



Abb. 1: Ausgangssituation (OPG): In regio 24, 25 und 26 war eine implantatprothetische Versorgung geplant.

Die dreidimensionale Implantatplanung als Grundlage zur minimalinvasiven Implantattherapie

Indizes: 3-D-Diagnostik, Bohrschablone, Implantatplanung, Planungssoftware



Trotz langjähriger implantologischer Erfahrung gibt es auch für den spezialisierten Zahnmediziner Indikationen, bei welchen auf die dreidimensionale Diagnostik, die virtuelle Implantatplanung und die schablonengestützte Implantatinsertion nicht mehr verzichtet wird. Der Autor beschreibt anhand eines Patientenfalles das Implantatplanungssystem SMOP und erläutert die Vorteile, die sich für ihn mit dieser Software ergeben.

Die dreidimensionale Implantatplanung und die operative Umsetzung mittels geführter Operationsschablonen ist heute ein bewährtes Verfahren. Basierend auf dreidimensionalen Bilddaten (CT, DVT) werden in einer Planungssoftware die Implantate virtuell positioniert und/oder Augmentationen sowie die prothetischen Restaurationen simuliert. Die daraus resultierenden Informationen unterstützen dabei, eine exakte, prothetisch orientierte Positionierung der Implantate unter effizienter Ausnutzung des Knochenangebotes zu finden. Außerdem können Hart- oder Weichgewebdefizite detektiert und die Notwendigkeit von zusätzlichen chirurgischen Maßnahmen vorausschauend erkannt und geplant werden. Die aus der Planungssoftware heraus erstellten Bohrschablonen ermöglichen eine präzise Umsetzung der geplanten Situation in den operativen Situs. Die Anwendung einer Planungssoftware sowie die schablonengeführte Um-

setzung der Implantatpositionen in den Kiefer erfordert zwar präoperativen Planungsaufwand, zeichnet sich aber durch deutlich kürzere Operationszeiten und erhöhte Präzision aus. In bestimmten anatomischen Situationen kann in der Kombination von dreidimensionaler Planung und schablonengeführter Operation auch dann ein minimalinvasives Verfahren angewandt werden, wenn es mit der klassischen Methode nur schwierig möglich ist. Ein solcher Fall wird nachfolgend beschrieben.

Intuitive Planungssoftware und vereinfachtes Vorgehen Wir arbeiten mit der SMOP-Software (swissmeda, CH-Zürich) und haben die Vorteile zu schätzen gelernt. Die Software ist intuitiv aufgebaut und einfach zu bedienen. Ein Vorteil ist, dass der Workflow um einige Schritte verkürzt und damit praktikabler als mit anderen Systemen gestaltet werden kann. Der wesentliche Vorteil liegt unserer Ansicht nach im optimierten Gesamtprozess. Von

der Fallplanung bis zur Herstellung der Schablone ist der Prozess sehr effizient. Die Planungsphasen werden in digitalisierter Form (Situationsmodell, Set-up, Wax-up) mit den dreidimensionalen Röntgendaten zusammengefügt. Vor der CT- beziehungsweise DVT-Aufnahme wird keine Scanschablone benötigt. Somit fallen erst Kosten an, wenn die Entscheidung für die schablonengeführte Implantatinsertion fällt. Die Kommunikation und der Datenaustausch erfolgen über ein serverbasiertes System, womit ein umständliches Verschicken von Datenträgern nicht mehr notwendig ist. Die Erfahrung und Kompetenz befreundeter Kollegen kann mittels dieser Plattform in einfacher Weise fallspezifisch nachgefragt werden, indem Fälle untereinander für die Einsichtnahme und/oder Bearbeitung für bestimmte Personengruppen freigeschaltet werden.

Patientenfall Ausgangssituation

Der 78-jährige Patient wurde in unsere Praxis überwiesen. Die Zähne 24 bis 26 fehlten. Ansonsten war das Gebiss vollbezahnt. Die Zähne 23 und 27 waren als Pfeilerzähne für eine prothetische Versorgung vorbereitet. Momentan war die Schalllücke mit einem Langzeitprovisorium (Brücke) versorgt. Die Diagnose ergab eine kontrollierte, chronische marginale Parodontitis mittleren Grades. Der Patient wünschte sich eine implantatprothetische Restauration. Geplant war die Insertion von drei Implantaten, die später vom behandelnden Zahnarzt mit Kronen versorgt werden sollten. Das präoperative Röntgenbild (OPG) ergab ein reduziertes vertikales Knochenangebot in regio 25 (etwa 8 mm) und in regio 26 (etwa 5 mm) (Abb. 1). In regio 24 zeigte sich mit mehr als 11 mm ein ausreichendes Knochenangebot.

Auf Grundlage der Planungsmodelle wurde ein Wax-up gefertigt. Das Modell wurde sowohl mit als auch ohne Wax-up über einen Laborscanner digitalisiert. Um eine dreidimensionale Darstellung der anatomischen Gegebenheiten zu erhalten, wurde ein DVT gefertigt. Es war nicht notwendig, zuvor eine Scanschablone fertigen zu lassen. Das Planungsverfahren mit der SMOP-Software funktioniert ohne Scanschablone und hat somit einen Kosten verursachenden Arbeitsschritt weniger. Zudem sind eventuelle Diskrepanzen, wie sie bei der Eingliederung einer Scanschablone auftreten können, ausgeschlossen.

Virtuelle Implantatplanung

Ebenso wie die STL-Daten des Modells und des Wax-ups wurden die DICOM-Daten des DVT in die SMOP-Software exportiert und die Datensätze überlagert (Matching). Alle relevanten Informationen waren nun auf einem Bild ersichtlich. Die dreidimensionale Ansicht des Kieferknochens zeigte die anatomischen Strukturen und gab wichtige Anhaltspunkte für die Positionierung der Implantate. Das digitale Wax-up sowie die Ist-Situation waren deutlich erkennbar. In der SMOP-Planungssoftware sind fast alle gängigen Implantatsysteme integriert. Aus einer Bibliothek wurden in diesem Fall drei Implantate (Conelog, Camlog, Wimsheim) gewählt und basierend auf den uns vorliegenden Informationen die virtuelle Positionierung vorgenommen (Abb. 2 und 3). Die Planung der Implantatpositionen erfolgte prothetisch orientiert unter Beachtung der approximalen Sicherheitsabstände (Sicherheitszylinder). In regio 25 und 26 wurden kurze Implantate geplant und diese bis kurz vor die anatomische Grenze der Kieferhöhle positioniert. So konnte verhindert werden, dass die Implantatbohrung den Kieferhöhlenboden perforiert. Unter Umständen hätten wir uns jetzt für eine klassische Insertion der Implantate – ohne Schablone – entscheiden können; es wären keine Kosten für die Planung angefallen. Doch in diesem Fall war die schablonengeführte Umsetzung der Planung indiziert.

Die Operationsschablone

Nach Kontrolle der Planung wurden die Daten an das Planungszentrum (swissmeda, CH-Zürich) übermittelt und die Konstruktion einer Operationsschablone in Auftrag gegeben. Das virtuelle Design der Schablone wurde nach einer Prüfung durch uns freigegeben. Wenige Tage später erhielten wir die über das Rapid Prototyping (3-D-Druck) erstellte Operationsschablone. Die in der Schiene vorbereitenden Kunststoffhülsen sind generell so konzipiert, dass die Bohrhülsen ohne eine zusätzliche Verklebung fest eingebracht werden können. Der Halt ist über eine straffe Friktion in der Kunststoffhülse garantiert. Das angenehme an der Schablone ist, dass sie nicht den kompletten Kieferkamm umfasst, sondern eher ein „Skelett“ imitiert. Das verspricht eine gute Sichtbarkeit der Strukturen im Mund. Trotz des grazilen Designs verfügt die Schablone über die notwendige Stabilität.

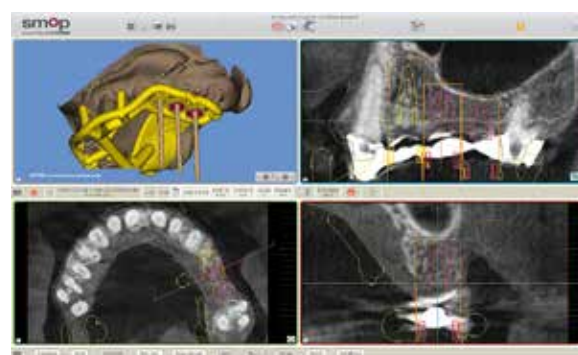
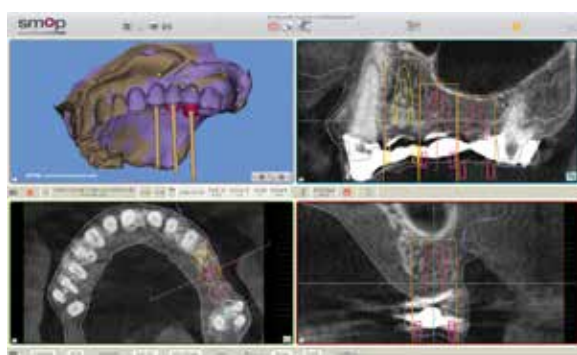


Abb. 2 und 3: Intuitive Planung der Implantatpositionen in der Software SMOP.

Operativer Eingriff

Zum Zeitpunkt des chirurgischen Eingriffs wurde die Operationsschablone desinfiziert und nach Freilegung des Kieferkammes im Mund einprobiert (Abb. 4). Die Schablone rastete auf den vorhandenen Zähnen ein und saß fest. Aufgrund der geringen vertikalen Knochenhöhe in regio 25 und 26 wäre im klassischen Vorgehen (ohne Schablone) ein externer Sinuslift das Mittel der Wahl gewesen. Aufgrund der virtuellen Implantatplanung respektive deren Umsetzung in die Operationsschablone (SMOP, swissmeda) konnte jedoch ein interner Sinuslift mit geführter Initialbohrung angewandt werden. Der interne Sinuslift stellt ein minimalinvasiveres Verfahren zur Knochenaugmentation in der Kieferhöhle dar. Der Kieferhöhlenboden wird über die Implantatbohrung angehoben. Im beschriebenen Fall erfolgte das Setzen der Implantatbohrung in regio 25 und 26 bis kurz vor die basale Kieferhöhlenbegrenzung. Wie aus dem Protokoll des internen Sinusliftes bekannt, wurde mit einem Osteotom der Kieferhöhlenboden frakturiert (Abb. 5). Der Mini-Elevator nach Syfrig (Helmut Zepf Medizintechnik, Seitingen-Oberflacht) diente dem zirkulären Abheben der Kieferhöhlenschleimhaut im Bereich des fakturierten Kieferhöhlenbodens (Abb. 6). Mit der Tiefenmarkierung am Instrument wurde die Eindringtiefe kontrolliert (Abb. 7). Um auf Fremdmaterialien zur Knochenauffüllung zu verzichten, diente als alleiniges Füllmaterial zwischen Kieferhöhlenboden und Kieferhöhlenschleimhaut A-PRF™ (Platelet Rich Fibrin) (Abb. 8 und 9). PRF ist eine thrombozytenangereicherte Fibrinmatrix aus dem Eigenblut des Patienten. Das Patientenblut wurde in einer speziellen Apparatur zentrifugiert und so das PRF gewonnen (Zentrifugationsverfahren nach Choukroun). Nach dem Einbringen des PRF-Clots wurden die Implantate inseriert (Abb. 9). Das abschließende Röntgenkontrollbild (OPG) bestätigte die präzise Übertragung der Planung in die klinische Situation (Abb. 11) und zeigt die gelungene subantrale Platzierung der Implantate in regio 25 und 26.

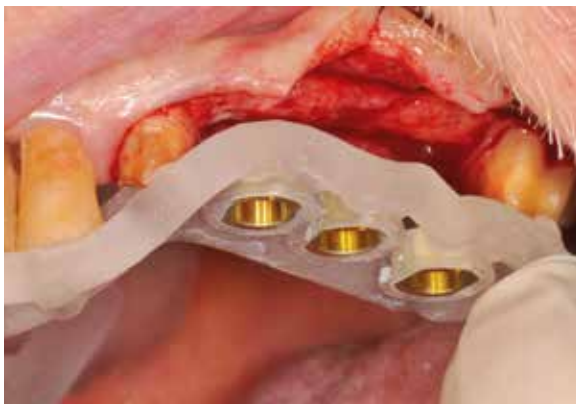


Abb. 4: Die im Rapid Prototyping erstellte Schiene im Mund des Patienten.

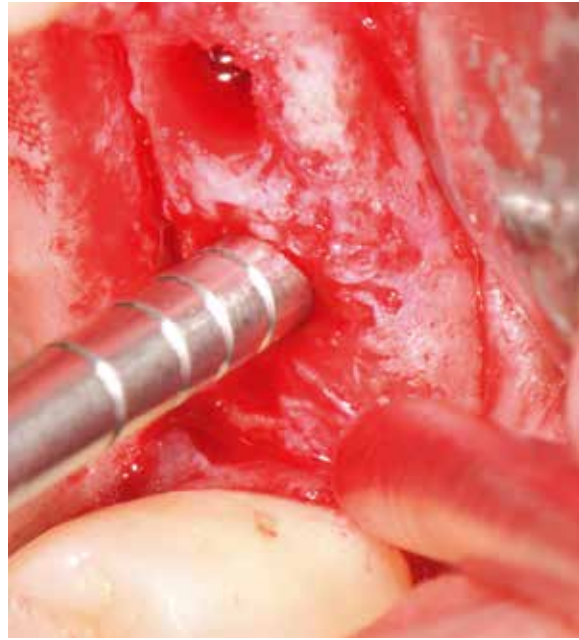


Abb. 5: Interner Sinuslift: Der Kieferhöhlenboden wurde mit einem Osteotom frakturiert.

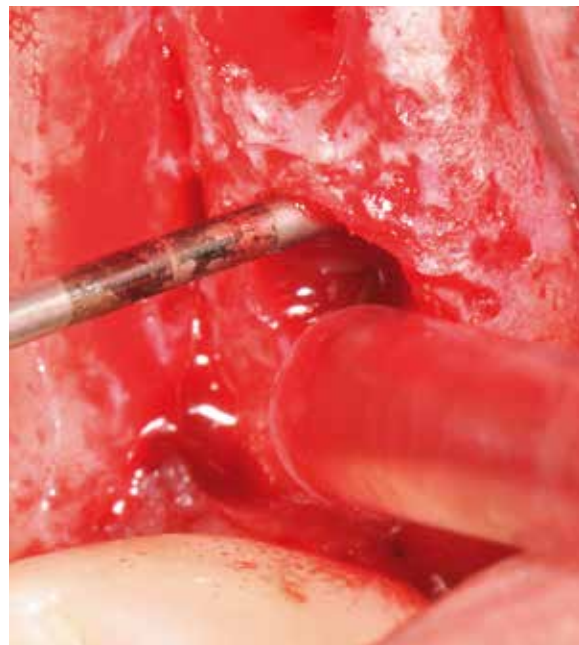


Abb. 6 und 7: Mit dem Mini-Elevator erfolgte das zirkuläre Abheben der Kieferhöhlenschleimhaut im Bereich des fakturierten Kieferhöhlenbodens. Eine Tiefenmarkierung diente der Kontrolle der Eindringtiefe..

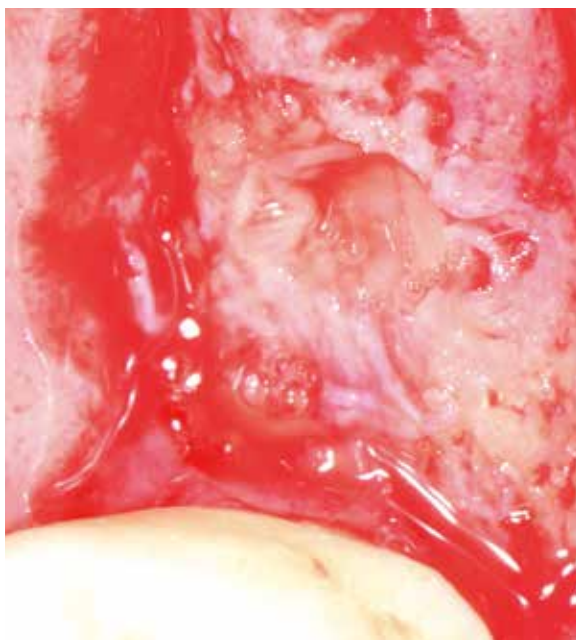
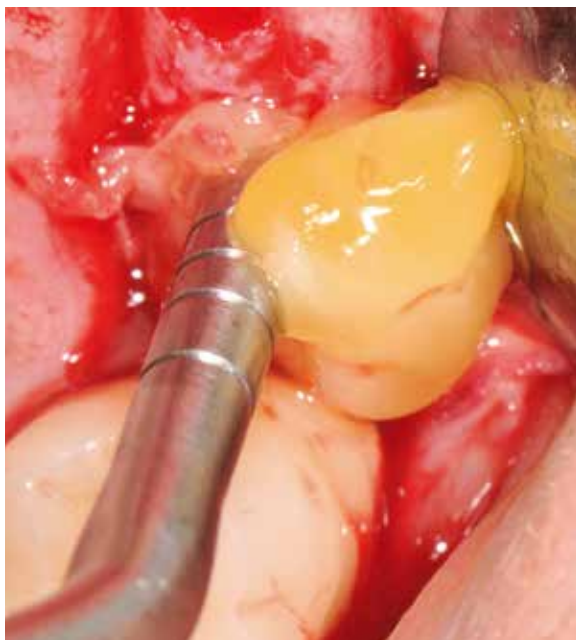


Abb. 8 und 9: Als alleiniges Füllmaterial wurde zwischen Kieferhöhlenboden und Kieferhöhlenschleimhaut A-PRF™ (Platelet Rich Fibrin) subantral eingebracht.



Abb. 10: Die Implantate regio 24, 25, 26.

Zusammenfassung

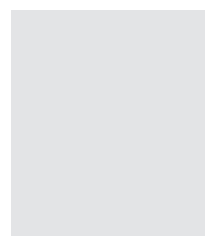
Nach einer dreidimensionalen Planung der Implantatpositionen regio 24, 25 und 26 erfolgte eine schablonengeführte Implantatbettauflbereitung. Aufgrund des geringen vertikalen Knochenangebotes war in regio 25 und 26 ein Sinuslift indiziert. Im klassischen Vorgehen wäre ein externer Sinuslift notwendig gewesen. Dank der virtuellen Implantatplanung und der präzisen Umsetzung selbiger in eine Operationsschablone konnte über einen internen Sinuslift der operative Aufwand signifikant reduziert werden.

Fazit

Mit der schablonengeführten Implantatinsertion kann in bestimmten Situationen ein deutlich minimalinvasiveres Vorgehen angeboten werden, so wie im vorgestellten Fall. Generell bringt die navigierte Implantation eine hohe Behandlungssicherheit und Vorhersagbarkeit. Mit einem intuitiven Implantatplanungssystem wie SMOP kann das Vorgehen effizient gestaltet werden. Als Vorteile der vorgestellten Planungssoftware sind unter anderem der um einige Schritte verkürzte Arbeitsablauf, die offenen Schnittstellen, die intuitive Bedienung sowie die überschaubaren Kosten zu nennen. Neben einer jährlichen Nutzungsgebühr fallen ausschließlich fallspezifische Kosten an.



Abb. 11: Das Kontrollröntgenbild bestätigte die exakte Übertragung der Implantatpositionen von der Planung in den Kiefer.



Dr. Claudio Cacaci
 IMPLANTAT COMPETENCE CENTRUM
 Dr. Claudio Cacaci & Dr. Peter Randelzhofer
 Weinstraße 4
 80333 München
www.icc-m.de