# Persönliche PDF-Datei für

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de



Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

### Verlag und Copyright:

© 2015 by Georg Thieme Verlag KG Rüdigerstraße 14 70469 Stuttgart ISSN

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlags



# Mini-Implantate zur kieferorthopädischen Verankerung im anterioren Gaumen, mediane vs. paramediane Insertion

Mini Implants Used as Skeletal Anchorage Devices in the Anterior Palate – Insertion in the Median or Paramedian Region

Autoren

B. Wilmes, J. Willmann, B. Stocker, D. Drescher

Institut

Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Düsseldorf

#### Schlüsselwörter

- skelettale Verankerungshilfen
- Mini-Implantate

#### **Kev words**

- temporary skeletal anchorage devices (TADs)
- mini implants

#### Zusammenfassung



In den letzten Jahren wurden diverse skelettale Verankerungshilfen (TADs, Temporary anchorage devices) eingeführt, um die Notwendigkeit der Patienten-Compliance und von dentalen Nebenwirkungen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zu reduzieren. Insbesondere der anteriore Gaumen hat sich dabei als verlässliche und sehr geeignete Insertionsregion herausgestellt. Hier können die (Mini-) Implantate sowohl median als auch paramedian inseriert werden. Die Lagebeziehung zur Sutura palatina mediana und des Canalis incisivus sprechen eher für eine paramediane Insertion, während die Lage zu den Inzisivenwurzeln, das median größere Knochenangebot und die biomechanische Kopplung in Belastungsrichtung eher für eine mediane Insertion sprechen. Die Insertionsregion der Mini-Implantate sollte sich an der Behandlungsaufgabe, für die die (Mini-) Implantate genutzt werden, orientieren

#### **Abstract**



Within the last few years, several temporary skeletal anchorage devices (TADs) have been introduced with the goal to avoid the need of patient compliance and dental side effects during orthodontic treatment. Especially the anterior palate has proved to be a reliable and very appropriate insertion site. In this area, the (mini-) implants can be inserted in the median or paramedian region. While the proximity to the suture and the incisive canal pleads for a paramedian insertion, the risk of incisor root damage, more available bone, and the biomechanical advantage of coupling the mini-implants in the line of force plead for median insertion. The insertion site should be adapted to the treatment objective the skeletal anchorage mechanics is used for.

#### **Bibliografie**

DOI http://dx.doi.org/ 10.1055/s-0035-1565165 Inf Orthod Kieferorthop 2015; 47: 243–248 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0020-0336

#### Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. Benedict Wilmes

Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum Düsseldorf Moorenstraße 5 Gebäude 18.21 D-40225 Düsseldorf Tel.: +49(0)211/8118671 (Fr. Steffen) wilmes@med.uni-duesseldorf.de

### **Einleitung**

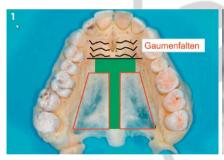


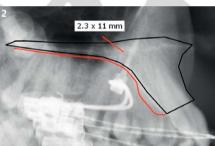
Eine hinreichend stabile und belastbare Verankerung ist eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche KFO-Therapie. Die skelettale Verankerung erweist sich in vielen Fällen als vorteilhaft und hat nicht zuletzt wegen der Vermeidung von dentalen Nebenwirkungen und der Unabhängigkeit von der Patientencompliance das Behandlungsspektrum enorm erweitert [1–8]. Unter den verschiedenen skelettalen Verankerungssystemen haben sich mittlerweile insbesondere die Mini-Implantate aufgrund ihrer geringen chirurgischen Invasivität und der relativ geringen Kosten etabliert. Werden Mini-Implantate im Alveolarfortsatz zwischen den Wurzeln inseriert, lassen sich die benachbarten Zähne maximal 1-1,5 mm bewegen, da es dann zum Kontakt von Mini-Implantat zur Wurzeloberfläche kommt und die weitere Bewegung somit verhindert wird. Bei einer gewünschten Bewegung benachbarter Zähne ist also von einer interradikulären Insertion abzuraten. Aber auch die retromolare Region erweist sich aufgrund ungünstiger anatomischer Gegebenheiten (mangelnde Knochenqualität/dicke Schleimhaut) als ungeeignet für die Insertion eines Mini-Implantates [8]. Für viele Indikationen im Oberkiefer (Molarendistalisierung, -mesialisierung, -verankerung, -intrusion) bietet sich daher der anteriore Gaumen als Insertionsregion an [9]. Als Vorteile müssen hier das gute Knochenangebot gepaart mit einer befestigten und dünnen Mukosa genannt werden. Jedoch stößt man bei den herkömmlichen Mini-Implantatsystemen an Grenzen, wenn es um die Verbindung vom Mini-Implantat zur KFO-Apparatur geht. Hier bot das Orthosystem von Straumann aufgrund der Fixierungsmöglichkeit eines Abutments (Stahlkappe) auf dem Implantat eine Vielfalt an individuellen Nutzungsmöglichkeiten im Oberkiefer (z.B. Molarenverankerung und -distalisierung) [10]. Jedoch ist der chirurgische, finanzielle und organisatorische Aufwand größer als bei der Verwendung von Mini-Implantaten. Zudem muss nach Insertion des Orthosystems eine Einheilzeit von 3 Monaten abgewartet werden [10]. Werden Mini-Implantate mit der Möglichkeit des Aufschraubens eines Abutments verwendet, entfällt diese Einheilphase. Weiterhin ist sowohl die Insertion als auch die Entfernung weniger invasiv. Daher sind in den letzten Jahren viele Hersteller dazu übergegangen, orthodontische Mini-Implantate mit Abutments anzubieten (z.b. Benefit-System (PSM), Ortho easy (Forestadent), Ortholox (Promedia), usw.). Kieferorthopädische Mini-Implantate sind, um eine möglichst hohe Bruchfestigkeit zu erreichen, in der Regel aus einer Titan-Legierung (Titan Grad V: Ti-6AI-4V) gefertigt. Sie werden in den Längen von 5-14 mm sowie mit einem Durchmesser von 1-2,3 mm angeboten. Mini-Implantate mit einem größeren Durchmesser haben eine höhere Stabilität [11,12], im Gaumen empfiehlt sich daher und aufgrund des großen Platzangebotes die Verwendung von Mini-Implantaten mit einem Durchmesser von 2,0 oder 2,3 mm. Um eine einfache Entfernung zu gewährleisten, ist die Oberfläche glatt poliert.

#### **Geeignete Insertionsregionen**



Wie bereits erwähnt, ist der vordere Gaumen die bevorzugte Region für kieferorthopädische (Mini-) Implantate im Oberkiefer [9]. Es stellt sich jedoch die Frage, wie die optimale Insertionsregion im klinischen Einsatz exakt identifiziert werden kann. Hierbei spielen das Knochenangebot, die Dicke des Weichgewebes sowie eventuell gefährdete Strukturen wie Zahnwurzeln oder Blutgefäße und Nerven eine Rolle. Das Knochenangebot nimmt im Gaumen nach posterior und lateral ab [13], bevor es im zahntragenden Alveolarfortsatz wieder zunimmt. Jedoch ist die Insertion in den Alveolarfortsatz von palatinal aufgrund der vorhandenen Wurzeln und der dicken Mukosa nur bedingt ratsam. Im Bereich der Molaren ist also nur eine mediane Insertion empfehlenswert. Weit anterior in Höhe der Gaumenfalten befindet sich ebenfalls eine dicke Mukosaschicht, des Weiteren liegen median der Canalis inzisivus sowie paramedian die Wurzeln der mittleren Inzisivi. Die Region der Gaumenfalten ist also ebenfalls ungeeignet für eine (Mini-) Implantat-Insertion. Es verbleibt eine T-förmige Zone posterior der Gaumenfalten (T-Zone), die sich als Insertionsort für Mini-Implantate eignet ( Abb. 1). In vielen Fällen reicht die Insertion eines Mini-Implantates (z.B. der Größe 2,3×11 mm) aus ( Abb. 2). Um das Risiko einer Implantat-Kippung bzw. eines Verlustes zu verringern, kann eine Verblockung von 2 Mini-Implantaten in sagittaler (mediane Insertion) oder transversaler (paramediane Insertion) Ausrichtung erfolgen (Tandem-Implantat) [14]. Bei der medianen Insertion werden die Mini-Implantate hintereinander in den Bereich der T-Zone, also posterior der Gaumenfalten eingesetzt ( Abb. 3, 4). Der Abstand zwischen den Implantaten sollte ca.

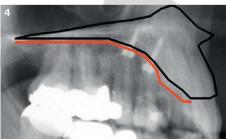




**Abb. 1** Geeignete Insertionsregion (T-Zone) posterior der Gaumenfalten.

**Abb. 2** Ein inseriertes Mini-Implantat im anterioren Gaumen. Man beachte die dicke Gaumenmukosa weit anterior

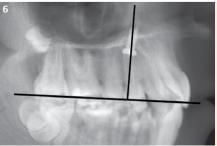




**Abb. 3** Mediane Insertion von 2 Mini-Implantaten, der Abstand sollte 7–14 mm betragen.

**Abb. 4** 2 inserierte Mini-Implantate im anterioren Gaumen (anterior 2×9 mm, posterior 2×7 mm). Man beachte die dicke Gaumenmukosa weit anterior.

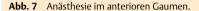




**Abb. 5** 2 paramedian inserierte Mini-Implantate im anterioren Gaumen (2×9 mm).

**Abb. 6** Paramediane Mini-Implantate sollten senkrecht zur Okklusionsebene eingebracht werden, um die Zahnwurzel der Inzisiven nicht zu beschädigen.







**Abb. 8** Manuelle Vorbohrung, die nur bei Erwachsenen notwendig ist.



**Abb. 9** Entnahme eines Mini-Implantates. Die Implantat-Oberfläche sollte dabei nicht berührt werden

7–14 mm betragen. Bei der paramedianen Insertion werden die Mini-Implantate nebeneinander gesetzt, meist ist ein großer Abstand aufgrund der lateral dicker werdenden Mukosa nicht ratsam ( Abb. 5, 6).

# Insertion je nach Region

Zunächst wird eine Infiltrations-Anästhesie mittels 2 paramedianen Depots durchgeführt. Wegen ihrer dünnen Nadel bietet sich eine Citoject-Spritze an ( Abb. 7). Wenn der Patient Angst vor einer Spritze hat, kann auch eine Oberflächen-Anästhesie angewendet werden. Die meisten Mini-Implantate sind selbstbohrend, können also prinzipiell auch ohne eine Vorbohrung (Pilotbohrung) inseriert werden. Jedoch liegt im anterioren Gaumen insbesondere bei Erwachsenen eine sehr hohe Knochenqualität vor, die eine Knochenschwächung mittels Vorbohrung erforderlich macht, um die Eindrehmomente bei der Implantat-Insertion etwas zu reduzieren. Die Vorbohrung kann ohne großen Aufwand mit einem normalen Winkelstück (1:1) und einem passenden manuellen Drehansatz erfolgen (OAbb. 8). Eine Kühlung ist wegen der geringen Umdrehungszahl nicht notwendig. Bezüglich der Vorbohrtiefe reicht die Schwächung der Kompakta mit einer Tiefe von ca. 3 mm. Bei Kindern und Jugendlichen ist eine Pilotbohrung nicht notwendig. Auch die Insertion der Mini-Implantate kann im anterioren Gaumen mit einem Winkelstück mit manuellem Drehansatz erfolgen ( Abb. 9,10). Noch komfortabler ist ein akkubetriebener Schrauber zur Insertion (OAbb. 11). Je nach medianer oder paramedianer Insertion gibt es jedoch einige Unterschiede, die es zu beachten gilt (> Tab. 1).

#### 1. Mediane Insertion

Um die maximal mögliche Strecke zur Retention im Knochen zu erreichen, sollten die median inserierten Mini-Implantate eine leichte Angulation nach posterior aufweisen. Die Insertion erfolgt also etwa in einem rechten Winkel zum anterioren Gaumengewölbe (• Abb. 4). So können auch etwas längere Mini-Implantate (bis zu 11 mm) Verwendung finden.

# 2. Paramediane Insertion

Um die Gefahr der Wurzelbeschädigung der Inzisiven möglichst gering zu halten, sollten paramedian inserierte Mini-Implantate möglichst senkrecht zur Okklusionsebene eingebracht werden (• Abb. 6). Wegen der kürzeren Strecke durch den Knochen werden dann etwas kürzere Mini-Implantate verwendet (7–9 mm).





**Abb. 10** Manuelles Einbringen eines Mini-Implantates im anterioren Gaumen.

Abb. 11 Elektrischer Schrauber zur Insertion (NSK).

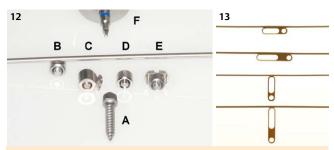
**Tab. 1** Mediane vs. paramediane Mini-Implantat-Insertion: Was ist zu beachten?

Insertionsregion	Median	Paramedian
Angulation	senkrecht zum Knochen	senkrecht zur Ok- klusionsebene
Länge der Mini- Implantate	anterior: 9–11 mm posterior: 7–9 mm	7–9 mm

# Anpassung der kieferorthopädischen Geräte

 $\blacksquare$ 

Wird nur ein-Mini-Implantat (**Abb. 12a**) inseriert, können verschiedene Abutments (Stahlkappen) mittels einer in die Abutments integrierten Mini-Schraube fest aufgeschraubt werden (**Abb. 12b-e**). Um den Laborprozess zu vermeiden, können auch Abutments mit Bogen (**Abb. 12b,** 0,8 oder 1,1 mm) ver-



**Abb. 12** Benefit System: A. Mini-Implantat, Abutments: B. Abutment mit Bogen (0,8 oder 1,1 mm), C. Abutment mit Bracket, D. Standard Abutment, E. Abutment mit Schlitz, F. Schraubenzieher zur Fixierung der Abutments auf dem Mini-Implantat.

**Abb. 13** Kurze und lange Beneplates mit längs angebrachtem Bogen (oben) und quer angebrachtem Bogen (unten).





**Abb. 14** Intraorales Anpassen der Beneplate. Ein Abdruck ist meist nicht erforderlich, erspart jedoch Stuhlzeit.





**Abb. 15** Als Alternative zum intraoralen Anpassen kann ein Silikonabdruck angefertigt werden. Bei der Herstellung der Hybrid Hyrax ist ein Abdruck erforderlich.

**Tab. 2** Mediane versus paramediane Mini-Implantat-Insertion: Wie ist die Suprakonstruktion?

Insertionsregion	Median	Paramedian
Suprakonstruktion	2 Abutments oder	2 Abutments oder
bei 2 Mini-Implan-	Beneplate mit Bogen	Beneplate mit Bogen
taten	quer	längs

wendet werden. Bei gewünschter höherer Verankerungsqualität sollten 2 Mini-Implantate inseriert werden mit einer sich anschließenden Kopplung der Abutments (> Tab. 2). Stark vereinfacht wird die Kopplung von 2 Mini-Implantaten mittels einer Beneplate ( Abb. 13). Sie weist ein Rund- und ein Langloch auf und ist somit sehr einfach auf verschiedene Mini-Implantat Abstände adaptierbar. Mittels der Beneplate gelingt somit eine einfache Kopplung von Mini-Implantaten auch ohne Schweiß- oder Lötverbindung, welche einen Abdruck sowie einen Labor-Prozess erfordern würde. Um die Verbindung zum kieferorthopädischen Gerät herzustellen, werden je nach Indikation Beneplates mit einem Stahlbogen 0,8 oder 1,1 mm verwendet. Bei medianer Insertion findet die Beneplate mit einem quer angebrachten Bogen Verwendung, während bei paramedianer Insertion die Beneplate mit einem längs angebrachten Bogen eingesetzt wird ( Abb. 13, Tab. 2). Die Beneplate kann durch Biegungen des

Beneplate-Körpers sowie des Bogens an 2 Benefit-Mini-Implantate angepasst werden ( Abb. 14). Alternativ zum intraoralen Anpassen kann auch eine Abdrucknahme erfolgen ( Abb. 15), um das Gerät auf einem Gipsmodell anpassen zu können.

# Design eines Distalisierungsgerätes je nach Insertionsort

Der Beneslider ist eine auf 1 oder 2 Mini-Implantaten getragene Gleitmechanik zur Distalisierung oberer Molaren. Sie besteht bei 1 Mini-Implantat aus einem Abutment mit 1,1 mm Bogen (• Abb. 12b) oder einer Beneplate mit 1,1 mm Bogen (• Abb. 13) bei der Verwendung von 2 Mini-Implantaten, sowie 2 Druckfedern und 2 Benetubes (• Abb. 16,17). Es ist möglich, den Beneslider direkt im Mund ohne die Anfertigung eines Abdruckes/ Modells herzustellen. Hierfür werden zunächst Bänder mit Lingualschlössern auf den ersten Molaren angebracht. Bei der Insertion von medianen Mini-Implantaten wird eine Beneplate mit einem quer angebrachten Bogen verwendet (• Abb. 13 unten, 16a).

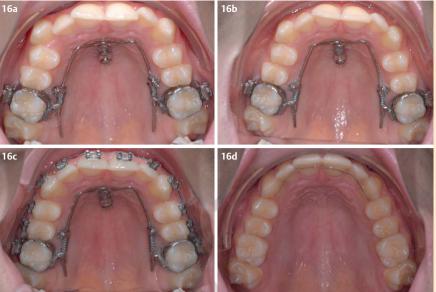
Anschließend wird ein Benetube von mesial in die Lingualschlösser eingesteckt und der 1,1 mm Führungsbogen angepasst. Der Bogen sollte so gebogen werden, dass er auf die Mini-Implantate passt und zur Gaumen-Mukosa ca. 1 mm Abstand hat. Je nach Angulation des Führungsbogens kann zur Distalisierung eine simultane Intrusion oder Extrusion erfolgen [15]. Die Beneplate wird nun mit 2 Fixierschräubchen befestigt. Dies erfolgt entweder mit einem kleinen Handschraubendreher oder ebenfalls mit dem manuellen Drehansatz, der bereits für die Vorbohrung und die Mini-Implantat Insertion Verwendung fand. Wird der Aktivierungsreiter nach distal geschoben, ist das Gerät fertig eingesetzt. Eine Kontrolle und Nachaktivierung erfolgt alle 6 Wochen. Nach erfolgter Distalisierung erfolgt die kieferorthopädische Weiterbehandlung mit bukkalen oder lingualen Brackets ( Abb. 16c). Aufgrund der interdentalen Fasern wandern die Prämolaren und Eckzähne während der Molaren-Distalisierung zu einem großen Ausmaß nach distal. Daher ist in vielen Fällen nur noch ein Finishing erforderlich, welches auch mit Aligner-Schienen erfolgen kann. Der Beneslider bleibt dann bei der Retraktion der Prämolaren und Frontzähne als Verankerungsgerät in situ.

Werden die Mini-Implantate paramedian eingebracht (OAbb. 17a), wird eine Beneplate mit einem Bogen verwendet, der längs angebracht ist (OAbb. 13 oben, 17b). Der klinische Ablauf unterscheidet sich nach der Insertion nicht von der medianen Insertion. Auch hier verbleibt das Gerät nach Distalisierung (OAbb. 17c) zur Molarenverankerung passiv in situ, dazu werden die Federn entfernt.

### Diskussion



Vor der Insertion von kieferorthopädischen Mini-Implantaten in den anterioren Gaumen muss der geeignete Insertionsort festgelegt werden. Wenn man sich an der dritten und somit meist letzten Gaumenfalte [16] orientiert, findet man leicht die posterior davon gelegene T-Zone, die für eine Insertion geeignet ist. Anschließend muss man sich zwischen der medianen und der paramedianen Insertion entscheiden. Bezüglich der Stabilität gibt es nach der Einheilphase keinen Unterschied zwischen me-



**Abb. 16** Distalisierung mittels Beneslider und medianen Mini-Implantaten bei einem 13-jährigen Patienten mit Frontengstand und einer Protrusion der Oberkieferfront. 5 Monate nach Einbringen des Sliders sind Lücken erkennbar **b.** 3 weitere Monate später findet die Nivellierung **c** und die sich anschließende Retraktion statt. **d** Situation nach Entfernung der Mini-Implantate und der kieferorthopädischen Apparatur.





**Abb. 17** Distalisierung mittels Beneslider und paramedianen Mini-Implantaten bei einer 9-jährigen Patientin mit ausgeprägtem Platzmangel für die Eckzähne **a, b**. 9 Monate nach Einbringen des Sliders sind ausreichende Lücken erkennbar und die Eckzähne können durchbrechen **c**. Zustand nach Entfernung der kieferorthopädischen Apparatur **d**.





dianen und paramedianen Mini-Implantaten, auch bei Jugendlichen [17, 18]. Man muss also andere Faktoren bei der Entscheidung berücksichtigen, ob nun median oder paramedian inseriert werden sollte. Nach einer medianen Insertion wird eine Implantat-bedingte Wachstumshemmung diskutiert, die im Tierversuch nach 2 größeren und angerauten Orthosystem-Implantaten im Bereich vermutet wurde [19]. Bei Mini-Implantaten ist dies jedoch nicht beobachtet worden und wurde auch im klinischen Gebrauch nicht bemerkt. Es ist also davon auszugehen, dass Mini-Implantate hier keinen oder zumindest keinen klinisch relevanten Einfluss haben. Der größte Vorteil der medianen Insertion ist das äußerst geringe Risiko der Zahnwurzelschädigung, während dies bei der paramedianen Insertion ins Kalkül gezogen werden muss ( Tab. 3). Ein weiterer Vorteil der medianen Insertion ist die mögliche posteriore Angulation und somit eine Ausnutzung des gesamten Knochenangebotes. Die klinische Erfahrung zeigt, dass die Nähe zum Canalis inzisivus keine Gefahr darstellt. Dies liegt zum einen an der Varianz der Morphologie und einer möglichen multiplen Verästelung des Canalis Inzisivus. Des Weiteren sind die Nerven sehr dünn und werden bei Penetration wohl eher temporär verdrängt als dau-

**Tab. 3** Mediane versus paramediane Mini-Implantat Insertion: Was sind die Vor- und Nachteile?.

Insertionsregion	Median	Paramedian
nach anterior angulierte Insertion möglich (mehr verfügbarer Knochen)	ja	nein
Kopplung in Belastungsrichtung bei sagittalen Bewegungen	ja	nein
Risiko: Zahnverletzung	sehr gering	vorhanden
Risiko: Penetration des Canalis Incisivus	vorhanden	gering
Interaktion mit der Sutura Palatina	möglich	nein

erhaft geschädigt. Eine Anästhesie des Gaumenmukosa ist daher bisher nicht beobachtet worden.

# Zusammenfassung – Insertionsort je nach Indikation

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die skelettale Verankerung und insbesondere die Nutzung des anterioren Gaumens die kieferorthopädischen Verankerungsmöglichkeiten revolutioniert haben. Als Insertionsregion eignet sich insbesondere die

**Tab. 4** Mediane versus paramediane Mini-Implantat Insertion: Was sind die Indikationen?

Insertions- region	Median	Paramedian
	Caumannahtamusitamung hai	Caumannahtamusitamung
	Gaumennahterweiterung bei palatinal verlagerten Eckzähnen	Gaumennahterweiterung
	sagittale und vertikale	Mehrfachnutzung
	Zahnbewegungen	(Erst GNE, dann sagittale und vertikale Bewegungen)

sogenannte T-Zone, die sich posterior von den Gaumenfalten befindet. Sowohl die mediane als auch die paramediane Insertion haben sich im klinischen Einsatz als sehr geeignet herausgestellt. Die Lagebeziehung zur Sutura palatina mediana und des Canalis incisivus sprechen eher für eine paramediane Insertion, während die Lage zu den Inzisivenwurzeln, das median größere Knochenangebot und die biomechanische Kopplung in Belastungsrichtung eher für eine mediane Insertion sprechen. Die Ausrichtung der Mini-Implantate sollte sich also an der Behandlungsindikation orientieren (• Tab. 4).

#### Literatur

- 1 Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. Clin Oral Implants Res 2001; 12: 358–363
- 2 Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1998; 13: 201–209
- 3 Berens A, Wiechmann D, Dempf R. Mini- and Micro-screws for Temporary Skeletal Anchorage in Orthodontic Therapy. J Orofac Orthop 2006; 67: 450-458
- 4 Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. J Orofac Orthop 2004; 65: 410–418
- 5 Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 1997; 31: 763–767

- 6 Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res 2000; 3: 23–28
- 7 Wilmes B, Drescher D. Verankerung mit Miniimplantaten bei präprothetischer kieferorthopädischer Therapie. Kieferorthopädie 2006; 20: 203–208
- 8 Wilmes B, Bowman JS, Baumgaertel S. Fields of Application of Mini-Implants. In: Ludwig B, Baumgaertel S, Bowman JS, (Hrsg.). Mini-Implants in Orthodontics Innovative Anchorage Concepts. 1st Aufl. London: Quintessence Publishing Co Ltd; 2008: 91–122
- 9 Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ et al. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. J Clin Orthod 2011; 45: 433-441
- 10 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
- 11 Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G et al. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop 2006; 67: 162–174
- 12 Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY et al. Einfluss des Implantat-Designs auf die Primärstabilität orthodontischer Mini-Implantate. J Orofac Orthop 2008; 69: 42–50
- 13 Kang S, Lee SJ, Ahn SJ et al. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007: 131: S74-S81
- 14 Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. J Clin Orthod 2009; 43: 494–501
- 15 Wilmes B, Neuschulz J, Safar M et al. Protocols for combining the Beneslider with lingual appliances in Class II treatment. J Clin Orthod 2014; 48: 744–752
- 16 Hourfar J, Kanavakis G, Bister D et al. Three dimensional anatomical exploration of the anterior hard palate at the level of the third ruga for the placement of mini-implants a cone-beam CT study. Eur J Orthod 2015, doi:10.1093/ejo/cju093
- 17 Nienkemper M, Pauls A, Ludwig B et al. Stability of paramedian inserted palatal mini-implants at the initial healing period: a controlled clinical study. Clin Oral Implants Res 2015; 26: 870–875
- 18 Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A et al. Mini-implant stability at the initial healing period: a clinical pilot study. Angle Orthod 2014; 84: 127–133
- 19 Asscherickx K, Hanssens JL, Wehrbein H et al. Orthodontic anchorage implants inserted in the median palatal suture and normal transverse maxillary growth in growing dogs: a biometric and radiographic study. Angle Orthod 2005; 75: 826–831