

# Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie

Informationen aus Orthodontie und Kieferorthopädie

## Begründet von

Ernst Hösl †  
Rolf Diernberger  
Peter Grosse

## Verantwortlicher Heftherausgeber

Frank Weiland, Deutschlandsberg

## Verlag

**Georg Thieme Verlag KG**  
Rüdigerstraße 14  
70469 Stuttgart  
[www.thieme.de/iok](http://www.thieme.de/iok)  
[www.thieme-connect.de](http://www.thieme-connect.de)

## Herausgegeben von

Hans-Peter Bantleon, Wien  
(federführend)  
Adriano Crismani, Innsbruck (Österreich)  
Thomas Hofmann, Regensburg  
Christos Katsaros, Bern (Schweiz)  
Roland Männchen, Winterthur (Schweiz)  
Lorenz Moser, Bozen (Italien)  
Ravindra Nanda, Farmington (Conn.)  
Ib Leth Nielsen, San Francisco (Calif.)  
Niko Schepp, Aalen  
Frank Weiland, Deutschlandsberg (Österr.)  
Dirk Wiechmann, Bad Essen

Für die Stichwort-Recherche steht unseren Lesern die Online-Datenbank unter [www.thieme-connect.de/ejournals](http://www.thieme-connect.de/ejournals) zur Verfügung

42. Jahrgang 2010

## Sonderdruck

© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York

Nachdruck nur mit  
Genehmigung des Verlages

# Minischrauben oder Gaumenimplantat?

## Miniscrews or Palatal Implant?

**Autor**

P. Göllner

**Institut**

Kieferorthopädische Privatpraxis, Bern, Schweiz

**Schlüsselwörter**

- skelettale Verankerung
- Gaumenimplantate
- Verankerungsverlust
- Minischrauben

**Key words**

- skeletal anchorage
- palatal implants
- loss of anchorage
- miniscrews

**Zusammenfassung**

Schraubenverlust und Verankerungsverlust sind in der Privatpraxis wichtige Kriterien für die Wahl des skelettalen Verankerungssystems. Mithilfe von Daten aus der Praxis und der Literatur soll dem Anwender die Entscheidung, Minischraube oder Gaumenimplantat erleichtert werden. Je größer die Misserfolge und die unerwarteten Probleme, die ein System mit sich bringt, desto länger die Behandlung und desto tiefer sinkt das Vertrauen des Patienten in den Behandler. Je direkter der Weg zum Ziel, desto besser ist das Kosten-/Nutzenverhältnis. Die Qualität, Sicherheit, Zuverlässigkeit und das Handling beeinflussen die Entscheidung für ein Verankerungssystem. Lohnen sich die Mehrkosten und der externe chirurgische Eingriff, das Gaumenimplantat den Minischrauben in bestimmten Situationen vorzuziehen?

**Abstract**

In private practice, minimizing implant failure and loss of anchorage are basic criteria in choosing a skeletal anchorage system. The choice between using a mini-screw or palatal implant can be simplified with the help of information from clinical practice and the professional, scientific literature. The more complete, the greater the potential scope of failure and subsequent problems that can occur with any (skeletal anchorage) system, the greater the potential increase in treatment time, and the greater the patient's possible loss of trust in the practitioner. The more direct the route to the treatment goal, the more favorable is the cost/benefit ratio. Quality, safety, dependability, and ease of use influence the choice of a skeletal anchorage system. Are there situations when a palatal implant, in spite of the higher costs and surgical procedure associated with it, is preferable to mini-screws?

**Einleitung**

Seit rund Jahrzehnten haben Gaumenimplantate [1, 2, 6, 9, 10, 18, 22, 24, 26, 27, 29] und Minischrauben [5, 8, 16, 17, 19, 21, 25, 29] als temporäre skelettale orthodontische Verankerungselemente Eingang in kieferorthopädische Behandlungskonzepte gefunden. Sie gehören mittlerweile im kieferorthopädischen Alltag zu einem fest etablierten Bestandteil für Patienten mit einem maximalen und stationären Verankerungsbedarf.

Dabei haben sich insbesondere in diesem Jahrzehnt die Minischrauben gegenüber den Gaumenimplantaten am Dentalmarkt deutlich durchgesetzt. Vor kurzem berichtete Dr. Tae Weon Kim, Seoul, Anwenderpionier und erfolgreicher Entwickler eines Minischraubensystems, von einem allgemeinen Rückgang der Verkaufszahlen für

Minischrauben innerhalb der letzten 2 Jahre in Korea um rund 50 Prozent. Aber woran liegt das? Liegt es an der Vielzahl der heute angebotenen Systeme, an dem weltweiten wirtschaftlichen Einbruch und Stagnation, oder doch vielmehr an einer gewissen Ernüchterung auf Seiten der Anwender, was die Möglichkeiten und Realisierung von Behandlungskonzepten mit Minischrauben betrifft?

Die anfängliche Euphorie der kieferorthopädischen Schraubenanwender erinnert an die weltweite Einführung der Lingualtechnik in den 80er-Jahren: Nach einem markanten Anstieg unmittelbar nach Markteinführung, breitete sich eine gewisse Ernüchterung aus. Die Anzahl Anwendungen erholte sich mit dem Wissen um die Nachteile in den nachfolgenden Jahren.

Die Verkaufszahlen für das Gaumenimplantat steigen von der Markteinführung bis heute konti-

**Bibliografie**

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1247396>  
Inf Orthod Kieferorthop 2010; 42: 131–137  
© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York ·  
ISSN 0022-0336

**Korrespondenzadresse**

**Dr. Peter Göllner**  
Fachzahnarzt  
für Kieferorthopädie (CH)  
Spitalgasse 16  
3011 Bern  
Switzerland  
goellner@bluewin.ch

nuierlich an, erreichen aber nicht annähernd die enormen Verkaufszahlen der Minischrauben. Woran liegt das?

Chirurgische Komplikationen sind bei beiden Systemen, sowohl bei der Verwendung von Gaumenimplantaten als auch bei Minischrauben ausgesprochen selten [29].

Aus der eigenen Erfahrung heraus liegt der Grund für die im Vergleich zu Minischrauben geringeren Anwenderzahl von Gaumenimplantaten vielmehr in den höheren chirurgischen Umfeldkosten und in der Notwendigkeit eines chirurgischen Eingriffs. In der Regel wird für die chirurgische Insertion des Gaumenimplantates ein extern chirurgisch tätiger Zahnarzt benötigt. Dies stellt für viele kieferorthopädische Anwender eine anfängliche Hemmschwelle dar.

Haben wir in den zahlreichen Minischraubensystemen wirklich ein zuverlässiges und günstiges Hilfsmittel gefunden? Die Verkaufszahlen sprechen eher für eine gewisse „Schraubenmüdigkeit“ auf Seiten der Anwender.

Der vorliegende Artikel möchte dazu die „Hoffnung“ und den „Glauben“ in und an Minischrauben als ein verlässliches und günstiges Hilfsmittel zur skelettalen Verankerung aus der Sicht des Anwenders im Praxisalltag im Vergleich zum Gaumenimplantat kritisch hinterfragen. Die für den Unterkiefer zweifellos wichtigen Miniplattenverankerungen bleiben dabei unberücksichtigt.

Dazu beschäftigt sich der Artikel insbesondere mit der Indikation „kieferorthopädischer Lückenschluss bei Nichtanlagen“, da hierbei im kieferorthopädischen Praxisalltag besonders hohe Ansprüche an die Verankerung gestellt werden. Der Lückenschluss bei Nichtanlagen mit einer Inzidenz von ca. 8% (Reihenfolge nach Häufigkeit: UK5er, OK2er, OK5er, UK1er, UK2er, UK7er etc.), ist in allen Altersgruppen sinnvoll [20], insbesondere aber im Kindesalter, da es für die Lückenversorgung mit eigenen Zähnen keine gleichwertige, biologische und langfristige Alternative gibt [14].

### Welche Anforderungen stellt der Praktiker an ein skelettales Verankerungssystem?

Die wichtigsten Ansprüche an ein solches Verankerungssystem sind:

- ▶ absolute Sicherheit,
- ▶ geringe Verlustrate,
- ▶ absolute Stabilität,
- ▶ gutes Kosten-/Nutzenverhältnis,
- ▶ einfaches Handling.

### Werden Minischrauben und Gaumenimplantate diesen Ansprüchen gerecht?

Die Verlustraten zu Minischrauben und Gaumenimplantaten sind in der Literatur gut untersucht.

### Verlustrate bei Minischrauben

In einem kürzlich veröffentlichten Review von Crismani u. Mitarb. [5] aus dem Jahr 2008 wurden insgesamt 14 Studien mit insgesamt 1519 Minischrauben (Ober- und Unterkiefer) betrachtet. Die allgemeine Verlustrate für alle 1519 Schrauben (lag bei 16,2%. Weitere Arbeitsgruppen [3, 23] berichten von ähnlichen Verlustraten. Jede sechste (1 : 6) Minischraube in der klinischen Anwendung geht verloren. Pro Patient wurden in diesen Stu-

dien durchschnittlich 4 Minischrauben inseriert (452 Patienten, 1519 Minischrauben). Dies ergibt ein höheres Verlustrisiko für jeden Patienten, mathematisch beträgt das Risiko 52%. Konkret bedeutet das, dass durchschnittlich mehr als die Hälfte der behandelten Patienten mit 4 eingesetzten Minischrauben einen Verlust erleben. Die Wahrscheinlichkeit, eine Augenzahl mit einem Würfel zu werfen steigt, wenn man gleichzeitig 4 Würfel wirft.

Diese 14 Studien [5] zeigen auch, dass die Misserfolgswahrscheinlichkeiten bei Kindern und Jugendlichen deutlich höher liegen, als bei erwachsenen Patienten. Sie werden jedoch nicht ausdrücklich beziffert. Auch aus eigener Erfahrung lässt sich dies bestätigen: in der Privatpraxis des Autors, der auf eine 12-jährige Anwendererfahrung für Minischrauben und Gaumenimplantate zurückblicken kann, liegt die Minischrauben-Verlustrate (Unterkiefer) für ca. 245 behandelte Jugendliche im Alter zwischen 12 und 16 Jahren insgesamt bei ca. 1 : 5.

### Verlustrate beim Gaumenimplantat

Die Literaturdaten zur Verlustrate von spätbelasteten Gaumenimplantaten (funktionelle Belastung nach der 12. Woche post insertionem) liegen für das heute handelsübliche Gaumenimplantat der zweiten Generation [13] zwischen 0 und 6,7%. Die Verlustrate für spätbelastete Gaumenimplantate der ersten Generation lag zwischen 0 und 15% [2, 6, 7, 18, 22, 24].

Die Verlustrate für spät- und sofortbelastete Gaumenimplantate [11] aus der Praxis des Autors in der Zeit von 11/1997 bis 10/2009 (Operateur: Dr. Thomas Liechti, Bern, Schweiz) liegt in der täglichen Routine für insgesamt 458 Implantate bei insgesamt 13 Verlusten nach durchschnittlich 13,5 Wochen (4 bis 28 Wochen). Dies entspricht einer Verlustrate von 2,8%.

Bei 36 von diesen 458 Patienten wurden die Implantate (Orthosystem, Straumann, Basel, Schweiz) innerhalb von 24 Stunden belastet. Eine Patientin aus dieser Serie erlebte 2 Implantatverluste und lehnte einen dritten Eingriff ab. Alle anderen Patienten wurden innerhalb kurzer Zeit nach dem Verlust etwas weiter dorsal replantiert (▶ **Abb. 1**) und heilten alle nachfolgend ein. In der Zusammenfassung dieser praxiseigenen Daten trat das Ereignis Implantatverlust im Durchschnitt bei nur 1 von 40 Patienten auf. Im Vergleich dazu lag das Risiko für einen Verlust von Minischrauben in dem kürzlich veröffentlichten Review [5] mit 4 Minischrauben pro Patient (nicht pro Minischraube) um den Faktor 20-fach ungleich höher, was auch der Erfahrung in der eigenen Praxis entspricht.



**Abb. 1** Nach dem Verlust und der Entfernung eines spätbelasteten Gaumenimplantates in der Einheilphase (13. Woche von 458 GI) auf Höhe der ersten bzw. zweiten Prämolaren erfolgte in der gleichen Sitzung ersatzweise Insertion eines zweiten Implantates etwas weiter dorsal.

## Halten Minischrauben und Gaumenimplantate, was sie dem Anwender versprechen?

### Verankerungsverlust bei Minischrauben

Der Aspekt „Verankerungsverlust“ ist bislang in der Literatur wenig untersucht. Der Praktiker möchte sich gerne auf ein System verlassen können, das Nebenwirkungen eliminiert, nicht aber ein System verwenden, das zahlreiche inkonsistente Nebenwirkungen verursacht. Daher ist der Aspekt der „Migration“ von Minischrauben aus der Erfahrung des Autors ein großes Thema, das allerdings bis heute nur wenig wissenschaftliche Beachtung gefunden hat.

Liou u. Mitarb. [17] verwenden (Mini)-Schrauben von 17 mm Länge und 2 mm im Durchmesser. Die Ergebnisse seiner Arbeit zeigen, dass 7 von 16 Minischrauben unter funktioneller Belastung in einen Zeitraum von nur 9 Monaten eine unerwünschte Bewegung bzw. Migration zwischen 1 mm und 1,5 mm zeigten. Aus diesem Grund empfehlen die Autoren die Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von mindestens je 2 mm zum Nachbarzahn. Dies ist allerdings in der klinischen Anwendung bei ohnehin anatomisch geringen interradiikulären Abständen im Regelfall nicht möglich.

Kein interradiikulärer Abstand im vestibulären Bereich von Unter- und Oberkiefer ist größer als 6 mm (Diameter Schraube 2 mm plus mesialer und distaler Sicherheitsabstand). Der Abstand zu den Nachbarwurzeln ist aber notwendig, damit kein Kontakt zum Parodont entsteht. Dies ist vielfach die Ursache für Misserfolge bei Minischrauben [16]. Die unmittelbare Nähe von Minischrauben zu Zahnwurzeln als Ursache für Misserfolge ist einleuchtend, da Verankerung nur bei Schrauben mit Knochenkontakt (Primärstabilität) und nicht über Bindegewebkontakt funktioniert [25, 29].

Archimedes sagte: „Wo ein Körper ist, kann kein anderer sein“. Die zu Minischrauben in unmittelbarer Nachbarschaft stehenden Zähne werden, wenn auch unbeabsichtigt, fast immer bewegt: Ein Kontakt zwischen Wurzel und Schraube wird mit jeder Zahnbewegung immer wahrscheinlicher. Das dentoalveoläre Wachstum ist bei jugendlichen Patienten besonders groß, sodass dadurch in der Vertikalen zusätzlich eine Zahnbewegung entsteht und das Kontaktisiko damit gesteigert wird.

Die schwierige Hygiene und verstärkte Mukositis über dem Schraubenkopf der Minischraube [19, 29] führen zu erhöhter Beweglichkeit, zu möglichen Schmerzen beim Patienten und letztlich zu einem erhöhten Verlust.

Eine Hauptindikation für den Einsatz von Minischrauben ist, wie bereits eingangs erwähnt, der Lückenschluss bei Nichtanlagen im Unterkiefer. Die Häufigkeit von Nichtanlagen der unteren zweiten Prämolaren liegt einer noch unveröffentlichten Studie der Universität Zürich zufolge bei 3,3% (nur UK5er) [22].

Das Behandlungskonzept bei Nichtanlagen der unteren zweiten Prämolaren besteht vielfach in der Mesialisierung der unteren ersten und zweiten Molaren unter stationärer Verankerung der anterioren Segmentes bzw. der unteren ersten Prämolaren.

Das Konzept: In einer 1. Phase wird das lokale Problem, nämlich die Lücken der Nichtanlagen, gelöst. In einer 2. Phase wird die restliche Dentition mithilfe einer Multibandapparatur harmonisiert. Die Biomechanik der 1. Phase des Behandlungskonzeptes (seit 2003) für die Mesialisierung der unteren Molaren, im Unterkiefer über 2 Minischrauben, sei nachfolgend dargestellt (Abb. 2):

Aufbau eines segmentierten, übersichtlichen Kraftsystems, damit mögliche unerwünschte Nebenwirkungen auf die restliche Dentition jederzeit für den Anwender sichtbar bleiben. Bei Einbindung aller Zähne (über Multibandapparatur) ins Kraftsystem,

würde eine Vermischung von unerwünschten Nebenwirkungen und erwünschten Zahnbewegungen die Übersichtlichkeit des Systems verhindern und damit die Schwierigkeiten bzw. den möglichen Verankerungsverlust der Schrauben nicht erkennen lassen. Der Abstand der Schraube zum Parodontalspalt des unteren ersten Prämolaren bleibt konstant, da er über die geklebten Powerarme (TopClip, Tigerdental.com) definiert wird.

In der klinischen Anwendung fallen bei praktisch jedem dieser Patienten Verankerungsverluste und unerwünschte Nebenwirkungen in der vertikalen und sagittalen Dimension auf. Der Autor glaubte bei der Verwendung von zwei Schrauben an eine absolute Stabilität. Bei Insertion des gewünschten orthodontischen Kraftsystems werden die erforderlichen 150 p [21] für den orthodontischen Lückenschluss von distal oft überschritten. Dadurch kommt es zur Entstehung von unerwünschten und nicht kontrollierten Bewegungen. Die mesial der Lücke über die Minischrauben fixierten unteren ersten Prämolaren werden als Einheit mit den Minischrauben intrudiert, die unteren Sechsjahrmolaren aufgrund des Aufrichtemoments extrudiert. Durch die von der anterioren Verankerungseinheit nicht aufgehobene vertikale Kraft zur Extrusion der Sechsjahrmolaren, rotiert die Mandibula nach posterior, was insbesondere bei Distalbißfällen ungünstig ist. Eine sagittale Kontrolle funktioniert nur über eine vertikale Kontrolle.

Die vergrößerte sagittale Stufe, die dabei entsteht, ist nicht nur Folge dieser posterioren Rotation, sondern auch Folge der Migration der Minischrauben. Der sagittale Verankerungsverlust äußert sich nicht, wie erwartet, in Lücken mesial des ersten Prämolaren, sondern in einer zusätzlichen Vergrößerung der sagittalen Stufe. Da diese Migration langsam verläuft, entstehen wegen der transeptalen Fasern keine sichtbaren Lücken bei den Frontzähnen [30].

Im Verlauf der weiteren Behandlung mit Multibandapparatur wird dieser Verankerungsverlust mit intermaxillären Gummizügen oder einer anderen Kl.-II-Mechanik kompensiert. Der lokale Verankerungsverlust wird später auf alle anderen Zähne verteilt und wirkt sich, wie weiter unten beschrieben, auf die Kippung der Okklusionsebene und die Retraktion des Oberkiefers aus. Zusammengefasst hat der Lückenschluss der Nichtanlagen mit Minischraubenverankerung im Unterkiefer die gleichen, sich weniger stark auswirkenden Nebenwirkungen, wie ein Lückenschluss ohne Minischrauben.

### Verankerungsverlust bei Gaumenimplantaten

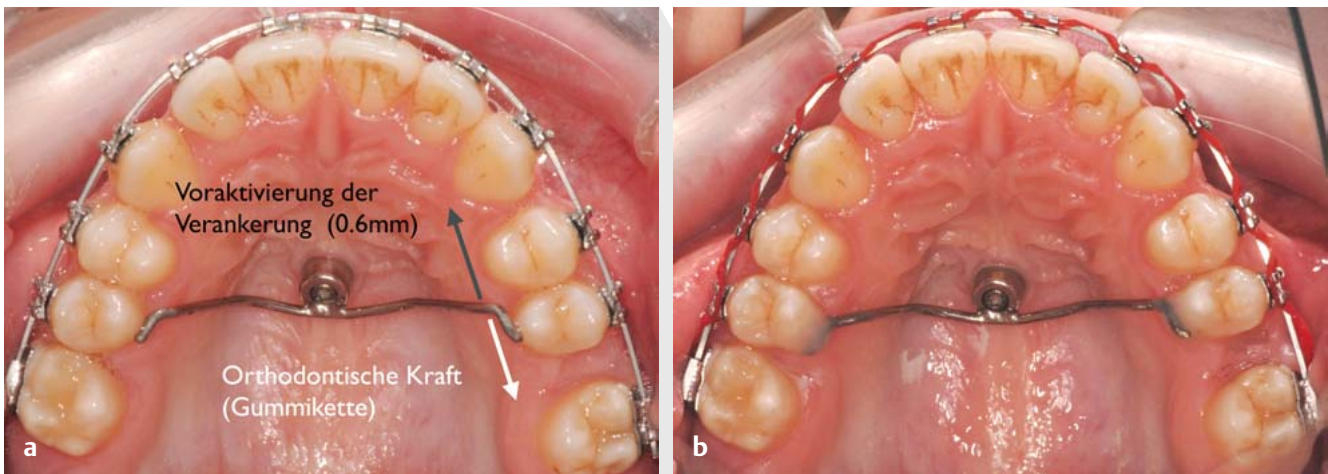
Gaumenimplantate leiten sich aus der konventionellen Implantattechnik ab und sind wissenschaftlich gut untersucht. Umfangreiche klinische und experimentelle Daten belegen die hohe Zuverlässigkeit und Erfolgsaussicht von Gaumenimplantaten zu orthodontischen und orthopädischen Verankerungszwecken [2, 6, 11–15].

Bei Kräften bis 50 cN bleibt die Suprakonstruktion des Gaumenimplantats stabil. Der mit Laser angeschweißte 1,1 mm Stahldraht wird bei einer Belastung von 500 cN ca. 0,6 mm, bei einer TPA Breite von 43,5 mm, permanent verformt [4]. In der klinischen Konsequenz bedeutet dies, dass beim Kleben des TPA auf den zu verankernden Zahn, der TPA um 0,6 mm in die der belastenden Kraft entgegen wirkende Richtung voraktiviert werden muss (Abb. 3). Mit dem voraktivierten Anbringen am Ankerzahn reduziert man den definierten Verankerungsverlust, um die vom System zu erwartende Distanz von 0,6 mm.

Ein großer Vorteil des außerhalb der Zahnreihe integrierten und rotationsstabil verankerten Gaumenimplantates ist die Flexibilität [10] der Suprakonstruktion (Abb. 4).



**Abb. 2** Temporäre Immobilisierung der ersten unteren Prämolaren über eine skeletale Verankerung mittels 2 Minischrauben und angeklebten Verbindungsarmen, die zusammen eine anteriore Verankerungseinheit bilden, um den Sechsjahrmolaren mesialisieren zu können. Dadurch wird eine temporäre, erhobte stabile, künstliche Ankylose hergestellt, die Nebenwirkungen kompensieren soll. Der sagittale und vertikale Verankerungsverlust ist eine Folge der Migration der Minischrauben.



**Abb. 3** Der TPA wird beim Befestigen am zu verankernden Zahn um 0,6mm voraktiviert, damit der vom System bedingte kleine Verankerungsverlust (hier bei der Mesialisierung der Molaren) kompensiert wird.

### Vergleich Verankerungsverlust Minischraube und Gaumenimplantat

Nachfolgend werden die Behandlungsergebnisse von 3 Behandlungsgruppen (jeweils 25 Patienten im Alter zwischen 12 und 16 Jahren) zum Aspekt „Verankerungsverlust“ anhand von überlagerten Fernröntgenseitenbildern (Auswertung: Quick Ceph Systems, San Diego, CA), vor und nach aktiver kieferorthopädischer Behandlung vergleichend gegenübergestellt:

- ▶ Referenzgruppe (17 weibliche und 8 männliche Patienten; durchschnittliches Alter: 12 Jahre) ohne skeletale Verankerung (grau vor, schwarz nach Behandlung)

- ▶ Gaumenimplantatgruppe (16 weibliche und 9 männliche Patienten; durchschnittliches Alter: 16 Jahre) mit Nichtanlagen in Ober- und Unterkiefer (orange vor, rot nach Behandlung). Auch im Unterkiefer erfolgte der kieferorthopädische Lückenschluss ausschließlich über intermaxilläre Gummizüge indirekt über das Gaumenimplantat im Oberkiefer.
- ▶ Minischraubengruppe (17 weibliche und 8 männliche Patienten; durchschnittliches Alter: 15 Jahre) mit Nichtanlagen nur im Unterkiefer, uni- oder bilateral (hellblau vor, dunkelblau nach Behandlung)



**Abb. 4** Die Suprakonstruktion ist an viele Situationen adaptierbar. Die Verankerung steht außerhalb der Zahnreihe und ist nie im Konflikt mit den zu bewegenden Zähnen.

Die Daten stammen von Patienten aus der Praxis des Autors. Alle Patienten wurden mit einer festsitzenden Multibandbracketapparatur behandelt. Die Fernröntgenseitenbilder wurden digital (QuickCeph.com) zusammengesetzt, sodass nur eine Durchzeichnung (Kompositracing) je Gruppe als Resultierende zum Vergleich herangezogen werden kann. Da Zahlentabellen für den Praktiker nur wenig anschaulich sind, wurde für diesen Vergleich eine bildliche Darstellung gewählt.

Anhand der Kompositracing ist die Verankerungsqualität der Minischrauben- mit der Gaumenimplantatgruppe (GI) vergleichbar. Die Patienten in der Referenzgruppe waren im Vergleich zu den 2 Verankerungsgruppen Gaumenimplantat (Gruppe 2) und Minischrauben (Gruppe 3) etwas jünger und hatten damit noch ein potenziell größeres Wachstumspotenzial.

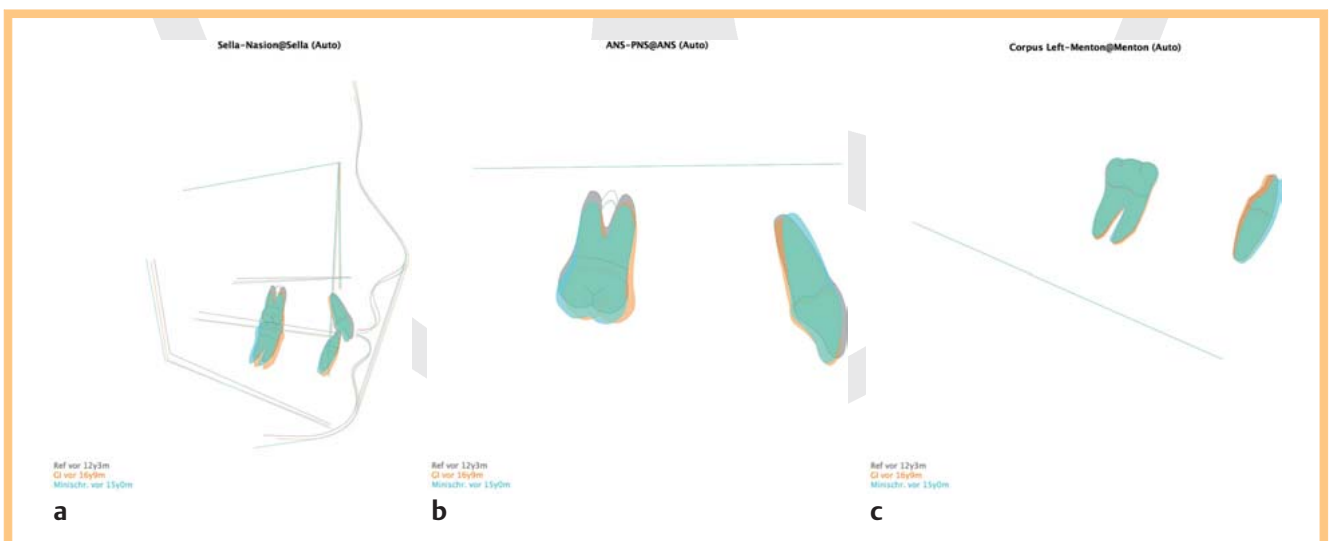
Der skelettale Ausgangsbefund (Abb. 5) war in allen 3 Gruppen ähnlich.

Bei absolut stationärer Verankerung im Sinne der Definition müssten nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung die Ergebnisse in beiden Gruppen (Abb. 6) identisch sein. Tatsächlich ergeben sich aber nach Abschluss der Behandlung deut-

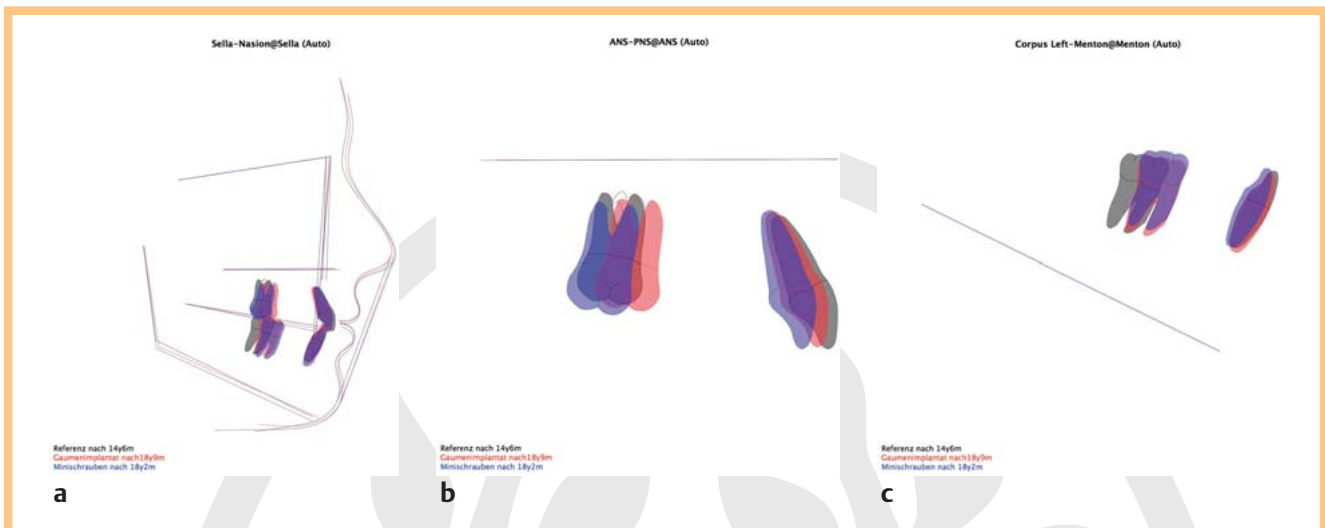
liche Unterschiede zwischen den beiden Verankerungsgruppen (Gruppe 2 und 3):

In der Minischraubengruppe fällt die Posteriorrotation des Unterkiefers (Abb. 7) und der Okklusionsebene auf. Dies sind unerwünschte Nebenwirkungen verursacht durch eine mögliche Migration der Minischrauben: Die Unterkieferfrontzähne wurden zu Beginn des Lückenschlusses der Nichtanlagen der unteren zweiten Prämolaren, trotz der Minischraubenverankerung (Abb. 2) nach distal belastet. Die dadurch entstandene distale Stufe wird während der weiteren Behandlung mit Multibandapparatur über eine Kl.-II-Mechanik (intermaxilläre Gummizüge oder intermaxilläre Federn) geschlossen. Die restliche Dentition muss den Verankerungsverlust kompensieren. Die Oberkieferdentition reagiert auf diese Kompensation, wie bei jeder Kl.-II-Korrektur mithilfe von intermaxillären Gummizügen, mit Elongation und Posteriorrotation. Die Okklusionsebene rotiert nach distal und kaudal. Der Unterkiefer rotiert mit.

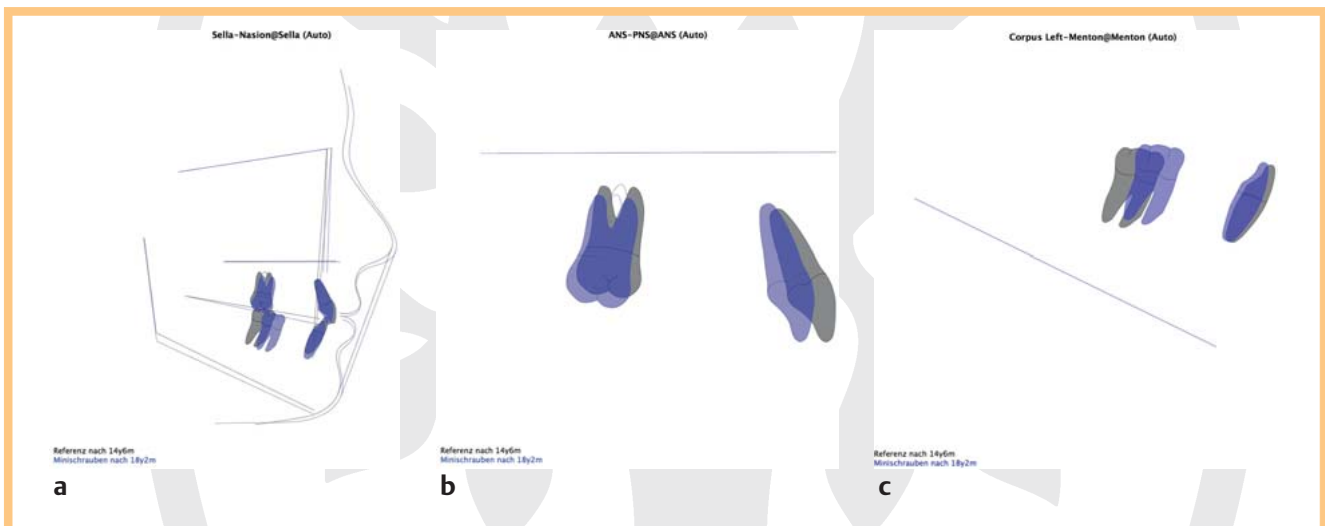
Die Gaumenimplantatgruppe (Abb. 8) verliert sagittal ca. 1 mm an Verankerung in der Endphase der aktiven kieferorthopädischen Behandlungsphase (Finishing), wenn das GI nicht mehr



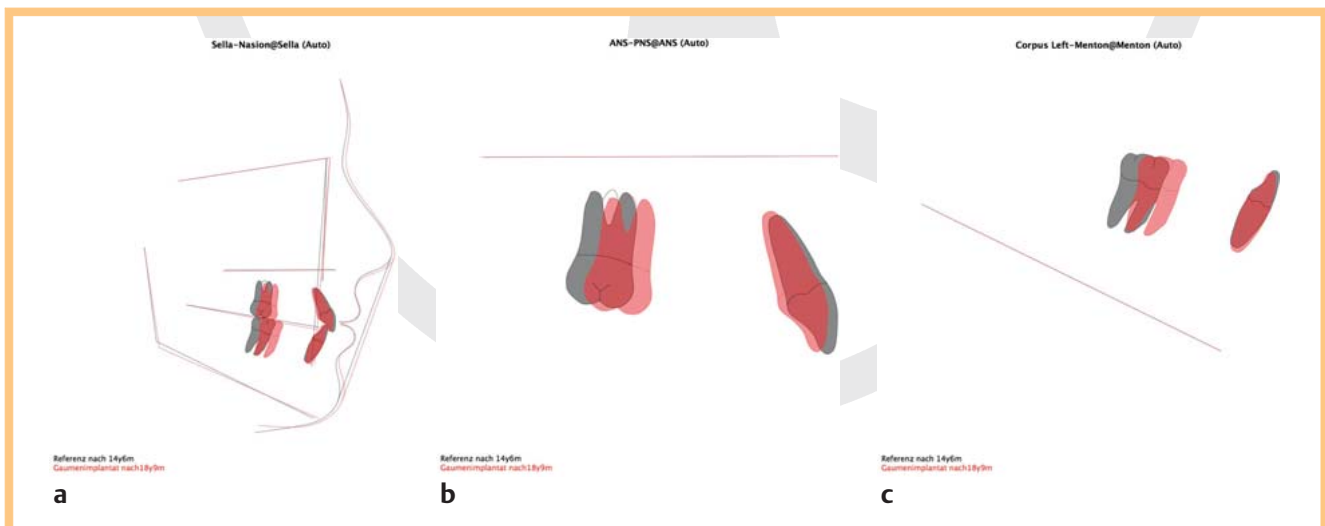
**Abb. 5** Überlagerung der drei Gruppen vor der Behandlung. Vor der Behandlung unterscheiden sich die 3 Gruppen mit jeweils 25 Patienten wenig (grau = Referenzgruppe, orange = Gaumenimplantatgruppe, hellblau = Minischraubengruppe).



**Abb. 6** Überlagerung der 3 Gruppen nach der Behandlung. Verglichen werden dental und skelettal die Gaumenimplantatgruppe (Protraktion der Molaren bei Nichtanlagen in beiden Kiefern, rot) mit der Minischraubengruppe (Protraktion der Molaren nur im Unterkiefer, blau) und der Referenzgruppe (schwarz).



**Abb. 7** Überlagerung der Referenzgruppe (schwarz) und der Minischraubengruppe (blau) nach der Behandlung.



**Abb. 8** Überlagerung der Referenzgruppe (schwarz) und der Gaumenimplantatgruppe (rot) nach der Behandlung. Der sagittale Verankerungsverlust der GI gegenüber der Referenzgruppe beträgt ca. 1 mm. Gut sichtbar ist die gute vertikale Kontrolle der Verankerung.

als Verankerung verwendet wird, also nicht mehr im Rahmen der indirekten Verankerung mit den Ankerzähnen verbunden ist. Auch, was die Lückenschlussmechanik im Unterkiefer über intermaxilläre Gummizüge indirekt über das Gaumenimplantat im Oberkiefer betrifft, waren die vertikalen Nebenwirkungen erstaunlich gering; dies spricht eindeutig für das Gaumenimplantatsystems im Sinne einer sagittalen und vertikalen Kontrolle.

## Schlussfolgerungen

Kein skelettales Verankerungssystem hat nur Vorteile. Die Qualitätsunterschiede zwischen den Systemen Gaumenimplantat und Minischrauben sind groß und oft auf den ersten klinischen Blick nicht erkennbar. Die Auswahl des geeigneten Verankerungstools ist erst möglich, wenn der Kliniker über ein fundiertes Wissen und über die Erfahrung verfügt, die ihn die Vor- und insbesondere die Nachteile eines jeden Systems erkennen lassen. Glaube, Liebe oder Hoffnung allein reichen bei der Auswahl des skelettalen Verankerungselementes für eine individuelle Verankerungssituation nicht aus.

Komplikationen sind ein wichtiger Stressfaktor in der täglichen Zeitplanung, aber kein Aushängeschild für die Professionalität im Umgang mit dem Patienten. Je zuverlässiger das eingesetzte System, desto vorhersagbarer ist der Praxisalltag und damit wird das Behandlungsergebnis planbar.

Die Vorteile der Minischrauben sind nur auf den ersten Blick Vorteile: Einfach zu setzen, einfach zu entfernen und günstig.

Auf den zweiten Blick, also nach einer langen Zeit der Anwendung, erkennt man aber auch die zahlreichen vom Schraubensystem selbst verursachten unerwünschten Nebenwirkungen, beispielsweise die Posteriorrotation der Mandibula oder den seitlich offenen Biss; diese Nebenwirkungen sind nicht immer leicht zu eliminieren. In der klinischen Konsequenz sind damit oft längere Behandlungszeiten und damit schwer abschätzbare Behandlungswege verbunden. Die Minischrauben sind daher eher eine Verankerungshilfe, aber keine absolut stationäre Verankerung im Sinne der Definition.

Der Einsatz des Gaumenimplantats ist zwar aufwendiger, teurer und braucht mindestens einen chirurgisch tätigen Zahnarzt, dafür ist der Einsatz in der klinischen Anwendung, sicher und zuverlässig und die Verluste selbst bei Kindern und Jugendlichen gering. Es erleichtert dem klinischen Behandler seinen Praxisalltag, weil im Gegensatz zu Minischrauben keine zusätzlichen Nebenwirkungen produziert werden. Im Gegensatz zu Minischrauben bleibt das Gaumenimplantat positionsstabil und wird dem Anspruch einer stationären Verankerung gerecht, was man erst mit der regelmäßigen Anwendung zu schätzen lernt.

## Danksagung

Bei Dr. Britta A. Jung, Poliklinik für Kieferorthopädie, Johannes-Gutenberg Universität Mainz, möchte ich mich herzlich für die professionelle Hilfe bei der Verfassung des Artikels bedanken.

## Literatur

- 1 Asscherickx K, Vande Vannet B, Bottenberg C et al. Clinical observations and success rates of palatal implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 114–122
- 2 Bantleon HP, Bernhart T, Crismani AG et al. Stable orthodontic anchorage with palatal osseointegrated implants. *World J Orthod* 2002; 3: 109–116

- 3 Cesare L, Carlalberta V, Melsen B. Overview Guidelines for success in placement of orthodontic mini-implants. *J Clin Orthod* 2010; 43: 39–44
- 4 Crismani AG, Čelar AG, Burstone C et al. Sagittal and vertical load-deflection and permanent deformation of transpalatal arches connected with palatal implants: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 742–752
- 5 Crismani AG, Bertl MH, Čelar AG et al. Miniscrews in orthodontic treatment: Review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 108–113
- 6 De Pauw GAM, Dermaut L, de Bruyn H et al. Stability of implants as anchorage for orthopedic traction. *Angle Orthod* 1999; 69: 401–407
- 7 Feldmann I, Bondemark L. Anchorage capacity of osseointegrated and conventional anchorage systems. A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 339.e19–339.e28
- 8 Fritz U, Diedrich P, Kinzinger G et al. The anchorage quality of mini-implants towards translatory and extrusive forces. *J Orofac Orthop* 2003; 64: 293–304
- 9 Glatzmaier J, Wehrbein H, Diedrich P. Biodegradable implants for orthodontic anchorage. A preliminary biomechanical study. *Eur J Orthod* 1996; 18: 465–469
- 10 Goellner P, Jung BA, Wehrbein H et al. New temporary rehabilitation after traumatic tooth loss in a juvenile patient. A case report. *Dental Traumatology* 2009; 25: 283–291
- 11 Göllner P, Jung BA, Kunkel M et al. Immediate versus conventional loading of palatal implants in humans. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 833–837
- 12 Jung BA, Kunkel M, Göde M et al. Clinical success parameters of paramedian insertion during growth. *Z Zahnärztl Impl* 2007; 23: 28–35
- 13 Jung BA, Kunkel M, Göllner P et al. Success rate of second-generation palatal implants. *Angle Orthod* 2009; 25: 238–241
- 14 Jung BA, Kunkel M, Wehrbein H. Orthodontic space closure. An alternative to endodontic and/or surgical tooth conservation in children. *Der MKG-Chirurg* 2010; 3: 106–114
- 15 Jung BA, Kunkel M, Wehrbein H. Implantologie als Hilfestellung bei kieferorthopädischen Maßnahmen. *Wissen Kompakt* 2010 in press
- 16 Kuroda S, Yamada K, Deguchi T et al. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: S68–S73
- 17 Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 42–47
- 18 Männchen R, Schätzle M. Success rate of palatal orthodontic implants: a prospective longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19: 665–669
- 19 Miyawaki S, Koyama I, Inoue M et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 373–378
- 20 Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *Eur J Orthod* 2000; 22: 697–710
- 21 Seung-Min L, Ryoan-Ki H. Distal Movement of Maxillary Molars Using a Lever-arm and Mini-implant System. *Angle Orthod* 2008; 78: 167–175
- 22 Schätzle M, Lang L. Implants used for orthodontic anchorage. In: Lindhe J, Lang NP, Karring T (eds). *Clinical Concepts in Orthodontics and Periodontics. Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Oxford 1280–1293
- 23 Schätzle M, Männchen R, Zwahlen M et al. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 1351–1359
- 24 Tinsley D, O'Dwyer J, Benson P et al. Orthodontic palatal implants: clinical technique. *J Orthod* 2004; 31: 3–8
- 25 Wang YC, Liou EJW. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading.
- 26 Wehrbein H, Diedrich P. Endosseous titanium implants during and after orthodontic load – an experimental study in dog. *Clin Oral Implants Res* 1993; 4: 76–82
- 27 Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P et al. The use of palatal implants for orthodontic anchorage. Design and clinical application of the orthosystem. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 410–416
- 28 Wehrbein H, Göllner P. Do palatal implants remain positionally stable under orthodontic load? A clinical radiologic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 695–699
- 29 Wehrbein H, Jung BA, Kunkel M. Wissenschaftliche Stellungnahme zur kieferorthopädischen Verankerung mit Gaumenimplantaten und Kortikalisschrauben. *J Orofac Orthop* 2008; 6: 487–490
- 30 Kinzinger G, Gross U, Diedrich P. Fixed Lingual Arch Appliance for Compliance-Free Unilateral Molar Distalization in the Mandible. *J Orofac Orthop / Fortschr Kieferorthop* 2000; 61: 440–449