3] beschriebene starke Rotation des palatinal verlagerten Eckzahnes bei Zug über ein palatinal geklebtes Attachment konnte nicht beobachtet werden. Bei einer Zugkraft von ca. 0,3 N und einem Abstand des Lingualknöpfchens gemessen von der Längsachse des Eckzahnes von 2–3 mm entsteht ein Drehmoment von 0,6–0,9 N mm um

wire .016" thick has a force of 60 g–100 g, and when a .018" wire is used, a force of 120 g–150 g. Ross [29] uses 80 g for his nickel-titanium closed-coil spring.

Reitan [27] found a force of 50 g to be ideal for moving premolars in that experimental study. Bishara [4] recommends a force not exceeding 60 g. Patel et al. [25] set the upper limit at 70 g. Sinha & Nanda [33] recommend elastics of 40 g–60 g in combination with their lingual anchoring arch in the mandible, and Park et al. [24], using a microimplant anchorage in the mandible, specify 50 g. Strobl & Manhartsberger [36] recommend a Sentalloy® spring delivering a force of 41 g–44 g.

Clearly below those figures are the force recommendations of Becker et al. [2], at 20 g–30 g. Shroff [34], Starr [35] and Fischer et al. [13] use 25 g–30 g. The most precise force is stated by Kornhauser et al. [21] for their auxiliary spring: that a force of 24 g/cm<sup>2</sup> root surface is optimum for tipping tooth movements. However, if the tooth is below the mucosa, the force should not exceed 30 g–35 g.

Wisth et al. [41] also worked with a force of approx. 30 g in a comparative study. What makes their work so important is that they are the only one so far to have specified the force applied in relation to representative treatment stages.

Wisth and his team presented two groups of patients, one with open exposure and the other with closed exposure technique for cuspid alignment. They required 22 months from cuspid exposure to the removal of bands (active treatment) in the closed-method group (n = 22).

Pearson et al. [26] reported on a similar treatment period (21.8 months) in one patient group (n = 52) who also underwent closed exposure. Their cuspid alignment was initiated with a fish-tail appliance and finished with a multiband appliance.

In their study, Iramaneerat et al. [16] compare the duration of treatment for different surgical exposure techniques (open – closed). In their adolescent patients (aged 11–16 years, n = 50, broken down into two groups of 25) they achieved a period of treatment (exposure to fixed-appliance removal) of 28.8 months in both groups (lower limit 16 months, upper limit 62 months).

In their relatively recent retrospective study on the alignment of ectopic teeth in the maxilla, Grande et al. [14] report an average treatment period of 22.8 months from surgical exposure to fixed-appliance removal (n = 59, 52 palatal position, 7 buccal position, lower limit 0.6 years, upper limit 4.1 years).

In the present study, 45 patients (n = 45, 33 female, 12 male, average age 14.1 years, lower limit 11.6 years, upper limit 22.6 years) also presented unilateral, palatally-ectopic cuspids and a treatment procedure not involving tooth extractions.

The necessary treatment period (also from the exposure to fixed-appliance removal) amounted to 17.8 months (lower limit 8.6 months and an upper limit of 34 months) (Table 1).

die Längsachse des Zahnes. Im Versuch konnte nachgemessen werden, dass die Steifheit der Stahlfeder als Antiration ein Gegendrehmoment von 0,75 N mm erzeugen kann. Sentalloy®-Federn können dagegen durch ihre hohe Elastizität diese Seitenstabilität nicht aufbauen.

Therapeutische Empfehlungen zur Einstellung verlagter Zähne differieren in der Literatur sowohl bezüglich der eingesetzten Kräfte als auch der notwendigen Behandlungszeiten. Vergleichende Analysen sind schwierig infolge der Inhomogenität von klinischen Befunden und Techniken.

Eine Gemeinsamkeit lässt sich herausarbeiten: Die Bewegung der verlagerten Zähne sollte mit geringen Kräften erfolgen. Bei den tatsächlichen Kraftangaben in der Literatur sind die unterschiedlichsten Angaben zu finden.

Terry & Thomson [37] empfehlen bei ihrer Extrusion-Spring-Arm als Aktivierungsgröße den Druck des Fingers Richtung Zahn, McDonald & Yap [23] ziehen mit 5/16" Heavy-pull-Elastics bei täglichem Wechsel, Pearson et al. [26] geben keine Kraftgröße an, ebenso Sander et al. [31]. Kalra [18] spricht von ganz "niedrigen Kräften", die seine K-9-Feder produziert.

Caprioglio [7] benötigt für sein „Easy-Cuspid-System“ eine Kraftquelle zur Bewegung der Eckzähne von ca. 90 g–120 g. In dieser Größenordnung bewegt sich auch die Zugkraft von Crescini et al. [8] bei der von ihnen beschriebenen Tunneltraktion (ca. 100 g).

Eine etwas geringere Kraft von ca. 75 g benutzten Roberts-Harry & Harradine [28] bei dem von ihnen entwickelten Sektionsbogen. Jacoby [17] gibt bei seiner Ballista Spring aus .016" dickem Draht eine Kraftgröße von 60 g–100 g an, bei der Verwendung eines .018"-Drahtes eine Größe von 120 g–150 g. Ross [29] benutzt bei seiner Nickel-Titanium Closed-Coil Feder 80 g.

Reitan [27] fand in einer experimentellen Studie eine Kraft von 50 g zur Bewegung von Prämolaren als optimal. Bishara [4] empfiehlt eine Kraft, die 60 g nicht überschreiten sollte. Patel et al. [25] sehen die Obergrenze bei 70 g. Sinha & Nanda [33] empfehlen bei ihrer Lingualbogen-Verankerung im Unterkiefer Elastics von 40 g–60 g, Park et al. [24] ausgehend von einer Mikro-Implantat-Verankerung im Unterkiefer 50 g. Strobl & Manhartsberger [36] empfehlen eine Sentalloy®-Feder, die eine Kraft von 41 g–44 g abgibt.

Deutlich darunter liegen die Kraftempfehlungen von Becker et al. [2] mit 20 g–30 g. Shroff [34], Starr [35] und Fischer et al. [13] benutzen 25 g–30 g. Die exakteste Kraftangabe machen Kornhauser et al. [21] mit ihrer Auxiliary Spring: Eine Kraft von 24 g/cm<sup>2</sup> Wurzeloberfläche ist optimal für kippende Zahnbewegungen. Liegt der Zahn jedoch noch unterhalb der Schleimhaut, sollte die Kraftgröße 30 g–35 g nicht überschreiten.

Auch Wisth et al. [41] arbeiteten bei einer Vergleichsuntersuchung mit dieser Größe von ca. 30 g. Ihre Untersuchung ist deshalb wichtig, weil sie als einzige exakte Angaben über

Other authors (e.g. Woloshyn & Kennedy [42]) report on an average overall treatment period of 30 months, with a lower limit of 15 months and an upper limit of 49 months for their patient group (n = 32, average age 17 years, age limit between 11 years, 1 month and 42 years, 4 months).

Harzer et al. [15] describe a patient group with impacted cuspids (n = 66, 21 male, 45 female) in a follow-up study. Their mean duration of treatment was 2.2 ( $\pm$  1.0) years.

In terms of overall treatment durations: patient group's (n = 45) therapy lasted an average of 25.6 months (between fixed-appliance insertion and its removal) (lower limit 13.1 months, upper limit 39 months).

The fact that Burden et al. [6] emphasize in their retrospective study that the time between surgical exposure and the start of orthodontic movement is an important factor affecting the duration of treatment underscores the difficulty of comparing different statements in the literature. Burden et al.'s [6] position refers to the statement indicating that it is advantageous to start the alignment as soon as possible after surgical exposure.

This recommendation was taken into account in our group of patients treated with the EWC® system. The EWC® therapy began just 1 week after the surgical intervention.

The method favored by Schmidt & Kokich [32] can be considered a genuine alternative. They allow the cuspid to erupt spontaneously after exposure and then align it orthodontically. This results in a treatment period lasting 33 months (lower limit 16 months, upper limit 62 months) in their patient group (n = 22, mean age 17 years 7.2 months, lower limit 12 years 8 months, upper limit 59 years 6 months).

Sander et al. [30] report an average 1.2 mm rate of tooth movement per month. If one applies this rate as a basis when aligning impacted teeth, widely varying treatment times must be correlated with each distance covered. Such precise data are unfortunately not provided in many studies.

### Conclusions

I have introduced a new technique for the alignment of impacted and ectopic teeth. It has been used to treat 103 patients successfully over the last 10 years. The method has proven again and again to be effective, efficient, easy to use, and economical.

Patients found this traction system to be comfortable to wear and easy to clean, and they were pleased to avoid having to be fitted with an additional appliance (such as a splint for possible crossbite correction of the tooth to be aligned). Another clinical advantage of the EWC® system is its reliability and the constant application of force demonstrated throughout the treatment procedure, including stable maximum anchorage. Another plus is the avoidance of unwanted side effects.

To ensure the success of treatment and an esthetic result, it is extremely important that great care be taken during

die eingesetzte Kraftgröße in Relation zu den repräsentativen Behandlungsabschnitten macht.

Sie stellten zwei Behandlungsgruppen vor, die eine mit offener, die andere mit geschlossener Methode zur Eckzahneinstellung. Bei der Gruppe mit der „geschlossenen Methode“ (n = 22) benötigten sie von der Eckzahnfreilegung bis zur Entbänderung (aktive Behandlung) 22 Monate.

Eine ähnliche Behandlungszeit – 21,8 Monate – errechneten Pearson et al. [26] bei einer Patientengruppe (n = 52), die ebenso mit der geschlossenen Methode versorgt wurde. Hierbei wurde die Eckzahneinstellung mit einer Plattenapparatur („fish-tail“ appliance) begonnen und mit einer Multi-bandapparatur abgeschlossen.

Iramaneerat et al. [16] vergleichen in ihrer Studie die Behandlungsdauer bei unterschiedlicher Vorgehensweise der Freilegung (offen – geschlossen). Sie erreichten bei ihrer jugendlichen Patientengruppe (11–16 Jahre, n = 50, aufgeteilt je zur Hälfte) eine Behandlungszeit (Freilegung bis zur Entbänderung) für beide Gruppen von 28,8 Monaten (Untergrenze 16 Monate, Obergrenze 62 Monate).

Grande et al. [14] geben in einer relativ neuen retrospektiven Studie über die Einstellung von verlagerten Zähnen im Oberkiefer eine durchschnittliche Behandlungszeit von der Freilegung bis zur Entbänderung von 22,8 Monaten an (n = 59, 52 Palatinallage, 7 Bukkallage, Untergrenze 0,6 Jahre, Obergrenze 4,1 Jahre).

Bei der hier vorgelegten Studie zeigten 45 Patienten (n = 45, 33 weiblich, 12 männlich, Altersdurchschnitt 14,1 Jahre, Untergrenze 11,6 Jahre, Obergrenze 22,6 Jahre) ebenfalls einen einseitig palatinal verlagerten Eckzahn und ein Behandlungsvorgehen ohne Zahnextraktion.

Die benötigte Behandlungszeit, ebenfalls von der Freilegung bis zur Entbänderung, betrug 17,8 Monate (Untergrenze 8,6 Monate und Obergrenze 34 Monate) (Tabelle 1).

Andere Autoren, z.B. Woloshyn & Kennedy [42], legen bei ihrer Patientengruppe (n = 32, Altersdurchschnitt 17 Jahre, Altersgrenze zwischen 11 Jahre, 1 Monat und 42 Jahre, 4 Monate) eine durchschnittliche Gesamtbehandlungszeit von 30 Monaten vor, bei einer Untergrenze von 15 Monaten und einer Obergrenze von 49 Monaten.

Harzer et al. [15] beschreiben in einer Nachuntersuchung eine Patientengruppe mit retinierten Eckzähnen (n = 66, 21 männlich, 45 weiblich). Die mittlere Behandlungsdauer lag bei 2,2 ( $\pm$  1,0) Jahren.

Bezüglich der Gesamtbehandlungszeit kann für die eigene Patientengruppe (n = 45) eine durchschnittliche Gesamtbehandlungszeit (Bebänderung bis Entbänderung) von 25,6 Monaten (Untergrenze 13,1 Monate, Obergrenze 39 Monate) berechnet werden.

Der Hinweis von Burden et al. [6] in ihrer retrospektiven Studie, dass der Zeitpunkt zwischen Freilegung und Beginn der orthodontischen Bewegung ein wichtiger Faktor für die Behandlungsdauer sei, untermauert die Problematik beim Vergleich unterschiedlicher Aussagen in der Literatur.

the surgical procedures when exposing the ectopic tooth, and that the traction spring be correctly attached. The orthodontist should be present during the exposure of the ectopic tooth.

In summary, the EWC<sup>®</sup> system is a reliable method for the purpose of aligning ectopic teeth without appreciable side effects, and it is effective within a reasonable period of time. Other studies examining the relations between distances moved and treatment periods are fundamentally important and will follow.

### Acknowledgments

The CT images were prepared at the radiological service center of Dr. Neumaier and colleagues in Regensburg, Germany.

I would like to thank Ms. Rita Hackmayer for her support in surveying the literature, Mr. Peter Wallrath for his photography, and Ms. Sabine Stampka and Ms. Maria Kraus for their help with the statistical analyses.

### References

1. Becker A, Brin I, Ben-Bassat Y, Zilbermann Y, Chaushu S. Closed-eruption surgical technique for impacted maxillary incisors: A post-orthodontic periodontal evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:9–14.
2. Becker A, Kohavi D, Zilberman Y. Periodontal status following the alignment of palatally impacted canine teeth. *Am J Orthod* 1983;84:332–6.
3. Becker A. Einordnung verlagter Zähne: Kieferorthopädisches Problemmanagement mit festsitzenden Behandlungsmechaniken. Köln-München: Deutscher Zahnärzte Verlag, 1999.
4. Bishara SE. Impacted maxillary canines: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:159–71.
5. Boyd RL. Clinical assessment of injuries in orthodontic movement of impacted teeth. *Am J Orthod* 1984;86:407–18.
6. Burden DJ, Mullally BH, Robinson SN. Palatally ectopic canines: Closed eruption versus open eruption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:640–4.
7. Caprioglio A. A new device for forced eruption of palatally impacted canines. *J Clin Orthod* 2004;38:342–7.
8. Crescini A, Clauser C, Giorgetti R, et al. Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines. A three-year periodontal follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:61–72.
9. Dachi SF, Howell FV. A survey of 3874 routine full month radiographs. II. A study of impacted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:1165–9.
10. 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;109:489–95.
11. Ericson S, Kurol J. Longitudinal study and analysis of clinical supervision of maxillary canine eruption. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986a;14:172–6.
12. Ericson S, Kurol J. Radiographic assessment of maxillary canine eruption in children with clinical signs of eruption disturbance. *Eur J Orthod* 1986b;8:133–40.
13. Fischer TJ, Ziegler F, Lundberg Ch. Cantilever mechanics for treatment of impacted canines. *J Clin Orthod* 2000;34:647–50.
14. Grande T, Stolze A, Goldbecher H, Kahl-Nieke B. The displaced maxillary canine – a retrospective study. *J Orofac Orthop* 2006;67:441–9.

Das Resümee von Burden et al. [6] bezieht sich auf die Aussage, dass es günstig erscheint, die Einstellung so bald wie möglich nach der chirurgischen Freilegung zu beginnen.

In der vorgelegten Patientengruppe, die mit dem EWC<sup>®</sup>-System versorgt wurde, wurde dieser Anforderung Rechnung getragen. Bereits 1 Woche nach chirurgischer Intervention wurde die Behandlung eingeleitet.

Als echte Alternative kann die von Schmidt & Kokich [32] favorisierte Methode gesehen werden. Nach Freilegung lassen sie den Eckzahn spontan durchbrechen und stellen ihn dann erst mit orthodontischen Maßnahmen ein. Bei ihrer Patientengruppe (n = 22, Altersdurchschnitt 17 Jahre 7,2 Monate, Untergrenze 12 Jahre 8 Monate, Obergrenze 59 Jahre 6 Monate) ergibt sich daraus eine Behandlungszeit von 33 Monaten (Untergrenze 16 Monate, Obergrenze 62 Monate).

Der durchschnittliche Bewegungsumfang pro Monat wird von Sander et al. [30] mit 1,2 mm angegeben. Legt man dieses Ausmaß zur Einstellung von retinierten Zähnen zugrunde, müssen die unterschiedlichsten Behandlungszeiten mit der jeweils zurückgelegten Wegstrecke korreliert werden. Dazu fehlen in vielen Untersuchungen genauere Angaben.

### Schlussfolgerungen

Es wurde eine neue Technik zur Einstellung von retinierten und verlagerten Zähnen vorgestellt. 103 Patienten konnten damit in den letzten 10 Jahren erfolgreich behandelt werden. Die Methode erwies sich als vielfach einsetzbar, effizient und einfach in der Handhabung bei geringen Kosten.

In der klinischen Anwendung stellt dieses Zugsystem für den Patienten eine angenehme und pflegeleichte Lösung dar, mit der auch eine Zusatzapparatur wie z.B. ein Aufbissbehelf zur eventuellen Kreuzbisskorrektur des einzustellenden Zahnes umgangen werden konnte. Als weiterer klinischer Vorteil des EWC<sup>®</sup>-Systems lässt sich die Zuverlässigkeit und die konstante Kraftapplikation über das gesamte Behandlungsprozedere mit gesicherter maximaler Verankerung herausstellen. Ein weiterer Vorteil kann in der Ausschaltung von unerwünschten Nebenwirkungen gesehen werden.

Überaus wichtig für den Erfolg und das ästhetische Ergebnis ist auch ein umsichtiges chirurgisches Vorgehen bei der Freilegung des verlagerten Zahnes und der richtigen Fixation der Zugfeder. Die Anwesenheit des Kieferorthopäden bei der Freilegung des Zahnes ist empfehlenswert.

Zusammenfassend stellt das EWC<sup>®</sup>-System zur gezielten Einstellung von verlagerten Zähnen eine sichere Methode ohne nennenswerte Nebenwirkungen dar, bei einem vertretbaren Behandlungszeitrahmen. Weitere Untersuchungen in Relation von zurückgelegter Wegstrecke und Behandlungszeit sind von elementarer Bedeutung und werden folgen.

15. Harzer W, Seifert D, Mahdi Y. Die kieferorthopädische Einordnung retinierter Eckzähne unter besonderer Berücksichtigung des Behandlungsalters, der Angulation und der dynamischen Okklusion. *Fortschr Kieferorthop* 1994;55:47–53.
  16. 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;8:123–9.
  17. Jacoby H. The "ballista spring" system for impacted teeth. *Am J Orthod* 1979;75:143–51.
  18. Kalra V. The K-9 spring for alignment of impacted canines. *J Clin Orthod* 2000;34:606–10.
  19. Kokich VG, Mathews DP. Surgical and orthodontic management of impacted teeth. *Dent Clin North Am* 1993;37:181–205.
  20. Kokich VG. Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:278–83.
  21. 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;34:528–34.
  22. Kramer RM, Williams AC. The incidence of impacted teeth. A survey at Harlem Hospital. *Oral Surg* 1970;29:237–41.
  23. McDonald F, Yap WL. The surgical exposure and application of direct traction of unerupted teeth. *Am J Orthod* 1986;89:331–40.
  24. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. *J Clin Orthod* 2004;38:297–302.
  25. Patel S, Cacciafesta V, Bosch C. Alignment of impacted canines with cantilevers and box loops. *J Clin Orthod* 1999;33:82–5.
  26. Pearson MH, Robinson SN, Reed R, et al. Management of palatally impacted canines: the findings of a collaborative study. *Eur J Orthod* 1997;19:511–5.
  27. Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod* 1964;34:244–55.
  28. Roberts-Harry DP, Harradine NWT. A sectional approach to the alignment of ectopic maxillary canines. *Br J Orthod* 1995;22:67–70.
  29. Ross LL. Nickel titanium closed-coil spring for extrusion of impacted canines. *J Clin Orthod* 1999;33:99–100.
  30. Sander Ch, Geiger M, Sander FG. Contactless measurement of canine retraction by digital macrophotogrammetry during hybrid retractor application. *J Orofac Orthop* 2002;63:472–82.
  31. Sander FM, Sander Ch, Sander FG. Alignment of displaced or impacted teeth with the traction chain. *J Orofac Orthop* 2006;67:289–96.
  32. 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;131:449–55.
  33. Sinha PK, Nanda RS. Management of impacted maxillary canines using mandibular anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:254–7.
  34. Shroff B. Canine Impaction: Diagnosis, treatment planning and clinical management. In: Nanda R. ed. *Biomechanics in clinical orthodontics*. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo: Saunders, 1997:99–108.
- Danksagung**
- Die CT-Aufnahmen wurden im radiologischen Versorgungszentrum von Herrn Dr. Neumaier und Kollegen, Regensburg, Deutschland, angefertigt.
- Für die Unterstützung bei der Literatursuche bedanke ich mich bei Frau Rita Hackmayer, für die fotografischen Arbeiten bei Herrn Peter Wallrath und für die Hilfe bei der statistischen Auswertung bei Frau Sabine Stampka und Frau Maria Kraus.
35. Starr CB. Management of periodontal tissues for restorative dentistry. *J Esth Dent* 1991;3:195–208.
  36. Strobl H, Manhartsberger C. Zur Einreihung des palatinal impaktierten Eckzahnes: Methodik und Ergebnisse eines kombinierten kieferchirurgischen/kieferorthopädischen Vorgehens. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1995;40:100–3.
  37. Terry SJ, Thomson ME. Treatment of palatally impacted cuspids with the extrusion spring arm. *J Clin Orthod* 1995;29:709–12.
  38. Thilander B, Jakobsson SO. Local factors in impaction of maxillary canines. *Acta Odontol Scand* 1968;26:145–68.
  39. Thilander B, Myrberg N. The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. *Scand J Dent Res* 1973;81:12–20.
  40. Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB. Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption techniques. *Angle Orthod* 1995;65:23–32.
  41. Wisth PJ, Norderval K, Boe OE. Comparison of two surgical methods in combined surgical-orthodontic correction of impacted maxillary canines. *Acta Odontol Scand* 1976;34:53–7.
  42. Woloshyn H, Kennedy DB. Pulpal and periodontal reactions to orthodontic alignment of palatally impacted canines. *Angle Orthod* 1994;64:257–64.
- Correspondence Address**
- Dr. Michael Schubert  
 Albertstraße 5  
 93047 Regensburg  
 Germany  
 Phone: (+49/941) 560240, Fax: 51151  
 e-mail: Dr.Michael.Schubert@t-online.de