

1



2



3a



3b

Full Digital Workflow

Von Prof. Dr. Benedict Wilmes, Dr. Jan Hinrich Willmann und Prof. Dr. Dieter Drescher.

Die Herstellung der Therapiegeräte erfolgte früher im Rahmen eines klassischen Prozesses: Nach der freihändigen Insertion der Miniimplantate im Gaumen erfolgte das Anpassen von Bändern, die Abformung mithilfe von Abformkappen, die Herstellung eines Arbeitsmodells sowie die anschließende Fertigung der

Behandlungsapparatur auf einem Gipsmodell, meistens mittels konfektionierter Bauteile.¹⁻³

Aufgrund der heutzutage weitreichenden Verbreitung von Scannern sowie der Fortschritte im Bereich der additiven Fertigung (sowohl Kunststoff- als auch Metalldruck) können diese CAD/CAM-Techniken nun auch zur Herstellung von Insertionsguides^{4,5} und Suprakonstruktionen⁶ der Miniimplantat-getragenen Behandlungsgeräte genutzt werden. Recht komfortabel in diesem Zusammenhang ist, dass diese neuen Technologien zudem von einer einzigen Plattform im Sinne eines vollständig digitalen Workflows aus einer Hand angeboten werden (Abb. 1, www.tadman.de).

Prozedere mit Insertionsguide – Intraoralscan vor Insertion

Wie beim Einbringen von dentalen Zahnimplantaten bringen die computergestützte Planung und die Verwendung von Guides auch bei der Insertion kieferorthopädischer Miniimplantate mehr Sicherheit für den nachhaltigen Behandlungserfolg. Die virtuelle Platzierung der Miniimplantate kann dabei entweder nur auf dem digitalen Oberkiefermodell oder unter zusätzlicher Zuhilfenahme eines Fernröntgenseitenbildes (FRS) bzw. einer digitalen Volumentomografie (DVT) erfolgen.⁴ Für die beiden letzten Optionen werden der Datensatz und die vorliegenden Bilddaten des Patienten entsprechend überlagert (Abb. 2).

Abb. 1: Full Digital Workflow bei der Verwendung von palatinalen Miniimplantaten: Insertionsguide und kieferorthopädische Behandlungsapparatur werden zunächst virtuell designt und anschließend dreidimensional gedruckt. (Foto: © TADMAN) **Abb. 2:** Virtuelle Insertionsplanung eines palatinalen Miniimplantats nach Überlagerung des Oberkiefer-Meshs mit dem FRS. **Abb. 3a und b:** Design des Insertionsguides: Insertionsstelle, -angulation und -tiefe sind eindeutig determiniert.

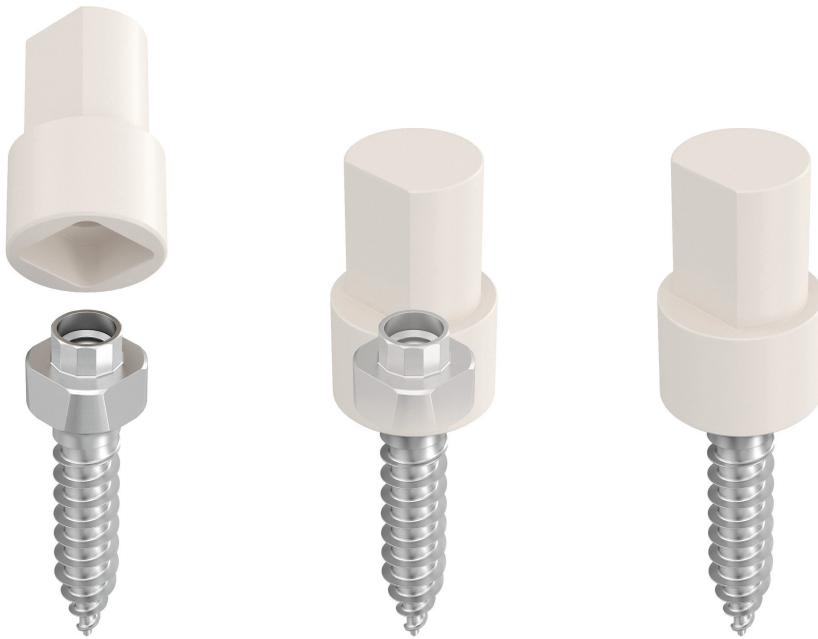


Abb. 4: Scanbody.

Wie sich in den letzten Jahren herausgestellt hat, erscheint die Stabilität paramedianer Implantate dabei etwas vorteilhafter gegenüber der medianen Insertion.^{7,8} Während in einem normalen Fall das FRS ausreichend ist, empfiehlt sich bei schwierigen klinischen Situationen (z. B. Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, palatinal verlagerte Eckzähne) sicherlich die Überlagerung mit

einer DVT-Aufnahme. Basierend auf dieser Planung wird eine Insertionsschablone (Abb. 3) mittels stereolithografischem Druck hergestellt. Da mit einer solchen Schablone der Insertionsort, die Angulation und die Insertionstiefe eindeutig determiniert sind, werden mögliche Fehlerquellen von vornherein reduziert und die Intervention als Ganzes wird sicherer.

Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass die Miniimplantate und das Behandlungsgerät in nur einem Termin eingesetzt werden können. Die zum jeweiligen System passenden Insertionsinstrumente

„Nutzung von CAD/CAM-Techniken zur Herstellung von Insertionsguides und Suprakonstruktionen Miniimplantat-getragener Behandlungsgeräte“

und Vorbohrer verfügen über einen Tiefenschlag, der dem Anwender zudem auch die finale Insertionstiefe vorgibt (Abb. 3b). Eine Vorbohrung ist nur bei erwachsenen Patienten aufgrund deren erhöhter Knochendichte notwendig. Insbesondere für Behandler, die mit dem Umgang und der Insertion von Miniimplantaten noch nicht sehr vertraut sind, bieten diese Guides zweifellos eine gute Hilfestellung zur Insertion im Gaumen.

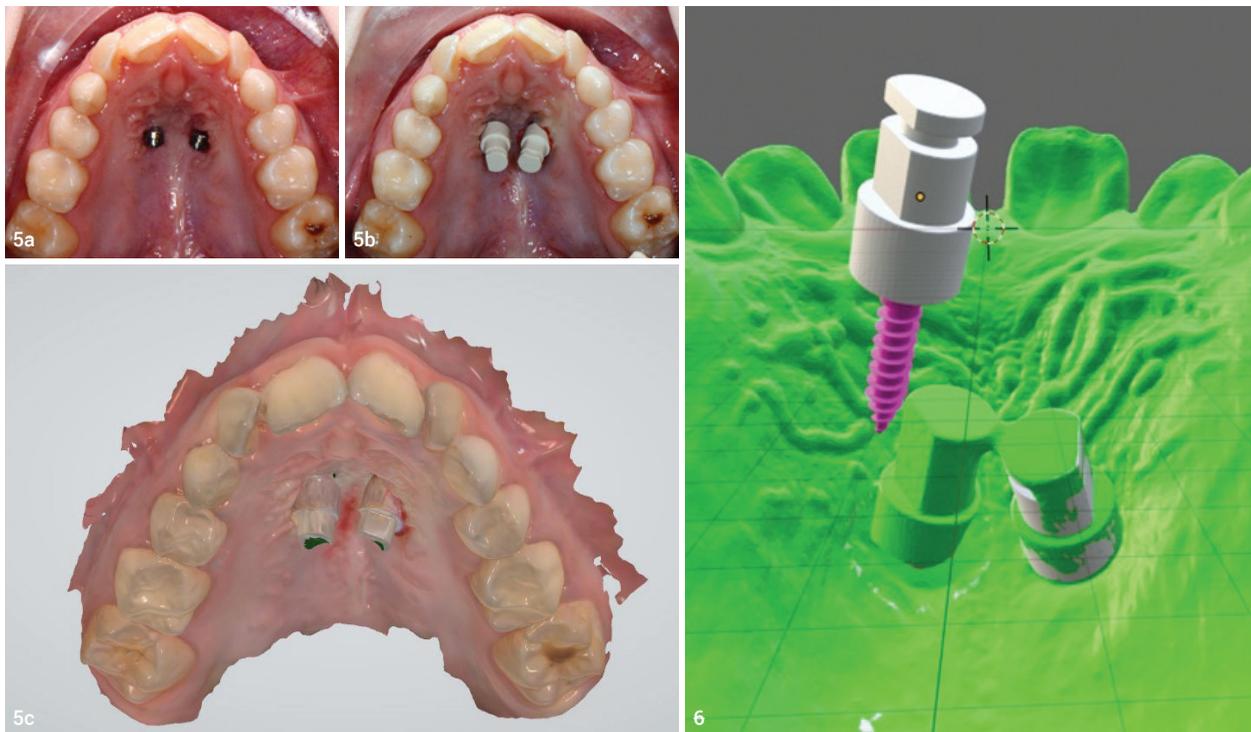


Abb. 5a–c: Für den Scan nach erfolgter Insertion können Scanbodies verwendet werden. Abb. 6: Überlagerung eines Scans mit Scanbody und eines Miniimplantats aus der virtuellen Bibliothek.



Abb. 7a–i: Full Digital Workflow bei Einsatz des BENESliders: OK intraoral (a), OK nach Digitalisierung (b), Design von Shells und Slider (c), Shell mit einem bukkalen Attachment für die Kombination mit Alignern (d), Design des Insertionsguides passend zum Slider (e), Insertionsguide vor dem Druck (f), Guide und Modell nach dem Druck (g), BENESlider mit Versalock (h), BENESlider nach dem Einsetzen (i).

Prozedere ohne Insertionsguide – Intraoralscan nach Insertion

Nach einer „Freihand-Insertion“ erfolgt erst anschließend die Digitalisierung der intraoralen Situation mittels Scanner. Je nach Implantatposition, Gaumenanatomie und Art des dabei zur Anwendung kommenden Scanners kann es sein, dass die Miniimplantate aufgrund ihrer reflektierenden Oberflächen dabei nicht richtig erfasst oder von der Software „weggerechnet“ werden. Um dieses Problem zu vermeiden, können jedoch Scansprays zur Mattierung der Implantatoberfläche eingesetzt werden (z. B. CEREC Optispray, Denstply Sirona, Deutschland).

Zudem ist darauf zu achten, die Miniimplantate möglichst rundum von allen Seiten zu erfassen, sodass auch Unterschnitte noch gut erkannt werden. Abhängig von der Qualität der Abbildung der Miniimplantate im Scan kann eine Überlagerung (Matching) mit virtuellen Implantaten sinnvoll sein.

Als Alternative zum Scanspray ist die Nutzung eines sogenannten Scanbody empfehlenswert (Abb. 4 und 5). Die Scanbodies werden digital mit virtuellen Analogen überlagert und erlauben eine genaue Übertragung der Implantatposition auf ein digitales Modell, welches anschließend zum Design der Apparatur genutzt werden kann (Abb. 6).

Einsatz des BENESliders

Der BENESlider* ermöglicht eine kooperationsunabhängige Molarendistalisation.⁹ In seiner klassischen Form besteht dieser aus einer Basisplatte mit 1,1 mm rundem Stahldraht als Führungsbogen (BENEplate, PSM, Gunningen**). Die digitale Version des BENESliders erlaubt den Verzicht auf orthodontische Bänder. Für den Patienten entfallen somit sowohl das Separieren als auch das Anpassen der Bänder (Abb. 7). Anstelle dieser werden nach der Digitalisierung digitale Bänder (sogenannte Shells) modelliert, welche einen vordefinierten Klebespalt aufweisen. Erfolgt die Kombination mit konventionellen Brackets, können diese

nach dem Druck angebracht werden. Ist hingegen eine Kombination mit Alignerschienen vorgesehen, können bukkal an den Shells Attachments designt werden (Abb. 7d).

Im Unterschied zu konfektionierten Slidern, die einen Querschnitt von 1,1 mm aufweisen, wird der digital designte Slider mit einem vergrößerten rechteckigen Querschnitt gedruckt. Dies bietet den Vorteil einer rigideren Apparatur, welcher

zum einen auf den größeren Querschnitt und zum anderen auf das gewählte Material (CoCrW) zurückzuführen ist, das mit 230.000 MPa einen deutlich höheren E-Modul aufweist als federharter Stahl (180.000 MPa).

Die Kopplung zwischen Führungsdraht und Zahn erfolgt mithilfe des neu entwickelten Versalock-Tubes (Abb. 7h). Dieses erlaubt eine Verlängerung der Distalisations- bzw. Mesialisierungsstrecke

(falls der Führungsdraht nicht mehr ausreichend Bewegungsstrecke zulässt) durch einfache Rotation des Versalocks um 180 Grad.

Die digital gestalteten Guides (Abb. 7e und f) werden im additiven Kunststoffdruck (Abb. 7g) und die Einzelteile des Sliders (Shells, Slider) im Lasersinterverfahren hergestellt. Das Einsetzen der Behandlungsapparatur sowie deren anschließende Aktivierung erfolgen analog

„Der komplett digitale Workflow erlaubt eine sichere Miniimplantat-Insertion sowie die individuelle und optimale Anpassung der Behandlungsapparaturen an die Erfordernisse des jeweiligen Patienten.“

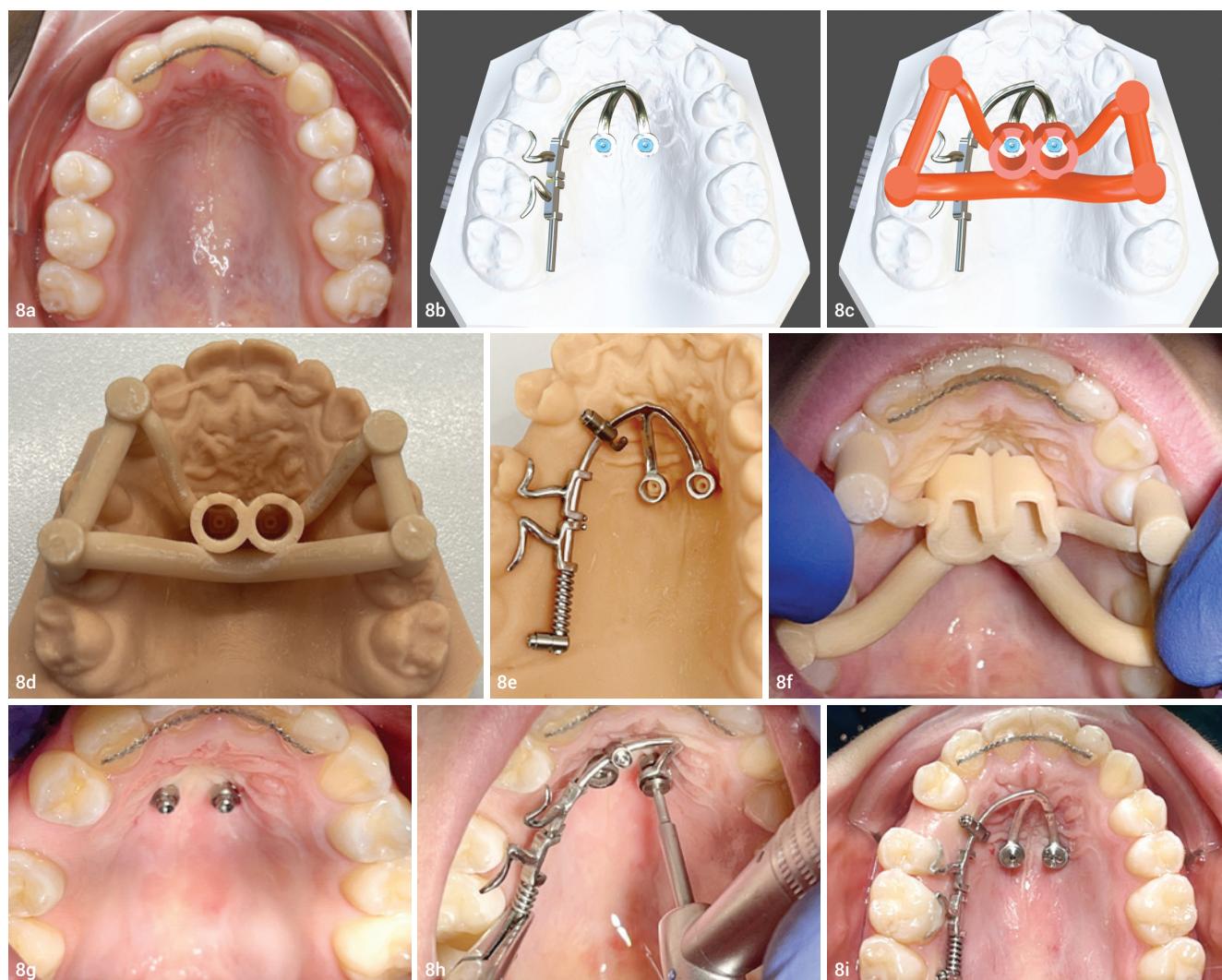


Abb. 8a–i: Full Digital Workflow bei Einsatz des Mesialsliders: OK intraoral (a), Design von Tubes und Slider (b), Design des Insertionsguides passend zum Slider (c), Guide und Modell nach dem Druck (d), Mesialslider auf dem Modell nach dem Druck (e), Anhalten des Guides zur Insertion (f), Zustand nach Insertion mit Guide (g), Anhalten und Fixieren des Mesialsliders (h), Zustand nach Einsetzen des Mesialsliders (i).

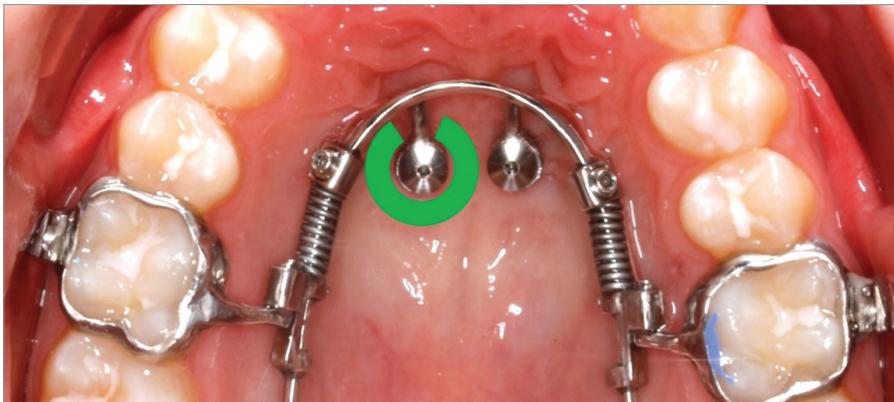


Abb. 9: Verbesserte Hygienefähigkeit durch neues Slider-Design. (Abb. 2–8: © Prof. Dr. Benedict Wilmes)

zur bisherigen Vorgehensweise (Abb. 7i). Die Shells werden intraoral nach vorheriger Schmelzkonditionierung mithilfe eines Glasionomerzements (z. B. Band-Lok Blue, Reliance Orthodontic Products, USA) oder mittels Komposit (z. B. Transbond, 3M, USA) befestigt.

Einsatz des Mesialsliders

Auch bei der Verwendung eines Mesialsliders kann der komplett digitale Workflow zur Anwendung kommen (Abb. 8). Als Alternative zu den Molaren-umfassenden Shells (siehe BENEslider) werden bei den Prämolaren, Front- und Eckzähnen aus ästhetischen Gründen Tubes von palatinal an den Zähnen mittels Komposit befestigt. Auch diese Tubes können durch das digitale Design optimal an die palatinale Zahnoberfläche angepasst und so für den Patienten komfortabel flach gestaltet werden (Abb. 8b und e). Aufgrund der rigiden Konstruktion ist es beispielsweise beim einseitigen Lückenschluss nicht mehr notwendig, eine Kopplung zur kontralateralen Seite herzustellen.

Diskussion

Der komplett digitale Workflow erlaubt eine sichere Miniimplantatinsertion sowie die individuelle und optimale Anpassung der Behandlungsapparaturen an die Erfordernisse des jeweiligen Patienten. So können beispielsweise die Verbindungselemente bei Apparaturen zur Gaumennahterweiterung so rigide wie gewünscht gestaltet werden und Slider aufgrund der nun kantigen Führungsbogen eine präzisere Zahnbewegung erreichen. Die konventionelle BENEplate (PSM, Gunningen*) bietet zwar den Vorteil, die Apparatur direkt am Patienten ohne Laborzeit anpassen und einsetzen zu können. Als Nachteil ist jedoch zu werten, dass durch die flächige Bedeckung der Miniimplantate die Hygiene erschwert wird und mögliche Schmutznischen entstehen können. Im CAD/CAM-Verfahren individuell gefertigte Abutments lassen hingegen eine fast vollständige, direkte Reinigung des Implantats zu (Abb. 9). Da jedoch die eigenständige virtuelle Planung und das digitale Gerätedesign in

der eigenen Praxis sehr viel Einarbeitungszeit und Mitarbeiterressourcen benötigen, erscheint das Outsourcing dieser Prozesse auf eine webbasierte Plattform sehr ratsam.

In diesem Artikel wurde das Prozedere für den BENEslider und Mesialslider beschrieben, der Full Digital Workflow ist jedoch auch für die Hybrid Hyrax, TPA, Molarenintrusion etc. möglich (siehe TADMAN.de).

*/** BENEslider, PSM/dentalline GmbH,
www.dentalline.de

Kontakt



Prof. Dr. Benedict Wilmes

Poliklinik für Kieferorthopädie
Westdeutsche Kieferklinik, UKD
Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Tel.: +49 211 8118671
Fax: +49 211 8119510
wilmes@med.uni-duesseldorf.de

Vorteile des Full Digital Workflows gegenüber der konventionellen Methode

- Die Insertion mit Guide ist sehr einfach zu handhaben, insbesondere von Behandler*innen, die noch wenig Erfahrung mit Miniimplantaten haben.
- Keine Notwendigkeit zum Separieren und Anpassen von Bändern
- Je nach Anforderung individuelle Designs und Durchmesser der Drähte möglich
- Keine Abdrucknahme notwendig
- Insertion der Miniimplantate und des kieferorthopädischen Therapiegerätes in einer Sitzung



Prof. Dr. Benedict Wilmes



Prof. Dr. Dieter Drescher



Dr. Jan Hinrich Willmann



Literatur

Freiheit zum Greifen nah



Der neue kabellose CS 3800

Machen Sie den Sprung auf ein neues Niveau der intraoralen Scanleistung mit dem CS 3800.

Er ist kompakt und ultraleicht – insbesondere für Komfort und Agilität ausgelegt.

Ein größeres Sichtfeld und eine verbesserte Tiefenschärfe mit mehr Bildern pro Sekunde machen ihn zu unserem schnellsten intraoralen Scanner.

Eine verbesserte Erfahrung für Anwender und Patienten.

Demo anfordern

https://lp.carestreamdental.com/CS_Solutions_de

Email: deutschland@csdental.com

Tel: 0711 49067 420

