

Mesialslider & Aligner für den Lückenschluss im Seitenzahnggebiet

Prof. Dr. Benedict Wilmes, Dr. Julia Funke,
Dr. Werner Schupp, Dr. Julia Haubrich, Prof.
Dr. Dieter Drescher

Fehlender Zahn im Oberkiefer

Im Rahmen der Therapieplanung bei fehlenden Zähnen stellt sich die grundsätzliche Frage der langfristigen Versorgung dieser Lücken.^{1,2} Eine Option besteht darin, die Lücke mit einer prothetischen Versorgung mittels eines dentalen Implantates bzw. einer Brücke anzustreben.³⁻⁵ Ein Vorteil des Lückenschlusses ist, dass durch die Zahnbewegung neuer Knochen im Bereich der Lücke generiert werden kann. Klinisch entsteht der Eindruck als „nähmen die Zähne ihren Knochen mit“. So können knöcherne Atrophien, die in zahnlosen Alveolarfortsatzregionen entstanden sind, korrigiert werden.⁶⁻¹²

Weiterhin können vorhandene Weisheitszähne nach Mesialisierung der Molaren aufgrund der interdentalen Fasern mit nach mesial driften und auf diese Weise ausreichend Platz im Zahnbogen finden. Im Vergleich zur Lückenöffnung stellt der Lückenschluss jedoch weit aus höhere Anforderungen an die Verankerung.¹³ Der Erhalt des sagittalen Überbisses sowie das Einstellen der korrekten dentalen Mitte im Oberkiefer erfordern insbesondere bei Vorliegen einer asymmetrischen Dentition eine differenzierte Verankerungsplanung. Zur Verankerung werden traditionell intermaxilläre Gummizüge verwendet. Hier ist der Behandlungserfolg jedoch in hohem Maße von der Compliance des Patienten abhängig. Als weiterer Nachteil ist die nach distal gerichtete Kraft auf die Unterkieferdentition zu erwähnen, die eine unerwünschte Retrusion der Zähne im Unterkiefer zur Folge hat.

Lückenschluss nur mit Alignern?

Als minimalinvasive und ästhetische Alternative zur Multibrackettechnik wird heutzutage in zunehmendem Maße die Alignertechnologie verwendet. Neben Patientenkomfort und der nahezu vorhandenen Unsichtbarkeit der Aligner ist die geringe Anzahl an Demineralisierungen nach der Alignertherapie im Vergleich zu den festsitzenden Apparaturen ein entscheidender Vorteil.¹⁴

Eine körperliche Zahnbewegung im Sinne der Mesialisierung von Molaren wie in dieser Kasuistik beschrieben, ist derzeit mit Alignern allein nicht möglich. Genaue wissenschaftliche Untersuchungen hierzu stehen noch aus.

Um eine körperliche Bewegung mit einer höheren Verlässlichkeit und Geschwindigkeit zu erreichen, gibt es die Möglichkeit, die Effektivität der Alignertherapie durch skelettal verankerte Geräte zu unterstützen.²⁰⁻²² Insbesondere im Oberkiefer ergeben sich durch Mini-Implantate im Gaumen sehr interessante neue Möglichkeiten

Mini-Implantate zur Verankerung

Unter den skelettalen Verankerungssystemen stehen heute die orthodontischen Mini-Implantate aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, ihrer geringen chirurgischen Invasivität und der relativ geringen Kosten im Vordergrund.²³⁻²⁸ In den ersten Jahren nach ihrer Einführung wurden die Mini-Implantate zunächst nur interradiär eingesetzt.²³ Der Alveolarfortsatz erweist sich jedoch oft als nur bedingt geeignet für die Insertion eines Mini-Implantates. Nachteilig sind die höhere Verlustrate im Alveolarfortsatz sowie die Gefahr der Wurzelschädigung.²⁹

Als Insertionsregion mit einer sehr hohen Zuverlässigkeit hat sich hingegen der anteriore Gaumen erwiesen.³⁰ Zur Mesialisierung im Oberkiefer wird heute der Mesialslider als Standardgerät eingesetzt.^{22,31}

Als zweiter Vorteil neben der Verankerung gilt hier die körperliche Führung der Zähne, was insbesondere im Rahmen einer Alignertherapie essentiell erscheint. Der Mesialslider kann aufgrund seiner vorgefertigten Elemente direkt intraoral oder nach Scan oder Abdruck im Labor angefertigt werden.

Mittels virtueller Planung und CAD-CAM hergestellten Insertionsschablonen kann der Slider auch schon vor der Mini-Implantat-Insertion hergestellt werden, sodass Mini-Implantate und Mesialslider in nur einer Sitzung eingesetzt werden können.^{32,33}

Der CAD CAM Mesialslider

Die Herstellung des Mesialsliders erfolgte bislang zu meist im Rahmen eines klassischen Laborprozesses mit Anpassen der Bänder, Abformung, Herstellung eines Arbeitsmodells und folgender Fertigung der Apparatur unter Verwendung konfektionierter Bauteile.³⁴ Aufgrund der Weiterentwicklung der intraoralen Scanner und deren Verfügbarkeit sowie den Fortschritten im Bereich der additiven Fertigung wurden digitale CAD/CAM-Workflows beispielsweise für die Herstellung von GNE-Apparaturen und Retainern beschrieben.^{35,36}

Benefit Direct Kopplung

Bei dem konventionellen Benefit System werden zunächst die Mini-Implantate inseriert, anschließend erfolgen ein Abdruck oder Scan, um die Apparatur herstellen zu können. In den letzten Jahren werden auch vermehrt Insertionsschablonen verwendet, auf diese Art und Weise kann die Apparatur schon im Vorfeld angefertigt werden. Vorteil ist eine optimale Planbarkeit des Insertionsortes und die Tatsache, dass Mini-Implantate und Gerät in nur einem Termin eingesetzt werden können.^{33,37} Sowohl beim konventionellen Vorgehen mit Abdruck oder Scan als auch bei der Verwendung von Insertionsguides werden zuerst die Mini-Implantate eingesetzt und erst anschließend das kieferorthopädische Gerät auf diesen Mini-Implantaten befestigt. Dieses Vorgehen kann als „TADs First“ bezeichnet werden.

Es kann jedoch vorkommen, dass die kieferorthopädische Apparatur aufgrund von Ungenauigkeiten im Prozess (Abdruck, Herstellung etc.) nicht optimal passt und daher nicht eingesetzt werden kann. Daher hat mittlerweile das Konzept Interesse gefunden, zunächst die Apparatur einzusetzen, um anschließend die Mini-Implantate zur knöchernen Verankerung hinzuzufügen. Dieses Vorgehen kann als „Appliance First“ Konzept bezeichnet werden. Aus diesem Grund wird nun eine neue Kopplungsmöglichkeit mittels eines speziellen doppeläufigen Innengewindes vorgestellt, das eine winkelstabile Kopplung des Mini-Implantates mit der kieferorthopädischen Apparatur ermöglicht. Winkelstabile Verschraubungen erlauben es, das Mini-Implantat auch mit einer Fehlanguktion von bis zu 15 Grad ein-

zusetzen, ohne dass die Stabilität darunter leidet. Diese Eigenschaft ermöglicht es, die Mini-Implantate erst nach dem Einsetzen des kieferorthopädischen Gerätes zu inserieren und gleichzeitig eine kippstabile Kopplung zu erzielen. Damit steht eine neue Möglichkeit zur Verfügung, das „Appliance First“-Prinzip klinisch umzusetzen (Benefit Direct, PSM, Gunningen).

Patientenbeispiel

Der Workflow wird anhand einer 48-jährigen Angle Klasse II,1 Patientin mit nicht erhaltungswürdigem Zahn 26 dargestellt (Abb. 1).

Abb. 1a



Abb. 1b



Abb. 1c



48-jährige Patientin mit einem nicht erhaltungswürdigem Zahn 26, bimaxillären Frontprotrusionen mit Frontengständen, einem frontoffenen Biss sowie einer transversalen Enge im Oberkiefer.

Abb. 2



Zustand nach Extraktion eines Frontzahnes im Unterkiefer sowie des Zahnes 26.

Abb. 3a

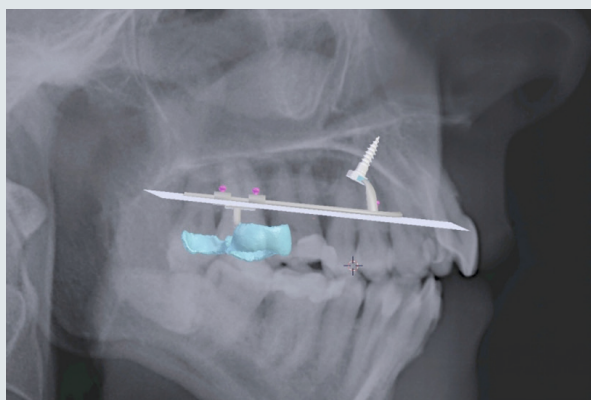


Abb. 3b

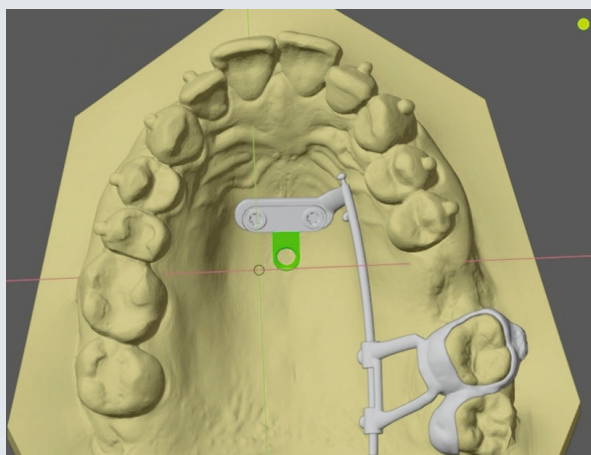
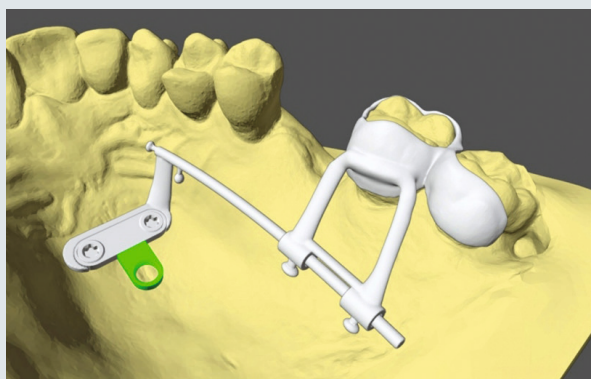


Abb. 3c



Virtuelle Implantatpositionierung (a) sowie Design des Mesialsliders (b,c).

Zudem wurden bei der Patientin bimaxilläre Frontprotrusionen mit Frontengständen, ein frontoffener Biss und eine transversale Enge im Oberkiefer diagnostiziert. Insbesondere aufgrund des vorhandenen Weisheitszahns im Oberkiefer links wurde von der Patientin der kieferorthopädische Lückenschluss im Rahmen einer Alignertherapie gewünscht.

Zum Behandlungsstart wurde die Dentition mittels eines Intraoral-scanners (ITero) digitalisiert, sowie die Alignertherapie geplant (Invisalign, Align). Im Unterkiefer wurde zur Platzbeschaffung ein Frontzahn extrahiert. Man erkennt zudem das knöcherne Defizit nach Exzision 26 (Abb. 2).

Zur Planung und Herstellung des Mesialsliders wurde der Oberkiefer Scan sowie das FRS auf dem Portal TADMAN.de (Gunningen) hochgeladen. Dort erfolgte dann eine virtuelle Implantatpositionierung sowie das Design des Mesialsliders (Abb. 3), welche anschließend vom Behandler bestätigt wurde.

Wegen des ausgeprägten und asymmetrischen Verankerungsbedarfs wurde bei dieser Patientin neben den zwei paramedianen Mini-Implantaten (2x9 mm, Benefit Direct System, PSM Medical Solutions, Gunningen, Abb. 4a) noch ein zusätzliches medianes posteriores Mini-Implantat (2x7 mm) geplant (Tripodale Abstützung).

Der digital designte Mesialslider bestand aus einem runden Slidersteg sowie aus einer Doppel-Shell für 27 und 28 mit zwei Tubes. Die Shells wurden mit einem Abstand von 0,05 mm zwischen Metall- und Zahnoberfläche designt, um Platz für die Kunststoff-Klebeverbindung zu haben.

Der Mesialslider wurde anschließend durch selektives Lasersintering materialisiert. Die Insertion der Mini-Implantate und die Eingliederung der Apparatur erfolgte an einem einzigen Termin: Nach einer Lokalanästhesie wurde zunächst der Mesialslider mittels eines Silikon-Übertragungsschlüssels an der richtigen Stelle positioniert, die Shells an den Molaren befestigt (Abb. 4) und anschließend die Benefit Direct Mini-Implantate eingesetzt (Abb. 4c).

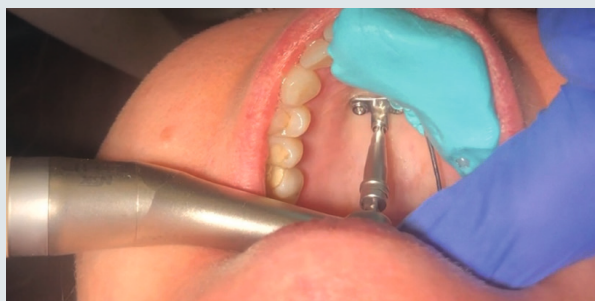
Abb. 4a



Abb. 4b



Abb. 4c



Konventionelle Benefit versus Benefit Direct Mini-Implantate im Vergleich (a). Beim Benefit Direct System wird der Slider durch einen Silikonschlüssel an der richtigen Stelle positioniert (b,c). Insertion der Mini-Implantate erst NACH Einsetzen des Mesialsliders (c).

Die Apparatur wurde mit Niti-Zugfedern (200 g) aktiviert (Abb. 5). Die Aligner waren im 2. Quadranten zunächst nur bis zu Zahn 25 extendiert, um Aligner und Mesialslider in diesem Fall ohne die Notwendigkeit einer Synchronisierung zu verwenden (Abb. 6).

Abb. 5



Mesialslider mit einer Niti-Zugfeder (200 g) in situ..

Abb. 6a

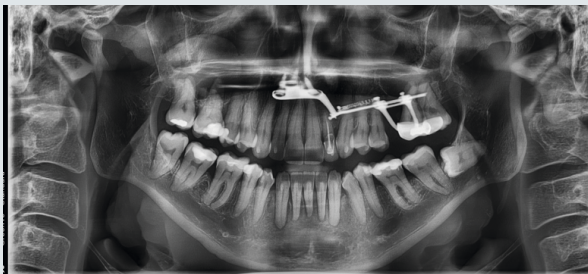


Abb. 6b



Aufgrund suboptimaler Mundhygiene und mangelnder Reinigung der Region um die Mini-Implantate kam es zu einer chronischen Entzündung der Mukosa im anterioren Gaumen. Ist diese Entzündung oberflächlich, bleiben die Mini-Implantate ausreichend stabil. Es ist nicht ratsam, die Apparatur aufgrund einer chronischen Entzündung zu entfernen. Die Patientin wurde motiviert, die Mundhygiene zu verbessern, zudem wurde die Applikation von CHX Gel empfohlen. Nach 2 Jahren Behandlungszeit war die Lücke regio 26 nach mesial geschlossen (Abb. 7) und der Slider wurde für das Aligner Refinement mit in das okklusale Settling einbezogen. Nach insgesamt 2,5 Jahren wurde die Behandlung erfolgreich abgeschlossen (Abb. 8).

Abb. 6c



Simultaner Einsatz von Aligner und Mesialslider: Zustand nach 6 (a) und 9 Monaten (b,c).

Abb. 7



Nach 2 Jahren Behandlungszeit war die Lücke regio 26 nach mesial geschlossen.

Abb. 8



Erfolgreiches Behandlungsergebnis nach insgesamt 2,5 Jahren.

Diskussion

Die Versorgung von Lücken stellt Zahnarzt und Kieferorthopäden vor eine Herausforderung, da sowohl der Lückenschluss als auch die prothetische Rehabilitation jeweils Vor- und Nachteile mit sich bringen.³⁸⁻⁴⁰

Mittels des Lückenschlusses kann Knochen generiert werden, was insbesondere bei knöchernen Defekten von großem Vorteil sein kann. Ein weiterer Vorteil des Lückenschlusses ist, dass durch die Zahnbewegung neuer Knochen im Bereich der Lücke generiert werden kann.

Klinisch entsteht der Eindruck als „nehmen die Zähne ihren Knochen mit“. So können knöchernen Atrophien, die in zahnlosen Alveolarfortsatzregionen entstanden sind, korrigiert werden.

Jedoch hat auch der Lückenschluss seine Nachteile: Die Behandlung dauert meist länger als bei der Lückenöffnung, zudem ergibt sich in der Regel eine hohe Anforderung an eine solide Verankerung, um unerwünschte Zahnbewegungen wie ein Kippen der Frontzähne nach lingual oder ein Abweichen der Frontzahnmitte bei einseitigem Lückenschluss zu vermeiden. Mittels skelettaler Verankerung kann heute eine bessere Befestigung gewährleistet werden, sodass auch ein einseitiger Lückenschluss möglich ist.

Dabei haben sich der anteriore Gaumen und die direkte Verankerung mittels Mesialslider im klinischen Alltag als sehr empfehlenswert herausgestellt.⁴¹ Studien haben gezeigt, dass die okklusale Funktion und der parodontologische Status nach Lückenschluss auch nach vielen Jahren noch ausgezeichnet waren.⁴²

Last but not least ist es oft so, dass vorhandene Weisheitszähne nach Mesialisierung der Molaren aufgrund der interdentalen Fasern mit nach mesial driften und auf diese Weise ausreichend Platz im Zahnbogen finden.

Der vollständige digitale Workflow, von der Insertionsplanung bis hin zum Gerätedesign, konnte auch für die kieferorthopädische Implantologie implementiert werden. Mini-Implantate und Suprakonstruktion (in diesem

Artikel Mesialslider) können nun in nur einer Sitzung eingesetzt werden (Single Appointment Workflow).

Schon jetzt ist offensichtlich, dass die neuen Workflows und Gerätedesigns erhebliche Vorteile für die klinische Anwendung bringen. Insbesondere der Verzicht auf orthodontische Bänder, das Separieren und das Entfallen der Silikonabformungen werden von den Patienten sehr positiv wahrgenommen. Die Limitationen einer Aligner-Behandlung können durch die Kombination mit skelettal verankerten Slidern überwunden werden.

Literatur

1. Robertsson S., Mohlin B.: The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *Eur J Orthod.* 22:697-710, 2000.
2. Zachrisson B.U.: Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. *Am J Orthod.* 73:274-89, 1978.
3. Zachrisson B.U., Rosa M., Toreskog S.: Congenitally missing maxillary lateral incisors: canine substitution. *Point. Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 139:434, 436, 438 passim, 2011.
4. Kern M.: [Adhesive bridges today]. *Quintessenz.* 41:1145-57, 1990.
5. Kern M., Passia N., Sasse M., Yazigi C.: Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent.* 65:51-55, 2017.
6. Re S., Cardaropoli D., Corrente G., Abundo R.: Bodily tooth movement through the maxillary sinus with implant anchorage for single tooth replacement. *Clin Orthod Res.* 4:177-81, 2001.
7. Svejda M., Strobl N., Bantleon H.-P.: Zahnbewegung durch die Kieferhöhle—ein Fallbericht. *Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie.* 40:249-254, 2008.
8. Wehrbein H., Riess H., Meyer R., Schneider B., Diedrich P.: [Bodily movement of teeth in atrophic jaw segments]. *Dtsch Zahnarztl Z.* 45:168-71, 1990.
9. Lindskog-Stokland B., Hansen K., Ekestubbe A., Wennström J.L.: Orthodontic tooth movement into edentulous ridge areas—a case series. *European Journal of Orthodontics.* 35:277-285, 2011.
10. Lindskog-Stokland B., Wennström J.L., Nyman S., Thilander B.: Orthodontic tooth movement into edentulous areas with reduced bone height. An experimental study in the dog. *The European Journal of Orthodontics.* 15:89-96, 1993.
11. Hom B.M., Turley P.K.: The effects of space closure of the mandibular first molar area in adults. *American Journal of Orthodontics.* 85:457-469, 1984.
12. STEPOVICH M.L.: A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible. *The Angle Orthodontist.* 49:227-233, 1979.
13. Ludwig B., Zachrisson B.U., Rosa M.: Non-compliance space closure in patients with missing lateral incisors. *J Clin Orthod.* 47:180-7, 2013.
14. Buschang P.H., Chastain D., Keylor C.L., Crosby D., Julien K.C.: Incidence of white spot lesions among patients treated with clear aligners and traditional braces. *Angle Orthod.* 89:359-364, 2019.
15. Papadimitriou A., Mousoulea S., Gkantidis N., Kloukos D.: Clinical effectiveness of Invisalign(R) orthodontic treatment: a systematic review. *Prog Orthod.* 19:37, 2018.
16. Papageorgiou S.N., Koletsi D., Iliadi A., Peltomaki T., Eliades T.: Treatment outcome with orthodontic aligners and fixed appliances: a systematic review with meta-analyses. *Eur J Orthod.* 2019.
17. Ravera S., Castorflorio T., Garino F., Daher S., Cugliari G., De-regibus A.: Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study. *Prog Orthod.* 17:12, 2016.
18. Bowman S.J., Celenza F., Sparaga J., Papadopoulos M.A., Ojima K., Lin J.C.: Creative adjuncts for clear aligners, part 1: Class II treatment. *J Clin Orthod.* 49:83-94, 2015.
19. Simon M., Keilig L., Schwarze J., Jung B.A., Bourauel C.: Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 145:728-36, 2014.
20. Wilmes B., Tarraf N., Drescher D.: Treatment of maxillary transversal deficiency by using a mini-implant-borne rapid maxillary expander and aligners in combination. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 160:147-154, 2021.
21. Wilmes B., Schwarze J., Vasudavan S., Drescher D.: Maxillary Space Closure Using Aligners and Palatal Mini-Implants in Patients with Congenitally Missing Lateral Incisors. *J Clin Orthod.* 55:20-33, 2021.
22. Wilmes B., Vasudavan S., Drescher D.: Maxillary molar mesialization with the use of palatal mini-implants for direct anchorage in an adolescent patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 155:725-732, 2019.
23. Kanomi R.: Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 31:763-7, 1997.
24. Melsen B., Costa A.: Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res.* 3:23-8, 2000.
25. Park H.S., Bae S.M., Kyung H.M., Sung J.H.: Micro-Implant anchorage for treatment of skeletal class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod.* 35:417 - 422, 2001.
26. Freudenthaler J.W., Haas R., Bantleon H.P.: Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible:

- a preliminary report on clinical applications. Clin Oral Implants Res. 12:358-63, 2001.
27. Fritz U., Ehmer A., Diedrich P.: Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. J Orofac Orthop. 65:410-8, 2004.
 28. Wilmes B., Rademacher C., Olthoff G., Drescher D.: Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop. 67:162-174, 2006.
 29. Hourfar J., Bister D., Kanavakis G., Lisson J.A., Ludwig B.: Influence of interradicular and palatal placement of orthodontic mini-implants on the success (survival) rate. Head Face Med. 13:14, 2017.
 30. Zuger J., Pandis N., Walkkamm B., Grossen J., Katsaros C.: Success rate of paramedian palatal implants in adolescent and adult orthodontic patients: a retrospective cohort study. Eur J Orthod. 36:22-5, 2014.
 31. Wilmes B., Nienkemper M., Nanda R., Lubberink G., Drescher D.: Palatally anchored maxillary molar mesialization using the mesialslider. J Clin Orthod. 47:172-9, 2013.
 32. Willmann J.W.B., Drescher D.: Digitale Mini-implantat getragene Suprakonstruktionen – Design und Workflows. J. Compr. Dentof. Orthod. + Orthop. (COO) Umf. Dentof. Orthod. u. Kieferorthop. 16-20, 2019.
 33. Wilmes B., Vasudavan S., Drescher D.: CAD-CAM-fabricated mini-implant insertion guides for the delivery of a distalization appliance in a single appointment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 156:148-156, 2019.
 34. Wilmes B., Drescher D.: A miniscrew system with interchangeable abutments. J Clin Orthod. 42:574-80; quiz 595, 2008.
 35. Willmann J.H., Chhatwani S., Drescher D.: Blender - Freeware als dentales CAD-Programm. Kieferorthopädie. 32:161-165, 2018.
 36. Graf S., Cornelis M.A., Hauber Gameiro G., Cattaneo P.M.: Computer-aided design and manufacture of hyrax devices: Can we really go digital? Am J Orthod Dentofacial Orthop. 152:870-874, 2017.
 37. De Gabriele O., Dallatana G., Riva R., Vasudavan S., Wilmes B.: The easy driver for placement of palatal mini-implants and a maxillary expander in a single appointment. J Clin Orthod. 51:728-737, 2017.
 38. Zitzmann N.U., Arnold D., Ball J., Brusco D., Triaca A., Verna C.: Treatment strategies for infraoccluded dental implants. J Prosthet Dent. 113:169-74, 2015.
 39. Oesterle L.J., Cronin R.J., Jr., Ranly D.M.: Maxillary implants and the growing patient. Int J Oral Maxillofac Implants. 8:377-87, 1993.
 40. Jamilian A., Perillo L., Rosa M.: Missing upper incisors: a retrospective study of orthodontic space closure versus implant. Prog Orthod. 16:2, 2015.
 41. Becker K., Wilmes B., Grandjean C., Vasudavan S., Drescher D.: Skeletally anchored mesialization of molars using digitized casts and two surface-matching approaches: Analysis of treatment effects. J Orofac Orthop. 79:11-18, 2018.
 42. Rosa M., Lucchi P., Ferrari S., Zachrisson B.U., Caprioglio A.: Congenitally missing maxillary lateral incisors: Long-term periodontal and functional evaluation after orthodontic space closure with first premolar intrusion and canine extrusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 149:339-48, 2016.



Abb. Autor: Prof. Dr. Benedict Wilmes; 1990-1996: Studium der Zahnmedizin WWU Münster; 1997 bis 2000: Weiterbildung zum Oralchirurg an der Uni Münster; 2000: FZA für Oralchirurgie; 2001-2004: Weiterbildung KFO an der Uni Düsseldorf; 2004: FZA für KFO; 2004: Oberarzt für KFO der Uni Düsseldorf; 2006 Stellv. Direktor für KFO der Uni Düsseldorf; 2010 Habilitation; 2010 Vis. Ass. Prof. Univ. of Alabama at Birmingham, USA; 2013 Ernennung zum Prof. durch die Uni Düsseldorf; 2014 Ruf an die RWTH Aachen

Abb. DOI



Dieser Artikel ist in der DOI-Datenbank registriert und kann von dort heruntergeladen werden (DOI-Nr. 10.53178/kfo.030421.44)