



Insertion von Miniscrews im Gaumen

Teil 1: Indikationen, Planung und operatives Vorgehen

Michelle Simonek, Andreas Filippi

Indizes

Skelettale Verankerung, ossäre Verankerung, Gaumen, „Temporary anchorage devices“ (TAD), Miniscrew

Zusammenfassung

Eine stabile Verankerung ist ein wichtiger Faktor einer kieferorthopädischen Therapie. Die skelettale Verankerung mit Miniscrews im Gaumen ist eine effektive Methode, um eine Vielzahl von Behandlungszielen zu erreichen. Allerdings muss die Indikation sorgfältig gestellt werden und die Platzierung erfordert anatomische Kenntnisse der Insertionsregion.

Manuskripteingang: 14.11.2024, Annahme: 08.12.2024

Einleitung

Miniscrews gehören zu den „Temporary anchorage devices“ (TAD). Grundsätzlich unterscheidet man 2 Typen der skelettalen Verankerung: osseointegrierende Gaumenimplantate und Miniscrews. In den späten 1990er-Jahren beschrieb Kanomi¹³ erstmals solche Minischrauben, woraufhin zahlreiche Schraubensystemen wie AbsoAnchor (1999), Aarhus-System (2000), Spider Screw (2003) und tomas-pin (2004) auf dem Dentalmarkt eingeführt wurden^{10,20,30}.

Miniscrews sind für eine sofortige Belastung nach dem Einsetzen konzipiert und halten primär durch mechanische Verankerung im Knochen. Eine Osseointegration ist aufgrund der glatt polierten Titanoberfläche nicht möglich^{4,21}. Im Vergleich zum Gaumenimplantat bieten Miniscrews einige Vorteile. Sie sind durch ihre kleineren Schraubendurchmesser gewebeschonender, aufgrund der einfacheren Handhabung unkompliziert zu inserieren und wieder zu entfernen. Dadurch eignen sie sich auch bei Patienten und Patientinnen mit limitierter Compliance^{24,29}.

Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt auf der Planung und Insertion von Miniscrews im anterioren Gaumen. Im zweiten Teil werden dann das Schraubensystem, die post-

operative Phase, Risikofaktoren und Komplikationen behandelt.

Indikationen

Klassische Indikationen für palatinale Miniscrews sind die Mesialisierung oder Distalisierung von Molaren. Weitere Anwendungen umfassen die Intrusion von Oberkieferseitenzähnen zur Korrektur eines frontal offenen Bisses, das Einordnen retinierter und verlagerter Zähne, den kieferorthopädischen Lückenschluss und die Verankerung von temporärem Zahnersatz. Zudem ermöglichen sie schnelle Gaumennahterweiterungen^{17,19}.

Anatomische Aspekte zur Platzierung von Miniscrews im Gaumen

Miniscrews können grundsätzlich im Ober- und Unterkiefer am Alveolarfortsatz und in den zahnlosen Bereichen wie Gaumen, Tuber maxillae und im Retromolarbereich platziert werden²¹. Das bringt je nach Lokalisation unterschiedliche anatomische Voraussetzungen und Limitationen mit sich.

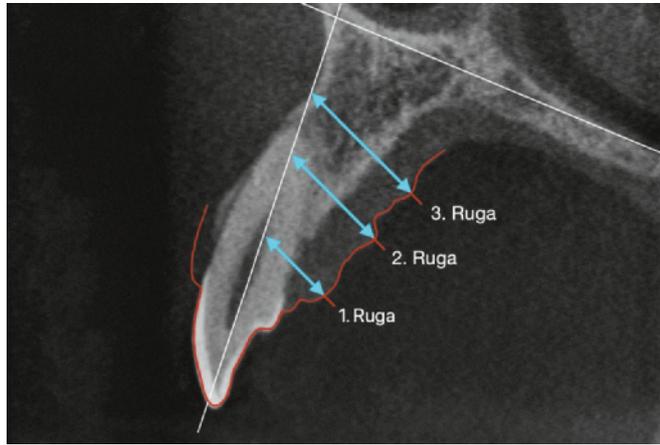


Abb. 1 Sagittalschnitt einer DVT-Aufnahme mit überlagertem Intraoralscan (rot) zur schematischen Darstellung der Distanzverhältnisse (blau) zwischen den palatinalen Rugae bis zur Längsachse des zentralen Inzisivus (Abb. modifiziert nach Hourfar et al.⁸).

Entscheidend für eine aus kieferorthopädischer Sicht genügend lange Verankerung ist das Knochenangebot am Insertionsort. Hourfar et al. haben anhand von 3D-Daten die knöchernen Dimensionen des Gaumendachs analysiert und gezeigt, dass das größte Knochenangebot im anterioren Gaumen besteht, wohingegen die Gesamtknochenhöhe nach posterior abnimmt^{7,8}. In einer weiteren Studie untersuchten sie die Distanz zwischen der dritten Gaumenfalte (Ruga palatina) und der Längsachse (Wurzelkanal) der Oberkieferfrontzähne: Werden die Miniscrews rechtwinklig zur Gaumenoberfläche inseriert, beträgt die Distanz bis zum Wurzelkanal der Oberkieferfrontzähne durchschnittlich 10,8 mm. Weiter anterior nimmt diese Distanz rasant ab, was eine kritische Nähe der Schrauben zu den Frontzahnwurzeln generiert⁸ (Abb. 1).

Für die Stabilität von Miniscrews ist eine Mindestdicke von 1 mm kortikalem Knochen erforderlich^{9,24,26,27}. Abgesehen von der Sutura befindet sich der meiste kortikale Knochen paramedian zwischen Eckzahn und erstem Prämolare^{1,25}. Diese Dicke nimmt ebenfalls von anterior nach posterior ab^{1,14,31}. Außerdem beeinflusst die Knochenqualität die (Primär-)Stabilität der Schrauben. Der anteriore Gaumen hat laut Misch meist die Knochenqualität D2, was eine stabile Verankerung und eine gute Einheilung ermöglicht^{22,16}.

Sind die Schraubenköpfe von ausreichend keratinisierter und nicht zu dicker Schleimhaut umgeben, kommt es zu weniger lokalen Entzündungen. Auch unter diesem Aspekt scheint sich der paramediane Bereich optimal zu eignen (durchschnittliche Schleimhautdicke 1 bis 4 mm)^{1,14,23}.

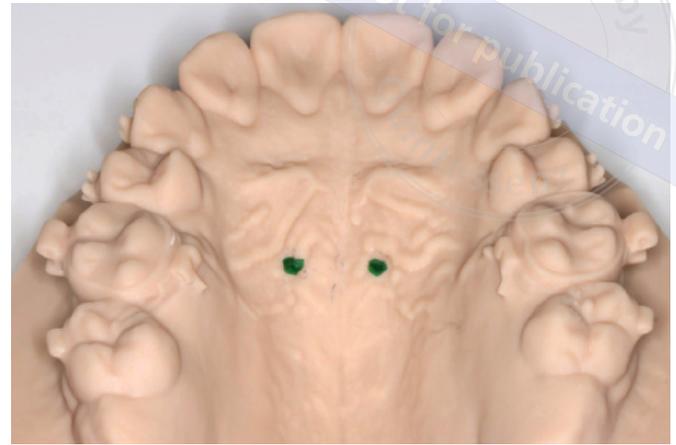


Abb. 2 Festlegung der gewünschten Schraubenposition auf dem Situationsmodell nach interdisziplinärer Absprache.

Unter Belastung können die Miniscrews geringfügige Kipp- oder Extrusionsbewegungen erfahren, weshalb ein Abstand zu anatomischen Strukturen empfohlen wird¹⁸. Im anterioren Gaumen ist das Risiko iatrogenen Verletzungen allerdings minimal¹⁹. Auch eine Verletzung des N. nasopalatinus ist im paramedianen Bereich nahezu ausgeschlossen. Das betrifft auch das Risiko für Zahnverletzungen; dieses ist laut Kawa et al. in einem Bereich von 3 bis 6 mm neben der Mittellinie ungefähr auf Höhe des ersten Prämolaren vernachlässigbar¹⁹. Im distalen Gaumenbereich besteht potenziell ein höheres Risiko für Nerv- und Gefäßverletzungen.

Operatives Vorgehen step-by-step

1. Festlegen der Schraubenposition anhand von klinischen Orientierungspunkten

Das Festlegen der Schraubenposition muss mit den Kieferorthopäden abgesprochen werden, um die Kraftrichtung für die gewünschte Zahnbewegung optimal einzustellen (Abb. 2). Bei Jugendlichen und auch bei Erwachsenen werden bevorzugt 2 Miniscrews paramedian platziert. Mediane Insertionen von 1 oder 2 Schrauben sind jedoch ebenfalls möglich^{1,3,11,24,19}.

Als intraorale Orientierungspunkte eignen sich die Rugae palatinae und die Zähne. Ludwig et al. beschreiben die paramedianen Bereiche auf Höhe der ersten Prämolaren oder die Sutura palatina mediana als geeignete Insertionsorte¹⁹ (Abb. 3). Auch Baumgaertel spricht sich für die Region 2 mm paramedian der Sutura zwischen Eckzahn

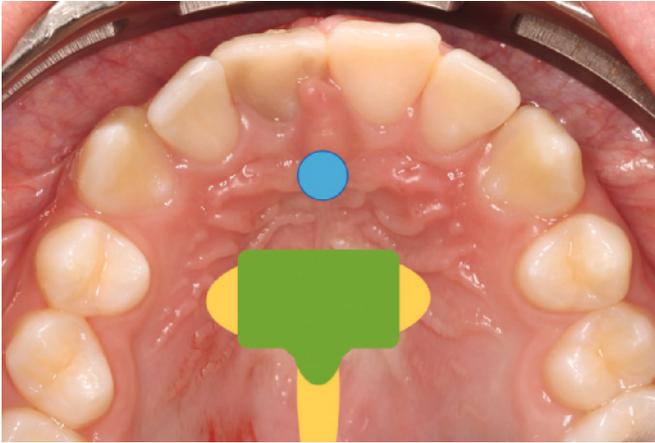


Abb. 3 Mögliche Insertionsorte für Minischrauben am Gaumen (grün = optimal; gelb = beschränkt durch individuelle Schwankungen der Knochendicke; blauer Punkt = Foramen incisivum; Abb. modifiziert nach Ludwig et al.¹⁹).

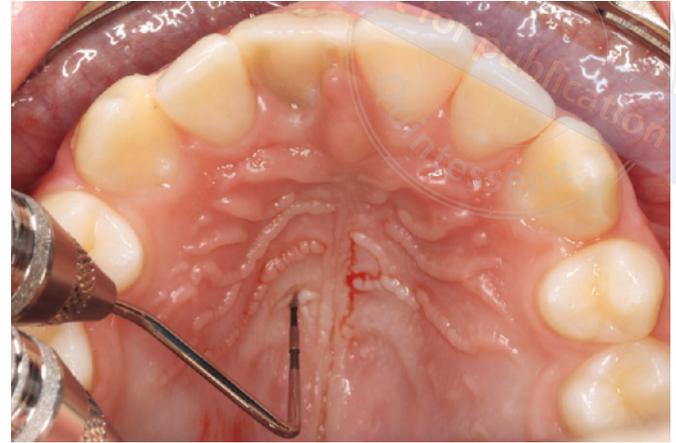


Abb. 4 Bestimmung der Schleimhautdicke: Perforation der Mukosa mit einer geraden Parodontalsonde auf Knochenkontakt („Bone sounding“) hier auf Höhe des ersten Prämolaren, etwas weiter dorsal der dritten Ruga.

und erstem oder zweitem Prämolare als idealen Insertionsort aus³. Außerdem ist die dritte Gaumenfalte eine stabile anatomische Struktur, die auch während einer kieferorthopädischen Therapie kaum durch Zahnbewegungen beeinflusst wird^{6,8}. Sie ist daher ein sehr zuverlässiger Orientierungspunkt für die Insertion von Miniscrews (im Einzelfall auch etwas weiter distal davon, je nach Position der Prämolaren)^{7,8}.

Herausforderungen ergeben sich, wenn erschwerende anatomische Bedingungen wie ein hohes Gaumengewölbe den anterioren Gaumen unzugänglicher machen. In solchen Fällen sollte die Mediosagittalebene (Sutura palatina mediana) vorgezogen werden^{7,19}. Außerdem muss bei stark proklinierten Frontzähnen das Risiko einer potenziellen Verletzung der Zahnwurzeln bereits im Vorfeld berücksichtigt werden⁸. Selbstverständlich kann für die Planung ein Fernröntgenseitenbild (FRS) herangezogen werden.

2. Anästhesie

Der Eingriff erfolgt in Lokalanästhesie über 2 mediane Depots mit einem klassischen Anästhetikum und Adrenalinzusatz. Um den Patientenkomfort zu erhöhen, sollte zuvor eine kleine Menge Oberflächenanästhetikum aufgetragen werden.

3. Auswahl der Schraubenlänge

Die Schraubenlänge wird in Abhängigkeit vom Knochenangebot und der Schleimhautdicke gewählt. Die Schleimhautdicke wird am einfachsten mit einer Parodontalsonde durch „Bone sounding“ gemessen (Abb. 4). Das Ziel ist,

den Schraubenkörper zusätzlich zur Mukosadicke um 5 bis 6 mm im Knochen zu verankern^{9,24}. Während bei einer dünnen Schleimhaut (≤ 2 mm) in der Regel und je nach System 7 mm lange Schrauben zum Einsatz kommen, werden bei ≥ 3 mm Schleimhautdicke meist 9 mm lange Schrauben gewählt.

4. Insertion

Mit dem Schraubhalter werden die Schrauben aus der sterilen Einzelverpackung entnommen (Abb. 5) und unmittelbar transmukosal inseriert. Am einfachsten gelingt das Einbringen maschinell mit einem kabellosen Motorwinkelstück. Alternativ können die Schrauben auch manuell mithilfe des dafür vorgesehenen Drehansatzes auf einem handelsüblichen Winkelstück (blau 1:1) eingedreht werden (Abb. 6). Die Schraube sollte möglichst rechtwinklig zur Gaumenoberfläche eingebracht werden (Abb. 7). Werden 2 Miniscrews inseriert, sollte eine möglichst parallele Achsausrichtung angestrebt werden. Sobald die Schrauben die gewünschte Tiefe erreicht haben und der Schraubenkopf auf der Mukosa aufliegt, ohne diese zu komprimieren (Abb. 8), ist die Insertion beendet. Ein zu hoher Torque kann potenziell zu Schraubenverlust und Schraubenfrakturen führen. Die verwendeten Winkelstücke unterliegen daher einer Drehmomentkalibrierung von 10 bis 40 Ncm. Sollte während des Einbringens ein zu hohes Drehmoment (Ncm) entstehen, kann es im Sinne einer Entlastung des umliegenden Knochens hilfreich sein, die Schraube um 1 bis 2 Drehungen zurückzudrehen, um sie dann erneut vorsichtig in ihre endgültige Position zu bringen¹⁶. Op-

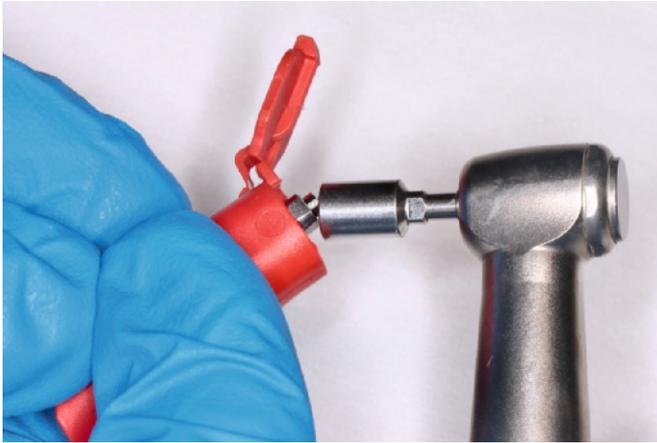


Abb. 5 Entnahme der Miniscrew aus der sterilen Einzelverpackung.



Abb. 6 Handelsübliches blaues Winkelstück mit manuellem Drehansatz.



Abb. 7 Transmukosale Schraubeninsertion rechtwinklig zur Gaumenoberfläche.

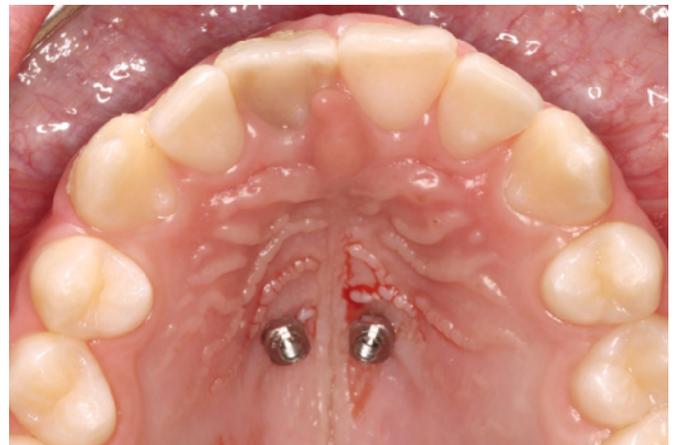


Abb. 8 Finale Position und Endtiefe der beiden paramedianen Miniscrews.

tional kann auch bei selbstschneidenden Schrauben nach einer kleinen Inzision eine wenige Millimeter tiefe Pilotbohrung mit einem Spiralbohrer (max. 800 U/Min., schmalerer Durchmesser als die Schraube) durchgeführt werden, wobei mit steriler isotoner Kochsalzlösung gekühlt werden sollte^{21,28}. Erfolgsentscheidend ist das Erreichen einer Primärstabilität bei der Insertion²⁴.

Postoperatives Verhalten

Eine geeignete Zahnbürste wie die Curaprox CS 1006 single (Fa. Curaden, Kriens/Schweiz) eignet sich für die schonende Reinigung um den Schraubenkopf. Jegliche Manipulation an den Miniscrews mit Zunge oder Fingern sollte unterlassen werden, da sie die Schraubenstabilität gefährden und Wundinfektionen auslösen können²⁸. Leichte Schmerzen oder ein Druckgefühl im Nasenboden können

auftreten und auch einige Zeit anhalten, wofür eine Bedarfsanalgesie empfohlen wird.

Diskussion

Zusammenfassend ist die Verwendung von skelettalen Verankerungsschrauben im Gaumen ein bewährtes und gut dokumentiertes Verfahren mit breitem Anwendungsspektrum. Ein wesentlicher Vorteil der ossären Verankerungen besteht darin, dass die Schrauben ortsstabil im Knochen verankert bleiben und größere Kräfte als bei rein dentaler Verankerung ausgeübt werden können¹⁸. Insbesondere bei jungen Patienten und Patientinnen mit limitierter Compliance stellen Miniscrews eine vorteilhafte Alternative zum Gaumenimplantat dar und sie werden gerne anderen Verankerungsmethoden (z. B. Headgear)

vorgezogen. Die geringeren Kosten sowie die Zeitersparnis, da für die Belastung keine Osseointegration abgewartet werden muss, sind weitere Vorteile gegenüber dem Gaumenimplantat²¹.

Der Langzeiterfolg der Therapie ist von der Primärstabilität der Miniscrews abhängig. Diese korreliert direkt mit der Knochenqualität und -quantität^{5,8,9,27}. Der anteriore Gaumen eignet sich aufgrund seiner Anatomie besonders gut für die Insertion der Miniscrews: Er bietet guten Zugang, ausreichend stabilen Knochen und günstige Schleimhautverhältnisse^{3,16}. Im Gegensatz dazu ist der posteriore Gaumen durch größere Gefäße, Nerven, dickere Schleimhaut und ein geringeres Knochenangebot ungünstiger^{1,3,8,31}. Die Empfehlungen bezüglich der genauen Insertionsregion

variieren in der Literatur. Während einige Autoren und Autorinnen die paramediane Insertion besonders für heranwachsende Patienten und Patientinnen vorteilhaft finden, um das normale transversale Kieferwachstum nicht zu beeinträchtigen^{2,15}, favorisieren andere die Median-sagittalebene (Sutura palatina mediana) aufgrund der größeren Menge an kortikalem Knochen^{12,32,33}. Die Autorin und der Autor dieses Beitrags bevorzugten 2 Miniscrews im paramedianen Bereich.

Zusammenfassend sind Miniscrews im Gaumen eine stabile und risikoarme Verankerungsmöglichkeit. Erforderlich sind eine interdisziplinäre Absprache in der Planung und anatomische Kenntnisse über die Insertionsregion.

Literatur

1. AlSamak S, Gkantidis N, Bitsanis E, Christou P. Assessment of potential orthodontic mini-implant insertion sites based on anatomical hard tissue parameters: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27(4):875–887.
2. Asscherickx K, Hanssens JL, Wehrbein H, Sabzevar MM. 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(5): 826–831.
3. Baumgaertel S. Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(1):104–108.
4. Berens A, Wiechmann D, Dempf R. Mini- and micro-screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy. *J Orofac Orthop* 2006;67(6): 450–458.
5. Chen F, Terada K, Hanada K, Saito I. Anchorage effect of osseointegrated vs nonosseointegrated palatal implants. *Angle Orthod* 2006;76(4): 660–665.
6. Christou P, Kiliaridis S. Vertical growth-related changes in the positions of palatal rugae and maxillary incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(1):81–86.
7. 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;37(6):589–595.
8. Hourfar J, Ludwig B, Bister D, Braun A, Kanavakis G. The most distal palatal ruga for placement of orthodontic mini-implants. *Eur J Orthod* 2015; 37(4):373–378.
9. Iijima M, Takano M, Yasuda Y et al. Effect of the quantity and quality of cortical bone on the failure force of a miniscrew implant. *Eur J Orthod* 2013; 35(5):583–589.
10. Jatoria G, Shamim W, Rathore S et al. Miniscrew implants as temporary anchorage devices in orthodontics: a comprehensive review. *J Contemp Dent Pract* 2013;14(5):993–999.
11. Kakali L, Alharbi M, Pandis N, Gkantidis N, Kloukos D. Success of palatal implants or mini-screws placed median or paramedian for the reinforcement of anchorage during orthodontic treatment: A systematic review. *Eur J Orthod* 2019;41(1): 9–20.
12. Kang S, Lee S-J, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl): S74–S81.
13. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997;31(11): 763–767.
14. Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130(2):177–182.
15. King KS, Lam EW, Faulkner MG, Heo G, Major PW. Vertical bone volume in the paramedian palate of adolescents: A computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(6):783–788.
16. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl):S43–S51.
17. Leung MTC, Lee TCK, Rabie ABM, Wong RWK. Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(7): 1461–1466.
18. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(1):42–47.
19. Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: Palatal sites. *J Clin Orthod* 2011;45(8):433–441.
20. Maino BG, Bednar J, Pagin P, Mura P. The spider screw for skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37(2): 90–97.

21. Melsen B, Verna C. Miniscrew implants: The Aarhus anchorage system. *Semin Orthod* 2005;11(1): 24–31.
22. Misch CE (Hrsg). Contemporary implant dentistry – E-Book. Amsterdam: Elsevier, 2007.
23. 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(4):373–378.
24. Mizrahi E. The use of miniscrews in orthodontics: A review of selected clinical applications. *Prim Dent J* 2016;5(4):20–27.
25. Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ et al. Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: A systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod* 2018;19(1):36.
26. Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno S, Shimizu N. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Sur* 2009;38(1): 13–18.
27. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(5):779–784.
28. Nienkemper M, Pauls A, Wilmes B, Drescher D. Palatinal mediane Insertion von Mini-Implantaten. *Info Orthod Kieferorth* 2019;51(1):8–10.
29. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(5):e6–e15.
30. Park HS. The skeletal cortical anchorage using titanium microscrew implants. *Korea J* 1999;29(6):699–706.
31. Poon YC, Chang HP, Tseng YC et al. Palatal bone thickness and associated factors in adult miniscrew placements: A cone-beam computed tomography study. *Kaohsiung J Med Sci* 2015; 31(5):265–270.
32. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod* 2001;23(2):105–114.
33. Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2009;43(8):494–501.



Michelle Simonek
Dr. med. dent.

Andreas Filippi
Prof. Dr. med. dent.

beide:
Klinik für Oralchirurgie
Universitäres Zentrum für Zahnmedizin Basel UZB
und
Zahnunfallzentrum
Universität Basel
Mattenstrasse 40
4058 Basel
Schweiz

Michelle Simonek

Korrespondenzadresse:

Dr. Michelle Simonek, E-Mail: michelle.simonek@unibas.ch

Einladung zum



**praktischen „GOLD FOIL“-Arbeitskurs
mit David Thorburn – Past President der
American Academy of Gold Foil Operators (AAGFO)**

17.–19. Juli 2025 in Greifswald

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an
OÄ Dr. Heike Steffen: hsteffen@uni-greifswald.de.

