

Die CAD/CAM-Technologie ermöglicht die computergestützte Herstellung der Prothetik. Dies umfasst die Planung der Versorgung und die nachfolgenden Schritte entsprechend des im Computer generierten Designs: Bearbeitung, Sintern, Fräsen und 3D-Druck.¹⁻¹⁰ Die Technologie wurde in den 1980er-Jahren zunächst für die Versorgung an Zähnen eingesetzt und später auf die Versorgung von Implantaten ausgeweitet. Für die Herstellung einer Prothetik auf Implantaten war es notwendig, verschiedene Technologien zu entwickeln, die die Position des Implantats und die Ausrichtung der prothetischen Verbindung im Mund des Patienten registrieren und diese in einer Software wiedergeben konnten. Dieser Punkt war von größerer Komplexität im Vergleich zur Wiedergabe von Stümpfen natürlicher Zähne.^{11,12}

Literatur



Implantatprothetik mittels CAD/CAM

Dr. Eduardo Anitua, PhD, DDS

Der sogenannte „Scanbody“ ermöglicht, ein virtuelles Arbeitsmodell zu erzeugen und kann mittels eines intraoralen Scans des Implantats mit verschiedenen Positionierern oder zum anschließenden Scannen des auf herkömmliche Weise hergestellten Modells verwendet werden.^{13,14} Der Trend zum vollständig digitalen Workflow setzt sich zunehmend fort, wobei Intraoral-scanner immer leistungsfähiger und genauer in der Erfassung der oralen Strukturen und der Übertragung der digitalen Abformungen auf das digitale Arbeitsmodell¹⁴⁻¹⁷ werden. Die Wahl zwischen einem vollständig digitalen

Workflow oder einem kombinierten Workflow ist möglich. Bei Letzterem sind bestimmte Arbeitsschritte für die konventionelle Prothetik und das digitale Vorgehen entsprechend kombiniert.

Dennoch bestehen trotz der Fortschritte im vollständig digitalen Workflow immer noch Ungenauigkeiten im Vergleich zum herkömmlichen, sodass es zu Risiken beim „passive fit“ und einer hermetisch dichten Passung kommen kann, insbesondere bei der Implantatprothetik.¹⁴⁻²³ Das HTL CAD/CAM-Labor (HTL=Human Technology Lab) arbeitet mit der Technik des Frä-

sens oder Sinterns sowie auch des 3D-Drucks für die Modelle. Dafür verfügt es über 5-Achs-Fräsmaschinen, die für die Herstellung von Gerüsten ausgestattet sind: Co-Cr, Titan, Zirkonium, Lithiumdisilikat und eine Vielzahl von Materialien für Provisorien (PMMA, Composites...).

Die Arbeit mit 5-Achs-Maschinen ermöglicht eine große Vielseitigkeit bei der Oberflächenbearbeitung und eine gleichzeitige Verbesserung der Einstellungen und Geschwindigkeit. Aus diesem Grund kann bei Arbeiten durch das HTL-Labor ein „passive fit“ und die

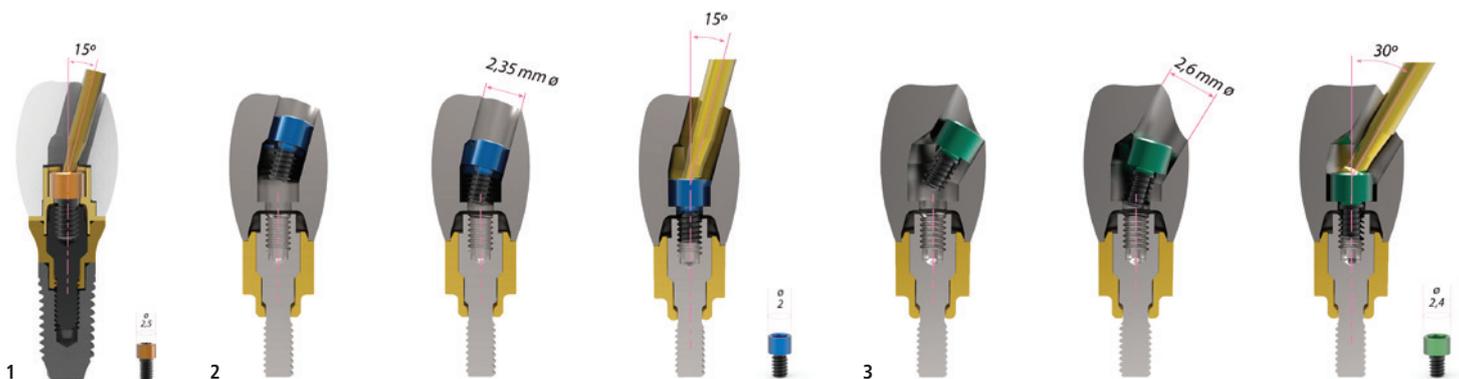


Abb. 1 und 2: Schrauben für die Winkelung auf einer Distanzhülse. – Abb. 3: Schraube für die Angulation auf einer Distanzhülse, mit erweiterter/breiter Klebebasis oder breiter Plattform.

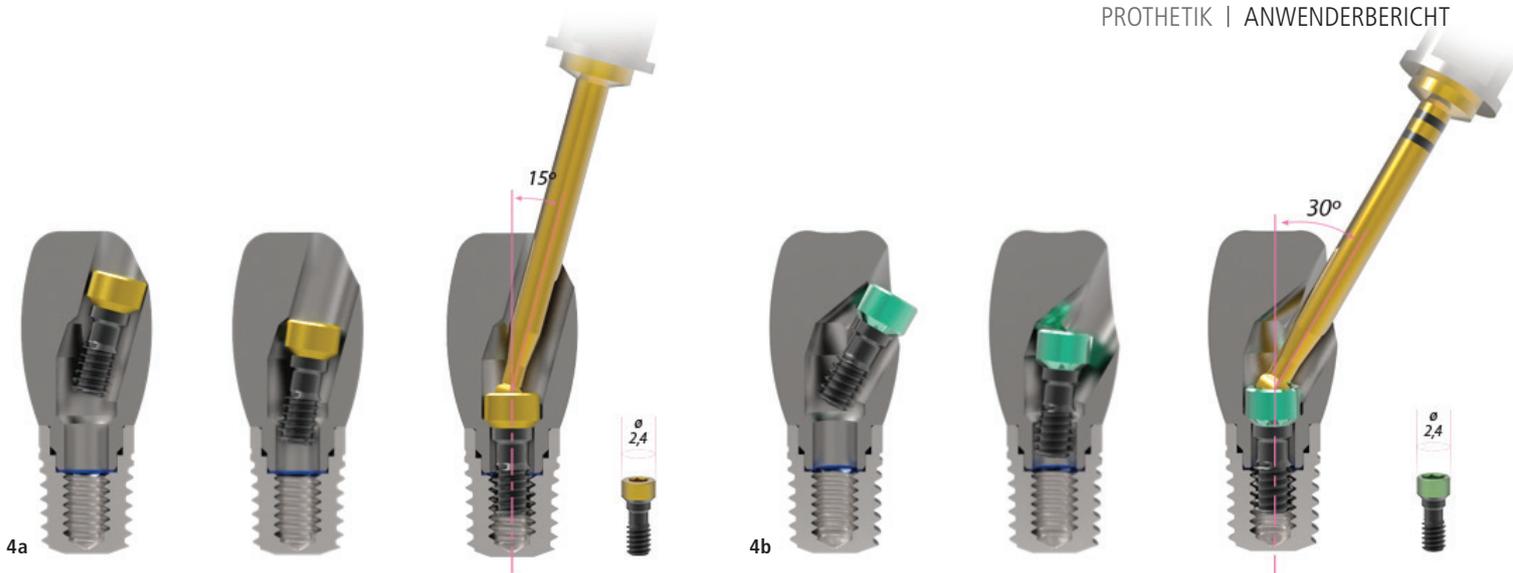


Abb. 4a und b: Direkte Verschraubung auf dem Implantat mit Schraubendrehern. – Abb. 5 und 6: Einsetzen der Schrauben in unterschiedlich abgewinkelte Kanäle.

Präzision von Strukturen von bis zu 14 Einheiten garantiert werden.

Die Restaurationen, die wir mit dieser Technologie herstellen können, reichen von Einzelkronen bis hin zu kompletten Rehabilitationen. Die Optionen beinhalten zementierbare Versorgungen (auf individuell gefertigten CAD/CAM-Abutments), direkte Verschraubung auf dem Implantat oder der Distanzhülse sowie gefräste Strukturen, die auf das Abutment zementiert werden.

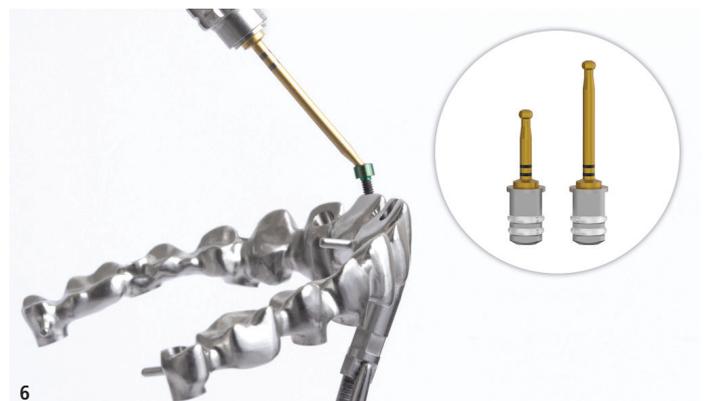
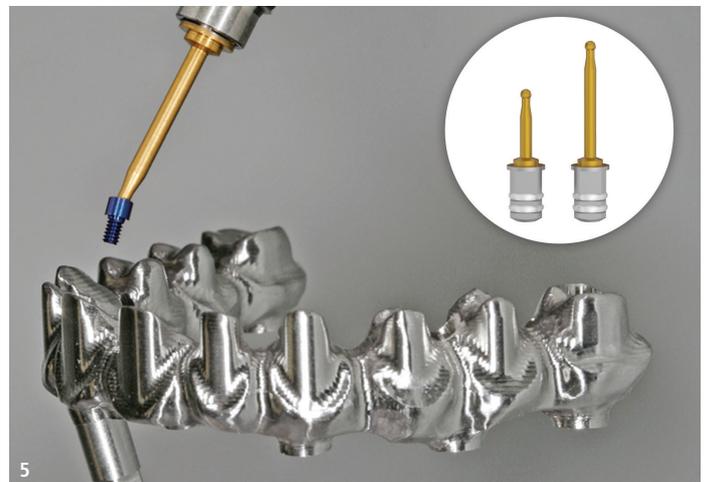
Für Hybridversorgungen können auch Stegarbeiten und Suprastrukturen mit Passungen für spezifische Verankerungen (horizontale Bohrungen, Einsätze für Lokatoren oder Kugelanter) hergestellt werden. Schließlich ist einer der Hauptvorteile der CAD/CAM-Fertigung – was in den letzten Jahrzehnten die größte Revolution für die Implantatprothetik bedeutete – die Änderung der Verschraubungsachse, die es ermöglicht, die Ästhetik zu verbessern.²⁵

Aus diesem Grund gibt es spezielle Schraubendreher, welche Schrauben in abgewinkelte Strukturen/Schraubenkanäle eindrehen können. Die Änderung der Winkelung des Schraubenkanals in der Prothetik ist dank der Konstruktion einer speziellen Kombination aus Schraubendreher und Schraube möglich, die es uns erlaubt, die Schraube trotz der Neigung des Kamins von bis zu 30 Grad korrekt einzusetzen. Im Falle von HTL haben wir zwei Möglichkeiten:

- Schrauben für Abwinkelungen von Gerüsten auf Distanzhülsen: Schraube von 2 mm Kopfdurchmesser für Gerüste mit Abwinkelungen von 0 bis 15 Grad (blaue Farbe – Standardschraube) mit ihrem spezifischen Dreher und Schraube von 2,4 mm Durchmesser für Abwinkelungen zwischen 15 und 30 Grad (grüne Farbe) mit deren spezifischem Schraubendreher. Diese Schrauben ermöglichen ein Anzugsdrehmoment von 10 bis 15 Ncm², was das Lösen bei guter passiver Passung sehr schwierig macht. Im Falle der Verwendung von Klebebasen

gibt es eine Schraube mit einem Durchmesser von 2,5 mm (ermöglicht eine Winkelung von bis zu 15 Grad, Abb. 1–3).

- Für die direkte Verschraubung auf dem Implantat stehen zwei Größenoptionen zur Auswahl: Eine Schraube mit einem Kopfdurchmesser von 2,4 mm (Standardschraube) für Abwinkelungen zwischen 0 und 15 Grad und eine Schraube mit einem Kopfdurchmesser von 2,56 mm für Abwinkelungen zwischen 15 und 30 Grad (Abb. 4a und b).



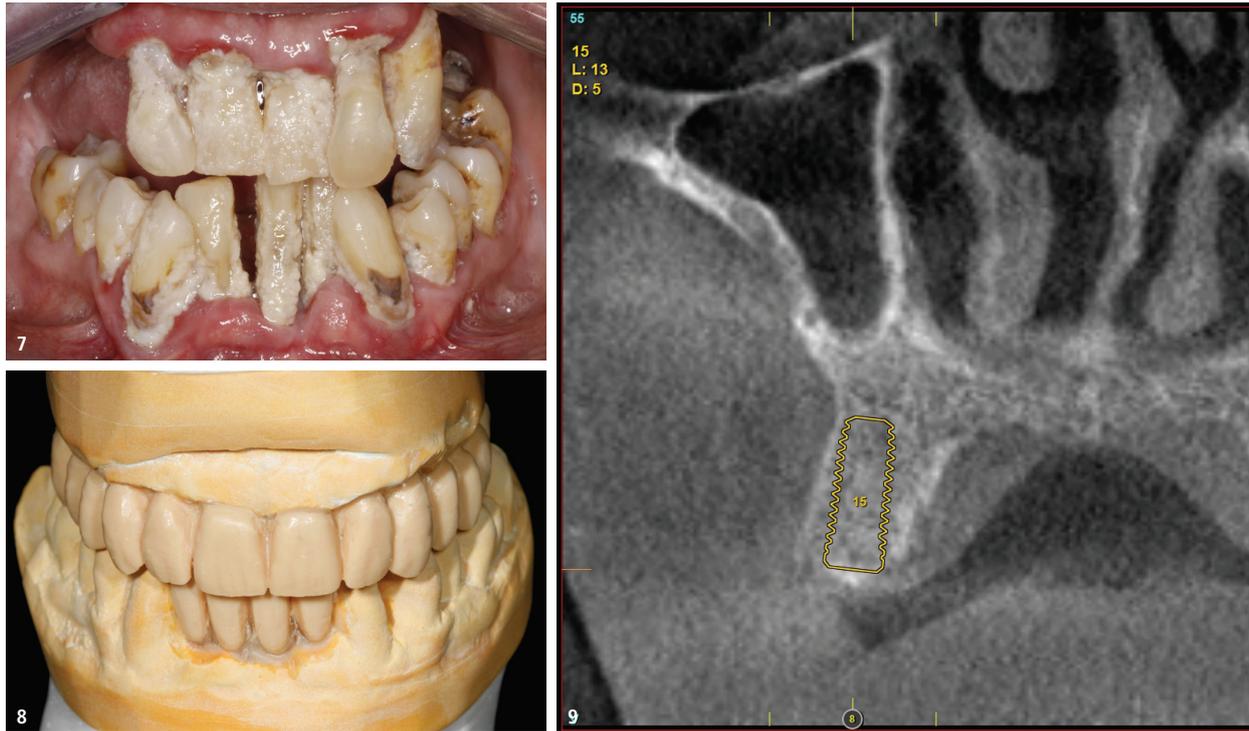


Abb. 7: Intraorale Ansicht. – **Abb. 8 und 9:** Diagnostisches Wax-up und Planung von Implantaten im oberen posterioren Bereich sowie die Extraktion der anterosuperioren und anteroinferioren Front, um Implantate auch in diesem Bereich einzusetzen. Innerhalb von 24 Stunden nach Extraktion und Implantation erfolgt eine Sofortbelastung. – **Abb. 10 und 11:** Sofortbelastung (auf Distanzhülsen) innerhalb von 24 Stunden nach der OP. – **Abb. 12:** Vestibuläre Verschraubungen im ästhetischen Bereich in der Versorgung mit progressive loading.

In beiden Fällen (Verschraubung auf dem Implantat oder auf einer Distanzhülse) haben die Schrauben eine spezifische Oberflächenbehandlung (Ti Black), welche ihre Vorspannung erhöht und ähnliche Ergebnisse wie Gold liefert. Die Schraubendreher für das Einsetzen sind spezifisch. Es gibt einen für Winkel von bis zu 15 Grad und einen anderen für Winkel von 15 bis 30 Grad (Abb. 4a und b), was uns eine ausgezeichnete Vorspannung garantiert.

In diesem Beitrag zeigen wir einen komplexen Fall, der mit der im HTL entwickelten CAD/CAM-Technologie versorgt wurde.

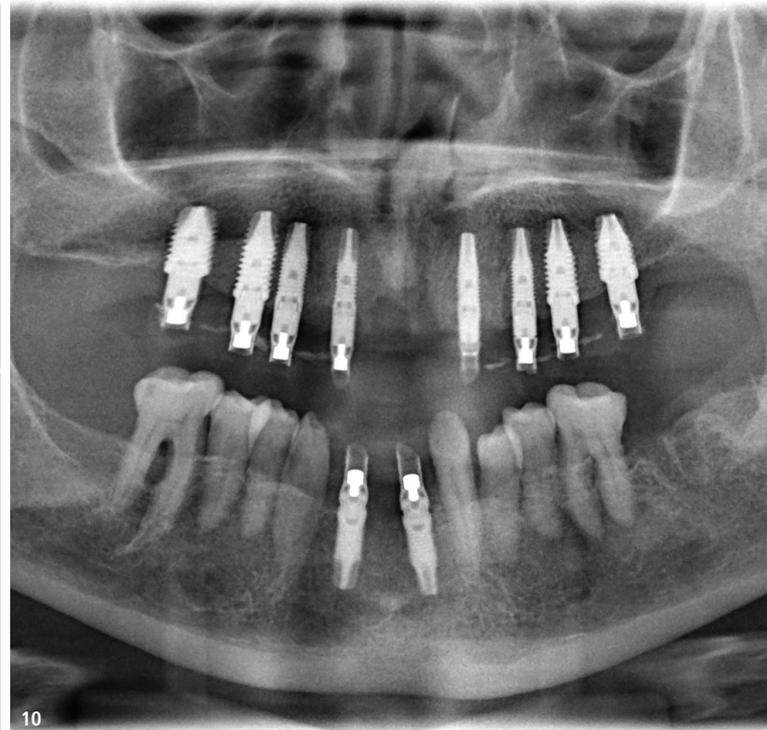
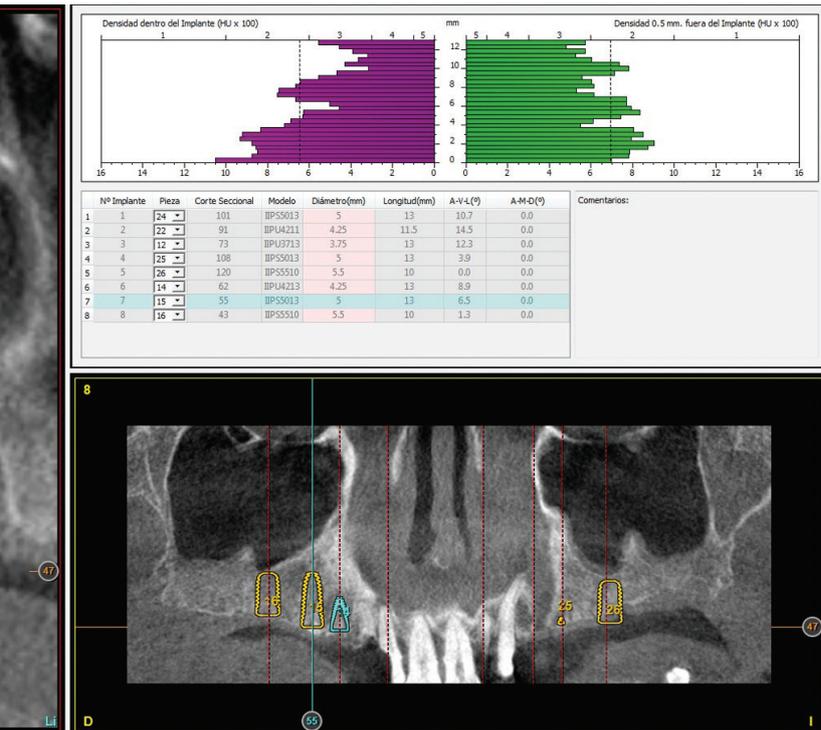
Klinischer Fall

Wir präsentieren den Fall eines 67-jährigen Patienten, der zur Rehabilitation für Zahnimplantate mit einer fortgeschrittenen Parodontitis mit großer Anhäufung von bakterieller Plaque, generalisiertem Knochenverlust und Extrusion der Oberkieferfront und dem Verlust der vertikalen Dimension in den posterioren Bereichen zu uns kam (Abb. 7). Es wurde ein diagnostisches Wax-up durchgeführt, um die Zunahme der notwendigen vertikalen Dimension sowie die Extraktionen und Platzierungen von Implantaten zu planen und eine chirurgische

3D-Planung durchzuführen (Abb. 8 und 9). Nach dem chirurgischen Eingriff wurde unter Sofortbelastung ein Langzeitprovisorium sowohl im Oberkiefer als auch anterioren Unterkiefer eingesetzt (Abb. 10 und 11).

Diese Versorgungen wurden auf der Basis von Titanzylindern aus fiberglasverstärktem Kunststoff hergestellt. Nach sechs Monaten wurde eine Versorgung zur progressiven Belastung angefertigt, um die Okklusion anzupassen und die Muskelreaktion bei dieser starken Veränderung der vertikalen Dimension zu kontrollieren. Bei dieser Versorgung lag der vestibuläre Austritt der Schrauben in einigen Bereichen mit extremer Atrophie vestibulär, nämlich dort, wo die Implantate mit einer großen Neigung platziert werden mussten (Abb. 12). Drei Monate nach der progressiven Belastung wurde die definitive Versorgung hergestellt. Durch die CAD/CAM-gefertigte Änderung der Ausrichtung der Schraubenkanäle wurde die Ästhetik der Rehabilitation verbessert (Abb. 13–17).

Neun Jahre nach dem Einsetzen der Versorgung konnte die Stabilität der Behandlung beurteilt werden. Im Laufe dieser Jahre war es notwendig, die posterioren Zähne im vierten Quadranten zu extrahieren und diesen Bereich zu rehabilitieren (Abb. 18).



Diskussion

Bei vielen Gelegenheiten wird die Entscheidung, ob die Prothetik verschraubt oder zementiert wird, durch die Ausrichtung der Schraubenkanäle bestimmt, da diese einen starken Einfluss auf die endgültige Ästhetik einer Arbeit haben.^{2,5} Die durch die CAD/CAM-Technologie gebotene Möglichkeit, die Ausrichtung zu ändern, erleichtert die Verwendung von verschraubten Versorgungen in Fällen, in denen es aus ästhetischen Gründen sonst sehr schwierig wäre. Hierdurch wird der Indikationsbereich zum Vorteil für Behandler und Patienten deutlich erweitert. Das Interessanteste dabei ist, dass es möglich ist, die bukkolinguale und auch mesiodistale Angulation zu ändern. Dies schränkt den Bedarf an zementierten Versorgungen ein, da verschraubte Versorgungen den großen Vorteil der Abnehmbarkeit haben.^{1,11}

Die Einstellung und Reproduktion der Schlüsselbereiche der Prothetik in Abhängigkeit von der verwendeten Fertigungstechnik sind auch ein Diskussionspunkt bei der Herstellung der Prothetik per CAD/CAM. Der 3D-Druck ist ein aufkommender Bereich dieser Art von Verfahren, der die Realisierung provisorischer Versorgungen, hauptsächlich aus Kunststoff, und Interimsversorgungen zur Sofortbelastung ohne Funktion ermöglicht.^{19–21} Gleichzeitig ist es heute möglich, hervorragende Modelle herzustellen, in denen sogar Stümpfe und Implantate gemischt werden können. Was die Entwicklung der definitiven Versorgung betrifft, so hat das Sinterverfahren Vorteile wie niedrigere Kosten und höhere Produktivität im Vergleich zum Fräsen.¹⁰ Das Fräsen hat bessere Eigenschaften der Reproduzierbarkeit und Einstellung, da es mit verschiedenen Materialien durchgeführt werden kann, was seine Vielseitigkeit, aber vor allem seine Präzision und Qualität erhöht. Heute korri-



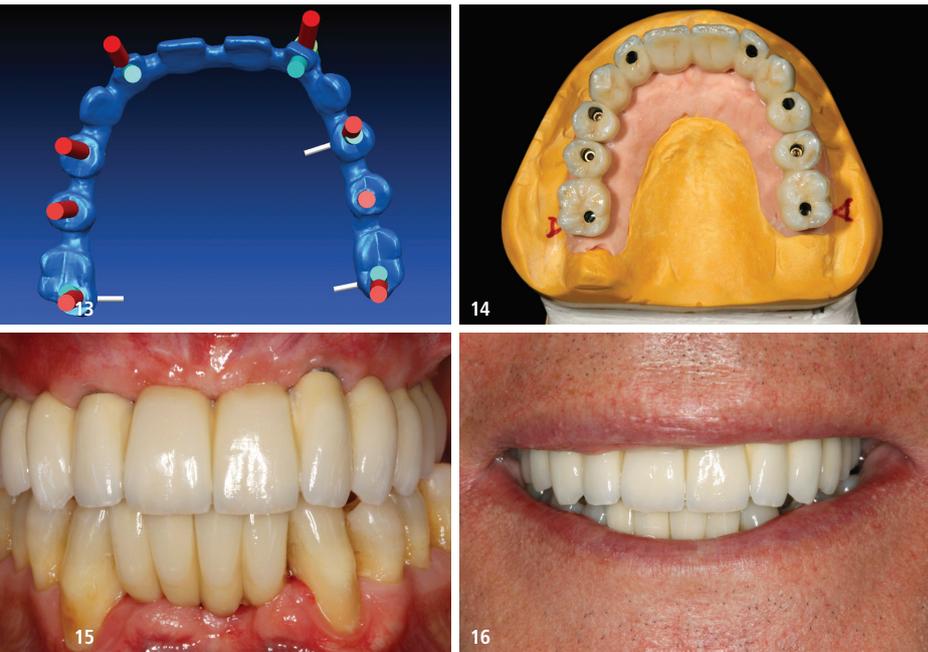
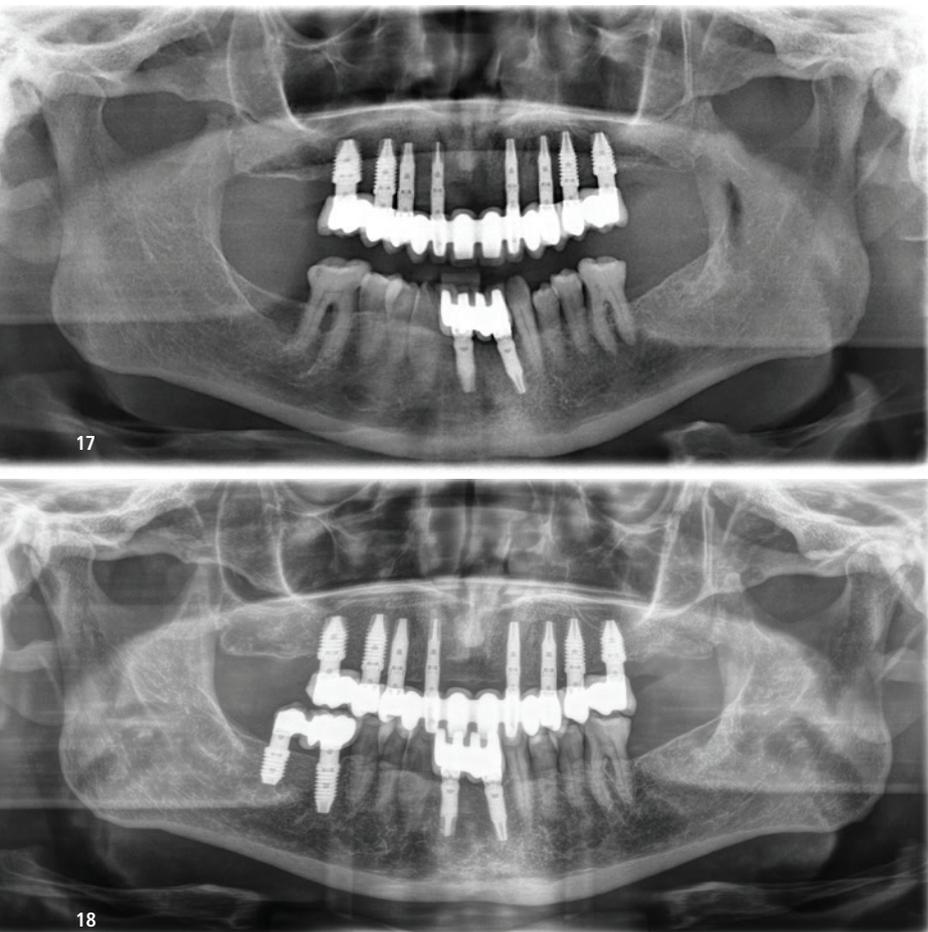


Abb. 13–15: Schraubenkanalkorrektur durch CAD/CAM, Herstellung der oberen und unteren Gerüste auf Distanzhülsen und konventionelle Verblendung mit Keramik. Die obere Versorgung wird in drei Abschnitten durchgeführt (und könnte durch die Anzahl der Implantate auch in vier Segmenten durchgeführt werden). Dies ermöglicht es, einen gewissen Grad an Bewegung des Oberkiefers aufrechtzuerhalten und verbessert den passiven Sitz der Gerüste.

Abb. 16–17: Oberkieferprothetik, deren Ästhetik durch CAD/CAM mit der Korrektur der Angulation der Schraubenkanäle verbessert wurde.

Abb. 18: Panoramaaufnahme neun Jahre postoperativ.



Noch tiefer einsteigen?



Hier gibt's mehr

Bilder.



giert die neue Sinter- und Bearbeitungstechnologie dieses Qualitätsproblem, da nicht nur die prothetische Verbindung, sondern auch der Schraubensitz gefräst werden können.^{22,23}

Was auch immer unsere Option bei der Herstellung einer Versorgung mit CAD/CAM ist, der Einsatz dieser neuen Technologie hat den Fokus der Prothetik auf konventionelle Implantate verändert und bietet uns neue Horizonte und Perspektiven, die das Erreichen hochwertiger Restaurationen mit hohem ästhetischem Ergebnis und in kürzerer Zeit erheblich erleichtern.^{1–3} Die Herstellung dieser Prothetik zusammen mit der Verwendung von Distanzhülsen verbessert auch die Dichtheit der Implantatprothetik und bewahrt gleichzeitig die Verbindung zwischen dem periimplantären Weichgewebe und dem prothetischen Element, was die Abnehmbarkeit der Prothetik ermöglicht.²⁴

Schlussfolgerung

Die CAD/CAM-Technologie kann die Abwinkelung von Schraubenkanälen korrigieren, die durch eine ungünstige Implantatausrichtung entstehen, was eine dreidimensionale Individualisierung des Eintrittsprofils der Schraube ermöglicht und neben der Abnehmbarkeit eine ästhetische und funktionale Alternative zu einer zementierten Prothetik darstellt.

Kontakt **Dr. Eduardo Anitua, PhD, DDS**
 Clínica Dental Eduardo Anitua
 Jose Maria Cagigal Kalea, 19
 01007 Gasteiz, Araba
 Spanien

SDS SCIENCE - 2 Arbeitstage wissenschaftliche Unterstützung durch eine habilitierte Fachkraft im Wert von 1.600,00 €



OP-Tray zum halben Preis im Wert von 1.599,50 €

Aim Set mit 33,3% Rabatt im Wert von 1.082,00 €



Osteotome Set im Wert von 985,00 €



Fortbildungsgutschein im Wert von 1.000,00 €



SDS SPECIAL 20+



Bei einem Kauf von 20 Implantaten erhalten Sie eine der folgenden Optionen, mit denen SDS Sie in Ihrer Arbeit und Entwicklung unterstützt, dazu

4x BASELINE & BOOST Supplements zur OP-Unterstützung im Wert von 1.080,00 €

1 Jahr SDS Study Club Mitgliedschaft im Wert von 1.200,00 €



Media Package im Wert von 950,00 €



4x