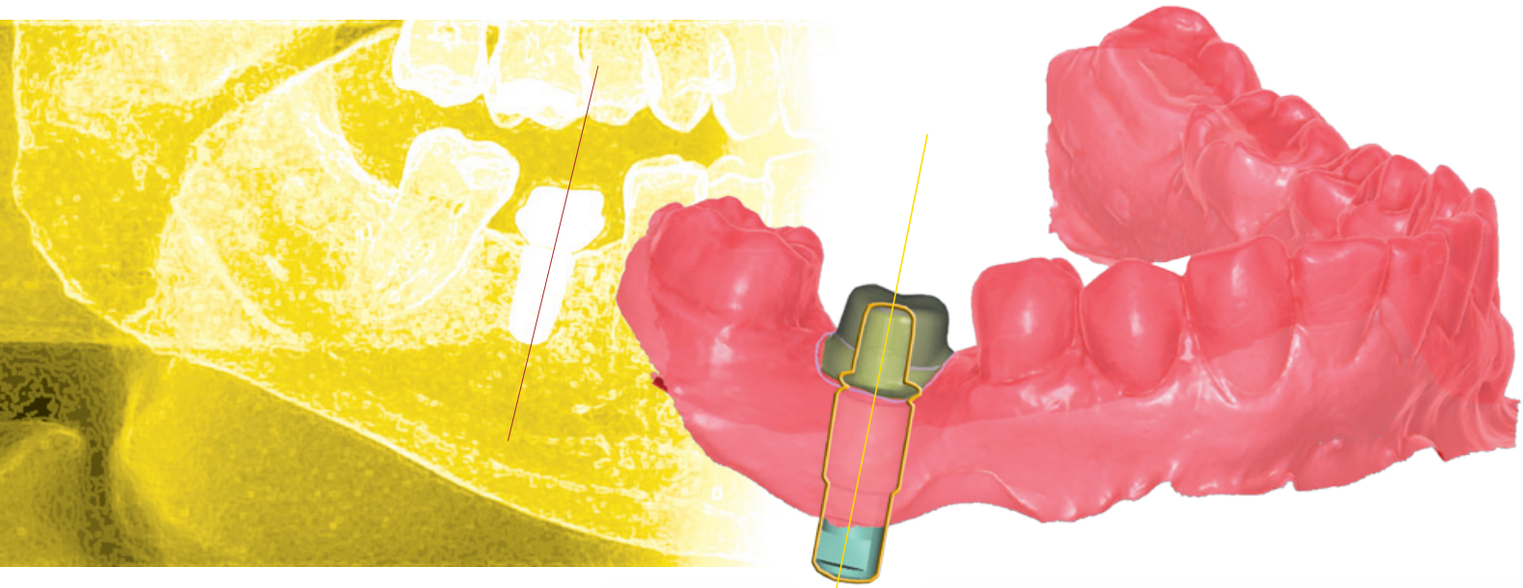
Der komplette digitale Workflow vom DVT bis zur Versorgung

Gerhard Stachulla, ZTM

Chirurgie: Dr. Claudio Cacaci, ICC München
Prothetik: Dr. Peter Randelzhofer, ICC München
Digitale Vorplanung: Gerhard Stachulla, ZTM Affing
Zahntechnik: Dedicam/Camlog; Hajo Lotz, ZTM Weikersheim; R&K, Berlin



Zurzeit ist der digitale Workflow als Schlagwort in nahezu allen dentalen Medien präsent. Ziel der in diesem Artikel beschriebenen Arbeit war, mit so wenigen analogen Schritten wie möglich auszukommen. Da es sich um eine implantatprothetische Versorgung handelt, war die Herausforderung umso größer. Die Idee, bereits aus der digitalen Planung heraus den kompletten Arbeitsprozess zu fertigen, war im Fokus des Behandlerteams, musste aber wegen den Anforderungen an die Passgenauigkeit zum Teil wieder verworfen werden. Es blieb aber der Weg über ein digital erstelltes Langzeitprovisorium.

Als Planungsunterlagen werden ein DVT sowie OK/UK Alginatabformungen erstellt. Die Superhartgipsmodelle werden mit Hilfe eines Labor Scanners in STL-Datensätze umgewandelt (Abb. 1 - 2). Der DICOM-Datensatz des Patienten wird vom Behandler in die SMOP-Planungssoftware (Swissmeda AG, Zürich) eingelesen und anschließend zur Weiterverarbeitung dem Partnerlabor online freigegeben. Hier wird der UK STL-Datensatz in die Planungssoftware gematched und eine Implantatposition vorgeplant (Abb. 3). Da die Planung üblicherweise prothetisch orientiert sein soll, wird im SMOP-Planungsprogramm ein Wax-up erstellt und die Implantatposition hierfür optimiert (Abb. 4 - 7). Bei umfangreicheren Restaurationen muss das Wax-up in einer okklusalen Relation zum Gegenkiefer entweder analog oder digital erstellt werden, um anschließend ebenfalls in die Planung eingematched zu werden.

In der SMOP-Planungssoftware kann nun die Bohrschablone mit wenigen Arbeitsschritten konstruiert (Abb. 8) und als STL-Datensatz an ein Fertigungszentrum versendet werden. Dort erfolgt der 3D-Ausdruck mit einem Präzisionsdrucker von ‚Objet', hergestellt aus einem für die Medizin zugelassenen Material (MED 610).

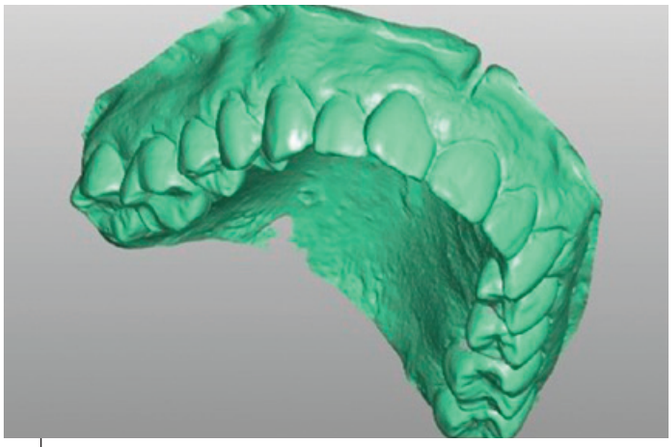


Abb. 1: STL-Datensatz aus dem gescannten Gipsmodell …

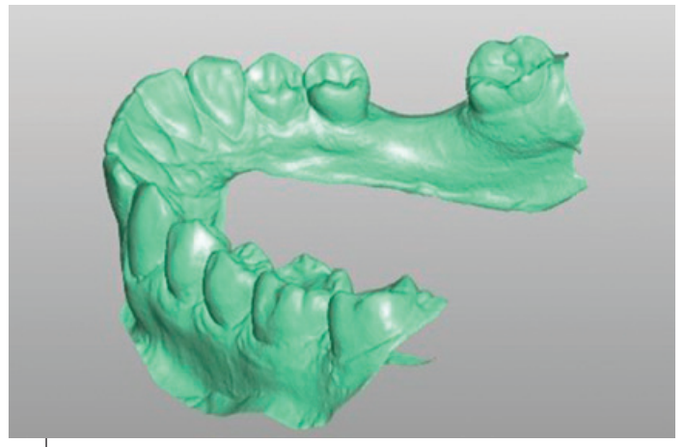


Abb. 2: … könnte auch ein Datensatz aus einem Intraoral-Scanner sein.

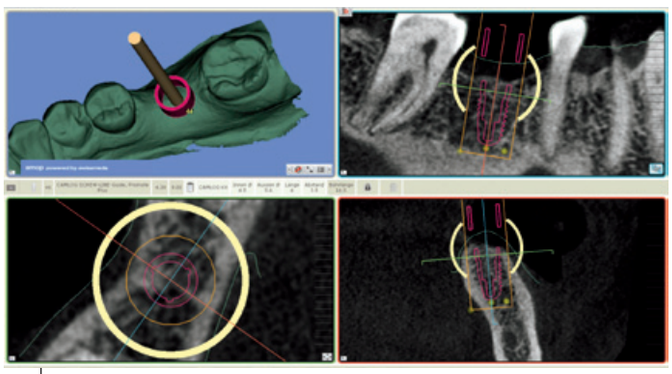


Abb. 3: Übersicht: Implantatposition im SMOP-Planungsprogramm

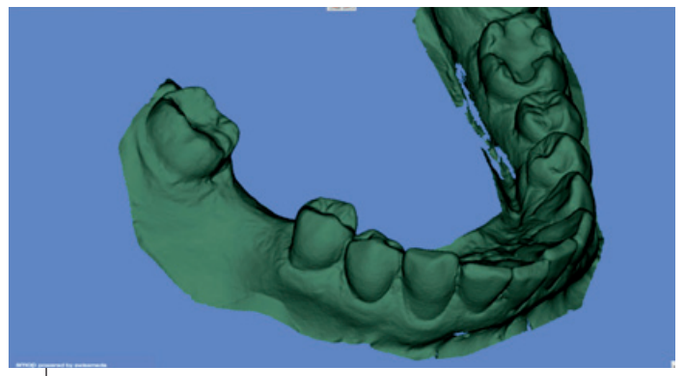


Abb. 4: In der Planungssoftware wird auf das Modell …

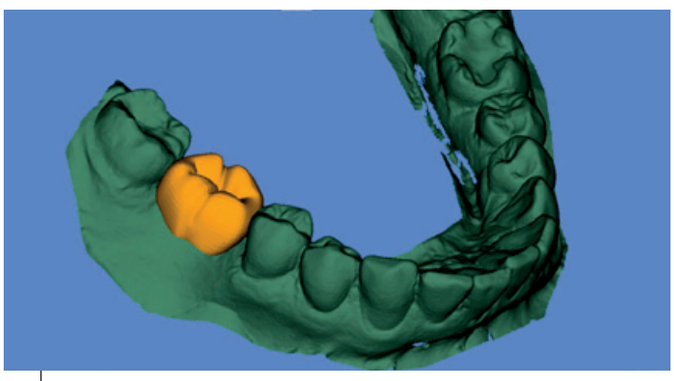


Abb. 5: …die Prothetik geplant und…

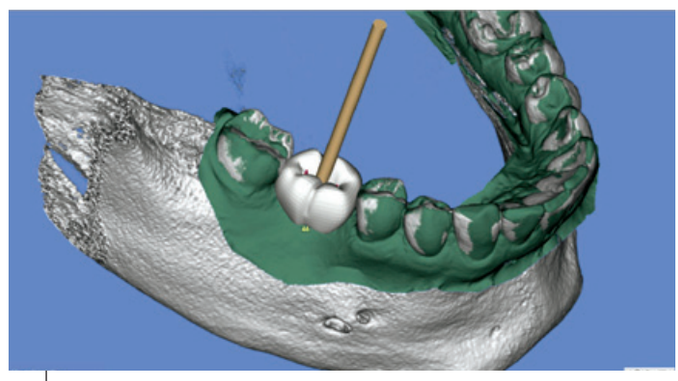


Abb. 6: …an die knöcherne Situation angepasst.

Als weitere Option besteht die Möglichkeit, in der Software auf das Implantat verschiedene Abutments zu positionieren. Wir setzen ein Scanabutment und lesen die Position als STL-Datensatz aus (Abb: 9). Hiermit kann nun in beliebigen CAD Softwareprogrammen weiterkonstruiert werden (Abb. 10 - 12).

Der Fertigung eines individuellen Abutments und einer dazu passenden provisorischen Krone steht nun nichts mehr im Wege. Das Abutment-Design für die vom Labor geplante Arbeit wurde im Dedicam Fertigungszentrum (Camlog/Wimsheim) hergestellt (Abb. 13 - 15). In die in der Zwischenzeit gelieferte Bohrschablone wird die für das Implantatsystem geeignete Bohrhülse befestigt und das ganze an den behandelnden Zahnarzt geliefert (Abb. 16).

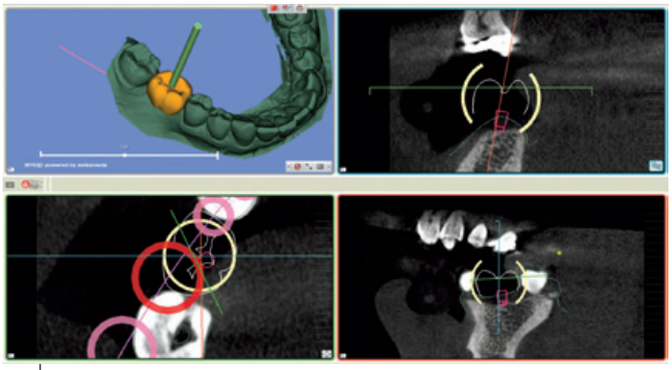


Abb. 7: Optimierte, prothetisch orientierte Implantatposition

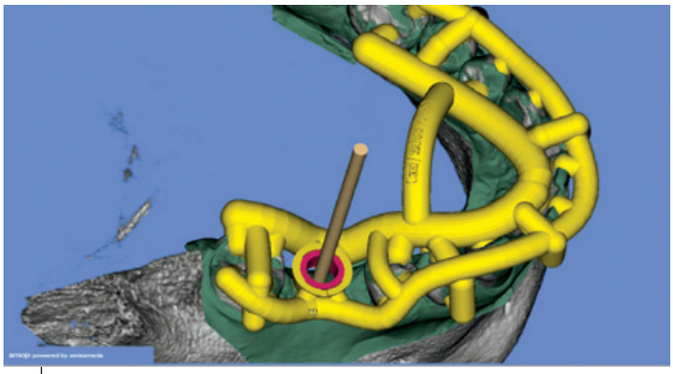


Abb. 8: Das SMOP-Bohrschablonendesign funktioniert wie ein Klammermodellguss, die Haltebügel liegen gezielt unter dem Äquator.

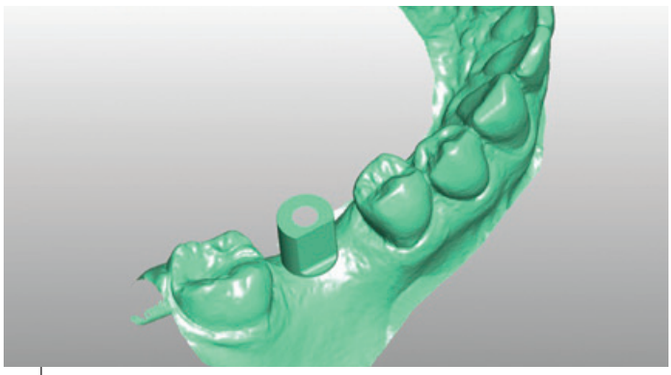


Abb. 9: STL-Datensatz aus dem Planungsprogramm mit der Position eines Scan-Abutments

Abb. 10: Die STL-Modelle werden einartikuliert …

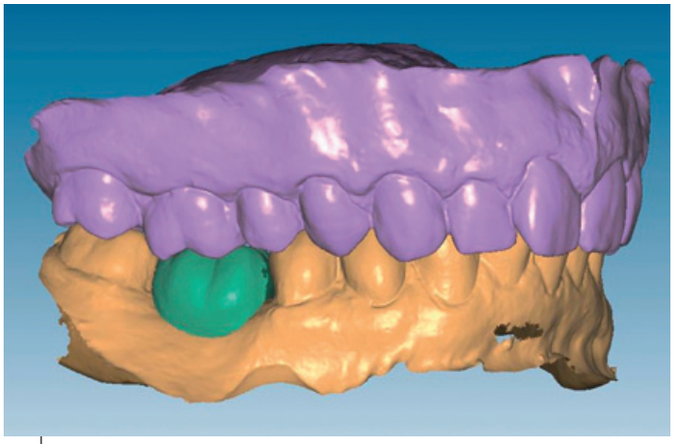


Abb. 11: … der Zahnersatz wird funktionell …

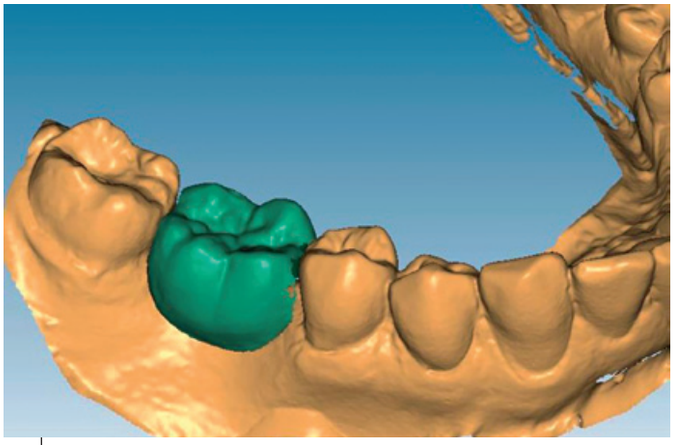


Abb. 12: … passend zum Zahnbogen designed

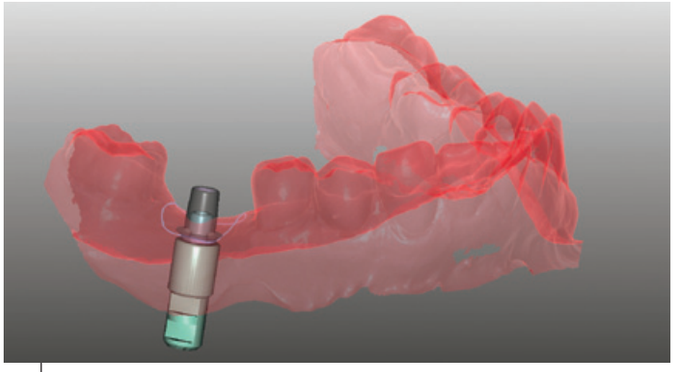


Abb. 13: Auf Basis der gelieferten Datensätze …

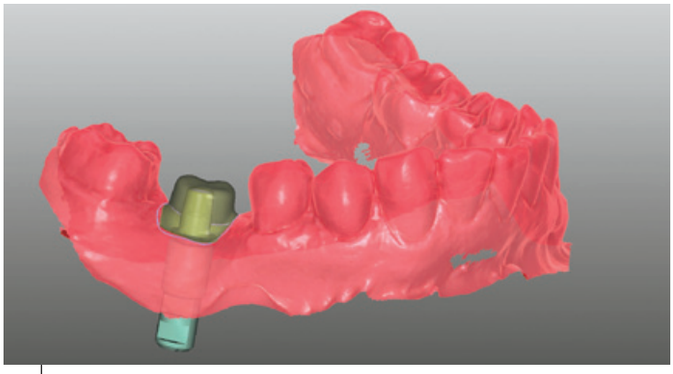


Abb. 14: … wird im Fräszentrum das Abutment auf Titan-Basis und Zirkonaufbau und…

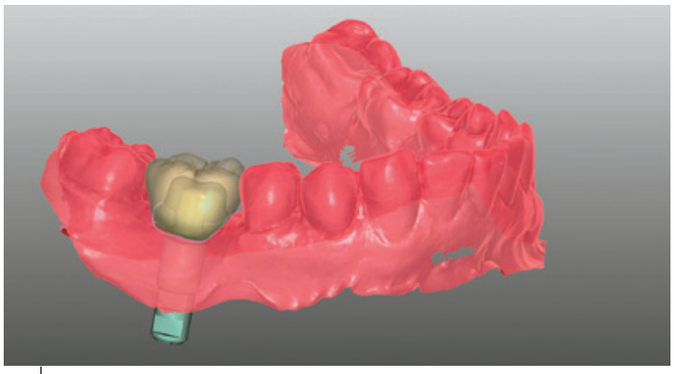


Abb. 15: … die Krone aus PMMA fertiggestellt.

Abb. 16: Das Päckchen für den Zahnarzt, alles digital erstellt.

Abb. 17: Orale Situation vor OP

Abb. 18: Passungskontrolle der Schablone

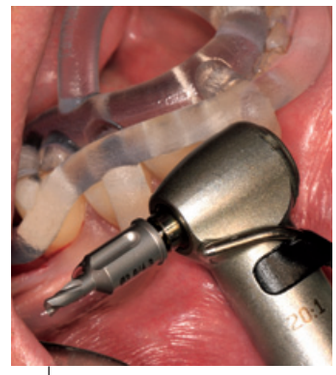


Abb. 19: Camlog Guide Pilotbohrer

Abb. 20: Camlog Guide Finalbohrer mit neuer Schneidengeometrie

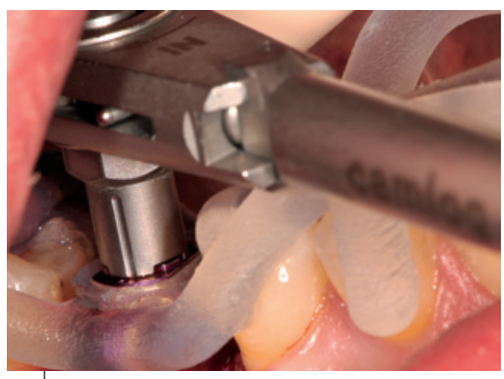


Abb. 21: Camlog Guide Einbringwerkzeug mit Markierung für die richtige Rotationsposition

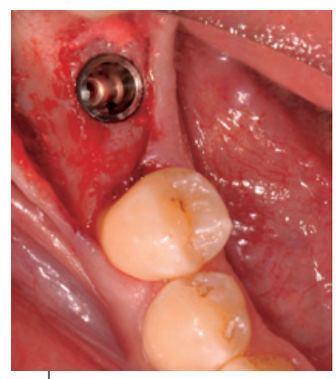


Abb. 22: Implantatposition mit …

Mit diesen komplett digital gefertigten Unterlagen wird die OP im analogen Workflow durchgeführt. Der Schablonensitz wird überprüft und die Gingiva mit geeigneter Schnittführung geöffnet (Abb. 17 - 18). Im neuen Camlog-Guide OP-Bohrerset sind auch Pilotbohrer enthalten (Abb. 19), um ein eventuell nötiges Knochenmanagement einfacher durchführen zu können. Die neuen Bohrergeometrien für die Aufbereitung haben nun vier Schneiden und laufen auch bei reduzierter Geschwindigkeit rund, ohne zu „schlagen" (Abb. 20). Das Implantat wird wie gewohnt durch die Schablone inseriert und passend zur Markierung an der Bohrhülse in die richtige Rotation gebracht (Abb. 21). Das Implantat sitzt an der geplanten Position (Abb. 22) und kann sofort mit dem definitiven Abutment versorgt werden (Abb. 23). Die intraoperativ verwendeten Teile sollten steril eingebracht werden. Hybridabutments können, sofern sie mit dem richtigen Kleber verarbeitet wurden, ohne weiteres im Praxissterilisator sterilisiert werden. Ivoclar gibt z.B. auf seiner Homepage eine entsprechende Anlei-

Abb. 23: … definitivem, individuellem Abutment

Abb. 24: Adaptierte Gingiva

Abb. 25: Nahtverschluss

Abb. 26: Fast passgenaue provisorische Versorgung, kleine Nacharbeit approximal nötig

Abb. 27: Röntgenbild post-OP

Abb. 28: Das reizlos ausgeheilte periimplantäre Weichgewebe

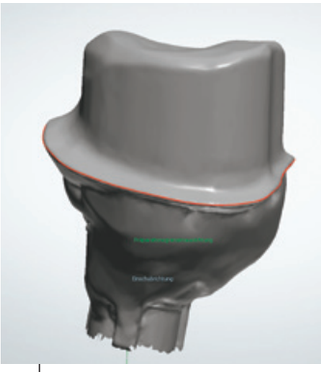


Abb. 29: Der Original-Abutment-Datensatz wird übernommen …

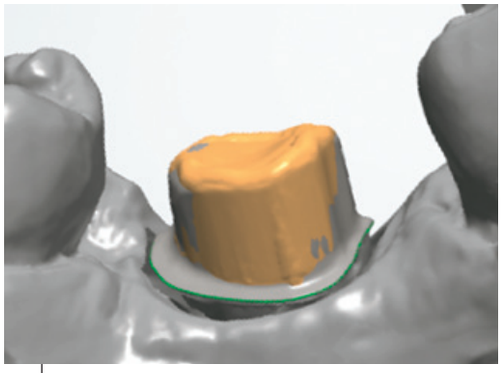


Abb. 30: … der neue Abdruckscan gibt Auskunft über die präzise Implantatposition

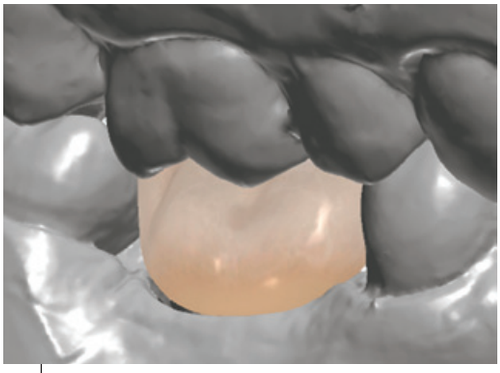


Abb. 31: Die neue e.max-Krone virtuell

Abb. 32: Die neue e.max-Krone analog, durch die Hand des Technikers veredelt

Abb. 33: Die neue e.max-Krone im Mund des Patienten

tung zur Sterilisation von verklebten Teilen mit Multilink Implant. Das periimplantäre Weichgewebe wird adaptiert (Abb. 24) und mit zwei Einzelknopfnähten fixiert (Abb. 25).

Das Eingliedern der provisorischen Krone (Abb. 26) zeigt deutlich die Grenzen des kompletten digitalen Workflows aus den DVT-Daten heraus. Der distale Kontaktpunkt ist in unserem Fall zu straff und der mesiale fehlt. Die Ursache liegt sicherlich in der Ungenauigkeit der DVT-Daten. Ebenso ist zu beachten, dass das verwendete Bohrersystem von Camlog sicherlich das präziseste auf dem Markt ist, da es im Vergleich zu den Mitbewerbersystemen mit nur einem Spalt zwischen Bohrer und Hülse auskommt. In der Literatur sind bezüglich der Genauigkeit von Schablonensystemen 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 Implantates berichtet [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. 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 Patient wird zur Nachkontrolle und zum Ziehen der Fäden in der Praxis betreut, das postoperative Röntgenbild zeigt eine ausgezeichnete Implantatposition (Abb. 27).

Vier Monate nach der OP zeigt sich das periimplantäre Weichgewebe in einem absolut reizlosen Zustand (Abb. 28). 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 Lava EOS Intraoralscanner zur Verfügung. Die Daten werden ins Fräszentrum übermittelt und die definitive Krone kann konstruiert und gefertigt werden (Abb. 29 - 32). Die Hand des Zahntechnikers kann hierbei zur Optimierung in Bezug auf Ästhetik und Funktion beitragen. Dazu sind aber Modelle und Artikulator nötig. Dies wiederum führt zu einer höheren finanziellen Belastung des Patienten. Die Eingliederung erfolgt zur Freude aller Beteiligten ohne Probleme (Abb. 33).

Fazit

Der digitale Workflow aus der Radiologie über die digitale Planung mit der Eingliederung von individuellen Abutments ist heute möglich. Den größten Vorteil in diesem Arbeitsprozess kann man durch das Eingliedern der definitiven individuellen Abutments direkt bei der OP erkennen. Das Weichgewebe wird in dem Moment optimal ausgeformt solange es durch den operativen Eingriff noch geschädigt ist. Die Idee von „one abutment one time" hat große Vorteile bezüglich einer Epithelisierung des Gewebes am Abutment und trägt somit zur höheren Lebenserwartung der Versorgung bei.

Literaturverzeichnis

1. Arisan V, Karabuda ZC, Ozdemir T., J Periodontol. 2010 Jan;81(1):43-51. doi: 10.1902/jop.2009.090348. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study.
2. Valente F, Schiroli G, Sbrenna A. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009 Mar-Apr;24(2):234-42. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study.
3. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. J Oral Maxillofac Surg. 2009 Feb;67(2):394-401. doi: 10.1016/j.joms.2008.09.033. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement.
4. Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA J Periodontol. 2008 Aug;79(8):1339-45. doi: 10.1902/jop.2008.080059 . Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants.
5. Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. J Periodontol. 2005 Apr;76(4):503-7. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results.
6. Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. J Clin Periodontol. 2007 Sep;34(9):816-21. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study.
7. Van Assche N, van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. J Clin Periodontol. 2010 Apr;37(4):398-403. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01535.x. Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism.
8. Behneke A, Burwinkel M, Knierim K, Behneke N Clin Oral Implants Res. 2012 Feb;23(2):137-43. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02176.x. Epub 2011 Mar 28. Accuracy assessment of cone beam computed tomography-derived laboratory-based surgical templates on partially edentulous patients.

ZTM Gerhard Stachulla
Affing, www.stachulla.de

Seit 1982 tätig als Zahntechnikermeister im In- und Ausland; Schwerpunkt im Bereich CAD/CAM Techniken, Implantatprothetik, seit 1995 Referent für Implantologie mit dem Focus auf interdisziplinäre Zusammenarbeit; nationale und internationale Fachartikel und Fachvorträge; Spezialist für 3D Planungssysteme, Qualitätszirkel Leiter DGI Augsburg, Mitglied: DGI, DGOI, DGÄZ, ProLab e.V., PEERS,

Dr. med. dent.
Claudio Cacaci
München, www.icc-m.de

Fachzahnarzt für Oralchirurgie und Implantologie, zertifizierter Spezialist für Implantologie und Implantatprothetik (DGI), Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie (DGI, BDIZ), Spezialist für Implantatprothetik und Zahntechnik (DGI)

Dr. med. dent.
Peter Randelzhofer
München, www.icc-m.de

Zertifizierter Spezialist für Implantologie, Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie und Implantatprothetik (DGI, NVOI), Tätigkeitsschwerpunk Implantologie (DGI, NVOI), Spezialist für Implantatprothetik und Zahntechnik (DGI)

Abrechnungsbeispiel: Der komplette digitale Workflow vom DVT bis zur Versorgung

Behandlungsbeginn und Planung

Behandlungsplan

OK rechts																		OK links
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8		
re	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	**li**	
			KI															
UK rechts																		UK links

E = zu ersetzender Zahn
V = Kunststoffverblendung
K = Krone
M = Metallkeramikverblendung
T = Teleskopkrone
VE = Veneer
H = gegossene Halte- u. Stützvorrichtung
B = Brückenglied
IN = Inlay
O = Verbindungsvorrichtung
- = Verblockung, verbundene Brückenspanne
VK = Vollkeramikkrone
KP = prov. Krone
BP = prov. Brückenglied
I = Implantat
R = Wurzelstiftkappe
+ = Steg

Für die geplante Behandlung fallen folgende Gebührenpositionen, nach der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) und nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ), an:

Zahn	Anzahl	Nr.	Art der Leistung	Satz
46	1	0010	Eingehende Untersuchung zur Feststellung von Zahn-, Mund- und Kiefererkrankungen einschließlich Erhebung des Parodontalbefundes sowie Aufzeichnung des Befundes	1,00
46	1	Ä1	Beratung - auch mittels Fernsprecher	1,00
18-28	1	0050	Abformung oder Teilabformung eines Kiefers für ein Situationsmodell einschließlich Auswertung zur Diagnose oder Planung	1,00
46	3	9050	Entfernen und Wiedereinsetzen sowie Auswechseln eines oder mehrerer Aufbauelemente bei einem zweiphasigen Implantatsystem während der rekonstruktiven Phase	1,00
46	1	5170	Anatomische Abformung des Kiefers mit individuellem Löffel bei ungünstigen Zahnbogen und Kieferformen und/oder tief ansetzenden Bändern oder spezielle Abformung zur Remontage, je Kiefer	1,00
46	1	8010	Registrieren der gelenkbezüglichen Zentrallage des Unterkiefers, auch Stützstiftregistrierung, je Registrat	1,00
46	1	8020	Arbiträre Scharnierachsenbestimmung (eingeschlossen sind die arbiträre Scharnierachsenbestimmung, das Anlegen eines Übertragungsbogens, das Koordinieren eines Übertragungsbogens mit einem Artikulator)	1,00
46	1	Ä5000	Zähne, je Projektion	1,00
46	1	2200	Implantatkrone, Versorgung eines Zahnes oder Implantats durch eine Vollkrone (Tangentialpräparation)	1,00

Operative Umsetzung des Falles

Behandlungsplan

OK rechts | OK links

re	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	li
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
			I														

UK rechts | UK links

E = zu ersetzender Zahn
V = Kunststoffverblendung
K = Krone
M = Metallkeramikverblendung
T = Teleskopkrone
VE = Veneer
H = gegossene Halte- u. Stützvorrichtung
B = Brückenglied
IN = Inlay
O = Verbindungsvorrichtung
- = Verblockung, verbundene Brückenspanne
VK = Vollkeramikkrone
KP = prov. Krone
BP = prov. Brückenglied
I = Implantat
R = Wurzelstiftkappe
+ = Steg

Für die geplante Behandlung fallen folgende Gebührenpositionen, nach der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) und nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ), an:

Zahn	Anzahl	Nr.	Art der Leistung	Satz
46	1	0030	Aufstellung eines schriftlichen Heil- und Kostenplans nach Befundaufnahme und gegebenenfalls Auswertung von Modellen	1,00
46	1	0010	Eingehende Untersuchung zur Feststellung von Zahn-, Mund- und Kiefererkrankungen einschließlich Erhebung des Parodontalbefundes sowie Aufzeichnung des Befundes	1,00
46	1	Ä1	Beratung - auch mittels Fernsprecher	1,00
46	1	9000	Implantatbezogene Analyse und Vermessung des Alveolarfortsatzes, des Kieferkörpers und der angrenzenden knöchernen Strukturen sowie der Schleimhaut, einschließlich metrischer Auswertung von radiologischen Befundunterlagen, Modellen und Fotos zur Feststellung der Implantatposition, gegebenenfalls mit Hilfe einer individuellen Schablone zur Diagnostik, einschließlich Implantatauswahl, je Kiefer.	1,00
46	1	Ä5370	Computergesteuerte Tomographie im Kopfbereich - gegebenenfalls einschließlich des kraniozervikalen Übergangs	1,00
46	1	Ä5377	Zuschlag für computergesteuerte Analyse –- einschließlich speziell nachfolgender 3D Rekonstruktion	1,00
46	1	5170	Anatomische Abformung des Kiefers mit individuellem Löffel bei ungünstigen Zahnbogen und Kieferformen und/oder tief ansetzenden Bändern oder spezielle Abformung zur Remontage, je Kiefer	1,00
46	1	8010	Registrieren der gelenkbezüglichen Zentrallage des Unterkiefers, auch Stützstiftregistrierung, je Registrat	1,00
38-48	1	0050	Abformung oder Teilabformung eines Kiefers für ein Situationsmodell einschließlich Auswertung zur Diagnose oder Planung	1,00
46	1	0080	Intraorale Oberflächenanästhesie, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich	1,00
46	1	0090	Intraorale Infiltrationsanästhesie	1,00
46	1	3000	Entfernung eines einwurzeligen Zahnes oder eines enossalen Implantats	1,00
46	1	9005	Verwenden einer auf dreidimensionale Daten gestützten Navigationsschablone / chirurgischen Führungsschablone zur Implantation, ggf. einschließlich Fixierung, je Kiefer	1,00
46	1	9010	Implantatinsertion, je Implantat Präparieren einer Knochenkavität für ein enossales Implantat, Einsetzen einer Implantatschablone zur Überprüfung der Knochenkavität (z. B. Tiefenlehre), gegebenenfalls einschließlich Knochenkondensation ,Knochenglättung im Bereich des Implantats, Einbringen eines enossalen Implantats einschließlich Verschlussschraube und gegebenenfalls Einbringen von Aufbauelementen bei offener Einheilung sowie Wundverschluss	1,00
46	1	0530	Zuschlag bei nichtstationärer Durchführung von zahnärztlich-chirurgischen Leistungen, die mit Punktzahlen von 1200 und mehr Punkten bewertet sind	1,00
46	1	9090	Knochengewinnung (z. B. Knochenkollektor oder Knochenschaber), Knochenaufbereitung und -implantation, auch zur Weichteilunterfütterung	1,00
46	1	Ä5002	Panoramaaufnahme(n) eines Kiefers	1,00
46	1	3290	Kontrolle nach chirurgischem Eingriff, als selbstständige Leistung, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich	1,00
46	1	3300	Nachbehandlung nach chirurgischem Eingriff (z. B. Tamponieren), als selbstständige Leistung, je Operationsgebiet (Raum einer zusammenhängenden Schnittführung)	1,00

Material- und Laborkosten

Int.	L-Nr.	Bezeichnung/Produktbeschreibung	Menge
		KV: 16 Sofortversorgung indi. Abutment mit PMMA Krone	
		Aufwand bei Suprastruktur auf Implantat	1,00
		Implantat Aufbau indiv. herstellen / bearbeiten	1,00
		Verkleben Vollkeramikabutment inkl. Material	1,00
		Pro. Zeno je EH (Wieland)	1,00
		Versand je Versandgang	1,00
		Material	
		Material Zeno je EH (CE)	1,00
		Camlog Titanbasis für Zirkonaufbau, inkl. Schraube (CE)	1,00
		Material ProZeno EH / (CE)	1,00
		KV: 16 E.max Krone mit Glasur nach digitalem Datensatz	
		digitales Design	1,00
		e.max Krone mit Glasur	1,00
		Farbgebung durch Bemalen	1,00
		Kauflächen nach gnathologischen Kriterien gestalten	1,00
		Versand je Versandgang	1,00
		Material	
		Material e.max / je EH	1,00