

copyright
not for publication
Quintessence
QUINTESSENCE OF DENTAL TECHNOLOGY

Hochästhetische Restaurationen aus Vollkeramik

*Digitale Strategien, Materialien und
Workflows in Praxis und Labor*

Herausgeber:

Vincent Fehmer, ZTM

Klinik für festsitzende Prothetik
und Biomaterialien,
Zentrum für Zahnmedizin,
Universität Genf, Schweiz

Vincent Fehmer
ZTM
FABIAN WILDMAN

 QUINTESSENCE PUBLISHING

Berlin | Chicago | Tokio
Barcelona | London | Mailand | Paris | Prag | Seoul | Warschau
Istanbul | Peking | Sao Paulo | Sydney | Zagreb



Ein Buch – ein Baum: Für jedes verkaufte Buch pflanzt Quintessenz gemeinsam mit der Organisation „One Tree Planted“ einen Baum, um damit die weltweite Wiederaufforstung zu unterstützen (<https://onetreepanted.org/>).



Originalausgabe:

Mastering Interdisciplinary Treatment. How to Leverage Technology, Clinical Skill, and Technical Artistry to Achieve Exquisite Outcomes

Quintessence of Dental Technology (QDT) 2025, Volume 47

© 2025 Quintessence Publishing Co, Inc

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://www.dnb.de> abrufbar.



Postfach 42 04 52, D-12064 Berlin

Ifenpfad 2-4, D-12107 Berlin

www.quintessence-publishing.com

© 2026 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Übersetzung: Peter Rudolf, München

Lektorat, Herstellung und Reproduktion: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

ISBN 978-3-86867-743-0

Printed in Croatia

*Cover- und Titelbild mit freundlicher Genehmigung von Taban Milani, DDS,
Sieger des QDT-Coverwettbewerbs 2025.*

Hochästhetische Restaurationen aus Vollkeramik

QDT



Editorial: Keine Angst vor Innovation! Vincent Fehmer	vi
Segmentierte Full-arch-Rekonstruktionen beider Kiefer: monolithisches Zirkonoxid mit Titangerüst Stavros Pelekanos, Emil Bobev, Vassiliki Rizou, Tanya Spyropoulou und Panagiotis Ntovas	2
FP1-Rekonstruktionen zur Rehabilitation bei versagender Restbezahnung: Ein digitaler parodontologisch-prothetischer Ansatz Ramon Gomez Meda und Jonathan Esquivel	23
Full-arch-Implantatprothetik: FP1-Rekonstruktionen digital neu interpretiert Venceslav Stankov, Florin Cofar, David Norré, Adrian Argint, Alexander De Greef, Ioana Popp, Alexander Nikolov, Wael Att und Eric Van Dooren	40
Prothetisch geführte Weichgewebeausformung für FP1-Rekonstruktionen Naif Sinada und Christina I. Wang	68
Die Referenzprothesentechnik: Ein Paradigmenwechsel in der modernen Totalprothetik Eric D. Kukucka und Nelson R.F.A. Silva	86
Zuverlässige digitale Workflows in der rekonstruktiven Zahnmedizin Juan Legaz	113
Keramikveneers: Kombination moderner Technik und evidenzbasierter Workflows in Praxis und Labor Julian Conejo, Sergio Losas, Telmo Santos und Markus B. Blatz	130

Digitale Strategien, Materialien und Workflows in Praxis und Labor

QDT

Hauchdünne Veneers auf benachbarten Zähnen und Implantaten	146
Oscar Gonzalez-Martin, Javier Pérez und Gustavo Avila-Ortiz	
Veneers: Das Wesen des natürlichen Zahns bewahren	160
Naoki Hayashi	
Einfache nichtinvasive Behandlung von lokalisiertem Zahnverschleiß mit Hybridkeramik (PICN): Die kieferorthopädisch unterstützte One-Step-No-Prep-Technik	170
Amélie Mainjot	
Natürlich wirkende Frontzahnkronen durch Verblendung mit Kontrast- und Filtertechnik	186
Hans Joit	
Einflügelige Frontzahn-Adhäsivbrücke mit Zirkonoxidgerüst und gepresster Glaskeramikbeschichtung: Umsetzung in Praxis und Labor	202
Romain Ceinos, Jean Richelme, Flore Moradei und Fabio Levratto	
Farbmanagement für Zirkonoxid-Vollkronen	217
Hiro Tokutomi, Kimiyo Sawyer, Julian Conejo und Markus B. Blatz	
Infiltrationsbehandlung von White-Spot-Läsionen	230
Meiken Hayashi	
Ein digitaler Meilenstein in der kieferorthopädisch-restaurativen Zahnmedizin: Minimalinvasive Restaurationen in Kombination mit Kieferorthopädie	244
Andrea Patrizi und Alexis Ioannidis	
Die besondere Herausforderung: Der obere Einser	259
Yuki Momma	

Editorial:

Keine Angst vor Innovation!



Unsere Zeit ist durch rasend schnellen technischen Fortschritt gekennzeichnet und die Welt der Zahnmedizin durchläuft gegenwärtig eine Phase der Transformation. Unsere Zeitschrift, die *Quintessence of Dental Technology* (QDT), sieht es schon immer als ihre Aufgabe, die Kluft zwischen zahnmedizinischen Innovationen und ihrer Anwendung in der realen Welt der täglichen Praxis zu überbrücken. In der vorliegenden Ausgabe beleuchten wir die transformative Kraft der Technik für unser Fachgebiet und ihre tiefgreifende Auswirkung auf die Patientenversorgung, die Ausbildung und die berufliche Entwicklung.

Die letzten Jahre waren im Bereich der Zahntechnik durch bemerkenswerte Entwicklungen geprägt, von der Integration digitaler Technologie bis zum Aufkommen telemedizinischer Lösungen. Diese Neuerungen erweitern nicht nur unsere diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten, sondern verbessern auch die Behandlungserfahrung der Patientinnen und Patienten und machen deren Versorgung effizienter und zugänglicher. In dem Maße, in dem wir neue Werkzeuge implementieren, müssen wir uns aber auch der Verantwortung bewusst sein, die ihr Einsatz mit sich bringt. Kontinuierliche Weiterbildung und Anpassung sind essenziell, um sicherzustellen, dass wir die neue Technik sinnvoll und ethisch bewusst einsetzen.

Zusammenarbeit in unserem Fach hatte nie zuvor einen so hohen Stellenwert. Der Austausch von Wissen und Erfahrung mit Fachkolleginnen und -kollegen schafft das nötige Klima für Wachstum und Innovation. Mit unseren Publikationen wollen wir eine Plattform geben, auf der Ideen reifen und Kollegen und Kolleginnen aus der Praxis sich über aktuelle Forschung, Technik und Materialien auf dem Laufenden halten können.

Auch Ihre Beiträge sind in diesem fortlaufenden Dialog wertvoll und willkommen und wir möchten Sie ermutigen, Ihre Erkenntnisse und Erfahrungen mit uns zu teilen!

Mit dem Blick in die Zukunft wird es zudem wichtig, die Folgen unseres technischen Fortschritts ganzheitlich zu betrachten. Wie beeinflussen sie die Ergebnisse in der Wahrnehmung unserer Patientinnen und Patienten? Wie können wir mit ihrer Hilfe Präventionsstrategien verbessern? Die Zukunft der Zahnmedizin darf sich nicht in der Integration neuer Technik erschöpfen, sie muss durch eine Verbesserung der Beziehung zwischen den Patientinnen und Patienten und den Behandelnden geprägt sein.

Während der Lektüre der aktuellen Forschungsergebnisse, Entwicklungen und Erkenntnisse, die wir im vorliegenden QDT-Jahrbuch zusammengestellt haben, möchte ich Sie einladen, darüber nachzudenken, wie Sie diese Innovationen für ihre eigene Praxis nutzbar machen können. Die Herausforderungen und Möglichkeiten, die vor uns liegen, warten darauf, unvoreingenommen und mutig angenommen zu werden, im Streben nach Exzellenz.

Ich danke Ihnen für Ihre Treue und Unterstützung der QDT. Gemeinsam können wir die Zukunft der Zahntechnik gestalten und das Leben unserer Patienten verbessern.

Es grüßt Sie herzlich,

Ihr

Vincent Felner

Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Luis Quintero, cdt,
Zweitplatziertes des QDT-Coverwettbewerbs 2025.



Copyright by
not for publication
Essenz

Segmentierte Full-arch- Rekonstruktionen beider Kiefer: monolithisches Zirkonoxid mit Titangerüst

Ein neuer Ansatz

Stavros Pelekanos, DDS, Dr. med. dent.¹

Emil Bobev²

Vassiliki Rizou, CDT¹

Tanya Spyropoulou, CDT¹

Panagiotis Ntovas, DDS, MSc³



Die implantatgetragene Rekonstruktion des gesamten Kiefers ist heute eine übliche Versorgungsoption für zahnlose Patienten und solche mit nicht zu erhaltender Restbezahnung¹. Dieser Beitrag beschreibt die Materialwahl und den Einsatz digitaler Verfahren für die Rehabilitation eines Patienten mit extraktionswürdig kariösem und parodontal geschädigtem Restgebiss.

¹Private Praxis, Athen, Griechenland.

²Spezialist für geführte Chirurgie, Berlin, Deutschland.

³Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.

Korrespondenz an: Panagiotis Ntovas, pan.ntovas@gmail.com

Patientenvorstellung

Der 59-jährige Patient erschien, weil er mit dem Erscheinungsbild seines Lächelns unzufrieden war und an eingeschränkter Kaufunktion, Halitosis und Schmerzen beim Kauen litt (Abb. 1 bis 3). Er zeigte eine gute Allgemeingesundheit und die medizinische Anamnese war abgesehen davon, dass er täglich 5 Zigaretten rauchte, unauffällig. Dagegen ergaben die klinische und röntgenologische Untersuchung (Abb. 4 und 5) fortgeschrittene Kariesläsionen, nicht erhaltungswürdige Zähne,

entzündetes Weichgewebe, Zahnlockerungen, persistierende Wurzelreste und Zahnverluste. Zudem wurde eine generalisierte Parodontitis (Stadium IV, Grad B) diagnostiziert².

Ätiologie und Diagnose

Im nicht erhaltungswürdigen Restgebiss (engl. *Terminal Dentition*) sind die vorhandenen Zähne entweder unrestaurierbar zerstört oder parodontal nicht mehr

Abb. 1 bis 3
Ausgangssituation:
der lächelnde Patient
mit Restgebiss.

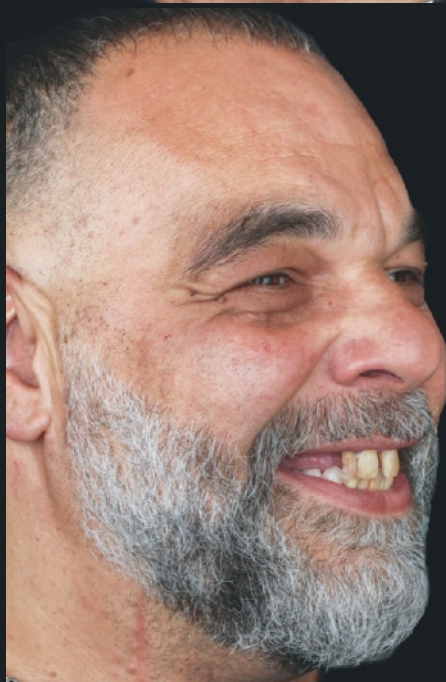




Abb. 4 Intraorale Ausgangssituation, Okklusion.

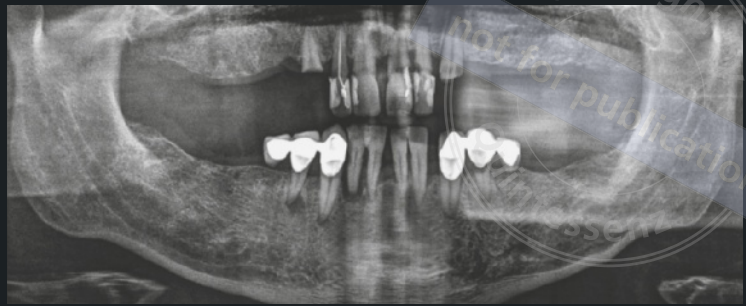


Abb. 5 Panoramaschichtaufnahme der Ausgangssituation.

ausreichend verankert³. Die Parameter für die Diagnose einer vollständig extraktionswürdigen Restbezaugung sind nicht leicht zu bestimmen, da die Beeinträchtigung des Gebisses multifaktorieller Natur ist. Ein erfolgreicher Behandlungsplan zeichnet sich dadurch aus, dass sowohl eine Über- als auch eine Unterbehandlung vermieden und Zähne mit günstiger Prognose selektiv erhalten werden.

Behandlungsplan

Im geschädigten Gebiss sind die Restzähne quantitativ und qualitativ zu bewerten. Zu den wichtigsten Punkten, die individuell beurteilt werden müssen, zählen die Zerstörung der Hartschubstanz, die parodontale Schädigung, die Anzahl und Verteilung der Restzähne sowie die dentogingivale und dentofaziale Ästhetik³. Neben der oralen Situation sind zudem die Compliance, die finanziellen Möglichkeiten sowie die Erwartungen und Wünsche der Patienten zu berücksichtigen.

Unbedingt sollten die ätiologischen Faktoren identifiziert werden, die zum Versagen der Restbezaugung

oder zur Zahnlosigkeit geführt haben, da sie Einfluss auf den Behandlungsplan, die Restauraform, die verwendeten Materialien und die Prognose haben. Insbesondere ist zu beachten, dass bei Patienten mit Parodontitis-Vorgeschichte ein erhöhtes Periimplantitisrisiko besteht⁴.

Ästhetikanalyse

Die Behandlungsplanung für implantatgetragenen Ganzkiefer-Zahnersatz ist ein anspruchsvoller Prozess^{5,6}. Als Ausgangspunkt ist zunächst die angestrebte neue dentolabiale Ästhetik zu definieren (Abb. 6)⁷. Inzwischen stehen künstliche Intelligenz nutzende Softwarelösungen (bspw. Smilecloud, Straumann) bereit, mit denen ein neues, mit dem Gesicht des Patienten harmonisierendes Lächeln digital gestaltet werden kann⁸. Im vorliegenden Fall wurden bei der Ästhetikanalyse die Lippenlinien, die inzisale Silhouette, die Zahnängen, die individuellen Zahnproportionen, die Größenverhältnisse zwischen den Zähnen, die Gingivakonturen und die Füllung der bukkalen Korridore berücksichtigt⁶⁻¹⁰.

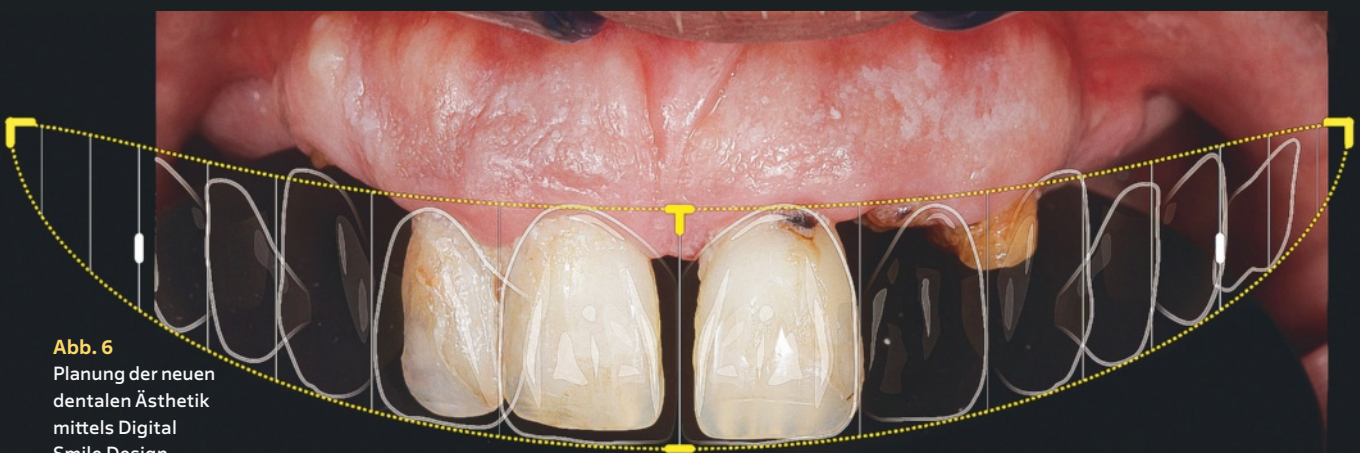


Abb. 6 Planung der neuen dentalen Ästhetik mittels Digital Smile Design.

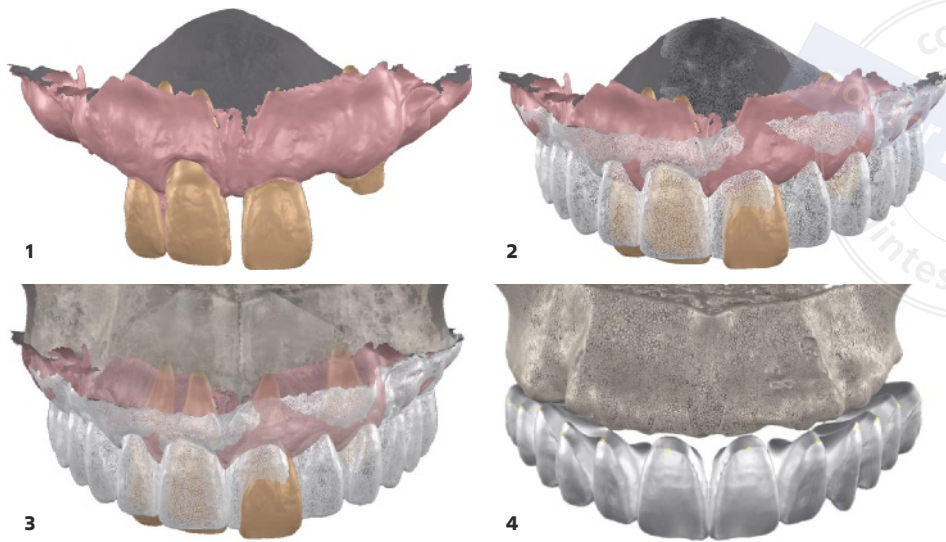


Abb. 7 Virtuelle Konstruktion des Zahnersatzes als FP1-Rekonstruktion nach Misch (ausschließlicher Ersatz der klinischen Kronen, keine Zahnfleischanteile). (1) Ausgangssituation. (2) Ausgangssituation und digitaler Entwurf der neuen Zahnformen. (3) Ausgangssituation überlagert mit den neuen Zahnformen und der Knochensituation. (4) Neue Zahnformen und segmentierter Knochen.

Virtuelle Ästhetikplanung

Erster Schritt ist ein zweidimensionales Digital Smile Design (hier mittels Smilecloud), um die neue dentale Ästhetik beim Lächeln zu definieren. Anschließend kann in derselben Software durch Hinzufügen und Überlagern der Intraoralscan- und DVT-Daten des Patienten ein dreidimensionaler Entwurf für die Full-Arch-Rehabilitation generiert werden. Abbildung 7 zeigt die Datensätze der virtuellen 3D-Planung: Ausgangssituation, Ausgangssituation mit 3D-Planung, Ausgangssituation mit 3D-Planung und Knochen sowie 3D-Planung und segmentierte Knochensituation. Der letzte dieser vier Datensätze bildet die Grundlage für die virtuelle Implantatplanung.

Bei der virtuellen Rehabilitationsplanung müssen die nach Extraktionen zu erwartenden Hart- und Weichgewebeveränderungen beachtet werden^{11,12}. Die Autoren haben die Erfahrung gemacht, dass sich die Weichgewebekontur vertikal um weniger als 1 mm reduziert, wenn 5 mm apikal der virtuell geplanten klinischen Kronen die gemeinsame Dicke des Weichgewebes und Knochens 2,5 mm beträgt (Abb. 8). Im vorliegenden Fall

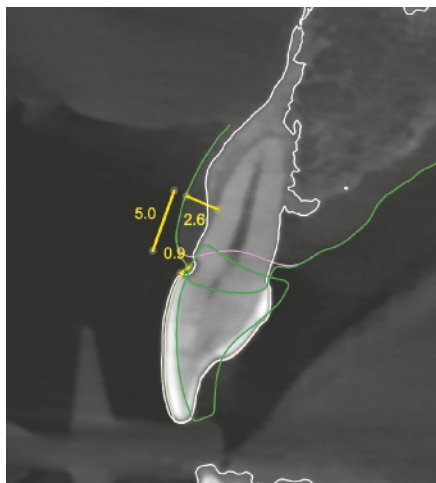


Abb. 8 Analyse der Hart- und Weichgewebesituation mit Messungen für die initiale Dimensionierung der Rekonstruktion.

wurde die klinische Krone daher, weil Knochen und Weichgewebe zusammengenommen 2,6 mm dick waren, ungefähr 1 mm apikal des Gingivarands platziert.

Virtuelle Implantatplanung

Die Planung erfolgte in einer dedizierten Implantatplanungssoftware (MGuide, MIS Dental Implants, Minden, Deutschland), wo zunächst die DVT-Daten und die aus den Intraoralscans generierten virtuellen Modelle registriert bzw. überlagert wurden und die Grundlage für die prothetisch orientierte Planung von 8 Implantaten im Oberkiefer (Abb. 9 und 10) und 6 Implantaten im Unterkiefer (Abb. 11 und 12) bildeten (alle V3, MIS Dental Implants)¹³.

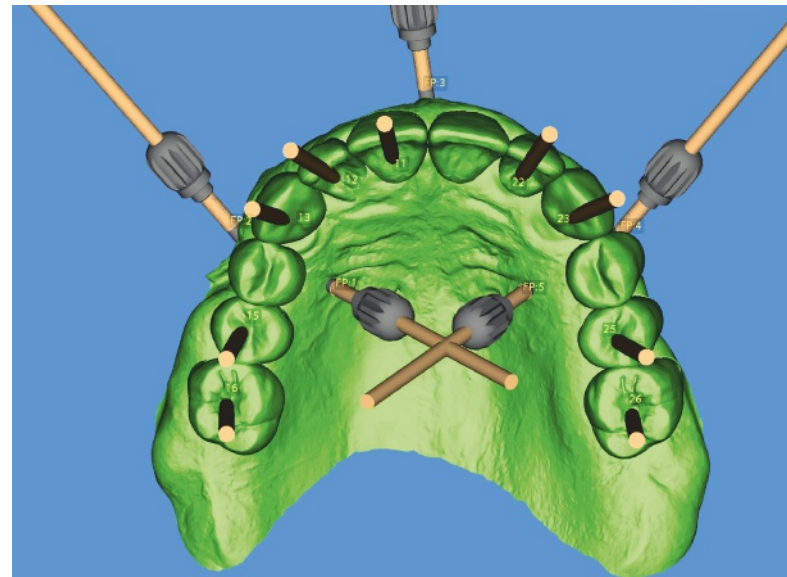
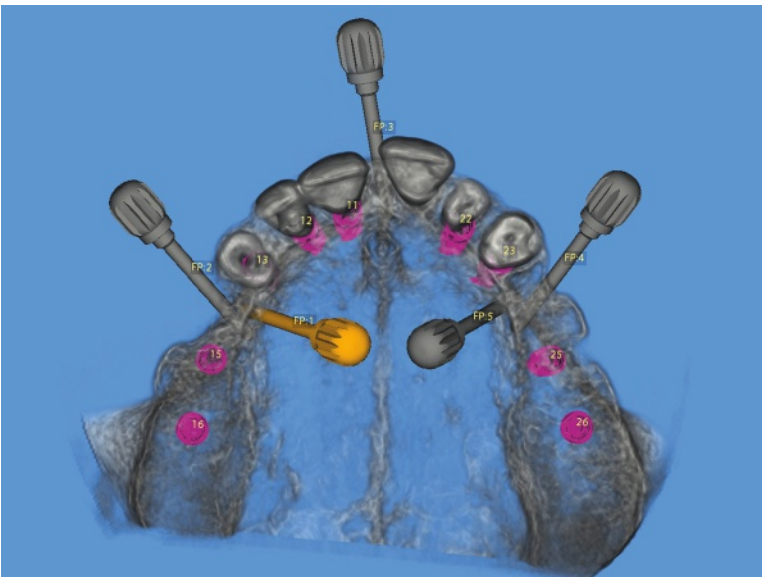


Abb. 9 und 10 Virtuelle Implantatplanung Oberkiefer.

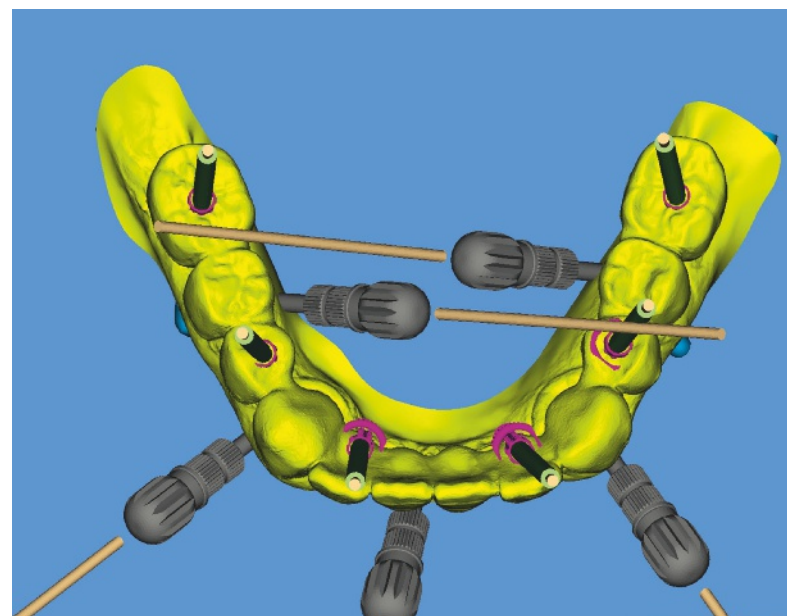
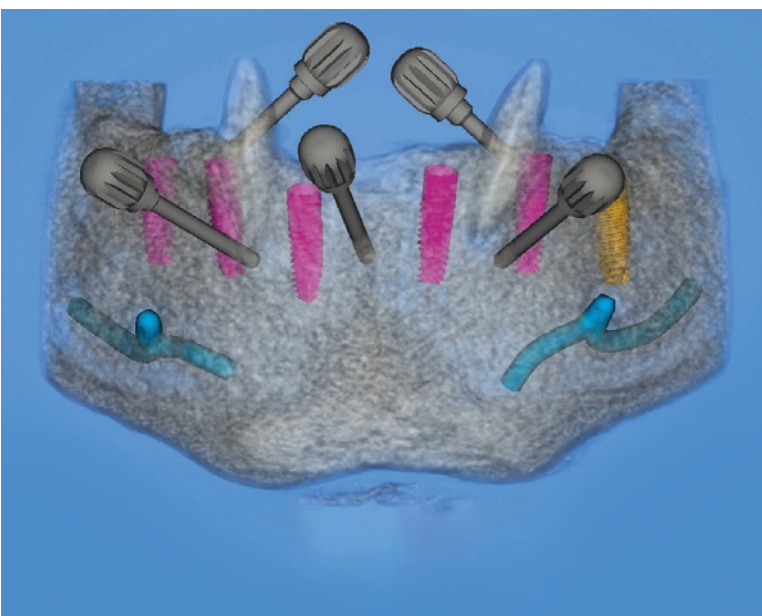


Abb. 11 und 12 Virtuelle Implantatplanung Unterkiefer.

Abb. 13 Zahn- und schleimhautgelagertes Provisorium (Brücke mit Dreipunktauflage).



Zahn- und schleimhautgelagerte Provisorien

Im Unterkiefer wurde ein sanfter Übergang in die neue Kieferrelation durch ein mehrzeitiges Vorgehen sichergestellt. Zunächst wurde eine zahn- und schleimhautgelagerte Restauration (Brücke mit Dreipunktauflage) gefertigt, die aus einem gesinterten Kobalt-Chrom-(CoCr-)Gerüst, verklebt mit einer gefrästen Polymethylmethacrylat-(PMMA-)Verblendung bestand (Abb. 13)¹⁴. Die nicht erhaltungswürdigen Zähne wurden mit Ausnahme der Eckzähne extrahiert (Abb. 14). Letztere wurden vorübergehend als Pfeiler für das festsitzende Provisorium erhalten (Abb. 15). Bei Patienten mit bilateral verkürzter Zahnreihe sind Brücken mit Dreipunktauflage eine wertvolle provisorische Option. Die Abstützung erfolgt auf den Restzähnen in der Front und den Tubera maxillae bzw. den retromolaren Polstern im Unterkiefer.



Abb. 14 Okklusalanzeige des Unterkiefers nach Extraktion der nicht zu erhaltenden Zähne. Die Eckzähne wurden als Pfeiler für das Provisorium zunächst belassen.

Abb. 15 Einsetzen des Provisoriums.





Abb. 16
Operationsschablone
für die Positionierung
der Ankerschrauben
im Oberkiefer.



Abb. 17
Implantatschablone
für den Oberkiefer.

Herstellung der Operationsschablonen

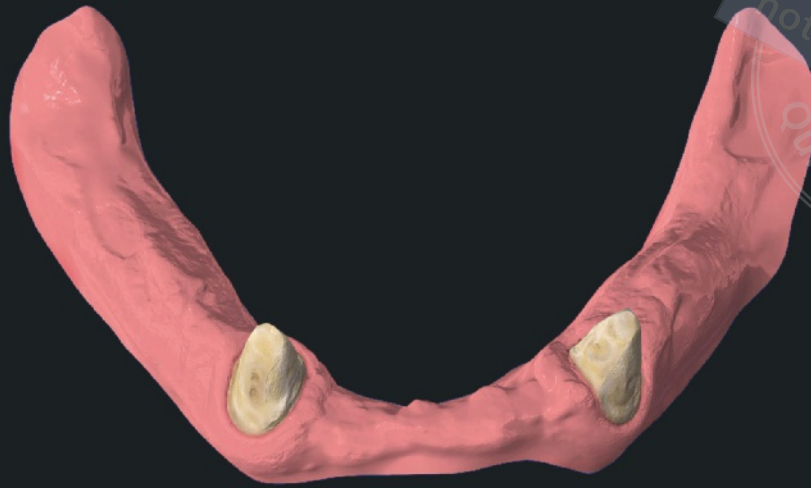
Die virtuelle Implantatplanung wurde auch genutzt, um zwei Sätze Operationsschablonen für den Ober- und den Unterkiefer herzustellen. Ziel war ein möglichst exakter Transfer der virtuell geplanten Implantatpositionen auf die Implantatstellen beider Kiefer mittels geführter Implantatchirurgie. Zur Anwendung kam das die Restzähne als Referenzen nutzende STAR-Konzept¹⁵: Die vorübergehend erhaltenen Zähne oder Wurzeln dienen hierbei dazu, die Genauigkeit der statisch geführten, computergestützten Implantatsetzung zu erhöhen. Die Operationsschablonen wurden in einem

biokompatiblen Kunststoff (KeyGuide, Fa. Keystone Industries, Gibbstown, NJ, USA) 3D-gedruckt (Asiga Max, Fa. Dentona, Dortmund, Deutschland).

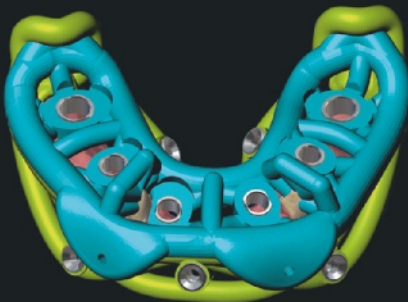
Im Einzelnen wurden für den Oberkiefer eine Schablone zur Positionierung der Fixationspins, eine Implantatschablone und eine Positionsschablone für den vorgefertigten Zahnersatz gedruckt (Abb. 16 bis 18). Im Unterkiefer wurde ein Satz stapelbarer Schablonen genutzt, der eine Basisschablone für die Insertion der Ankerpins, eine Schablone für die initiale Positionierung der Basisschablone und die Implantatinsertion sowie eine Schablone für die Positionierung des vorgefertigten Provisoriums entsprechend der virtuellen Planung umfasste (Abb. 19).



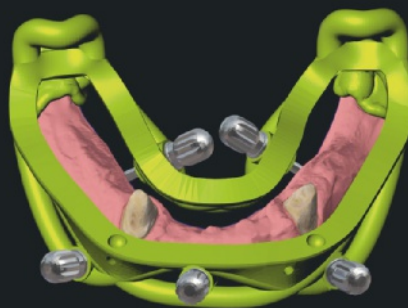
Abb. 18 Positionsschablone für die implantatgetragene Interimsversorgung im Oberkiefer.



1



2



3



4



5

Abb. 19 Die stapelbaren Operationsschablonen für den Unterkiefer.
 (1) Ausgangssituation.
 (2) Basisschablone (hellgrün) für die Platzierung der Ankerschrauben, verbunden mit der Implantatschablone (blau), die auch zur Positionierung der Basisschablone dient.
 (3) Basisschablone.
 (4) Positionsschablone (dunkelgrün) für die Interimsversorgung, verbunden mit der Basisschablone.
 (5) Implantatgetragenes Provisorium.

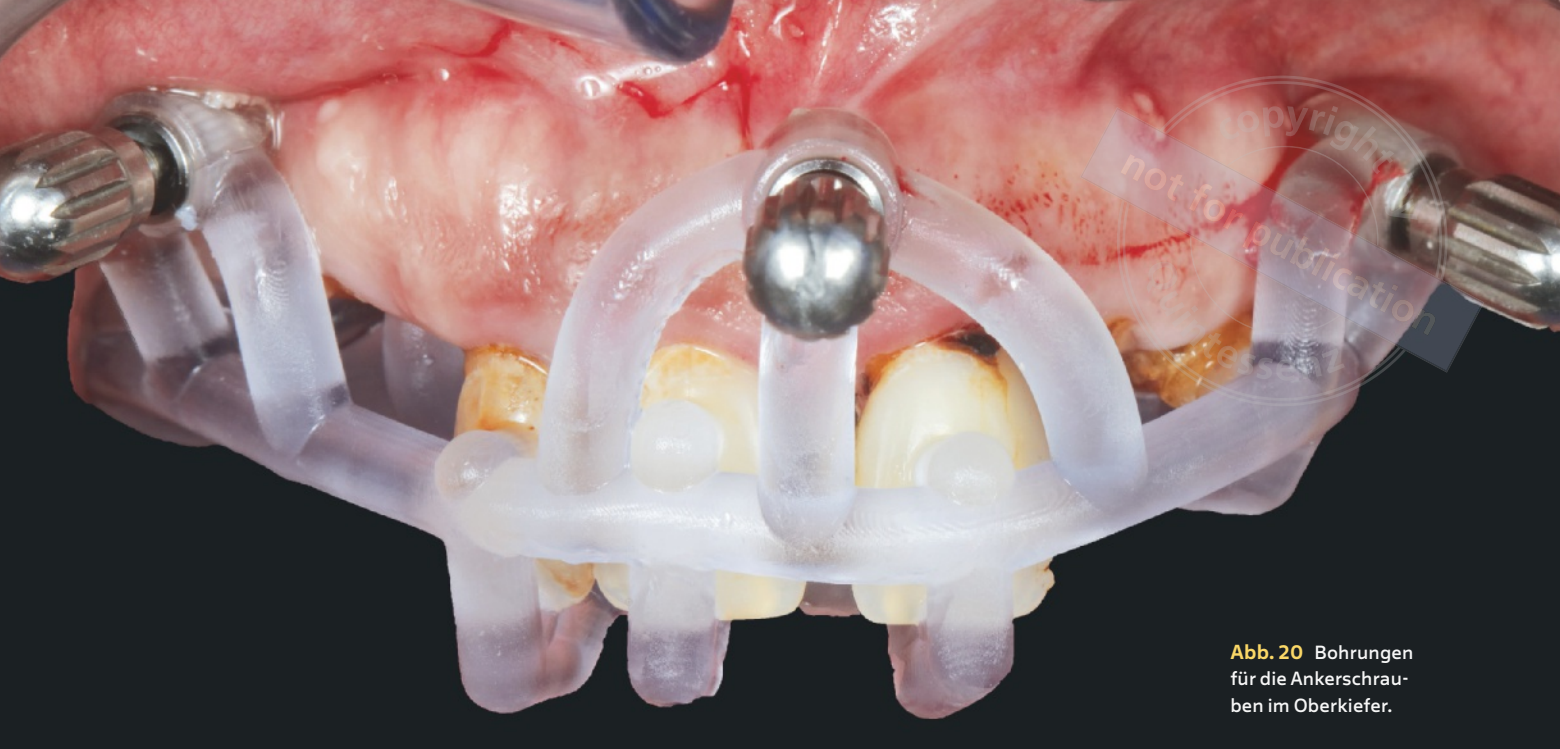


Abb. 20 Bohrungen für die Ankerschrauben im Oberkiefer.

Implantatgetragene Provisorien

Um die Implantate während der Sofortbelastung zu verblocken, wurden einteilige Full-Arch-Versorgungen als Provisorien gewählt. Diese wurden bereits vor der Implantatoperation als FP1-Rekonstruktionen der Klassifikation nach Misch (FP1: festsitzender Zahnersatz, der nur die klinischen Kronen, aber kein Zahnfleisch ersetzt) aus PMMA (Telio CAD LT A1, Fa. Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) gefräst und eingefärbt. Im Kunststoff wurden individuelle Kanäle angelegt, in die chairside die temporären Zylinder eingeklebt wurden. Die transmukosalen Abschnitte beider Provisorien wurden digital konstruiert und so auf die Weichgewebe und Knochenarchitektur abgestimmt, dass die Bildung eines skalloptierenden Weichgeweberahmens unterstützt wurde¹⁶.

Chirurgische Phase

Schließlich erfolgte die Extraktion der Restzähne und die geführte Insertion der Implantate. Die Extraktionsalveolen im Bereich geplanter Implantatstellen wurden mit einem Mischtransplantat aus allogenen Knochenmineral (Maxgraft, Fa. Botiss Biomaterials, Zossen, Deutschland) und deproteinisiertem bovinem Knochenmineral (Cerabone, Fa. Botiss Biomaterials) im Verhältnis von 70 : 30 gefüllt. In Extraktionsalveolen an Pontic-Stellen wurden dagegen Kollagen-Kegel (Collacone, Fa. Botiss Biomaterials) platziert, um das Volumen der jeweiligen Alveole zu erhalten.

Implantatsetzung

Die Implantate wurden entsprechend der virtuellen Behandlungsplanung eingesetzt. Um die geplante Implantatposition möglichst genau auf den Knochen zu übertragen und die Operationsdauer zu verkürzen, kam ein vollgeführtes Operationsprotokoll zur Anwendung¹⁷.

Im Oberkiefer wurde die erste (Positions-)Schablone auf die noch vorhandenen Restzähne gesetzt. Mit ihrer Hilfe wurden die Lager für die Ankerschrauben präpariert (Abb. 20), an denen anschließend die Fixierung der Implantatschablone erfolgte, die zur Führung der Implantatbohrungen und der Implantatinsertion diente (Abb. 21 bis 23).

Im Unterkiefer wurden die Ankerschrauben-Bohrungen durch eine Basisschablone geführt. Diese wurde zur Positionierung mit der Führungsschablone für die Implantatbohrungen und -insertion verbunden, die ihrerseits auf den belassenen Restzähnen abgestützt war (Abb. 14). Nach Präparation der Lager für die Ankerschrauben erfolgte die Fixierung der Basisschablone in situ.

Alle Implantate erreichten eine Primärstabilität von ≥ 35 Ncm. Nach der Entfernung der Implantatschablonen wurden Multi-Unit-Abutments eingesetzt und mit einem Drehmoment von 30 Ncm auf den Implantaten verschraubt.



copyright by
not for publication
Quintessenz

Abb. 21
Implantatgetragenes
Provisorium für den
Oberkiefer.

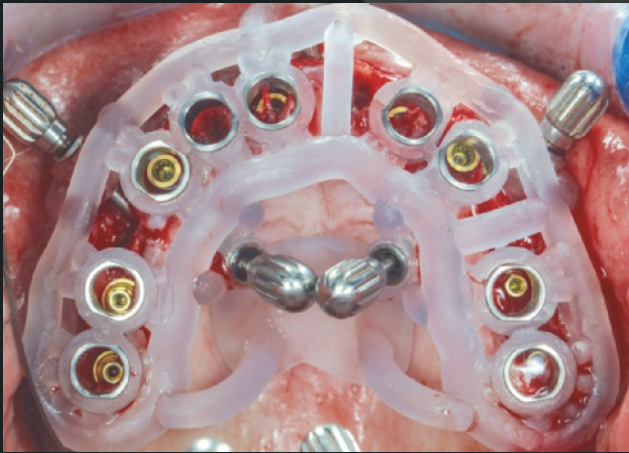


Abb. 22 Implantatsetzung, geführt durch die Implantatschablone.



Abb. 23 Positionierung des FP1-Provisoriums mithilfe der prothetischen Positionsschablone.



Abb. 24 Die stapelbaren 3D-gedruckten Schablonen für den Unterkiefer. (1) Basisschablone. (2) Die Basisschablone ist durch Pins mit der zur Positionierung dienenden Implantatschablone verbunden. (3) Die Basisschablone verbunden mit der prothetischen Positionsschablone und dem Provisorium.



Abb. 25
Intraorale Ansicht des
Oberkiefers 4 Wochen nach
der Nahtentfernung.

Sofortbelastung

Für die Sofortbelastung von Implantaten mit einer Primärstabilität von mindestens 25 Ncm am Tag der Insertion werden in der Literatur hohe Erfolgsraten berichtet^{18,19}.

Im gezeigten Fall wurden für die Sofortbelastung temporäre Zylinder auf den eingesetzten Implantaten platziert. Diese wurden anschließend in den vorbereiteten Provisorien (Misch-Klasse FP1) fixiert, die sich hierbei, gehalten durch die entsprechende prothetische Schablone, in der korrekten virtuell geplanten Position befanden.

Konkret wurde im Oberkiefer die Implantatschablone abgenommen und die prothetische Positionsschablone mit denselben Ankerschrauben fixiert (s. Abb. 22), während im Unterkiefer die prothetische Schablone auf die Basisschablone gesetzt und an dieser mit Pins fixiert wurde.

Die Befestigung der temporären Zylinder begann mit dem Abstrahlen der Innenflächen der für ihre Aufnahme vorgesehenen Aussparungen in den Provisorien mit 50- μ m-Korundsand bei 2,5 bar und der Applikation eines phosphatmonomerhaltigen Primers (Monobond Plus, Fa. Ivoclar). Dann wurden die temporären Zylinder mit Kofferdam trockengelegt. Schließlich wurde ein fließfähiges Komposit (Tetric A1 Evoflow, Ivoclar) in die Aussparungen gegeben und das jeweilige Provisorium auf die Zylinder gesetzt. Nach der Polymerisation und Überschussentfernung folgte die Ausarbeitung der Emergenzprofile und mechanische Politur der transmukosalen Flächen (s. Abb. 23).

Die Provisorien wurden mit einem Drehmoment von 15 Ncm auf den Abutments verschraubt und der Patient mit Instruktionen zur postoperativen Medikation und Ernährung sowie Terminen für die Nachkontrolle entlassen. Die Abbildungen 25 und 26 zeigen die Weichgewebesituation 4 Wochen nach der Nahtentfernung.



Abb. 26
Intraorale Ansicht
des Unterkiefers
4 Wochen nach der
Nahtentfernung.

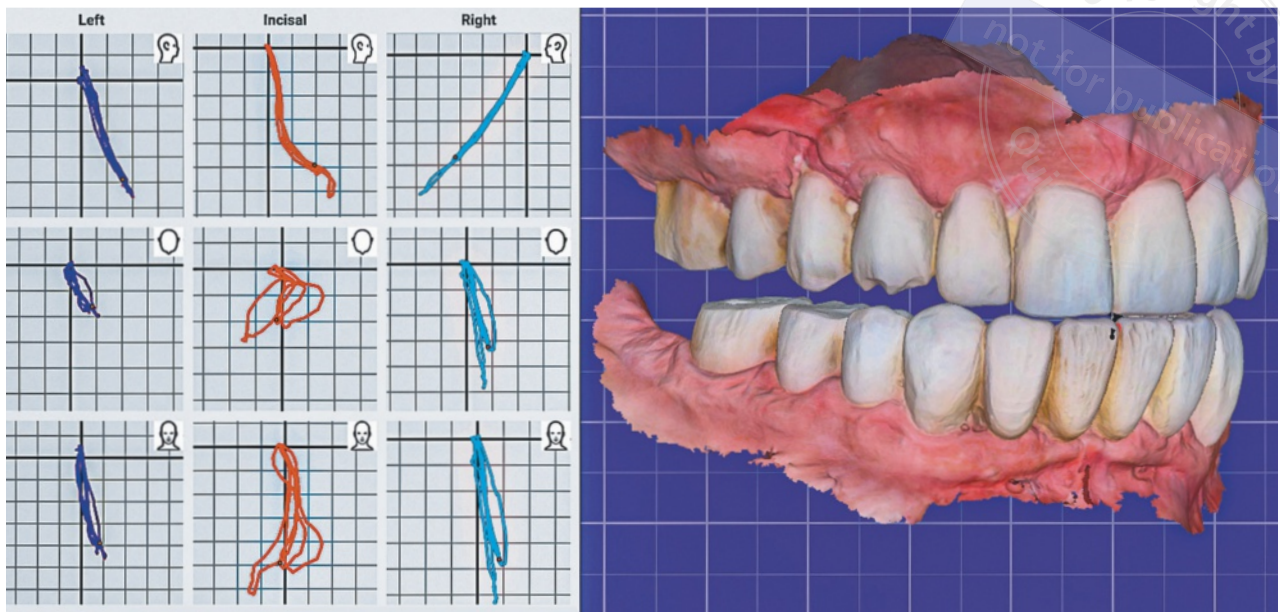


Abb. 27 Bestimmung der Kieferrelation und Grenzbewegungen mit einem optischen Bewegungsanalysesystem (Modjaw).

Funktionsanalyse

Für die definitive Versorgung erfolgte eine Analyse der Kieferrelation und der Grenzbewegungen des Patienten mit einem Bewegungsanalysesystem (ZWIM, Fa. Modjaw, Villeurbanne, Frankreich). Als Zielrelation der Behandlung wurde die zentrische Kondylenposition und als Okklusionsschema eine wechselseitig geschützte Okklusion gewählt. Die Rekonstruktionen der Seitenzahnbereiche wurden so gestaltet, dass die Frontzähne in Zentrik geschützt waren. Zugleich war durch die Frontzahnführung in Einklang mit den Grenzbewegungen des Patienten eine ausreichende Disklusion der Seitenzahnrekonstruktionen gewährleistet, um diese bei Pro- und Laterotrusionsbewegungen zu schützen (Abb. 27). Während der Laterotrusion sorgten neben den Eckzähnen auch die ersten Prämolaren für eine Disklusion²⁰.

Digitale Implantatabformung

Vier Monate nach der Implantation folgte die optische Abformung der Implantatpositionen mit einem Intraoralscanner (Trios 3, Fa. 3Shape) (Abb. 28 und 29). Insgesamt vier Scans wurden je Kiefer durchgeführt, um die erforderlichen digitalen Datensätze zu gewinnen: (1) ein Weichgewebescan nach Entfernung der Provisorien, (2) ein Scan mit eingesetzten Scankörpern, (3) ein Scan über die im Mund befestigten Provisorien sowie (4) ein

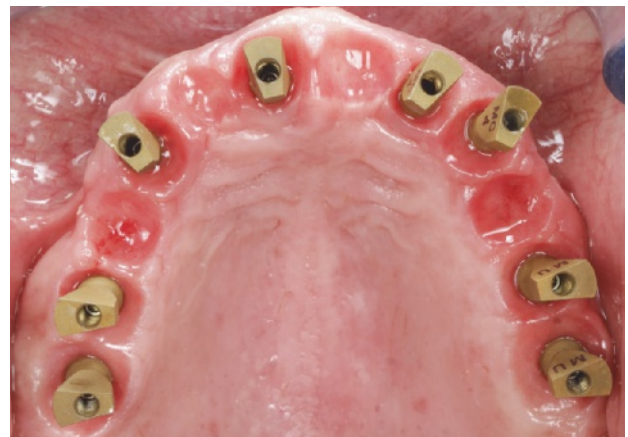


Abb. 28 Okkusalansicht des Oberkiefers mit eingesetzten Scankörpern.



Abb. 29 Frontalansicht des Unterkiefers mit eingesetzten Scankörpern.



Abb. 30
3D-gedruckter Prototyp
der Oberkiefer-Rekon-
struktion.

extraoraler Scan der Provisorien. Der intra- und extra-orale Scan der Provisorien hatte das Ziel, einerseits die Weichgewebearchitektur im unkollabierten Zustand und andererseits die gesamten Konturen der Restauration, insbesondere die der Mukosa zugewendeten Oberflächen der Pontics und Emergenzprofile, zu erfassen²¹.

Auf dieser Grundlage konnte für alle Rekonstruktionen ein spannungsfreier Sitz erreicht werden, der jeweils durch einen Schraubenwiderstandstest bestätigt wurde. Die Ungenauigkeiten intraoraler Ganzkieferabformungen konnten in diesem Fall ausgeglichen werden, da anstelle von kompletten Full-arch-Brücken jeweils aus drei Segmenten bestehende Rekonstruktionen hergestellt wurden.

Material, Gestaltung und Herstellung des definitiven Zahnersatzes

Die definitiven Rekonstruktionen wurden nach der digitalen Vorlage als monolithische Zirkonstücke hergestellt^{22,23}. Gewählt wurde eine polychrome Disc mit schichtfreiem Farbgradienten (IPS e.max ZirCAD Prime, Farbe A1, Fa. Ivoclar), die auf der Dentinseite überwiegend aus mit 3 mol-% Yttriumoxid (3Y-TZP) und schmelzseitig

aus mit 5 mol-% Yttriumoxid stabilisiertem tetragonalem Zirkonoxid (5Y-TZP) besteht. Auf diese Weise wird die hohe mechanische Festigkeit des opaken 3Y-TZP (Biegefestigkeit laut Herstellerangabe 1 200 MPa) mit dem ästhetischen Potenzial des transluzenten 5Y-TZP (Biegefestigkeit laut Hersteller nur noch 650 MPa) kombiniert. Im Bereich der Freiland-Extensionen wurde das Zirkonoxid durch eine anatomisch geformte Gerüststruktur aus Titan unterstützt^{24,25}.

Vor der Herstellung der definitiven Stücke wurde zunächst ein Satz Prototypen in einem Try-in-Kunststoff (KeyDenture, Farbe A1, Fa. Keystone Industries) 3D-gedruckt (Asiga Max), um die Formen des definitiven Zahnersatzes zu testen (Abb. 30 und 31). Diese additiv gefertigten Prototypen dienten zum Testen der dentolabialen Ästhetik, Phonetik, Okklusion und Passung der Restaurationen. Für die durch Titangerüste unterstützten Stücke wurden Prototypen der Gerüste und der Zirkonoxidverkleidung 3D-gedruckt und intraoral auf ihre Passung kontrolliert. Nach der Einprobe folgte die extraorale Digitalisierung aller Prototypen mit einem Scanner, um die intraoral vorgenommenen Veränderungen in die virtuelle Planung zu übernehmen²¹.

Die definitiven monolithischen Zirkonoxidrekonstruktionen wurden ohne Cutback gefräst, sodass Verblend-

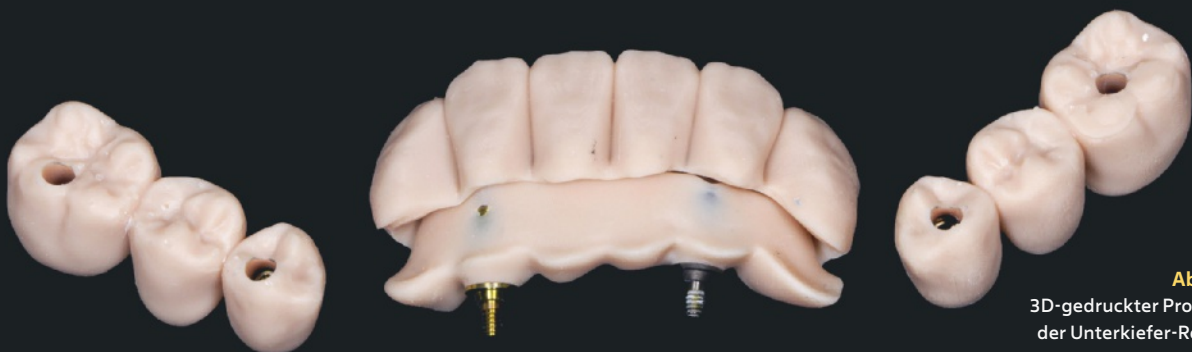


Abb. 31
3D-gedruckter Prototyp
der Unterkiefer-Rekon-
struktion.

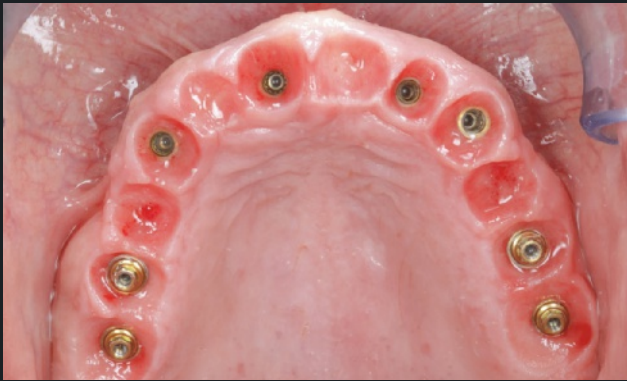


Abb. 32 Okklusalsicht des Weichgewebes im Oberkiefer.

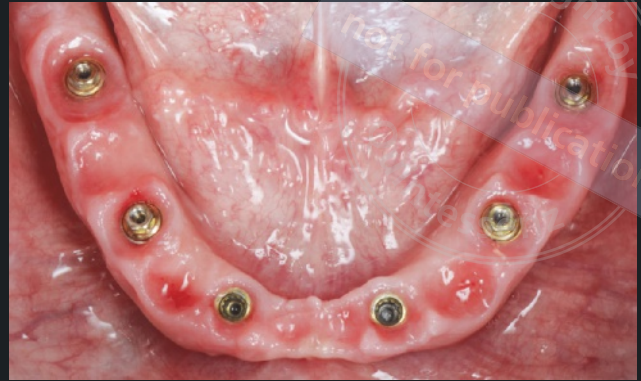


Abb. 33 Okklusalsicht des Weichgewebes im Unterkiefer.

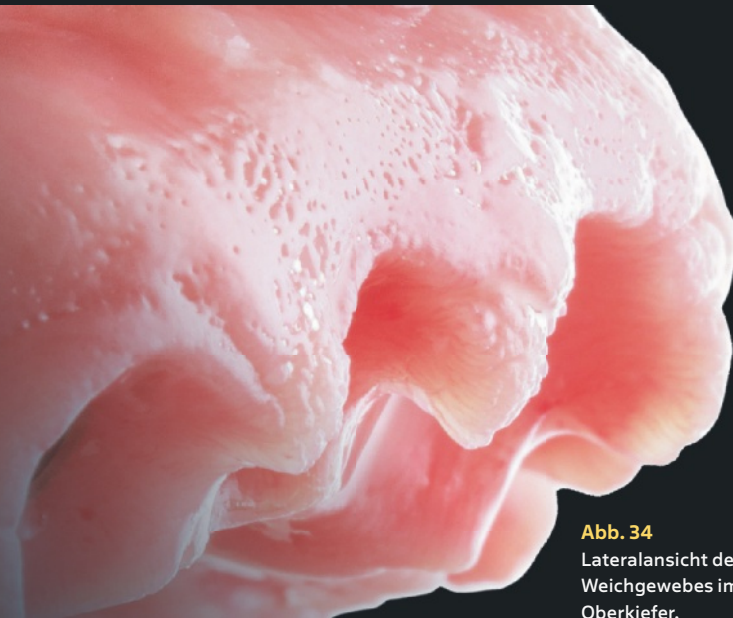


Abb. 34
Lateralansicht des
Weichgewebes im
Oberkiefer.

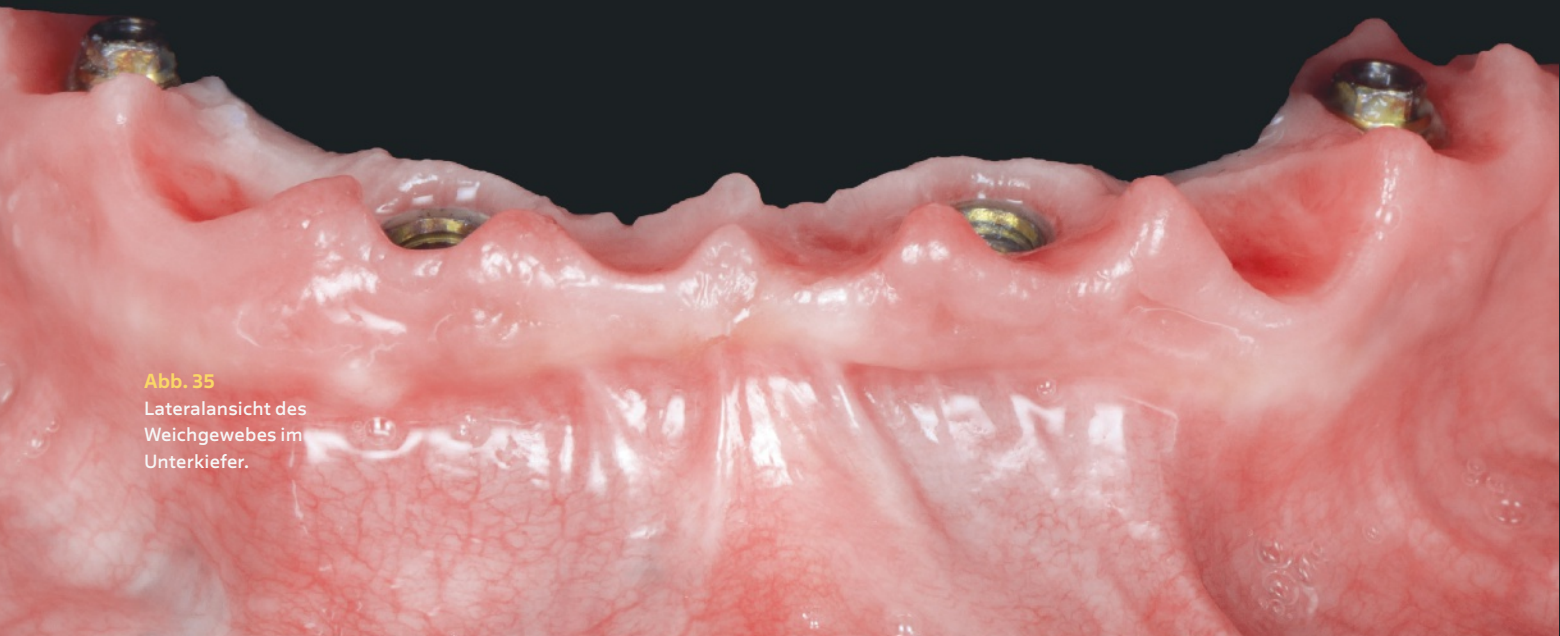


Abb. 35
Lateralansicht des
Weichgewebes im
Unterkiefer.

keramik-Abplatzungen ausgeschlossen waren²⁶. Um eine natürlichere, dreidimensionale Wirkung zu erzielen, wurde das Zirkonoxid lediglich extern mit einer breiten Palette von Farb- und Glasurmaterialien (IPS Ivocolor, Fa. Ivoclar) eingefärbt. Zur Steigerung der Transluzenz und Festigkeit der Stücke durchliefen diese einen 9-stündigen Sinterzyklus^{27,28}. Außerdem wurden sie verlangsamt abgekühlt²⁶. Die Formgebung der definitiven monolithischen Zirkonoxidrekonstruktionen und Titangerüste basierte auf dem virtuellen Entwurf und den mit den Provisorien ausgeformten Emergenzprofilen. Die Abbildungen 32 bis 35 zeigen den abschließenden Bogenverlauf des Weichgewebes. An der Basisseite wurden die definitiven Rekonstruktionen etwa 1 mm in Richtung des Weichgewebes überkonturiert, um aktiven Druck auf dieses auszuüben und etwaige Volumenverluste durch die mechanische Politur zu kompensieren²⁹.

Die Verbindung der monolithischen Zirkonoxidrekonstruktionen mit den Implantaten erfolgte über Titanbasen, während bei den Stücken mit Titangerüst die Verbindung direkt über das Gerüst hergestellt wurde. Die aus einem Titanblock (Colado CAD Ti5, Fa. Ivoclar) gefrästen Gerüste waren anatomisch geformt und ließen

mindestens 2 mm Raum für die Zirkonoxidhülle. Die Zirkonoxidhüllen waren auf spannungsfreie Passung mit den Gerüsten, exakte Ränder und Freiheit von Unterschnitten ausgelegt (Abb. 36 und 37). Nach ihrer Fertigstellung wurden die Restaurationen intraoral getestet (Abb. 38 und 39).



Abb. 36 Die Segmente des definitiven Zahnersatzes im Oberkiefer vor dem Einkleben der Titangerüste in die Zirkonoxidsuprastruktur.

Abb. 37 Die Segmente des definitiven Zahnersatzes im Unterkiefer vor dem Einkleben des Titangerüsts in die Zirkonoxidsuprastruktur.

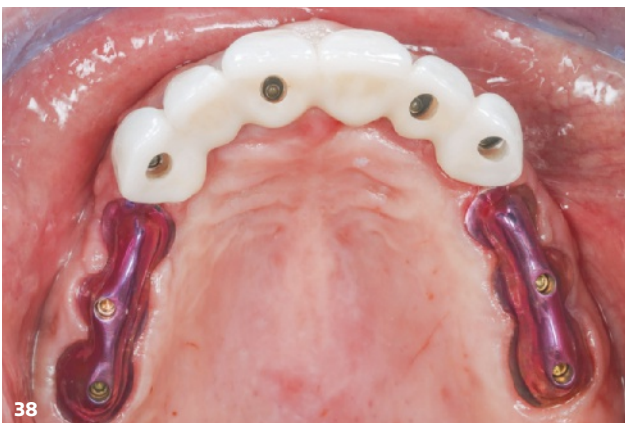


Abb. 38 Einprobe für den definitiven Zahnersatz im Oberkiefer mit monolithischer Zirkonoxidrekonstruktion im Frontzahnbereich und Titangerüsten in den Seitenzahnbereichen.



Abb. 39 Einprobe für den definitiven Zahnersatz im Unterkiefer mit einem Titangerüst im Frontzahnbereich und monolithischem Zirkonoxid in den Seitenzahnbereichen.



Abb. 40 Die definitiven Rekonstruktionen nach Verklebung der Titangerüste mit den Zirkonoxidsuprastrukturen auf dem 3D-gedruckten Modell mit Zahnfleischmasken.

Die Innenflächen der Zirkonoxid-Suprastrukturen wurden mit 50-µm-Korundstrahlmittel bei einem Druck von weniger als 2 bar aus 2 cm Entfernung abgestrahlt. Das Sandstrahlen der Titangerüste erfolgte mit 110-µm-Korundstrahlmittel unter 2,5 bar Druck. Nach gründlichem Spülen und Trockenblasen beider Komponenten wurden die Klebeflächen mit einem Primer (Monobond Plus) behandelt und die Titangerüste mit einem selbsthärtenden Befestigungskomposit (Multilink Hybrid Abutment, Fa. Ivoclar) eingeklebt³⁰. Nach der Verklebung wurden die an der Schnittstelle zwischen beiden Komponenten ausgetretenen Überschüsse entfernt und die Oberflächen sorgfältig poliert (EVE Diacera Diamond Rubber, Fa. Eagle Dental Burs, Kiryat Ata, Israel). Auch die Titanbasen wurden vor dem Einkleben in die monolithischen Zirkonoxidstücke abgestrahlt, wozu 50-µm-Korundstrahlmittel unter einem Druck von 2,5 bar verwendet wurde³¹. Auch hier folgte der Verklebung die Überschussentfernung an den Rändern und eine sorgfältige mechanische Politur. Alle fertiggestellten Rekonstruktionen wurden in einem Isopropanol-Ultraschallbad dekontaminiert und anschließend mit Dampf gereinigt (Abb. 40 bis 42).



Abb. 41 Der fertiggestellte definitive Zahnersatz für den Oberkiefer.



Abb. 42 Der fertiggestellte definitive Zahnersatz für den Unterkiefer.

Eingliederung des definitiven Zahnersatzes und Nachkontrollen

Nach dem Einsetzen und Verschrauben der Rekonstruktionen wurde die Okklusion kontrolliert und justiert. Anschließend wurden die Schraubenzugänge mit medizinisch geeignetem Teflon-Material (i-Plug,

Fa. D Surgical, Sunnyvale, CA, USA) gefüllt. Es folgte die Vorbehandlung der entsprechenden Zirkonoxidflächen mit einem Primer (Monobond Plus) und einem Adhäsiv (Adhese Universal, Fa. Ivoclar) und der Verschluss der Öffnungen mit einem Komposit (IPS Empress Direct, Farbe A1, Fa. Ivoclar). Die Abbildungen 43 bis 46 zeigen die Eingliederung des definitiven Zahnersatzes.



Abb. 43 Okklusalanalyse des Oberkiefers nach dem Einsetzen der Seitenzahnrekonstruktionen.

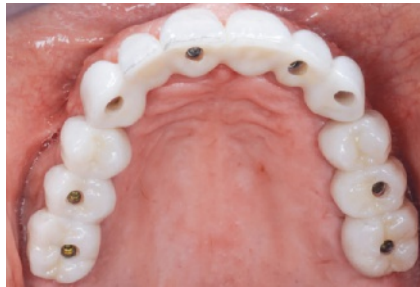


Abb. 44 Okklusalanalyse des Oberkiefers nach dem Einsetzen aller Segmente der Full-arch-Rekonstruktion.



Abb. 45 Okklusalanalyse der eingesetzten definitiven Rekonstruktion im Unterkiefer.



Abb. 46 Schnittstelle zwischen dem Weichgewebe und der monolithischen Zirkonoxidrekonstruktion im Oberkiefer-Frontzahnbereich.



Abb. 47 bis 51
Ansichten der
Abschlussituation
nach Eingliederung
des Zahnersatzes in
beiden Kiefern.

Schließlich wurde die Abschlussituation intraoral (Abb. 47 bis 51), extraoral (Abb. 52 bis 54) und im Röntgenbild (Abb. 55) dokumentiert. Nach den Kontrolluntersuchungen 1, 4 und 12 Wochen nach dem Einsetzen der Rekonstruktionen wurde der Patient zu Nachsorgeterminen alle 6 Monate einbestellt.



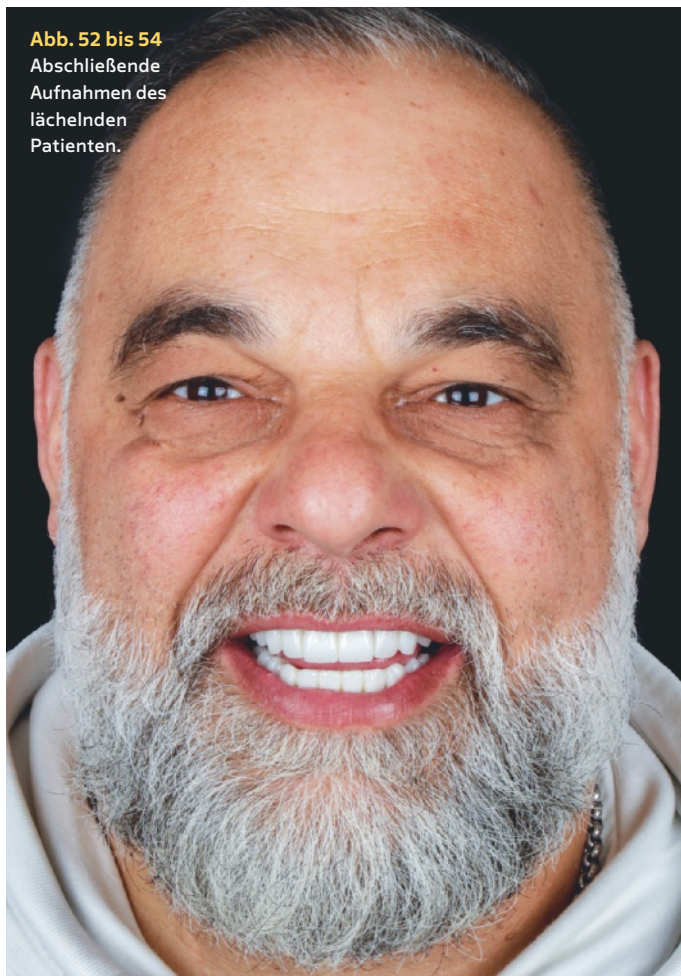


Abb. 52 bis 54
Abschließende
Aufnahmen des
lächelnden
Patienten.

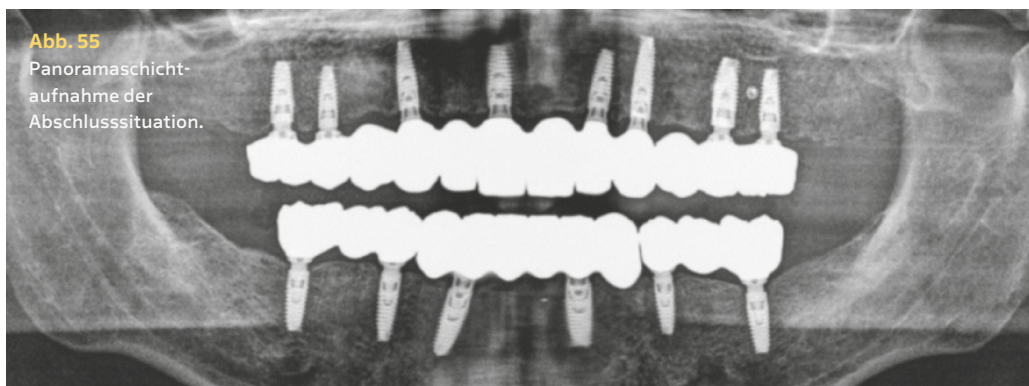


Abb. 55
Panoramaschicht-
aufnahme der
Abschlusssituation.

Schlussfolgerungen

Dank der Entfernbareit der verschraubten definitiven Versorgung war ein Monitoring der Schnittstelle zu den natürlichen Geweben im zeitlichen Verlauf möglich^{32,33}. Der vorliegende Fallbericht belegt, dass segmentierte Full-arch-FP1-Rekonstruktionen aus monolithischem Zirkonoxid, partiell unterstützt durch Titangerüste, vielverspre-

chende Ergebnisse ermöglichen. Allerdings sind zusätzliche klinische Daten aus Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiträumen erforderlich, um die Eignung dieses neuen Konzeptes in der täglichen Praxis beurteilen zu können. Voraussetzung für eine exakte Behandlungsplanung sind die korrekte Diagnostik und Klärung der Ätiologie des bevorstehenden totalen Zahnverlustes. Die Kombination digitaler Ansätze

für alle Behandlungsphasen von der Diagnostik bis zur Herstellung des Zahnersatzes mit der Wahl geeigneter Materialien ermöglicht eine hochwertige Behandlung unter Bewältigung aller ästhetischen, funktionellen und biologischen Herausforderungen segmentierter FP1-Rekonstruktionen.

Literatur

- Morton D, Gallucci G, Lin WS, et al. Group 2 ITI consensus report: Prosthodontics and implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2018;29(suppl 16):215–223.
- Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol* 2018;89(suppl 1):S159–S172 [erratum 2018;89:1475].
- Mitrani R, Papaspyridakos P, Bedrossian EA, Goldberg J, Tsigarida A, Chochlidakis K. Treatment planning algorithm for patients with a terminal dentition [epub ahead of print 25 May 2024]. *J Prosthet Dent* doi:10.1016/j.prosdent.2024.04.029.
- Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Brägger U, Hämmerle CH, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: A 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:329–339.
- Lago L, Rilo B, Fernández-Formoso N, DaSilva L. Implant rehabilitation planning protocol for the edentulous patient according to denture space, lip support, and smile line. *J Prosthodont* 2017;26:545–548.
- Bidra AS. Three-dimensional esthetic analysis in treatment planning for implant-supported fixed prosthesis in the edentulous maxilla: Review of the esthetics literature. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:219–236.
- Ntovas P, Grybauskas S, Beiglboeck F, Kalash Z, Aida S, Att W. What comes first: Teeth or face? Recommendations for an interdisciplinary collaboration between facial esthetic surgery and dentistry [epub ahead of print 1 July 2024]. *J Esthet Restor Dent* doi:10.1111/jerd.13267.
- Buduru S, Cofar F, Mesaroş A, Tăut M, Negucioiu M, Almăşan O. Perceptions in digital smile design: Assessing laypeople and dental professionals' preferences using an artificial-intelligence-based application. *Dent J (Basel)* 2024;12:104.
- Ntovas P, Karkazi F, Özbilen EÖ, et al. Perception of smile attractiveness among laypeople and orthodontists regarding the buccal corridor space, as it is defined by the eyes. An innovated technique. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:345–351.
- Pollini A, Goldberg J, Mitrani R, Morton D. The lip-tooth-ridge classification: A guidepost for edentulous maxillary arches. Diagnosis, risk assessment, and implant treatment indications. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017;37:835–841.
- Joda T, Balmer M, Jung RE, Ioannidis A. Clinical use of digital applications for diagnostic and treatment planning in prosthodontics: A scoping review [epub ahead of print 22 December 2023]. *Clin Oral Implants Res* doi:10.1111/clr.14230.
- Misch C. Classifications and treatment options of the completely edentulous arch in implant dentistry. *Dent Today* 1990;9:26,28–30.
- Flügge T, Kramer J, Nelson K, Nahles S, Kern F. Digital implantology—A review of virtual planning software for guided implant surgery. Part II: Prosthetic set-up and virtual implant planning. *BMC Oral Health* 2022;22:23.
- Partalis C, Kamposiora P, Papavasiliou G, Doukoudakis A. Fabrication of a fixed provisional implant restoration. A report of three cases. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2010;18:55–59.
- Norré D, Att W. STAR concept: A technique to improve the predictability of immediate implant placement and loading in edentulous arches. *Int J Comput Dent* 2022;25:303–323.
- Pozzi A, Arcuri L, Block MS, Moy PK. Digital assisted soft tissue sculpturing (DASS) technique for immediate loading pink free complete arch implant prosthesis. *J Prosthodont Res* 2021;65:119–124.
- Kang S, Hou Y, Cao J, Li S, Xue P, Jiang Y. Comparison of implantation accuracy among different navigated approaches: A systematic review and network meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2024;(3):455–467.
- Caramês JMM, Marques DNDS, Caramês GB, Francisco HCO, Vieira FA. Implant survival in immediately loaded full-arch rehabilitations following an anatomical classification system—A retrospective study in 1200 edentulous jaws. *J Clin Med* 2021;10:5167.
- Gallardo YNR, da Silva-Olívio IR, Gonzaga L, Sesma N, Martin W. A systematic review of clinical outcomes on patients rehabilitated with complete-arch fixed implant-supported prostheses according to the time of loading. *J Prosthodont* 2019;28:958–968.
- Dawson PE. *Functional Occlusion From TMJ to Smile Design*. Mosby, 2007.
- Agnini A, Romeo D, Giulia B, Tommaso W, Christian C, Agnini A. Copy-paste concept: Full digital approach in the management of gingival emergence profiles. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:222–229.
- Bidra AS, Rungruanant P, Gauthier M. Clinical outcomes of full arch fixed implant-supported zirconia prostheses: A systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2017;10:35–45.
- AlTarawneh S, Thalji G, Cooper L. Full-arch implant-supported monolithic zirconia fixed dental prostheses: An updated systematic review. *Int J Oral Implantol (Berl)* 2021;14:13–22.
- Pelekanos S, Ntovas P, Rizou V, Pozzi A. Translucent monolithic zirconia titanium-supported FP1 full-arch prosthesis: A novel proof of concept to address esthetic, functional, and biologic challenges. *J Esthet Restor Dent* 2024;36:197–206.
- Mijiritsky E, Elad A, Krausz R, Ivanova V, Zlatev S. Clinical performance of full-arch implant-supported fixed restorations made of monolithic zirconia luted to a titanium bar: A retrospective study with a mean follow-up of 16 months. *J Dent* 2023;137:104675.
- Pjetursson BE, Sailer I, Latyshev A, Rabel K, Kohal RJ, Karasan D. A systematic review and meta-analysis evaluating the survival, the failure, and the complication rates of veneered and monolithic all-ceramic implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2021;32(suppl 21):254–288 [erratum in 2021;32:1507].
- Paula VG, Lorenzoni FC, Bonfante EA, Silva NR, Thompson VP, Bonfante G. Slow cooling protocol improves fatigue life of zirconia crowns. *Dent Mater* 2015;31:77–87.
- Cesar PF, Miranda RBP, Santos KF, Scherrer SS, Zhang Y. Recent advances in dental zirconia: 15 years of material and processing evolution. *Dent Mater* 2024;40:824–836.
- Gomez-Meda R, Esquivel J, Blatz MB. The esthetic biological contour concept for implant restoration emergence profile design. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:173–184.
- Blatz MB, Alvarez M, Sawyer K, Brindis M. How to bond zirconia: The APC concept. *Compend Contin Educ Dent* 2016;37:611–617.
- Pitta J, Burkhardt F, Mekki M, Fehmer V, Mojon P, Sailer I. Effect of airborne-particle abrasion of a titanium base abutment on the stability of the bonded interface and retention forces of crowns after artificial aging. *J Prosthet Dent* 2021;126:214–221.
- Chochlidakis K, Ercoli C, Einarsdottir E, et al. Implant survival and biologic complications of implant fixed complete dental prostheses: An up to 5-year retrospective study. *J Prosthet Dent* 2022;128:375–381.
- Al-Radha AS, Dymock D, Younes C, O'Sullivan D. Surface properties of titanium and zirconia dental implant materials and their effect on bacterial adhesion. *J Dent* 2012;40:146–153.



Keramik- veneers:

Kombination
moderner Technik
und evidenzbasierter
Workflows in Praxis
und Labor

Julian Conejo, DDS, MSc¹

Sergio Losas, CDT²

Telmo Santos, CDT³

Markus B. Blatz, DMD, PhD¹



Keramikveneers sind heute die Standardversorgung für Patienten, die eine Verbesserung ihrer dentalen Ästhetik durch indirekte Restaurationen wünschen und dabei zugleich möglichst viel gesunde Hartschubstanz behalten wollen¹. Um ein höchstesthetisches funktional vollwertiges Ergebnis mit hoher Lebensdauer erreichen zu können, ist ein gutes Verständnis der Indikationen und Kontraindikationen sowie der optimalen zahnärztlichen und zahn-technischen Arbeitsabläufe für gefräste und gepresste Keramikrestaurationen wichtig².

Dieser Beitrag illustriert an zwei Fällen die Herstellung von Keramikveneers im additiven und im subtraktiven digitalen Fertigungsverfahren und liefert ein Update zur adhäsiven Befestigung mit Darstellung der Schrittfolge.

¹Department of Preventive and Restorative Sciences, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

²Zahntechnisches Labor Losas, Santo Tome, Corrientes, Argentinien.

³Coritec, Belo Horizonte, Brasilien.

Korrespondenz an: Julian Conejo, jconejo@upenn.edu



Abb. 1 bis 3 Extra- und intraorale fotografische Dokumentation der Ausgangssituation als Grundlage für eine fazial orientierte Behandlungsplanung.



Fall 1

Der 30-jährige Patient stellte sich an der Zahnklinik vor und gab auf die Frage nach seinem Anliegen an, er sei ‚mit seinem Lächeln unzufrieden‘. Zunächst wurden daher extra- und intraorale Fotoaufnahmen und digitale diagnostische Abformungen durchgeführt (Abb. 1 bis 3) und die digitalen Daten über eine sichere Online-Plattform mit dem Zahntechniker geteilt.

Dieser führte die Intraoralscans und die Porträtaufnahme des (forciert) lächelnden Patienten in der Konstruktionssoftware zusammen und richtete sie zueinander aus. Auf diese Weise lassen sich der Ober- und Unterkiefer in ihrer räumlichen Lage entsprechend der realen Situation beim Patienten darstellen. Derselbe Arbeitsablauf kann verwendet werden, wenn statt der

2D-Aufnahme des Gesichts ein 3D-Gesichtsscan genutzt werden soll³.

Nach einer gründlichen dentalen und fazialen Analyse erstellte der Zahntechniker ein digitales Wax-up der Zähne 14 bis 24 nach ästhetischen Richtwerten. Anschließend wurde das Wax-up als STL-Datensatz exportiert und komplett als Modell 3D-gedruckt. Dieses wurde gewaschen, gehärtet, abgestiftet und mit einem langsam laufenden Filzschwabbel (6 000 U/min) poliert, um eine ideale Wiedergabe der Labialflächen zu erreichen (Abb. 4 und 5). Dieser Schritt verbessert die Ästhetik des Mock-ups und Provisoriums, da das Wax-up-Modell nun mithilfe eines Silikonschlüssels in den Mund übertragen wird.

Das Mock-up wurde mit einem Bisacryl-Material erstellt (Abb. 6), woraufhin erneut Fotografien aufgenommen

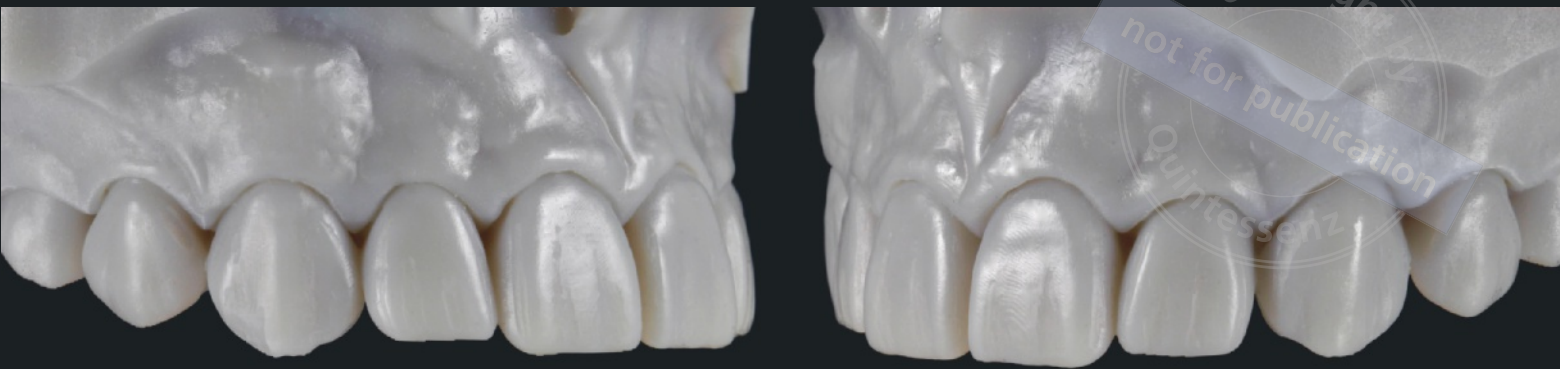


Abb. 4 und 5 Das 3D-gedruckte Modell des digitalen Wax-ups wurde poliert, um die Oberflächenqualität zu verbessern.

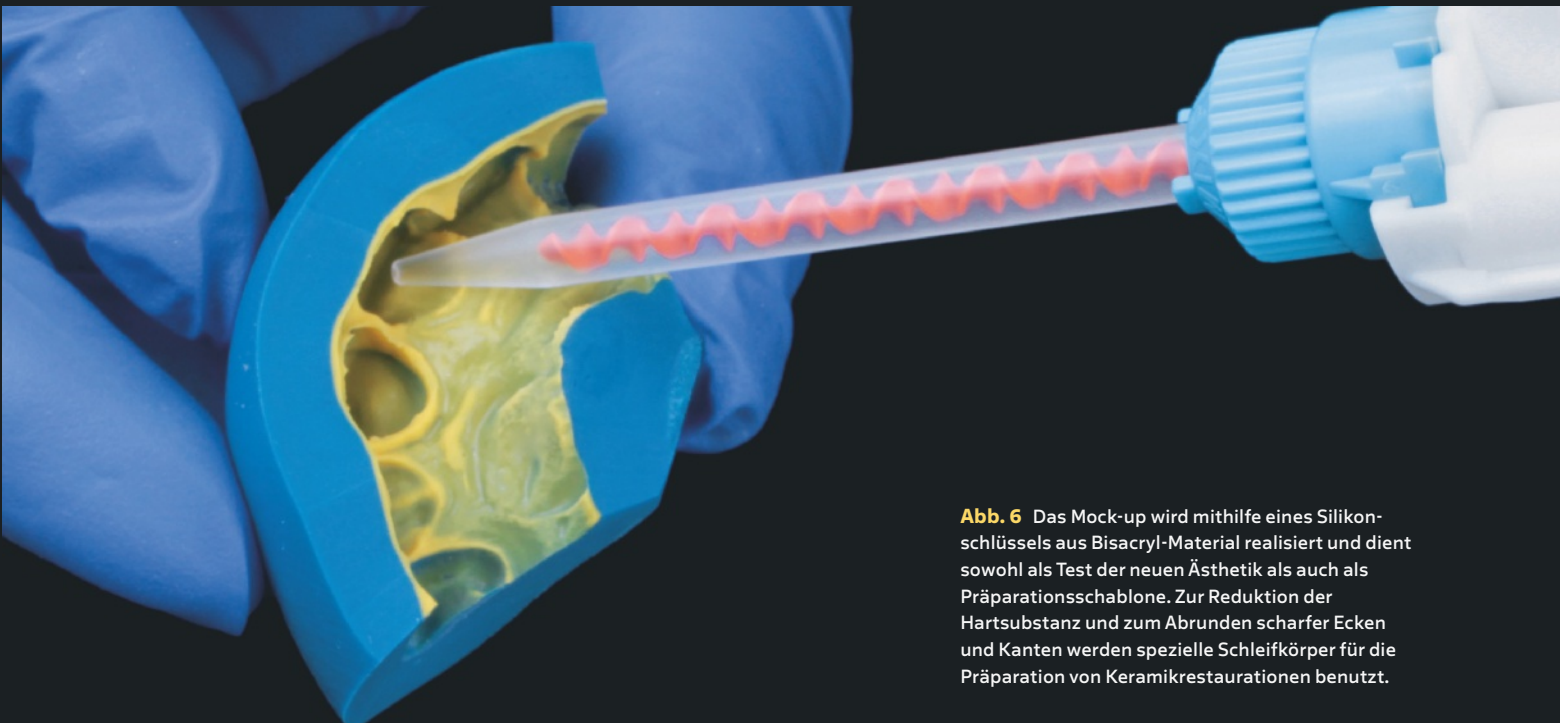


Abb. 6 Das Mock-up wird mithilfe eines Silikon-schlüssels aus Bisacryl-Material realisiert und dient sowohl als Test der neuen Ästhetik als auch als Präparationsschablone. Zur Reduktion der Hartsubstanz und zum Abrunden scharfer Ecken und Kanten werden spezielle Schleifkörper für die Präparation von Keramikrestorationen benutzt.

und evaluiert wurden. Nachdem der Patient das neue Lächeln begutachtet und bestätigt hatte, diente das Mock-up als Präparationsschablone. Zuerst wurden mit einem 0,3 mm-Tiefenmarkierer Rillen angelegt, um die erforderliche Präparationstiefe für das Keramikmaterial zu markieren. Mit einem feinen Diamantschleifer erfolgte dann die labiale und inzisale Reduktion und das Anlegen der Präparationsgrenze auf Gingivahöhe nach Platzierung eines Retraktionsfadens (Größe #000) im Sulkus. Diese Präparationsgestaltung hilft, alle eventuell vorhandenen Verfärbungen und die Übergänge zwischen Zahn und Veneer zu kaschieren, und respektiert die biologische Breite, da keine subgingivalen Ränder zu erwarten sind.

Anschließend wurde ein zweiter Retraktionsfaden (Stärke #00) zur horizontalen Gewebeverdrängung

eingelegt und unmittelbar vor der definitiven digitalen Abformung wieder aus dem Sulkus entfernt, um eine detaillierte Wiedergabe zu erhalten. Die Scandaten werden sofort chairside begutachtet. Sollten noch Anpassungen an den Präparationen nötig sein, werden diese direkt ausgeführt und erneut gescannt, um eine Wiederholung der Arbeitsschritte in einer der folgenden Sitzungen zu vermeiden. Im gezeigten Fall wurden die neuen Scans an das Labor übermittelt und zum eingangs erstellten Projekt in der Software hinzugefügt. Auf diesem Weg bleiben die bestätigten Restaurationsformen (Wax-up) für die definitiven Keramikveneers erhalten. In einem Online-Meeting zwischen Zahnarzt und Zahntechniker wurden alle Präparationsränder bestätigt und die Restaurationen abschließend gestaltet (Abb. 7 und 8).

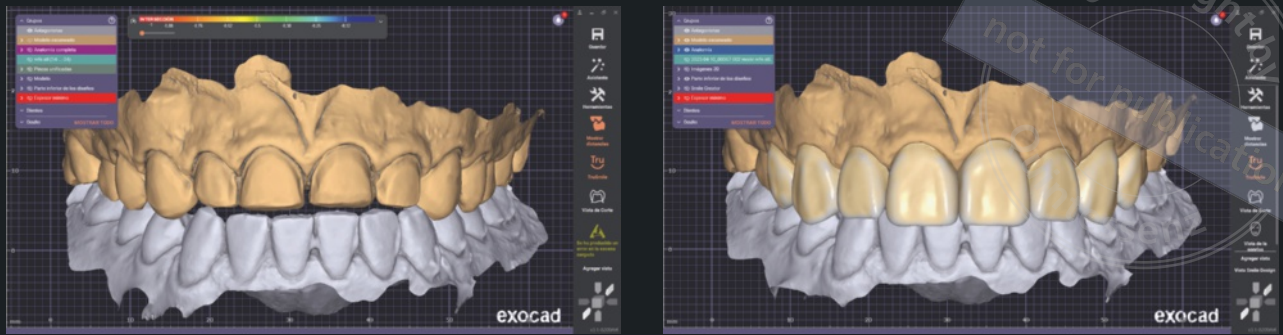


Abb. 7 und 8 Die Intraoralscandaten werden überprüft, die Ränder selektiert und die definitiven Restauration in Anlehnung an das initiale Wax-up gestaltet.

Das Fräsen der Stücke mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,4 mm aus Feldspatkeramik-Blöcken (TriLux Forte, Fa. Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland) erfolgte auf einer Fünfachsenfräsmaschine (CORITEC, Fa. imes-icore, Eiterfeld, Deutschland). Alle Haltestifte wurden auf den Labialflächen platziert, in möglichst großer Entfernung von den Restaurationsrändern, um Abplatzung in diesem Bereich zu vermeiden (Abb. 9 und 10).



Abb. 9 und 10 Fräsen der Keramikveneers aus einer polychromen Feldspatkeramik.





Abb. 11 bis 13 Die gefrästen Veneers wurden auf das 3D-gedruckte Modell gesetzt, um die Formen und die Passung insgesamt zu optimieren.



Die STL-Daten der Oberkieferpräparationen wurden bearbeitet, um eine ebene Grundfläche zu erzeugen, und dann in hoher Auflösung 3D-gedruckt. Dank der hohen Genauigkeit der 3D-gedruckten Kunststoffmodelle können die gefrästen Keramikveneers problemlos auf das Modell gesetzt und bezüglich ihrer Ästhetik und Passung begutachtet werden⁴. Die Konturen, die Symmetrie der Inzisalkanten, die Position der Randleisten, die Interdentalbereiche und die Oberflächentextur werden analysiert und im Detail ausgearbeitet (Abb. 11 bis 13). Nach kleineren Formkorrekturen werden die Veneers gefärbt und glasiert, wobei der natürliche Charakter des inzisalen Drittels mit grauen, blauen und weißen Malfarben (Akzent Plus, Fa. Vita Zahnfabrik) nachempfunden wird. Im zervikalen Drittel wurden gelbe und rosa Farben verwendet, um die Weichgewebeintegration zu optimieren und eine größere Dicke des Dentinkerns zu simulieren. Bei polychromen Materialien, wie dem hier verwendeten Feldspatkeramik-Block, kann die gesamte farbliche Charakterisierung mit einem Fixationsbrand vorgenommen werden, an den sich ein Glasurbrand zum Verschließen der Poren und Schutz der Farben anschließt. Der letzte Schritt ist die manuelle Politur der glasierten Oberfläche mit feinen, diamantierten Polierspitzen. Er verleiht den Keramikoberflächen einen natürlichen Glanz (Abb. 14 und 15).



Abb. 14 und 15 Die Kombination aus Blöcken mit Farbverlauf und einer Färbe-/Glasurtechnik gewährleistet eine hervorragende Ästhetik der Veneers.



Abb. 16 und 17

Die Veneers werden in einem speziellen Tray aufbewahrt und mit einem lichthärtenden Befestigungskomposit eingesetzt.

In der Praxis wurden die aus dem Labor übersendeten fertigen Stücke sorgfältig unter optischer Vergrößerung in Bezug auf Randabplatzungen und Oberflächenmängel geprüft. Zur Aufbewahrung während der folgenden adhäsiven Oberflächenkonditionierung dient ein Kunststofftray. Er verringert die Gefahr einer fehlerhaften Vorbehandlung, die bei Feldspatkeramik wegen des hohen Glasphasenanteils katastrophal wäre (Abb. 16 und 17).

Für einen letzten Test wurden die Veneers mit einer Try-in-Paste auf den Zähnen befestigt. Nach extra- und intraoraler fotografischer Dokumentation zur Bestätigung durch den Patienten wurde Kofferdam angelegt und die Befestigung der Veneers vorbereitet: Die Feldspatkeramikveneers wurden 60 Sekunden mit Flusssäure geätzt und dann in einem Alkohol-Ultraschallbad 3 Minuten gereinigt. Nach der Trocknung mit dem Luftspray folgte die Silanisierung (Clearfil Ceramic Primer Plus, Fa. Kuraray, Tokio, Japan).

Die Präparationen wurden mit einem intraoralen Pulverstrahlgerät (Aquacare, Fa. American Dental Systems, Vaterstetten, Deutschland) gereinigt. Darauf folgte die



Abb. 18 bis 23 Absolute Trockenlegung und eine sorgfältig durchgeführte adhäsive Konditionierung und Befestigung sind der Schlüssel zum langfristigen Erfolg der Veneerversorgung.

20-sekündige Ätzung mit Phosphorsäure, die anschließend mit reichlich Wasser wieder abgespült wurde. Nach der Trocknung wurde ein Universaladhäsiv (Clearfil Universal Bond Quick, Fa. Kuraray) mit einem Microbrush aufgetragen und 5 Sekunden dünn verblasen. Ein dualhärtendes Adhäsiv ist für Veneers ideal geeignet, da es nicht lichtgehärtet werden muss, wodurch eine übermäßige Schichtstärke und damit einhergehende Fehlpassung vermieden wird. Die Innenflächen der Veneers wurden mit einem lighthärtenden Befestigungskomposit (Panavia Veneer LC, Fa. Kuraray) beschickt und die jeweilige Restauration eingesetzt. Nach Kontrolle des korrekten Sitzes auf der Präparation wurden alle Kompositüberschüsse mit einem Microbrush und Zahnseide entfernt und jede Fläche 20 Sekunden belichtet. Die längere Verarbeitungszeit lighthärtender Befestigungskomposite macht die Verklebung der Veneers weniger fehleranfällig und vermeidet Fehlplatzierungen (Abb. 18 bis 23)⁵. Die Abbildungen 24 bis 26 zeigen das Endresultat dieses Falls.



Abb. 24 bis 26 Die extra- und intraoralen Abschlussbilder der Behandlung zeigen die gute Weichgewebeintegration und Harmonie der Restaurationen mit dem Gesicht.

