

**KN Fortsetzung von Seite 1**  
**Beschleunigte Zahnbewegung durch LIPUS**

Kieferorthopäden einen wichtigen Aspekt dar. Mit einer langen Therapiedauer sind leider verschiedene Nachteile verbunden, wie z. B. ein erhöhtes Risiko für Karies, Gingivarezeption sowie Wurzelresorption. Umso größer erscheint der Wunsch nach der bestmöglichen Methode, um den Grad der Zahnbewegung bei einem Minimum an Nebeneffekten zu erhöhen. Dass eine kieferorthopädische Zahnbewegung eine irreversible Wurzelresorption direkt verursacht, ist eine Tatsache. Eine teilweise Regenerierung erfahren die Wurzeln nach der Resorption durch die Zementoblasten. Die Adhäsion und Aktivierung von Zementoblasten und die nachfolgende Wurzelreparatur werden mit einer zeitweisen Expression und Maturation verschiedener extrazellulärer Matrixproteine in Verbindung gebracht. Eine ausgeprägte Wurzelresorption hängt für gewöhnlich mit den stärkeren Kräften einer extensiven kieferorthopädischen Zahnbewegung zusammen, wird jedoch oft ohne irgendeine Ursachenklärung (idiopathische Wurzelresorption) zur Kenntnis genommen. Leider sind vorbeugende Maßnahmen zum Schutz vor Wurzelresorptionen und/oder Maßnahmen zur Therapie resorbierter Wurzeln hier sehr begrenzt. Aus histologischer Sicht ist die Applikation einer adäquaten mechanischen Knochenstimulation für die Erhaltung von Knochenmasse und -stärke essenziell. Von mechanischen Reizen wird berichtet, dass sie sowohl die

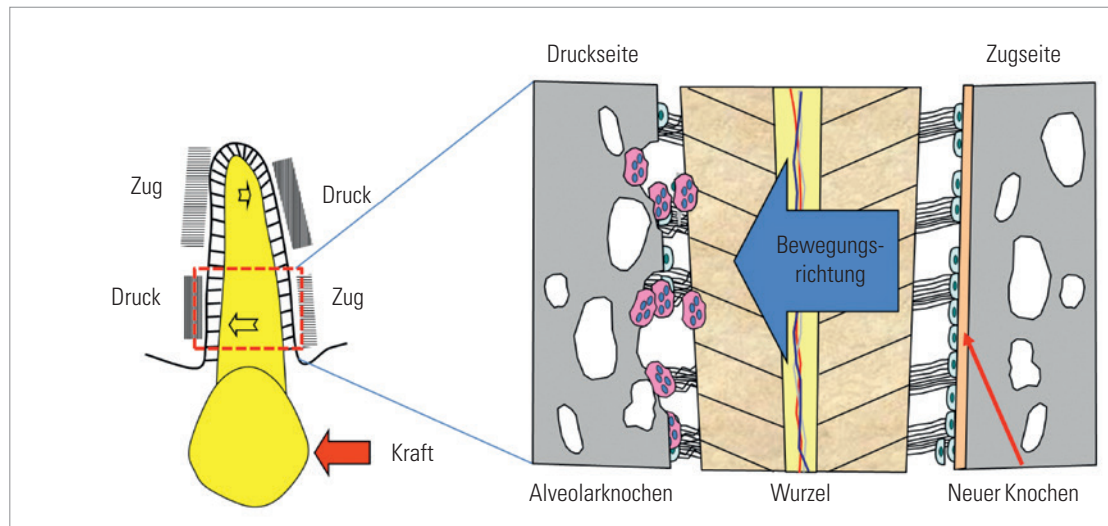


Abb. 1: Der Prozess der kieferorthopädischen Zahnbewegung.

Osteoblasten als auch die Osteoklasten aktivieren, wodurch der Knochenumbau gefördert wird. Manchmal treten während einer kieferorthopädischen Behandlung Wurzelresorptionen auf, weil die Odontoklasten ähnlich wie die Osteoklasten sind. Osteoblasten spielen nicht nur bei der Knochenformation eine zentrale Rolle, indem sie multiple Knochenmatrixproteine synthetisieren; vielmehr regulieren sie durch lösliche Faktoren und kognate Interaktion auch das Heranreifen der Osteoklasten. Das Reifen der Osteoklasten erfordert eine Stimulation durch RANKL-Proteine (Receptor Activator of Nuclear Factor  $\kappa$ B Ligand), welche durch Osteoblasten gebildet werden. Zementoblasten haben mit den Osteoblasten viele Eigenschaften gemein. Wie die Osteoblasten bilden sie RANKL und Osteoprotegerin (OPG) und beeinflussen wahrscheinlich den Prozess der Zementoklastogenese. Zusammengefasst sollte der Um-

bau des die Wurzeln umgebenden Knochens unterstützt werden, um die Zahnbewegung zu beschleunigen. Im Gegensatz zum Umfang der Zahnbewegung kann eine Wurzelresorption aufgrund eines Anstiegs aktiver Osteoklasten und aktiver Odontoklasten auftreten. Daher sollte eine neue Technik zur Beschleunigung kieferorthopädischer Zahnbewegungen entwickelt werden, mit deren Hilfe eine Wurzelresorption „heruntergeregelt“, die Zahnmigration jedoch nicht gestört, sondern vielmehr beschleunigt wird.

**Strategien zur Beschleunigung einer kieferorthopädischen Zahnbewegung**

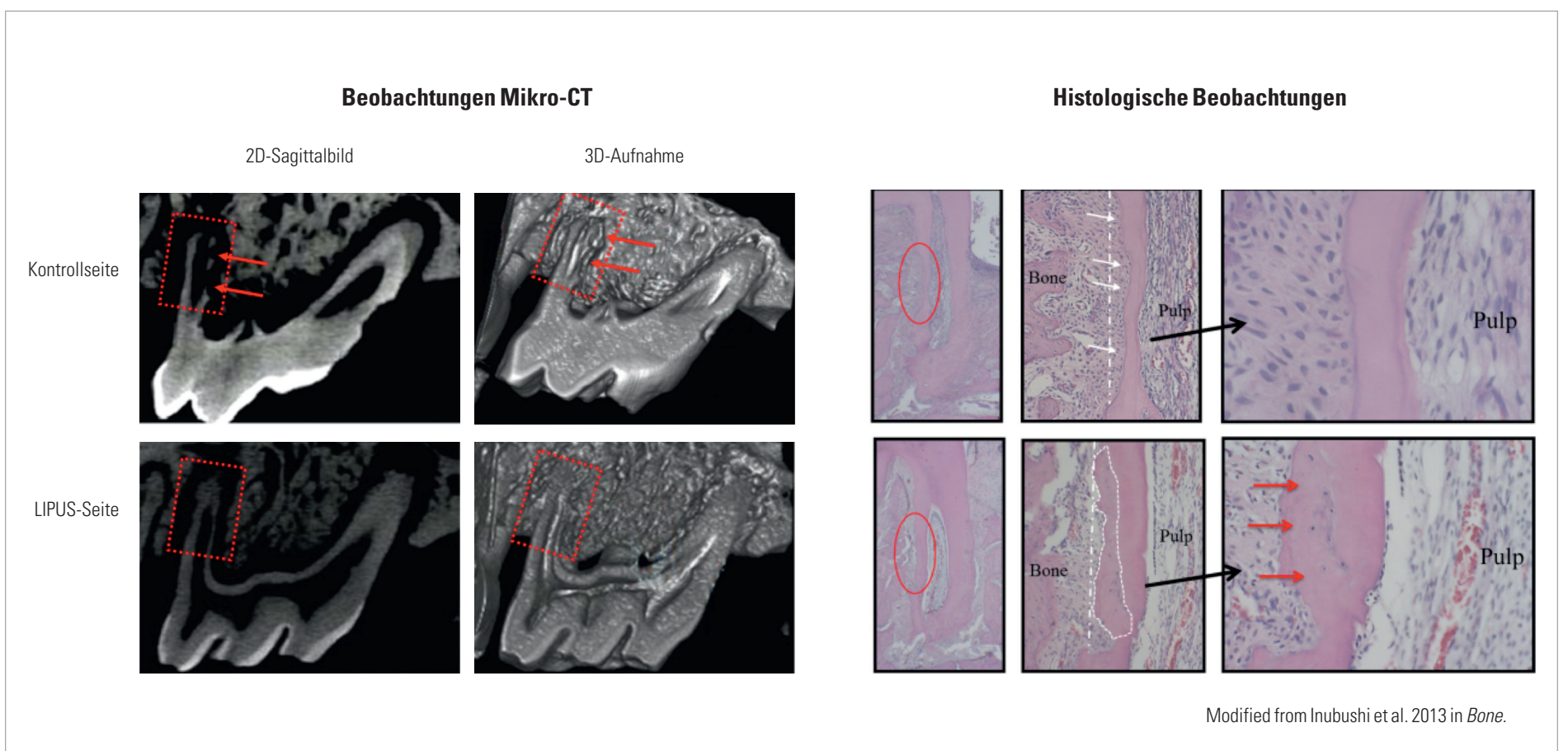
Heutzutage gibt es verschiedene neue Ansätze zur Beschleunigung einer kieferorthopädischen Zahnbewegung. Bezüglich chirurgischer Verfahren werden drei Methoden aufgeführt: die Kortikotomie, die dentoalveoläre Distraction und die parodontale Dis-

tration. Die chirurgischen Methoden beruhen auf dem Prinzip, dass, wenn der Knochen gereizt wird, er eine verstärkte Osteoklastogenese verursacht, welche wiederum zu einer schnelleren Zahnbewegung führt. Mittlerweile stehen darüber hinaus fünf nichtchirurgische Verfahren zur Verfügung: die Niedrigenergielaser-Therapie (Low-Level-Laser-Therapie, LLLT), elektrischer Strom, gepulste elektromagnetische Felder, mechanische Vibration sowie der niedrigintensiv gepulste Ultraschall (Low-Intensity Pulsed Ultrasound, LIPUS). Mechanische und/oder physische Reize des Parodontalligaments haben zudem gezeigt, dass sie die Geschwindigkeit von Knochenumbauprozessen erhöhen können. Nichtchirurgische Verfahren sind absolut sicher in ihrer Anwendung, jedoch konnte hier die sehr begrenzte Forschungsevidenz eine fundierte Aussage hinsichtlich der Beschleunigung kieferorthopädischer Zahnbewegung nicht stützen.

**Niedrigintensiv gepulster Ultraschall als Medizinprodukt**

Ultraschall stellt einen akustischen Schall mit einer Frequenz oberhalb des menschlichen Hörfrequenzbereichs dar. Er ist eine Form mechanischer Energie, welche als hochfrequente Schall-druckwellen in den Körper übertragen werden kann. Die mikro-mechanischen Dehnungen, welche in lebendem Gewebe durch Druckwellen hervorgerufen werden, können zu biochemischen Vorgängen auf zellulärer Ebene führen und die Knochenbildung auf vergleichbare Weise fördern wie bei der Reaktion des Knochens auf mechanischen Stress gemäß des Wolffschen Gesetzes. Vom Ultraschall ist (bisher) bekannt, dass er in verschiedenen Zellen die Osteogenese fördert, die Proteinsynthese, die Absorption von Kalzium sowie die DNA-Synthese. Unterschiedliche Intensitäten gepulsten Ultraschalls haben deutliche biologische Effekte auf Mineralisierungsprozesse bei In-vitro- sowie In-vivo-Experimenten. LIPUS wird klinisch als Beschleuniger bei der Heilung von Frakturen eingesetzt. Darüber hinaus wurde in gezüchteten blutbildenden Zellen eine Hemmung der Osteoklastogenese als ein Effekt des Einsatzes von Ultraschall festgestellt. Dieses Erkenntnis ist für das Verständnis des Effekts von Ultraschall bei der Frakturheilung von einer großen klinischen Bedeutung. Ultraschall wird in der Medizin als eine therapeutische, operative und diagnostische Technik in großem Umfang eingesetzt. Die Intensität beim therapeuti-

Fortsetzung auf Seite 12 KN



Modified from Inubushi et al. 2013 in Bone.

Abb. 2: Auswertung der Mikro-CT-Aufnahmen sowie histologische Untersuchungen der Molaren männlicher Wistar-Ratten. Auf die Molaren wurde eine starke kieferorthopädische Kraft appliziert. Bei der Analyse der Mikro-CTs zeigt die experimentelle Seite mit LIPUS keine oder nur wenig Wurzelresorption, während die Kontrollseite ohne LIPUS eine ausgeprägte Wurzelresorption auf der mesialen Oberfläche der distalen Wurzel aufweist. Die rechte Abbildung zeigt repräsentative histologische Abschnitte der oberen ersten Molaren (distobukkale Wurzel), eingefärbt mit Hämatoxylin und Eosin nach zwei Wochen. Es sind erhebliche Resorptionslücken entlang der Wurzel in der Kontrollgruppe erkennbar, während in der LIPUS-Gruppe keine Wurzelresorption beobachtet werden konnte. Die weißen Pfeile zeigen die Resorptionslücken, die roten Pfeile die neue Knochenapposition und die weiß gestrichelte Linie die Grenze der Wurzeloberfläche.



Echte Präzision erreicht man nur,  
wenn man sein Handwerk versteht.

Wie wir seit 110 Jahren.

*Die Verbindung von Ästhetik und Feinmechanik begann  
bei uns mit der Fertigung von Schmuck und Uhren.  
Heute zaubert sie den Menschen ein Lächeln ins Gesicht.*



**FORESTADENT**<sup>®</sup>  
GERMAN PRECISION IN ORTHODONTICS

**KN Fortsetzung von Seite 10**

schen Ultraschall reicht von 0,03 bis 70 W/cm<sup>2</sup>, beim operativen Ultraschall (z.B. Schockwellen) von 0,05 bis 27.000 W/cm<sup>2</sup> und beim diagnostischen Ultraschall von 5 bis 50 mW/cm<sup>2</sup>, um ein übermäßiges Erhitzen des Gewebes zu vermeiden.

Die meisten Studien, die den stimulierenden Effekt von LIPUS auf verschiedene Zellen, Gewebe oder Organe untersucht haben, nutzten die folgenden LIPUS-Parameter: 1,5 MHz Pulsfrequenz, 1 kHz Pulsfolgefrequenz und 30 mW/cm<sup>2</sup> räumliche und zeitliche Durchschnittsintensität. Es ist bekannt, dass LIPUS keine schädlichen Auswirkungen hat. Darüber hinaus hat der Einsatz von LIPUS keinerlei thermische Effekte auf das behandelte Gewebe.

**Effektivität von LIPUS bei der kieferorthopädischen Zahnbewegung**

Die während einer Zahnbehandlung eingesetzte Ultraschalltherapie als noninvasive Methode erfreut sich zunehmenden Interesses. Es hat sich gezeigt, dass LIPUS die Knochenbildung auf der Osteodistraktionsseite sowie das Wachstum des mandibulären inzisalen Apex verbessert. Darüber hinaus zeigt eine In-vivo-Studie, dass die Stimulation mit LIPUS den Heilungsprozess einer kieferorthopädisch induzierten Zahnwurzelresorption (Orthodontically-Induced Tooth Root Resorption, OITRR) beim Menschen beschleunigt, wenngleich deren Wirkungsweise noch nicht im Detail untersucht wurde.

Über die Effekte von LIPUS bei der Beschleunigung von Zahnbewegungen und der Prävention kieferorthopädisch induzierter Zahnwurzelresorptionen ist wenig bekannt. Um die Auswirkungen von LIPUS bei der Prävention von OITRR zu untersuchen, haben die Autoren dieses Artikels eine In-vivo-Studie durchgeführt. In deren Rahmen platzierten sie bei zwölf Wochen alten männlichen Wistar-Ratten Minischrauben im Oberkieferknochen in der Nähe des oberen Schneidezahns (Abb. 2). Auf beiden Seiten wurden anschließend Zugfedern aus Nickel-Titanium zwischen den oberen ersten Molaren und dem Minischraubenimplantat gespannt, wobei die applizierte Kraft an den ersten Molaren 50 Gramm betrug. Nachdem die starke kieferorthopädische Kraft appliziert wurde, wurde nur auf der rechten Seite LIPUS eingesetzt. Dies erfolgte für die Dauer von 20 Tagen, am 21. Tag wurden die Ratten geopfert. Bevor eine Knochengeweberesektion erfolgte, wurde ein Mikro-CT gemacht, um Aussagen über den jeweiligen Bereich der oberen ersten Molaren treffen zu können. Entsprechend der Mikro-CT-Aufnahmen war auf der Kontrollseite ohne LIPUS

eine ausgeprägte Wurzelresorption auf der mesialen Oberfläche der distalen Wurzel erkennbar. Im Gegensatz dazu zeigte die experimentelle Seite mit LIPUS keine oder nur wenig Wurzelresorption.

Als nächstes wurden beide Maxilla-Seiten resektiert, fixiert, dekalkifiziert und in Paraffin eingebettet. Die Sagittalebene wurde mittels Schnitte in verschiedene Abschnitte unterteilt. Die Bereiche wurden mit Hämatoxylin und Eosin für die histologische Untersuchung eingefärbt. Die histologischen Ergebnisse zeigten, dass die Wurzeloberfläche auf der Kontrollseite eine ausgeprägte Wurzelresorption aufwies, während die LIPUS-Seite bedeutend weniger Wurzelresorption zeigte.

**Klinische Applikation von LIPUS in der Kieferorthopädie**

Mit dem Aevo System™ (Fa. SmileSonica Inc., Edmonton/Kanada, Abb. 3) steht ein therapeutisches, medizinisches Ultraschallgerät zur Verfügung, das LIPUS zur Beschleunigung kieferorthopädischer Zahnbewegung nutzt. Es ist tragbar, schmerzfrei und noninvasiv. Zwanzig Minuten pro Tag ist dieses anzuwenden, was von den Patienten zu Hause realisiert werden kann. Diese müssen dafür lediglich etwas Ultraschallgel auf das/die Mundstücke auftragen, diese anschließend in ihren Mund einsetzen und das System anstellen. Um dieses zu reaktivieren, kommt der Patient aller

lich, die restlichen 16 weiblichen Geschlechts, wobei das Durchschnittsalter 19,3 Jahre betrug. Die Ergebnisse der klinischen Studie zeigten eine durchschnittliche Steigerung der Zahnbewegungsrates von 29 Prozent. Daher stellt das Aevo System™ das erste Ultraschallgerät dar, welches die kieferorthopädische Zahnbewegung beschleunigen und die Gesamtbehandlungsdauer reduzieren kann. Darüber hinaus kann es zwischenzeitlich OITRR minimieren bzw. verhindern. Diverse Kieferorthopäden in Europa, Australien und Kanada haben bereits damit begonnen, dieses System im Rahmen ihrer kieferorthopädischen Behandlungen einzusetzen. Ein regelmäßiger weltweiter Einsatz wird bereits in naher Zukunft erwartet.

genmechanik geschlossen werden konnte.

Die fazialen Aufnahmen zeigen, dass die faziale Balance verbessert werden konnte. Die Gesamtbehandlungszeit betrug 15 Monate. Es konnten eine akzeptable Okklusion erreicht und die Klasse I-Molarenbeziehung auf beiden Seiten erhalten werden. Die Panoramaxaufnahme zeigt keine oder nur wenig Wurzelresorption und eine nahezu parallele Wurzelstellung. Die Überlagerung von Ober- und Unterkiefer macht deutlich, dass die mesiale Bewegung der Molaren und die Retraktion der Frontzähne mit keiner oder nur einer geringen Extrusion der Molaren und Schneidezähne erfolgte.

**Entwicklung einer niedrigintensiv gepulsten Ultraschallzahnbürste**

Der Einsatz elektrischer Zahnbürsten stellt eine effektive Art und Weise dar, Energie in den oralen Biofilm zu übertragen und so dessen Entfernung herbeizuführen. Die Entfernung von Biofilm von der Zahnoberfläche aufgrund des Putzvorgangs wird durch den Energietransfer veranlasst; das heißt, ist die Energie erst einmal in den Biofilm übertragen worden, übersteigt diese dessen kohäsive Energie und die Struktur des Biofilms wird aufgebrochen. Allerdings, da die meisten Mundhygienegeräte nicht ausreichend genug alle Nischen und Ecken in der Mundhöhle mechanisch erreichen, werden die interproximalen Bereiche oft nur durch die hydrodynamischen Kräfte starker Fluide erreicht, welche diese beim Zähneputzen umfließen.

Eine Ultraschallzahnbürste stellt eine elektronische Zahnbürste für den täglichen Gebrauch zu Hause dar, die durch Generierung eines Ultraschalls funktioniert, der Plaque entfernt und Plaquebakterien unschädlich macht. Sie agiert dabei normalerweise in einem Frequenzbereich von 1,6 MHz, wobei 96.000.000 Schwingungen pro Minute übertragen werden. Die Ultraschallschwingungen durchdringen Zähne und Zahnfleisch, wobei sie Bakterien und Keime zerstören, auch da, wo die Borsten nicht rankommen.

Die erste Ultraschallzahnbürste, ursprünglich der Marke Ultima und später der Marke Ultrasonex (Sonex Corporation), wurde 1992 das erste Mal patentiert (US-Patentnummer US5247716). Im gleichen Jahr gab die FDA der Zahnbürste die Zulassung für den täglichen Hausgebrauch. Ursprünglich war die Ultima Zahnbürste nur ein Ultraschallgerät. Jedoch wurde sie einige Jahre später um Sonic-Vibrationen ergänzt, da diese den Effekt einer Ultraschallzahnbürste bei der Reduzierung von Bakterien und Zerstörung von *Streptococcus mutans*-(*S. mutans*-)Biofilmen



Abb. 3: Aevo System™ (SmileSonica Inc., Kanada).

Darüber hinaus wurde eine histometrische Analyse der eingefärbten Abschnitte durchgeführt. Wie in Abbildung 2 zu sehen, wurden die Querschnittsfläche und Länge der Resorption in den distalen Wurzeln der oberen ersten Molaren gemessen. Die Querschnittsfläche und Länge der Wurzelresorption auf der Kontrollseite waren im Vergleich zur LIPUS-Seite signifikant größer. Darüber hinaus wurde die TRAP-Aktivität für die Charakteristik von osteoklastischen und odontoklastischen Zellen geprüft. Auf der Kontrollseite waren neben der Zahnwurzeloberfläche viele odontoklastenartige Zellen im Gewebe des Parodontalligaments zu erkennen, während auf der Oberfläche des Alveolarknochens Osteoklasten festgestellt wurden. Im Gegensatz dazu offenbarte die LIPUS-Seite nur Osteoklasten auf der Knochenoberfläche. Die Anzahl der Odontoklasten und Osteoklasten war auf der LIPUS-Seite im Vergleich zur Kontrollseite signifikant geringer.

Mittlerweile sind die Ausmaße von Zahnbewegung aufgrund kieferorthopädischer Kräfte nahezu gleich, was zeigt, dass der Einsatz von LIPUS die Zahnbewegung nicht verhindert.

zwölf Wochen zum Recall in die Praxis.

Im vergangenen Jahr gab SmileSonica Inc. bekannt, dass das Aevo System™ vom kanadischen Gesundheitsministerium (Health Canada) die Zulassung als Medizinprodukt der Klasse II erhalten hat. Der vorgesehene Verwendungszweck des Geräts in Kanada belegt, dass das Aevo System™ mit einer kieferorthopädischen Behandlung verbundene physiologische Prozesse verbessern kann. Eine regelmäßige Anwendung des Systems während kieferorthopädischer Therapie ermöglicht eine schnellere Zahnbewegung und verringert eine kieferorthopädisch induzierte Resorption der Zahnwurzel. Das System ist neben Kanada, in der Europäischen Union und Australien bereits zum Verkauf zugelassen.

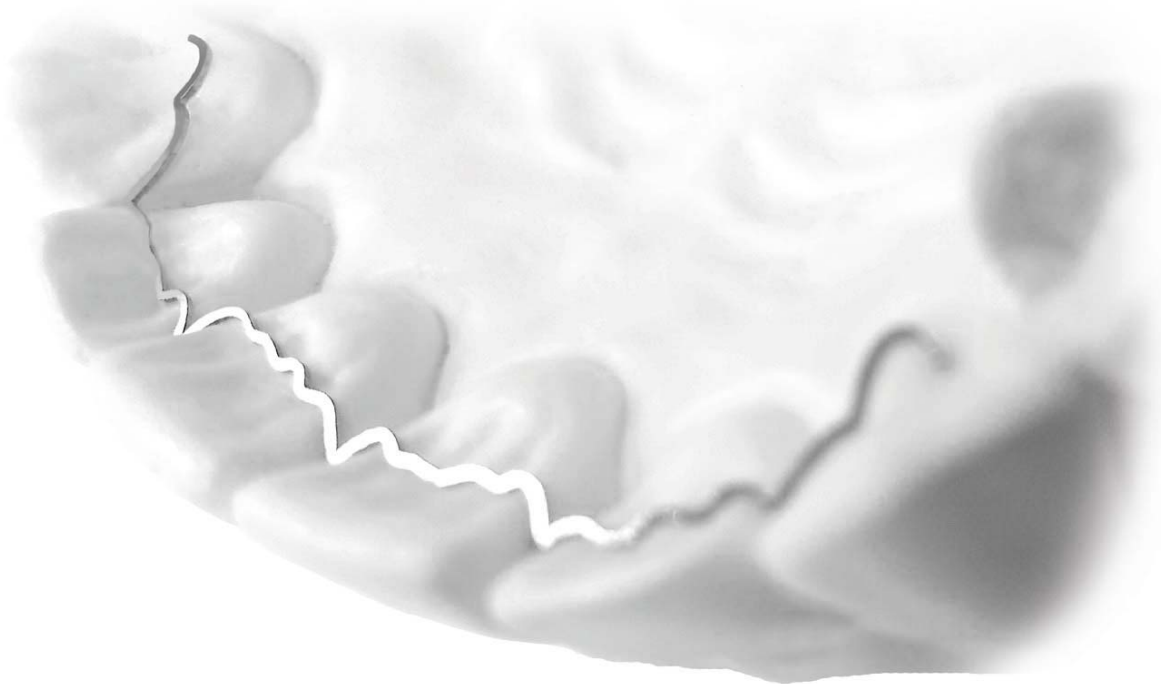
Im Jahre 2015 war das Aevo System™ Gegenstand einer kontrollierten, prospektiven, randomisierten, Split-mouth-Doppelblindstudie, welche sich über fünf kanadische Standorte erstreckte. Co-Autor Prof. Dr. Tarek El-Bialy war während dieser klinischen Studie einer der Hauptverantwortlichen.

Untersucht wurden insgesamt 17 Patienten, einer davon männ-

**Fallbericht mit Einsatz des Aevo Systems™ (Abb. 4)**

Eine 12-jährige Patientin stellte sich in der Praxis vor. Als Hauptbeschwerde wurde ein ausgeprägter Engstand im oberen und unteren Frontzahnbereich angegeben. Basierend auf der Auswertung der oralen und fazialen Aufnahmen, des Fernröntgenseitenbilds sowie der Panoramaröntgenaufnahme wurde ein starker Engstand bei skelettalen Klasse I-Kieferverhältnissen diagnostiziert.

Der Behandlungsplan sah folgende Vorgehensweise vor: Bilaterale Extraktion der oberen und unteren ersten Prämolaren sowie Einsatz einer Multibracketapparatur in beiden Kiefern zur Korrektur der Zahnstellungen. Nach erfolgter Extraktion wurde ein Haltebogen eingesetzt und T-Loops (.019" x .025" TMA) für eine Teilbogenmechanik zur Distalisation der unteren Eckzähne beidseitig eingefügt. In der Zwischenzeit erhielt der linke untere Eckzahn eine LIPUS-Behandlung von täglich zwanzig Minuten mit dem Aevo System, in deren Ergebnis die Extraktionslücke auf der mit LIPUS behandelten Seite in zwei Monaten mittels Teilbo-



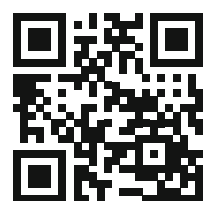
# DER RETAINER FÜR ALLE FÄLLE.

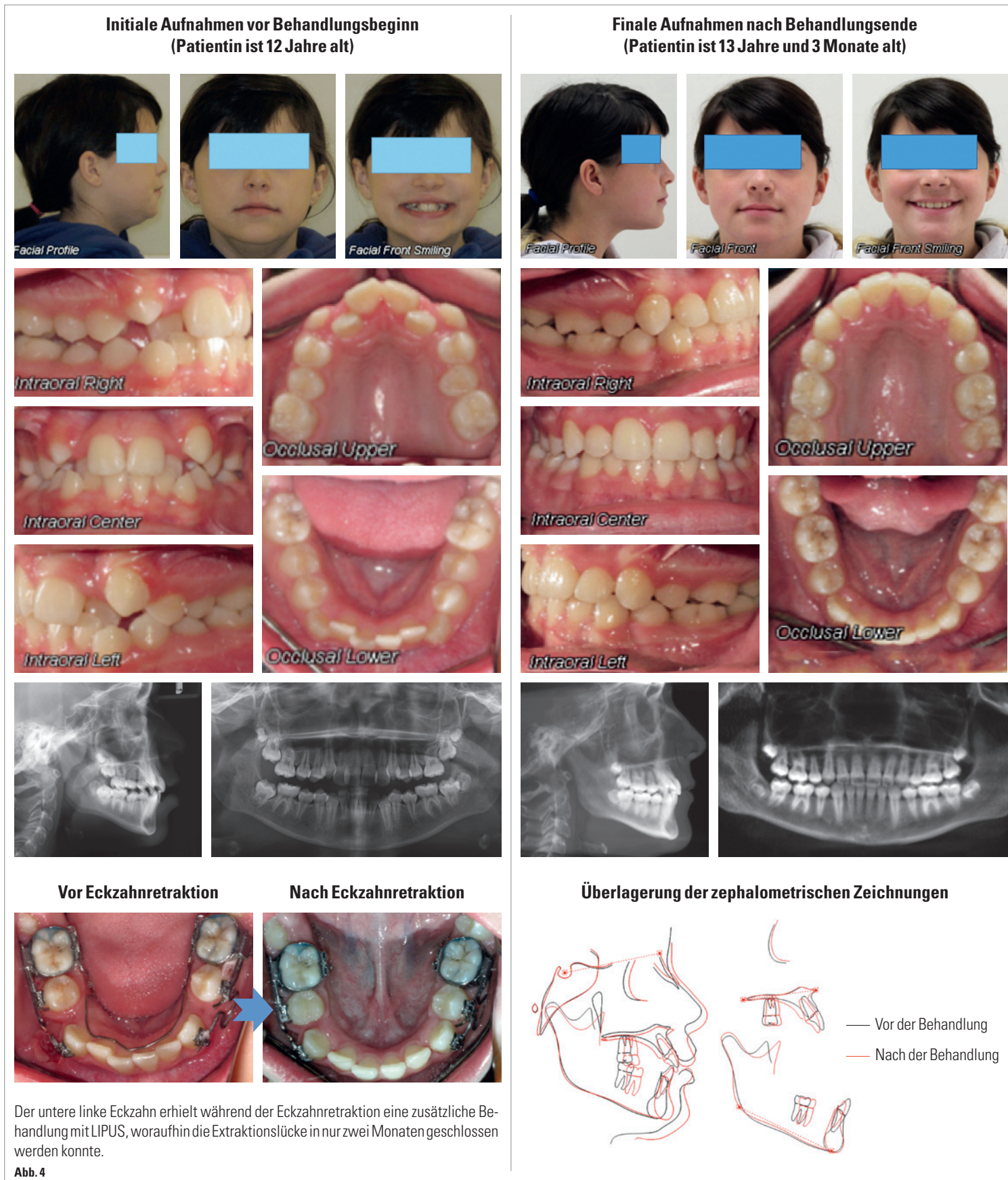
CA DIGITAL **IHR PARTNER FÜR DIGITALE KFO**

**Digitale Planung, höchste Präzision, perfekte Passgenauigkeit.**

Durch das computergestützte Herstellungsverfahren und das pseudoelastische Memory-Metall Nitinol® erreicht der **MEMOTAIN®** eine Passgenauigkeit, die ihresgleichen sucht. Das ermöglicht eine besonders exakte individuelle Positionierung - selbst in Fällen, in denen herkömmliche Retainer aufgeben. Dank innovativer Softwarelösungen, integriertem Workflow und fortschrittlichen Behandlungsmöglichkeiten ist CA DIGITAL der richtige Partner für alle Praxen die den Schritt in die Digitalisierung planen.

CA DIGITAL - Ihre digitale Zukunft ist nur einen Klick entfernt: [www.ca-digit.com](http://www.ca-digit.com)





Der untere linke Eckzahn erhielt während der Eckzahnretraktion eine zusätzliche Behandlung mit LIPUS, woraufhin die Extraktionslücke in nur zwei Monaten geschlossen werden konnte.  
Abb. 4

**KN Fortsetzung von Seite 12**

verbesserten. Heute sind diverse Ultraschallzahnbürsten auf dem Markt, wie z.B. Ultreo, Megasonex oder emmi-dent. Die meisten Ultraschallzahnbürsten arbeiten im Ultrasonic-Modus zusammen mit Sonic-Vibration. Jedoch verwenden die meisten von ihnen einen andauernden und keinen gepulsten Ultraschall. Bekannterweise hängen die beobachteten biologischen Effekte mit dem Aktionsmechanismus des andauernden versus des gepulsten Modus zusammen. Ein kontinuierlicher Ultraschall verursacht einen Temperaturanstieg im Gewebe,

während gepulster Ultraschall mechanische und Kavitationseffekte verursacht. Daher ist anzunehmen, dass eine Zahnbürste mit gepulstem Ultraschall die Entzündung bei parodontalen Erkrankungen wie z.B. Gingivitis oder Parodontitis verringern kann. Diese Erkenntnisse berücksichtigend, wurde kürzlich eine neue gepulste Ultraschallzahnbürste mit Sonic-Vibration entwickelt – ReClean® (AU-300P, ITO Co., Tokyo/

Japan) (Abb. 5). Bei dieser wird das gepulste Ultraschallsignal auf einer Frequenz von 1,6MHz übertragen, bei einer Pulsfolgefrequenz von 100 Hz, einer räumlichen Durchschnittsintensität von 30mW/cm<sup>2</sup> sowie einem Arbeitszyklus von 1:1 (5 ms an, 5 ms aus). Im Rahmen einer Vorstudie reduzierte nur eine Sonic-Vibration ohne Kontakt zum Biofilm ca. 36 Prozent der wasserunlöslichen Glukane des aus *S. mutans* bestehenden Biofilms. Mittels Ergänzung durch gepulsten Ultraschall konnte eine Entfernung von rund 68 Prozent der wasserunlöslichen Glukane erreicht werden. Das bedeutet, dass die Zahnbürste mit gepulstem Ultraschall und Sonic-Vibration effektiver bei der Zerstörung der *S. mutans*-Ketten im Biofilm agiert als die nur

mit Sonic-Vibration arbeitende Zahnbürste. Selbst wenn man dies mit einer Ultraschallzahnbürste mit kontinuierlichem Ultraschall vergleicht, verringerte sich dort die bakterielle Anhaftung und Anhäufung deutlich, jedoch nicht so signifikant wie beim Einsatz mit gepulstem Ultraschall.

**Zusammenfassung**

Die LIPUS-Therapie hat eine verstärkte Aufmerksamkeit erfahren und stellt ein vielversprechendes Tool im Bereich der Kieferorthopädie dar. Mit deren Einsatz ist eine niedrige Immunogenität verbunden, eine äußerst geringe oder gar keine Toxizität, eine Nichtinvasivität, eine hohe zielgerichtete Selektivität sowie eine mehrfache Anwendbarkeit. Daher hat LIPUS auch

Zulassungen für den täglichen Gebrauch zu Hause erhalten (z.B. Ultraschallzahnbürste). Durch Einsatz von LIPUS wird Energie in den Körper übertragen und die mikromechanischen Dehnungen, welche durch diese Druckwellen im lebenden Gewebe hervorgerufen werden, können zu biochemischen Vorgängen auf Zellularebene führen. Es kommt zur Regulierung von RANKL- und OPG-Expressionen, welche zu einer Restriktion der Odontoklast-Differenzierung und zur Beschleunigung der Zementumreparatur führen. Aus diesem Grund stellt der Einsatz von LIPUS eine mögliche Option bei der Prävention von Wurzelresorptionen während kieferorthopädischer Therapie dar. Darüber hinaus verbessert LIPUS den Knochenumbau während der Zahnbewegung und kann diese dadurch beschleunigen. Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass dies eine geeignete Technik für die Beschleunigung kieferorthopädischer Zahnbewegung darstellt, welche zur Reduzierung der Gesamtbehandlungsdauer führt sowie zur Minimierung des Risikos dentaler Karies, gingivaler Rezession und Wurzelresorption. **KN**

**KN Kurzvita**



Prof. Dr. Eiji Tanaka  
[Autoreninfo]



Prof. Dr. Tarek El-Bialy  
[Autoreninfo]



**KN Adresse**

Prof. Dr. Eiji Tanaka  
Tokushima University  
Institute of Biomedical Sciences  
Department of Orthodontics  
and Dentofacial Orthopedics  
3-18-15 Kuramoto-cho  
Tokushima 770-8504  
Japan  
Tel.: +81 88 633 7356  
etanaka@tokushima-u.ac.jp

Abb. 5: ReClean™ (AU-300P, ITO Co., Tokio/Japan).

