

„Up-date 3D Planungssysteme“ – digitale Arbeitsprozesse bringen multiplen Nutzen

Gerhard Stachulla

Wenn wir heute über den digitalen Workflow in der Zahnheilkunde lesen oder hören, so sind es in erster Linie die Techniken der intraoralen Abformung in Verbindung mit CAD/CAM Prozessen im Labor. Oft werden diese Abläufe auch im Rahmen der Implantatprothetik übernommen und in den täglichen Workflow integriert.

Leider wird dabei oft darauf verzichtet, sich bereits vor der Implantation die Vorzüge der digitalen Technik zu nutze zu machen. Der Zahntechniker ist dadurch oft mit Situationen konfrontiert, die ihm in der technologischen Umsetzung große Probleme bereiten (► **Abb. 1**).

Diese Fehler in der Schnittstelle zwischen Zahnarzt und Labor sollten seit der Einführung dentaler CT-Aufnahmeverfahren der Vergangenheit angehören. Die 3D-Implantat-Planungsprogramme haben sich seither mehr und mehr etabliert und sind heute bei gewissenhafter Vorplanung im interdisziplinären Kontext nicht mehr wegzudenken. Etliche dieser Programme sind digital offen und erlauben das Ein- und Auslesen digitaler Datensätze zur multiplen Umsetzung in unseren Alltag.

Genauigkeit und Nutzung der verschiedenen Systeme

Die Genauigkeit für alle Systeme ist auch bei kritischen anatomischen Indikationen klinisch akzeptabel für die Implantation [1]. Die Präzision der Planungssysteme ist auch ausreichend für die Erstellung von therapeutischen Langzeitprovisorien. Somit stellen sich für den Anwender lediglich folgende Fragen: Wie praktikabel lässt sich das jeweilige System in den täglichen Ablauf integrieren? Wie kommuniziert das System mit dem bestehenden digitalen Equipment? Ist eine Kommunikation überhaupt möglich?

Der neue digitale Arbeitsablauf im Rahmen der 3D-Implantatplanung

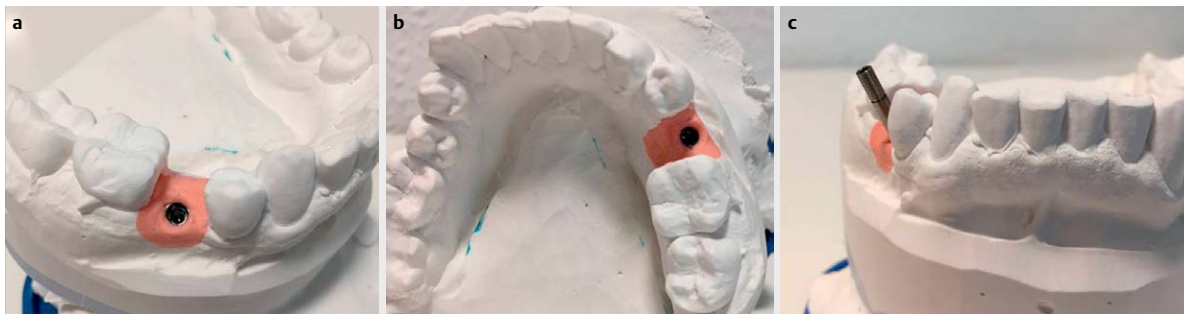
Betrachten wir uns folgenden Fall, so wird klar, dass eine CT/DVT-Aufnahme nicht nur zu einer besseren Diagnostik mit einer präzisen Implantatpositionierung führt. Wir können auch mit wenigen zusätzlichen Schritten ohne enormem Zeit- und Arbeitsaufwand zu einem besseren Gesamtergebnis gelangen. Die Einbindung von Sofortversorgungsprotokollen oder verzögerten Sofortversorgun-

gen, auch mit definitiven Abutments, seien hier genannt. Der Patient kann bereits in der 1. Sitzung ohne zur Hilfenahme einer Radiologieschablone im DVT gescannt werden und es werden Abformungen der Kiefer analog oder digital genommen.

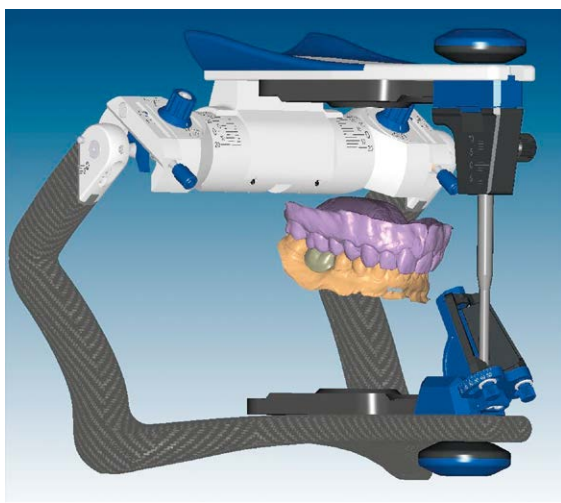
Bei der DVT-Aufnahme ist darauf zu achten, dass die Zahnreihen nicht in Okklusion stehen. Die Schleimhaut muss so weit wie möglich freigestellt werden, dies bedeutet, dass durch das Einlegen von Watterollen ins Vestibulum die Gingiva und die Wangen/Lippen getrennt dargestellt werden. Somit ist das Matchen von Schleimhautoberflächen möglich. Bestehende Zähne erzeugen aufgrund von Kronen oder metallischen Füllungen starke Strahlungsartefakte und können oft nicht präzise im DVT übereinander gelegt werden. Für den Bereich des harten Gaumens gilt die Anweisung an den Patienten: „Zunge weg vom Gaumen!“

Im Labor wird im CAD-System ein Entwurf der gewünschten prothetischen Versorgung erstellt (► **Abb. 2**). Das Ergebnis wird als digitaler Datensatz zusammen mit den DICOM-Datensätzen in das jeweilige Planungsprogramm eingelesen. Die Planung erfolgt nun auf Grundlage der gewonnenen Informationen, diese zeigt sich prothetisch optimal orientiert (► **Abb. 3**). Die gefundene Implantatposition dient nicht nur zur Herstellung einer Bohrschablone, sondern es besteht die Option für eine definitive oder provisorische Sofortversorgung, indem aus dem Planungsprogramm Datensätze entnommen und ins CAD übertragen werden (► **Abb. 4**). Im vorliegenden Fall wurde nun vor der OP sowohl eine Bohrschablone als auch ein individuelles definitives Abutment gefertigt (► **Abb. 5**). Bei ausreichender Primärstabilität des inserierten Implantats ist eine Sofortversorgung mit einer PMMA-Krone geplant. Zur Anfertigung diente der Datensatz des CAD-Entwurfs für die Planungsunterlage (► **Abb. 6**).

Bei der Fertigung von individuellen Abutments vor der OP und späterer Abformung auf Stumpfniveau können Gingivaformer und Abformpfosten eingespart werden. Der Vorteil für das periimplantäre Gewebe liegt hierbei auf der



► **Abb. 1** Ein scheinbar simpler Fall **a** entpuppt sich bei näherer Betrachtung **b** als nahezu unlösbar **c**.



► **Abb. 2** Datensatz der Ausgangsmodelle im virtuellen Artikulator, die Krone wird designed.

Hand, ebenso ist die Option einer verkürzten Eingriffs- und Behandlungszeit vorteilhaft.

Für das Konzept des “One abutment at one time” besteht ein biologischer Hintergrund, der von Degidi und auch anderen mehrfach beschrieben wurde: Das wiederholte Nicht-Entfernen der Abutments ab dem Zeitpunkt der Operation führt zu einer signifikanten Reduktion des Knochenbaus [2]. Das sog. bone remodelling, der elegante Begriff für Knochenabbau, ist kaum noch nachweisbar, wenn die Aufbauteile in Position verbleiben.

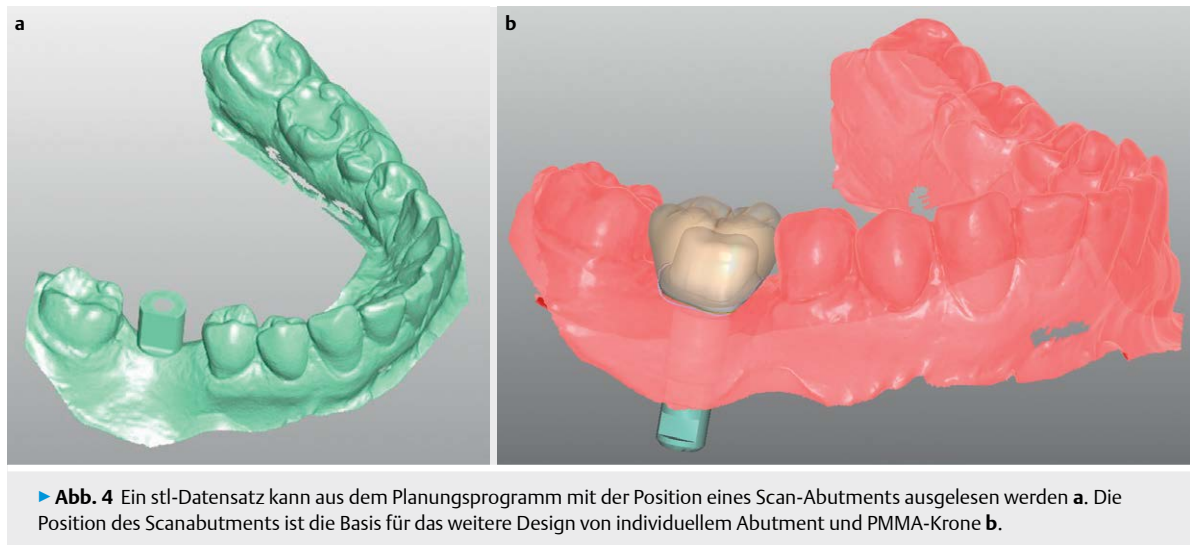
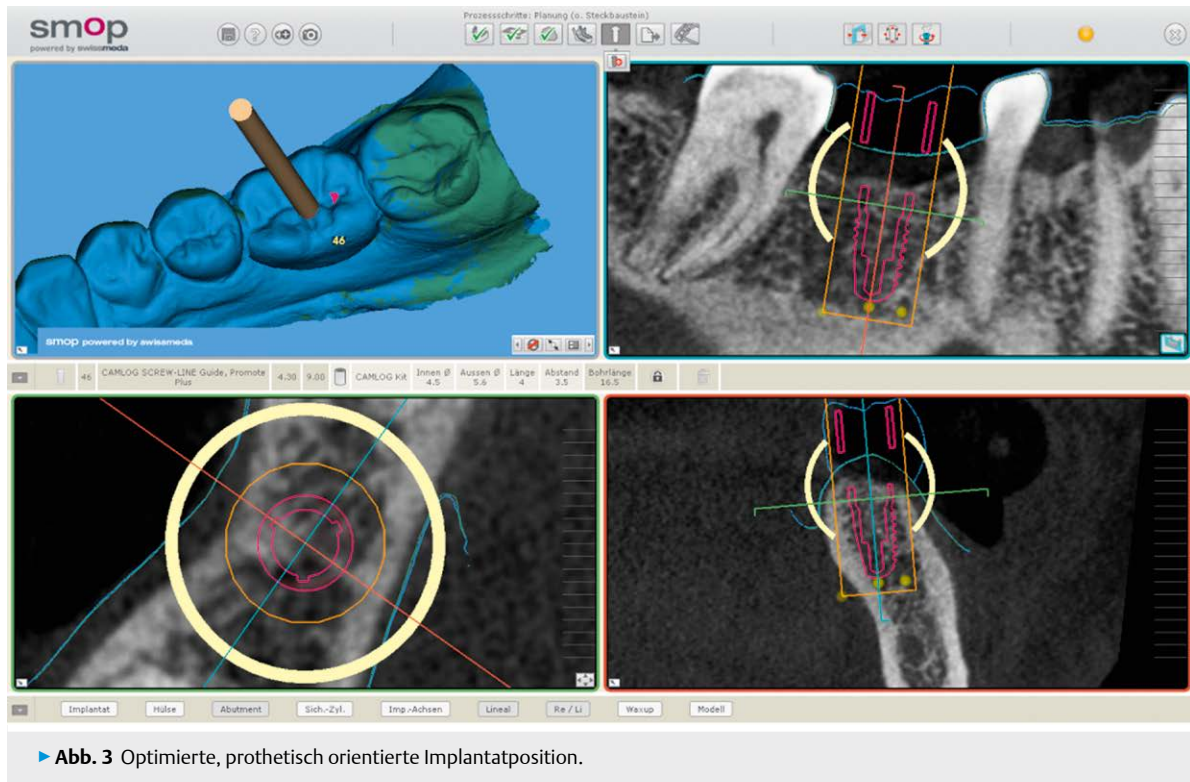
faster function – immediately after surgery – Sofortversorgung mit Sofortbelastung

Diese Idee ist nicht wirklich neu, denn das Konzept der sofortigen Belastung nach Ledermann wurde bereits 1979 veröffentlicht [3]. Seit dieser Zeit mehrfach modifiziert und auch wissenschaftlich bestätigt.

Im vorliegenden Fall wird der Patient zur Nachkontrolle und zur Naht-Ex in der Praxis betreut, das postoperative Röntgenbild zeigt eine ausgezeichnete Implantatposition (► **Abb. 7**). Vier Monate nach der OP zeigt sich das periimplantäre Weichgewebe in einem absolut reizlosen Zustand (► **Abb. 8**). Die Gingiva hat sich exakt an die Präparationsgrenzen des Abutments angelegt. Somit steht einer präzisen Abdrucknahme im digitalen Workflow nichts im Wege. In der Praxis steht ein Intraoral-Scanner zur Verfügung. Die Daten werden ins Fräszentrum übermittelt und die definitive Krone kann konstruiert und gefertigt werden (► **Abb. 9a, b**). Die Eingliederung erfolgt zur Freude aller Beteiligten ohne Probleme (► **Abb. 9c**) (Fall1: Chirurgie: Dr. Claudio Cacaci, ICC München; Prothetik: Dr. Peter Randelzhofer, ICC München; Digitale Vorplanung: Gerhard Stachulla, ZTM Affing; Zahntechnik: Dedicam/Camlog; Hans-Joachim Lotz, ZTM Weikersheim; R&K, Berlin).

Dieser Workflow lässt sich auch auf komplexere Fälle übertragen. In der Literatur sind bzgl. der Genauigkeit von Schablone-systemen etliche Stellen zu finden, die sich damit beschäftigt haben. Fast alle Autoren aber räumen den Systemen gewisse Toleranzen ein, die aber je nach Untersuchung auch sehr gering ausfallen. Es wird von Angulationsfehlern im Bereich von 1° sowie seitlichen Abweichungen von 0,27 mm im Schulterbereich sowie 0,46 mm im Apexbereich des Implantats berichtet [4–11]. Sofern an Sofortversorgung aus den digitalen Erstdaten gedacht wird, muss mit einem Passivierungssystem gearbeitet werden, da nur auf diese Weise eine optimale Passgenauigkeit erreicht werden kann.

Der vorliegende 2. Fall zeigt eine Art der Passivierung im Rahmen einer all-on-four Versorgung. Als Wax-up-Basis diente hier die Abformung der vorhandenen UK-Prothese (► **Abb. 10**). Die Planung erfolgte mit dem smop-Planungssystem (► **Abb. 11**), die Datensätze zur Erstellung der Bohrschablone gingen an das smop-Dienstleistungszentrum „Stentists“ in Bremen. Die Datensätze für das Langzeitprovisorium wurden von „white-Digital“ in Chemnitz umgesetzt (► **Abb. 12**).



Das Inserieren der Implantate erfolgte streng nach Protokoll (► **Abb. 13a**). Die anschließende intraorale Verklebung wurde mundgeschlossen in Okklusion ausgehärtet (► **Abb. 13b**). Die breite, fast sattelförmige Auflage der Basis diente zur besseren Abstützung und Fixierung der Arbeit. Nach dem Aushärten wurde die Versorgung zu einem reinigungsfähigen Brückendesign reduziert (► **Abb. 13c**). Die Dauer der OP konnte inklusive Sofortversorgung mit 2 Stunden angegeben werden (Fall 2: Chirurgie: Dr. Gabriela Schwarz, Hohenwart; Prothetik: Dr. Gabriela Schwarz, Hohenwart; Digitale Vorplanung: Gerhard Stachulla, ZTM Affing; Zahntechnik – Brücke: white digital

dental GmbH in Chemnitz; Technik-Schablone: Stentists – Gesellschaft für Planungsdienstleistung, Bassum/Bremen).

Die 3D-Planungssysteme in ihrer Anwendbarkeit

Nicht jedes auf dem Markt befindliche Planungssystem erlaubt diesen offenen Workflow. Einige Anbieter erlauben nur Datensätze zu verwenden die mit Maschinen und Ge-



► **Abb. 5** Das Päckchen für den Zahnarzt, alles digital erstellt! Bohrschablone, Abutment, Krone.

räten des jeweiligen Herstellers zu generieren sind. Dies bedeutet, wenn ein Zahnarzt oder Labor sich für einen bestimmten Scanner entschieden hat so kann es passieren, dass der Hersteller des Planungssystems ein Einlesen unmöglich macht. Ebenso ist es mit dem Auslesen der Datensätze, wenn das Labor mit eigenen CAD/CAM Systemen arbeiten möchte so kann es passieren, dass auch hier Datensätze gesperrt werden. Somit bleibt der Workflow, die Erstellung von Bohrschablonen, Abutments oder Provisoren bei der jeweiligen industriellen Company.

Aus meiner Erfahrung gibt es zurzeit nur 3 Planungsprogramme die es uns erlauben frei mit den Datensätzen umzugehen. Dies sind im Einzelnen: das 3Shape Implant



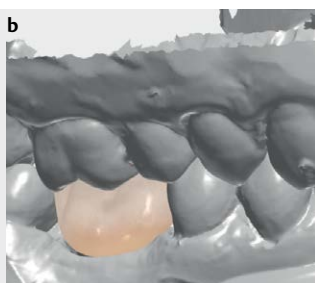
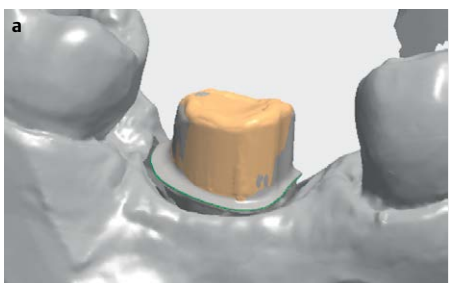
► **Abb. 6** Implantatposition mit definitivem, individuellem Abutment **a**. Fast passgenaue provisorische Versorgung, kleine Nacharbeit approximal nötig **b**.



► **Abb. 7** Röntgenbild post OP.



► **Abb. 8** Das reizlos ausgeheilte periimplantäre Weichgewebe.



► **Abb. 9** Der neue Abdruckscan gibt Auskunft über die präzise Implantatposition **a**. Die neue Krone virtuell **b** und im Munde des Patienten **c**.

dio, coDiagnostiX von DentalWings, sowie die smop Software von swissmeda.

Prothetisch orientierte Augmentation

Prothetisch orientierte Augmentation, das klingt sehr provokant! Soll aber bedeuten, dass uns die neuen Technologien die Möglichkeit bereiten, weit im Vorfeld der Behandlung an die prothetische Versorgung zu denken und diese in unser Prozedere mit einzubeziehen.



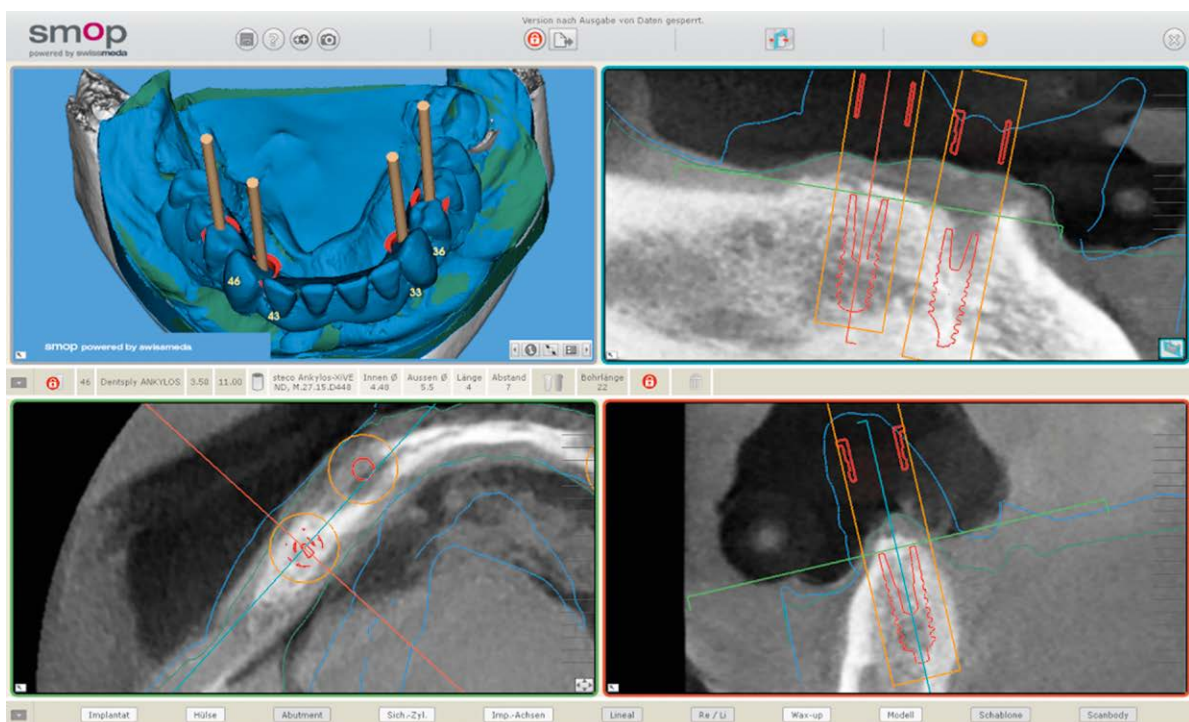
► **Abb. 10** stl-Datensatz des gescannten Situmodell.

Wenn in der DVT-Untersuchung eine notwendige Augmentation diagnostiziert wird, so kann heute mit der 3D-Technik z. B. bei der Firma Botiss ein Knochenblock geordert werden, der exakt den prothetisch-implantologischen Anforderungen entspricht (► **Abb. 14a, b**). Auch die Firma ReOss liefert uns zum Augmentationsvolumen passende 3D-designte Titangitter (► **Abb. 14c**). Wenn das Team im Vorfeld das prothetische Endergebnis mit der dazu notwendigen Implantatposition an die Firmen weitergibt, dann werden die Geometrien für die Augmentation nicht ins „blaue“ entwickelt, sondern präzise zur Zielvorstellung.

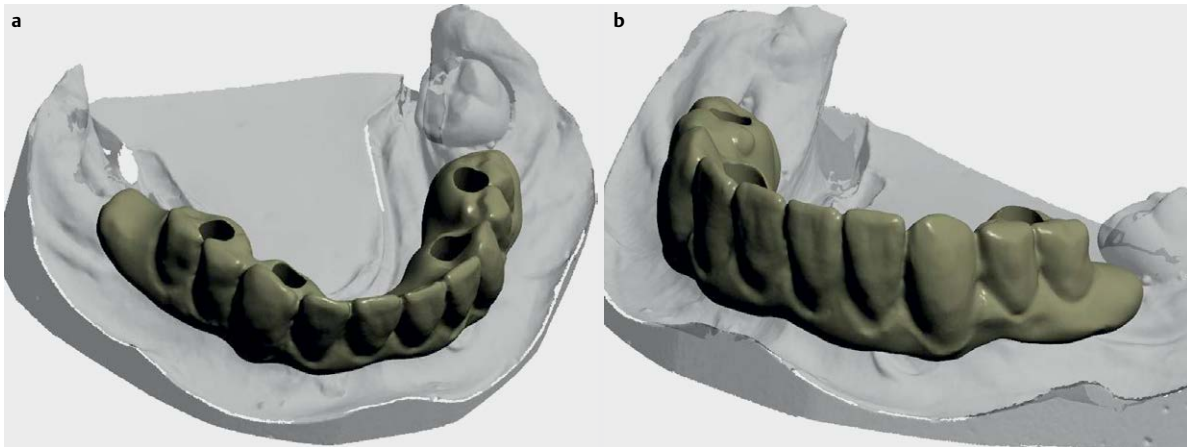
Zusammenfassung

Um alle digitalen Parameter gut nutzen zu können, muss gerade während der DVT-Aufnahme auf bestimmte Faktoren geachtet werden; im Besonderen gilt, dass bestimmte Schleimhautbereiche freigestellt werden müssen! Watertrollen ins Vestibulum, Zunge weg vom Gaumen, Zahnreihen sperren (► **Abb. 15**)!

Implantatbehandlungen konzentrieren sich zunehmend auf die Reduzierung der Behandlungszeiten und der postoperativen Beeinträchtigungen. Die Verbesserung der 3D-Dental-Diagnose durch ConeBeam Computertomografie ermöglicht eine detaillierte Vorbereitung für die chirurgische Platzierung von Zahnimplantaten unter prothetischen Überlegungen [1].



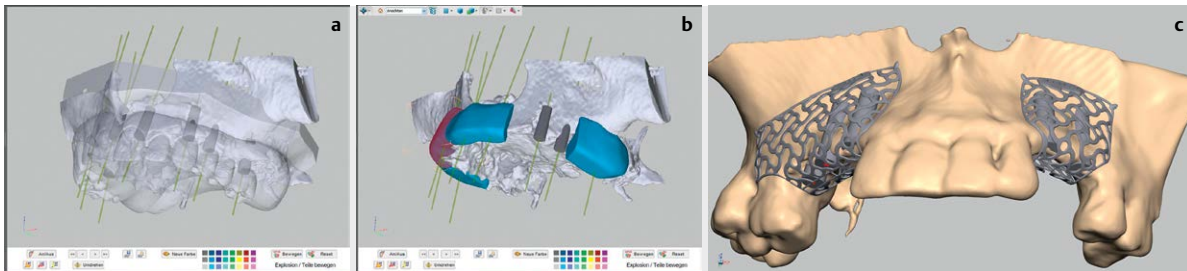
► **Abb. 11** In der Planungssoftware wird die Implantatposition mit der Zahnaufstellung an die knöchernen Situation angepasst.



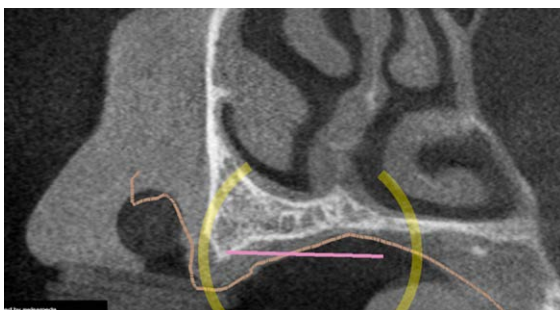
► **Abb. 12** CAD der neuen Brücke **a** aus dem Datensatz des Situmodells **b**.



► **Abb. 13** Das smop-Bohrschablondesign erlaubt optimale Sicht zum OP Gebiet **a**. Passiv-fit Verklebung der Brücke, Aushärtung des Klebers in Okklusion **b**. Patient mit feststehendem Langzeitprovisorium nach OP **c**.



► **Abb. 14** Darstellung der prothetisch-implantologischen Anforderungen **a** zur Bestellung eines passenden Knochenblocks **b** oder eines Titangitters **c**.



► **Abb. 15** Gut zu erkennen ist die verbesserte Möglichkeit des Matchens von Schleimhautoberflächen durch Freistellen mit Watterolle und Zunge weg vom Gaumen.

Die digitalen Arbeitsprozesse in Praxis und Labor haben in den letzten Jahren großen Einfluss auf die Herstellung der implantologischen Versorgung gefunden. Somit stellt sich klar die Frage, ob die unterschiedlichen Systeme mit der digitalen Entwicklung standgehalten haben oder ob sie aus den digitalen Prozessketten herausfallen.

Interessenkonflikt

Die Autoren haben keinen Interessenkonflikt zu erklären.

Literatur

- [1] Neugebauer J, Stachulla G, Ritter L et al. Computer-aided manufacturing technologies for guided implant placement. *Expert Rev Med Devices*. 2010; 7: 113–129
- [2] Degidi M, Nardi D, Piattelli A. One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implant. *Clin Oral Impl Res* 2011; 22: 1303–1307
- [3] Ledermann PD. Stegprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit Hilfe von plasmabeschichteten Titanschraubenimpl. *Dtsch Zahnärztl Z* 1979; 34: 907–911
- [4] Arisan V, Karabuda ZC, Ozdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study. *J Periodontol*. 2010; 81: 43–51
- [5] Valente F, Schirolli G, Sbrenna A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24: 234–242
- [6] Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE et al. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 67: 394–401
- [7] Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O et al. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol*. 2008; 79: 1339–1345
- [8] Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS et al. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol*. 2005; 76: 503–507
- [9] Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol*. 2007; 34: 816–821
- [10] Van Assche N, van Steenberghe D, Quirynen M et al. Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol*. 2010; 37: 398–403
- [11] Behneke A, Burwinkel M, Knierim K et al. Accuracy assessment of cone beam computed tomography-derived laboratory-based surgical templates on partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23: 137–143

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-106963>
 ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2017; 126: 222–228
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0044-166X

Korrespondenzadresse

Gerhard Stachulla
 Zahntechnikermeister
 Derchinger Straße 11
 86444 Affing / Bergen
gerhard@stachulla.de