

Komplexe Restaurationen und digitale Technologien



Die Quintessenz klinischer und zahntechnischer Innovationen

Vincent Fehmer (Hrsg.)



Edwin Zamboni

Komplexe Restaurationen und digitale Technologien





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/>).



Titel der Originalausgabe:

Quintessence of Dental Technology (QDT) 2024, Volume 46

© 2024 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

© 2025 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, Lektorat, Herstellung und Reproduktion: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

ISBN 978-3-86867-717-1

Printed in Croatia

*Coverbild mit freundlicher Genehmigung von Edwin Zanabria, CDT,
Gewinner des QDT-Cover-Wettbewerbs.*

Komplexe Restaurationen und digitale Technologien

Die Quintessenz klinischer und zahntechnischer Innovationen

Vincent Fehmer (Hrsg.)

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

 **QUINTESSENCE PUBLISHING**

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

QDT
QUINTESSENCE OF DENTAL TECHNOLOGY



Komplexe Restaurationen und digitale Technologien



QDT

Editorial: Exzellente Zahntechnik fördern Vincent Fehmer	vi
Implantatgestützte Full-arch-Zirkonoxidbrücke: Digitale Werkzeuge für Planung, geführte Chirurgie und Prothetik Krzysztof Chmielewski, Maja Chmielewska, Dagmara Karczewska-Purzycka, Paolo Venturini und Nico Squicciarini	2
Digitale und interdisziplinäre konservative adhäsive Rehabilitation auf der Grundlage ästhetischer und okklusaler Integration: Ein Fallbericht Germán Albertini, Diego Bechelli, Aníbal Capusotto und Ricardo Schäfer	20
Virtuelle Behandlungsplanung in der digitalen Zahntechnik Michael Bergler, Howard P. Fraiman, Harold S. Baumgarten und Wael Isleem	36
Full-Mouth-Rehabilitation: Digitaler Workflow und Einsatz des Mikroskops Nazariy Mykhaylyuk und Bogdan Mykhaylyuk	55
Digitales Patientenkonzept zur idealen Einstellung der Okklusionsebene bei Full-Mouth-Sanierungen Francesco Mintrone, Ateicos Quintavalla und Franco Pozzi	69
Multidisziplinäre Behandlung für einen Diastemaschluss: Vorteile und Grenzen von Mock-ups Anthony Atlan, Axel Charriere und Asselin Bonichon	84
Ausgewogener Einsatz digitaler und analoger Verfahren zur Kompensation schwerer Atrophien in der ästhetischen Zone Anabell Bologna, Rafael Laplana und Jorge Ravelo	100
Digitale Technologie: Möglichkeit zur Revision einer Implantatbehandlung Benjamin Cortasse, Julien Mourlaas, Venceslav Stankov, Florin Cofar, Gustavo Giordani, Eric Van Dooren und Mickael Griet	124



Die Quintessenz klinischer und zahntechnischer Innovationen

QDT

- Full-arch-Rehabilitation mit Zirkonoxidimplantaten und monolithischer Zirkonoxidprothese: Ein Fallbericht** 136
Helena Francisco, Artur Simões, Sara Casado, Rita Alves, Duarte Marques und João Caramês
- Ersatz misslungener Restaurationen in der ästhetischen Zone: Lösungen für klinische und zahntechnische Herausforderungen** 151
Julian Conejo, Sean Han, Jose M. Ayub und Markus B. Blatz
- Triple D: Dentofaziale Digitale Diagnostik** 159
Michel Magne, Sam Alawie, Mehrdad Razaghy und Pascal Magne
- 3-D-Druck von Lithium-Disilikat-Keramik: Fakt, Fiktion oder Zukunft?** 178
Josef Schweiger, Daniel Edelhoff und Oliver Schubert
- Die Wahl des richtigen Behandlungsplans zur Erfüllung des Patientenwunsches** 190
Lara Stangacilovic, Ion Nicolescu, Mihai Dorobantu, Maria Radu, Ciprian Panaite, Roxana Stuparu, Vlad Nita, Mirela Feraru und Alexandru Cucu
- Biorestaurative Umgestaltung von White-Spot-Läsionen an Frontzähnen** 208
Douglas A. Terry, John M. Powers, Catherine M. Flaitz und Wesam Salha
- Klinische Dokumentation leicht gemacht mit dem Intra.diffuser-Kit** 224
Anas Aloum, Szabi Hant und Tony Rotondo
- Matchmaker: Microlayering und das Beste aus allen Welten** 240
Carsten Fischer

Editorial:

Exzellente Zahntechnik fördern



Liebe Leserinnen und Leser,
beim Eintauchen in diese Ausgabe der Quintessence of Dental Technology (QDT) „Komplexe Restaurationen und digitale Technologien“ fühle ich mich durch das große Vertrauen und die Unterstützung, die mir von Ihnen und unseren Restaurationsteams entgegengebracht wird, sehr geehrt. Sie zeigen uns herausragende klinische Möglichkeiten und sind die treibende Kraft hinter dem Engagement, die Grenzen der Zahntechnik zu verschieben. Danke, dass Sie uns inspirieren weiterzumachen!

Auch in diesem Band nutzen wir wieder das Privileg, Beiträge von einigen der besten Restaurationsteams unseres Fachgebiets zu präsentieren. Diese Ausgabe ist etwas ganz Besonderes, da wir komplexe Fälle vorstellen und uns darauf fokussieren, wie digitale Technologien zur Vereinfachung der Behandlung beitragen können. Die Autorinnen und Autoren haben ihre komplexen Fälle in einer Schritt-für-Schritt-Dokumentation aufgeschlüsselt, damit Sie beim Lesen sämtliche Verfahren und Behandlungen nachvollziehen können. Darüber hinaus wird die zentrale Rolle der korrekten Diagnose und Dokumentation – die Eckpfeiler einer erfolgreichen Behandlung – betont. Sich ein umfassendes Bild von der Mundgesundheit eines Patienten zu machen, ist eine besondere Fähigkeit und führt, wenn sie perfektioniert wird, zu fundierten Entscheidungen und zur Zufriedenheit der Patienten.

In unserem Streben nach exzellenten Ergebnissen haben wir die gestaltende Kraft der modernen Technologie kennengelernt. Sie ist nicht nur ein Werkzeug für höhere Effizienz und zur Vermeidung von Komplikationen, sondern der Schlüssel zu vorhersagbaren und präzisen Behandlungsergebnissen. In der heutigen Zeit sollten wir jedoch darauf bedacht sein, dass diese Ergebnisse auch für die breite Bevölkerung erschwinglich sind.

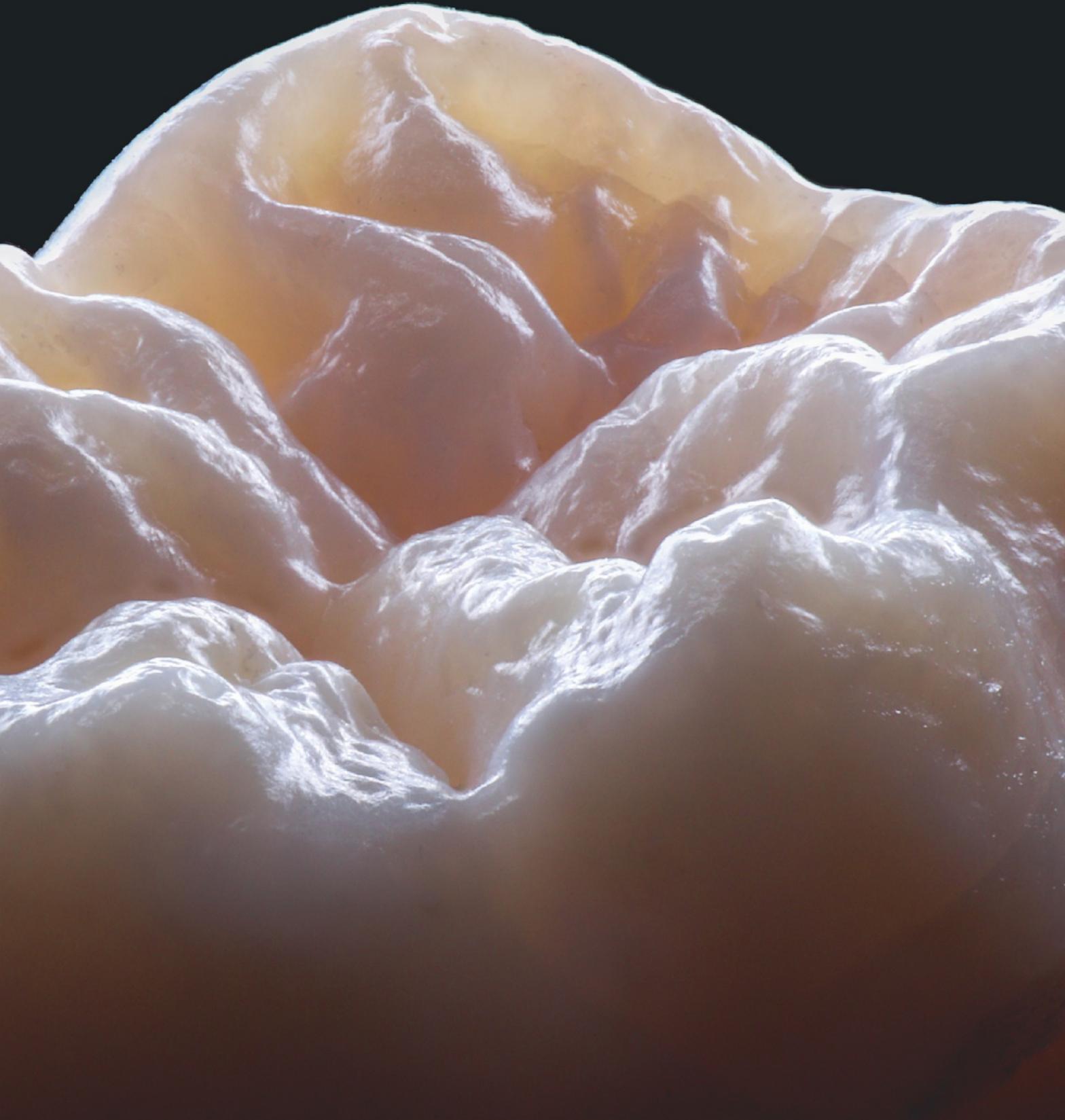
Ich freue mich, Ihnen mit dieser Ausgabe der QDT die neuesten Fortschritte und Erkenntnisse aus der Welt der dentalen Technologien vorstellen zu können. Gemeinsam werden wir auch weiterhin Exzellenz fördern, Innovationen vorantreiben und das Leben unserer Patienten positiv beeinflussen.

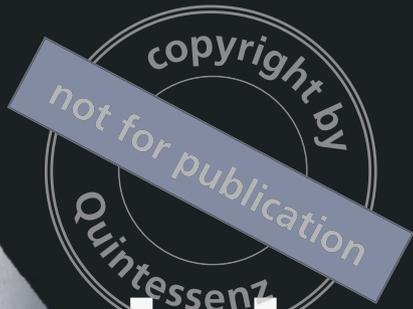
Wir danken Ihnen für Ihr anhaltendes Vertrauen in die QDT. Bleiben Sie neugierig und lassen Sie sich immer wieder inspirieren.

Ihr
Vincent Fehmer



Bild mit freundlicher Genehmigung von Luis Quintero, DAS,
Zweitplatziertes des QDT 2024-Cover-Wettbewerbs.





Implantat- gestützte Full-arch- Zirkonoxid- brücke:

Digitale
Werkzeuge
für Planung,
geführte Chirurgie
und Prothetik

Krzysztof Chmielewski, DDS, MSc¹
Maja Chmielewska, DDS, MSc¹
Dagmara Karczewska-Purzycka, DMD¹
Paolo Venturini, MDT¹
Nico Squicciarini, MDT¹

Bei der oralen Rehabilitation von Patienten, die ihre natürlichen Zähne verloren haben oder deren vorhandene Zähne stark beschädigt sind, handelt es sich um eine komplexe und langwierige Aufgabe. Glücklicherweise haben es uns moderne Technologien und Hilfsmittel einfacher gemacht, bestimmte Prozesse zu beschleunigen und die Anzahl der erforderlichen Patiententermine zu reduzieren. Es ist jedoch wichtig, ein Gleichgewicht zwischen der Minimierung der Patientenbesuche und der ausreichenden Zeit für die ordnungsgemäße Heilung und Stabilisierung des Weich- und Hartgewebes zu finden. In diesem Artikel stellen wir die Schritte und Instrumente vor, die in unserer Klinik eingesetzt werden, um für unsere Patienten den höchsten Standard der zahnärztlichen Versorgung zu gewährleisten.

Die prothetisch orientierte Planung bezieht sich auf einen Ansatz, bei dem die gewünschte endgültige Prothese die chirurgische Planung und Implantatinsertion beeinflussen sollte und nicht umgekehrt (Abb. 1 bis 4). Eine Implantation kann bei zahnlosen Patienten besonders nützlich sein – nicht nur um fehlende Zähne zu ersetzen, sondern auch, um die Funktion, Ästhetik und Sprache wiederherzustellen.

Nachfolgend werden die Schritte für die prothetische Planung und Versorgung von sofort belasteten Implantaten mit verschraubten Full-arch-Brücken bei zahnlosen Patienten oder solchen, bei denen die Zähne nicht zu erhalten sind, beschrieben.

¹SmileClinic, Danzig, Polen.

Korrespondenz an:
Krzysztof Chmielewski
krischmielewski@me.com

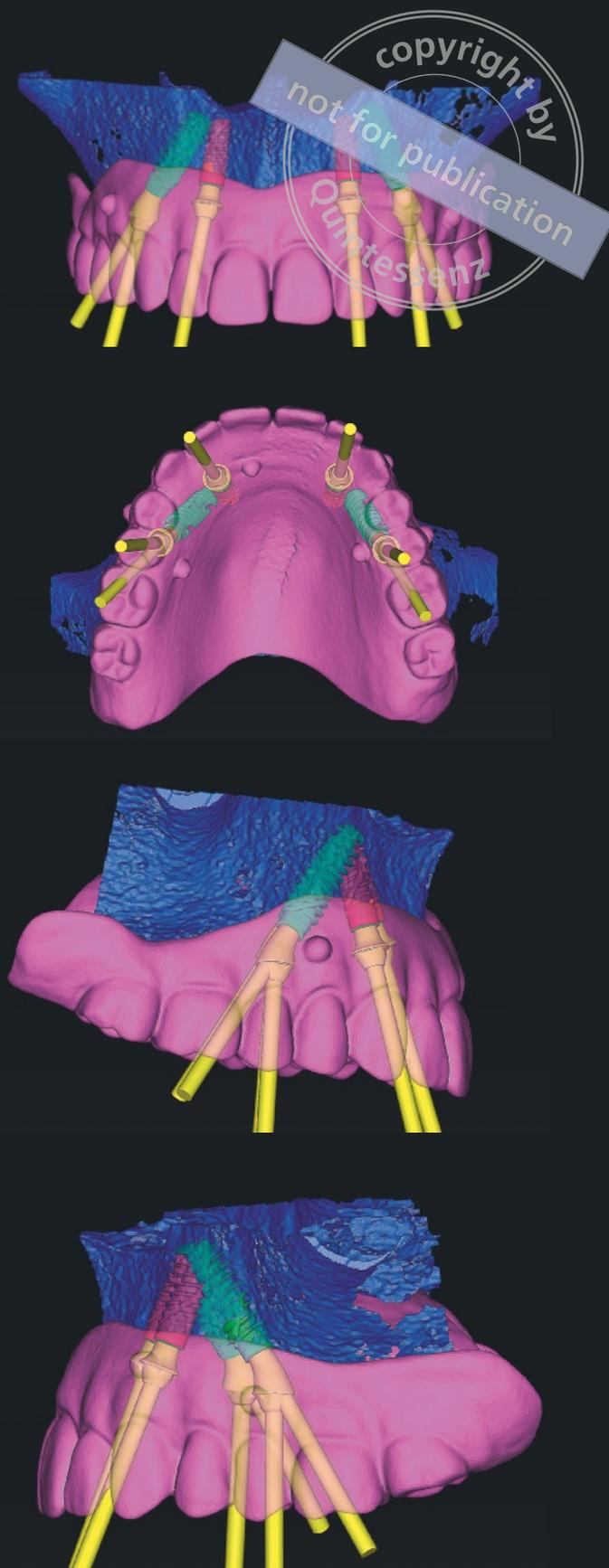


Abb. 1 bis 4
Prothetisch orientierte Implantat-
planung auf der Grundlage der
gewünschten Position der Zähne.



Abb. 5 und 6

Eruieren der korrekten vertikalen Dimension und Überprüfen der Lippenabstützung mit Wachswällen.

1. Klinische Bewertung

Bevor eine Therapie gestartet wird, muss eine gründliche klinische Beurteilung der Mundgesundheit, der zahnmedizinischen Situation und der ästhetischen Erwartungen des Patienten erfolgen. Kliniker und Patienten können unterschiedliche Ansichten darüber haben, was einen ästhetischen Erfolg ausmacht, jedoch müssen sich beide darüber verständigen.

2. Erarbeiten des Prototyps der Prothese

Der erste Schritt zum idealen Prototyp ist die Bestimmung der Größe, Form, Position und Farbe der Zähne. Eine Ästhetikschablone mit okklusalen Wachswällen hilft dabei, die korrekte Bisslage, die vertikale Dimension und die Position der Zähne zu bestimmen (Abb. 5 und 6). Gleichzeitig vermittelt sie eine erste Vorstellung von der Lippenunterstützung und der Lachlinie des Patienten, was durch zusätzliche kephalometrische Röntgenuntersuchungen überprüft werden kann. Die



kephalometrische Analyse hilft, das Gesichtsprofil und die Kieferrelation des Patienten vollständig zu verstehen (Abb. 7).

Um eine korrekte Funktion zu gewährleisten, ist es wichtig, die Eck- und Frontzahnführung sowie die dynamische Okklusion bei Sprech- und Kaubewegungen zu planen. Das Zebris JMA-System (Jaw Measurement Analysis) ist ein perfektes Werkzeug für diesen Zweck. Es erfasst die Mobilität des Unterkiefers und alle Bewegungsgrade.

**Abb. 7**

Die kephalometrische 2-D-Untersuchung und -Analyse trägt zum Verständnis des Gesichtsprofils und der Kiefergelenksverhältnisse bei.

Durch die Analyse der Daten können Probleme mit der Kieferbewegung, die sich auf die zahnärztliche Rehabilitation des Patienten auswirken können, identifiziert werden (Abb. 8).

Zahnfotografie und Software wie SmileFy oder Smilecloud können unschätzbare Hilfsmittel sein, um die Position der Zähne zu bestimmen und zu überprüfen (Abb. 9 und 10).

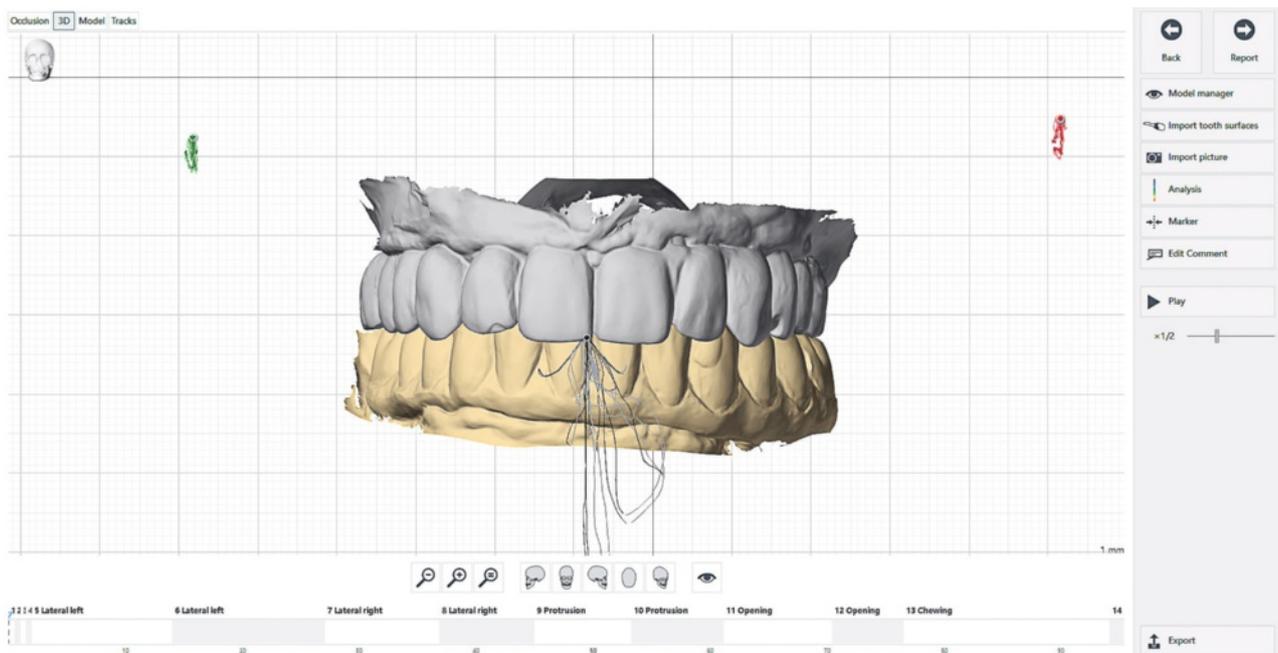


Abb. 8 Aufzeichnung der Unterkieferbewegungen, durchgeführt mit dem Zebris JMA-System.



Abb. 9 und 10 Analyse der Ästhetik der zukünftigen Restauration anhand von Zahnfotos und der cloudbasierten Software SmileFy.

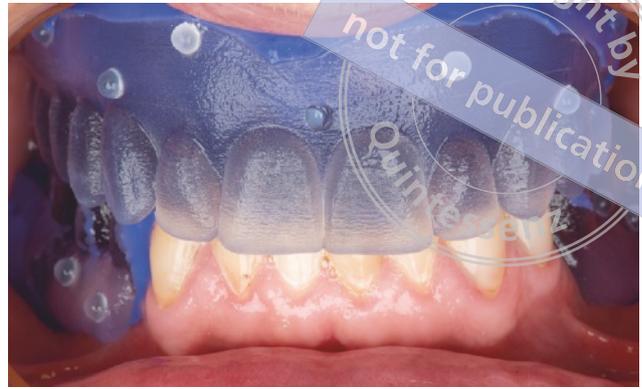


Abb. 11 und 12 3-D-gedruckte Röntgenschablonen, vorbereitet für die Dual-Scan-Technik.

3. Röntgenschablonen und CBCT

Für eine genaue Visualisierung der Prothesenposition im Verhältnis zum vorhandenen Knochengewebe haben sich bildgebende Verfahren wie die Dual-Scan-Technik bewährt. Bei der Dual-Scan-Technik wird der Patient mit eingesetzter röntgenopaker Schablone (einer exakten Kopie des geplanten Prothesendesigns) mittels Cone Beam Computertomografie (CBCT) aufgenommen (Abb. 11 und 12). Anhand der Röntgenschablone kann der Arzt gut beurteilen, wo die Prothese letztendlich im Verhältnis zum vorhandenen Knochen sitzen wird, sodass die Implantate dem geplanten Prothesendesign entsprechend optimal platziert/geplant werden können. Die Entscheidung über die Position der Implantate ist daher prothetikorientiert.

4. Die Integration von Bilddaten in den prothetischen Plan

In Kombination mit einer fortschrittlichen chirurgischen Planungssoftware wie coDiagnostiX (Dental Wings) können Bilddaten zur Knochenquantität und -qualität mit den Daten eines zweiten Scans mit Röntgenschablone oder dem digitalen Design der Prothese kombiniert werden (Abb. 13). Dadurch ist der Arzt in der Lage, die Implantate virtuell in die optimale Position zu bringen, wobei sowohl die prothetischen Anforderungen als auch die chirurgischen Aspekte berücksichtigt werden (Abb. 14 und 15). Dieser Schritt ermöglicht es, bestimmte Gewebe (wie Knochen- und Weichgewebe) zu selektieren und Objekte wie provisorische Brückenkonstruktionen hinzuzufügen.

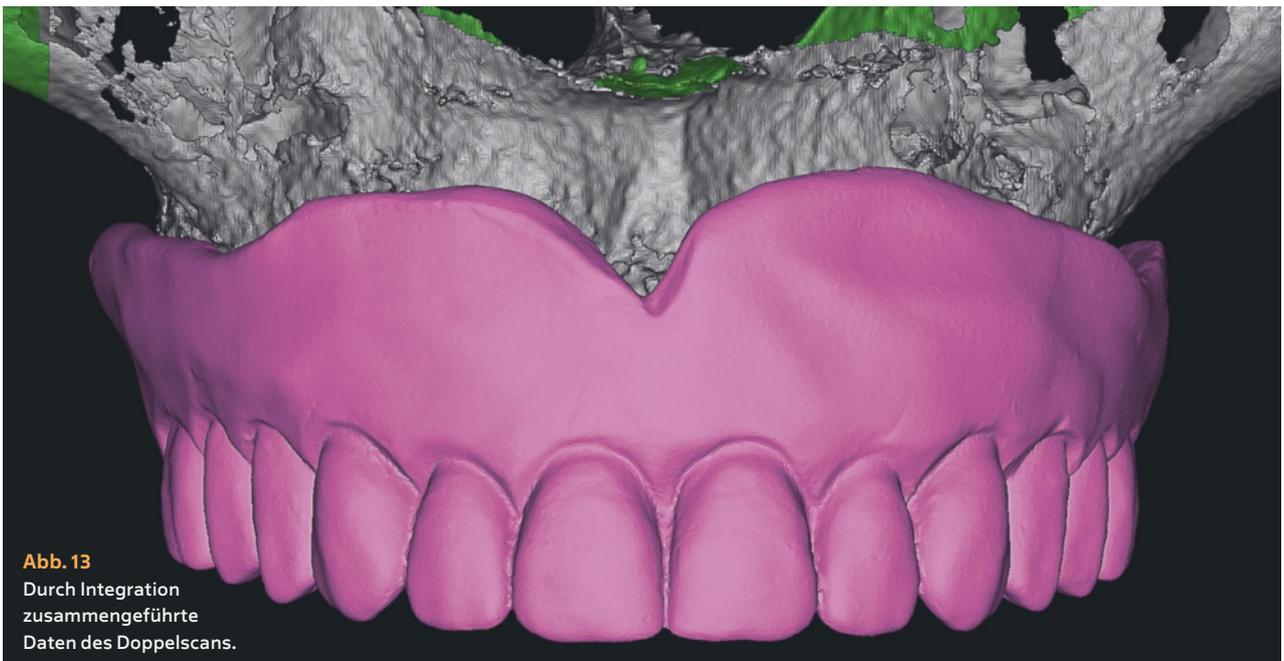


Abb. 13
Durch Integration
zusammengeführte
Daten des Doppelscans.

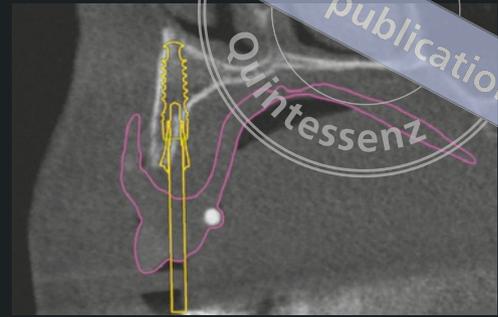
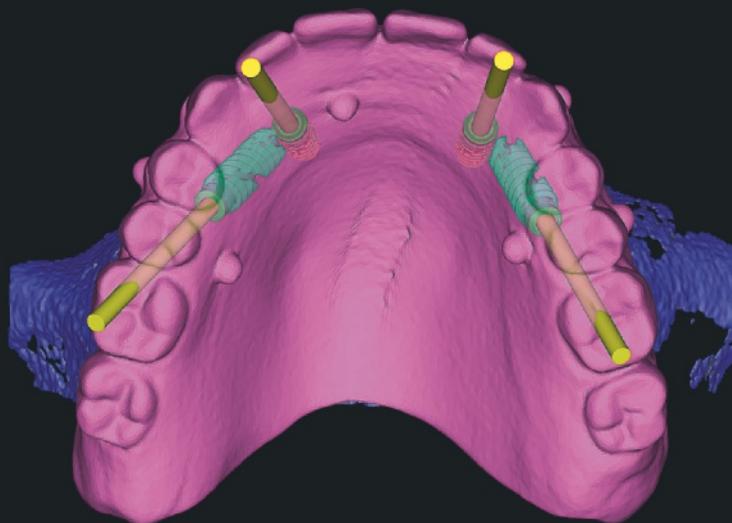


Abb. 14 und 15
Datenintegration in die
coDiagnostiX-Software.

5. Digitale Planung der chirurgischen Schablone

Nach der Fertigstellung des Prothesendesigns wird eine Bohrschablone angefertigt, die bei der Platzierung der Implantate und Abutments während des Eingriffs hilft und sicherstellt, dass sie genau wie vorgesehen positioniert werden.

Für die digitale Planung kommt eine spezielle Software wie Co-DiagnostiX zum Einsatz, um die optimalen Implantatpositionen und deren Anordnung sowie die Position der prothetischen Abutments zu ermitteln. Die Gingivadicke und die verfügbaren Angulationen der Abutments können in der Software-Bibliothek ausgewählt werden. Die Messung von Winkeln zwischen Implantaten und Abutments gibt zusätzlichen Aufschluss über die zulässige Abweichung und hilft bei der Festlegung der Einschubwinkel und der Schraubenkanäle in der Restauration. Die Konstruktion einer Bohrschablone für zahnlose Patientenfälle umfasst mehrere Schritte, um eine exakte Platzierung der Implantate und den ungehinderten Zugang für die Bohrer zu gewährleisten. Die spezifischen Techniken und Materialien, die für die Fixierung der Schablone und den Zugang zum Bohrer zum Einsatz kommen, können sich je nach den individuellen Präferenzen des Anwenders, den patientenspezifischen Bedürfnissen und den jeweils verfügbaren Technologien unterscheiden.

Knochengestützte Bohrschablonen liegen direkt auf dem Kieferkamm auf. Diese Art der Bohrschablone kann für teilweise oder vollständig unbezahnte Patienten verwendet werden. Zur lagerichtigen Fixierung bei

der Implantation werden dafür knöcherne Strukturen genutzt. Bei knochengestützten Schablonen sind das Aufklappen des Zahnfleisches und oft auch zusätzliche Fixierungspins vonnöten, was die Herstellung kompliziert macht (Abb. 16).

Magnetisch retinierte oder steckbare Schablonen können eine ideale Lösung sein, um verschiedene Hindernisse zu überwinden. Ihr Aufbau besteht meistens aus drei Elementen:

1. Die Schablonenbasis. Sie kann direkt auf Knochen, Schleimhaut und Zähnen platziert werden, wobei Pins als zusätzliche Ankerpunkte verwendet werden, um die exakte Positionierung auf der Knochenoberfläche zu gewährleisten. Sie dient als Basis für weitere Teile und ihre Position bestimmt die Position der anderen Elemente; je nach Indikation kann sie als Schablone für Knochenabbauverfahren dienen (Abb. 17).
2. Eine Osteotomieschablone dient als zweites Element. Nach ihrer Fixierung auf der Schablonenbasis (mit Magneten) führt der Chirurg die Knochenpräparation und die Implantatinsertion durch. Die endgültige Implantattiefe und die interne Indexposition für die Abutmentausrichtung werden mithilfe von Markierungen auf der Schablone und dem Implantat Carrier festgelegt (Abb. 18).
3. Die provisorische, magnetisch retinierte Brücke bildet das dritte Element (Abb. 19 bis 21). Ihre räumliche Zuordnung wird in der Planungsphase in Bezug auf die Koordinaten des Kopfes des Patienten festgelegt.



Abb. 16
Die gedruckte
knochengestützte
Schablone auf dem
ebenfalls gedruckten
Modell des Oberkiefer-
knochens.

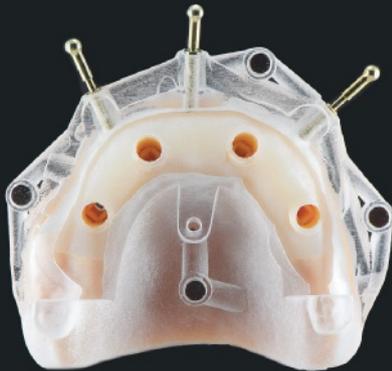


Abb. 17
Erstes Element der
dreiteiligen Schablone
ist die Schablonenbasis.
Sie wird in diesem Fall
auf dem Oberkiefergauen
abgestützt und mit
vestibulären und
palatinalen Stiften
befestigt.

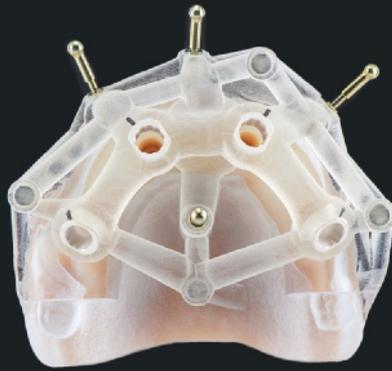


Abb. 18
Das zweite Element der
Schablone dient der
Osteotomie und
Implantatinsertion und
wird mit Magneten auf
der Schablonenbasis
fixiert.



Abb. 19
Beim dritten Element
handelt es sich um eine
provisorische
PMMA-Brücke; auch
diese wird mit
Magneten an der Schab-
lonenbasis befestigt.



Abb. 20 und 21
Die über Magnete auf der
Schablonenbasis fixierte
Brücke. Die Gesamtsta-
bilisierung erfolgt über
die Schablonenbasis, die
mit Pins am Unterkiefer-
knochen befestigt ist.

6. Die Herstellung der chirurgischen Schablone und der provisorischen Restauration

Nachdem das Design der Bohrschablone fertiggestellt ist, wird es im STL-Format gespeichert und exportiert (Abb. 22). Basierend auf diesen Daten und der für den Druck verwendeten Technologie wird die Datei von der speziellen Nesting-Software für den 3-D-Druckprozess vorbereitet.

Die Bohrschablone wird in der Regel mit einem 3-D-Drucker gedruckt, der für zahnmedizinische Anwendungen freigegeben ist, z. B. mit SLA- (Stereolithographie), DLP- (Digital Light Processing) oder PolyJet-Druckern. Für den Druck kommt ein biokompatibler Kunststoff zum Einsatz, der speziell für chirurgische Schablonen entwickelt wurde; der Kunststoff wird in der Z-Achse Schicht für Schicht ausgehärtet und es entsteht eine präzise chirurgische Schablone. Für diesen Prozess

können Stützstrukturen erforderlich sein, um überhängende Strukturen und komplizierte Geometrien zu halten. Diese Supports werden später entfernt.

Nach dem Druck müssen die Bohrschablonen nachbearbeitet werden, um überschüssiges Harz zu entfernen und die gewünschte Oberflächenbeschaffenheit zu erreichen. Die Nachbearbeitung umfasst das Abspülen mit einer Reinigungslösung und die Verwendung eines Nachhärtegeräts, um die vollständige Polymerisation des Harzes sicherzustellen (Abb. 23 und 24). Vor dem chirurgischen Eingriff muss die Schablone einem Desinfektions-/Sterilisationsprozess gemäß den medizinischen Hygienestandards unterzogen werden.

Die provisorische Brücke wird aus PMMA (Polymethylmethacrylat) hergestellt und nach dem Fräsen aus dem Rohling herausgetrennt und ausgearbeitet. In der letzten Phase werden die Magnete der Ausrichtung der Basis (erstes Element) entsprechend eingeklebt (Abb. 25).

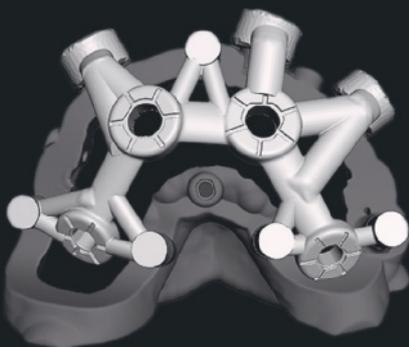


Abb. 22
Die designten Bohrschablonen werden im STL-Format für den Produktionsprozess gespeichert.



Abb. 23 und 24 Chirurgieschablone nach Entfernen der Stützstrukturen und Reinigung.

Abb. 25
PMMA-Brücke nach der Fertigstellung mit den in die Matrizen geklebten Magneten.



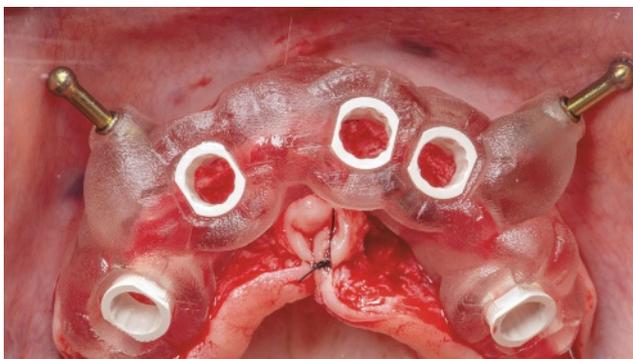


Abb. 26 Knochengestützte Schablone bei einem zahnlosen Patienten, die nach der Lappenbildung am Knochen befestigt wurde.



Abb. 27 Weichteilgestützte Schablone bei einem zahnlosen Patientenfall, die mit Pins am Knochen befestigt ist.

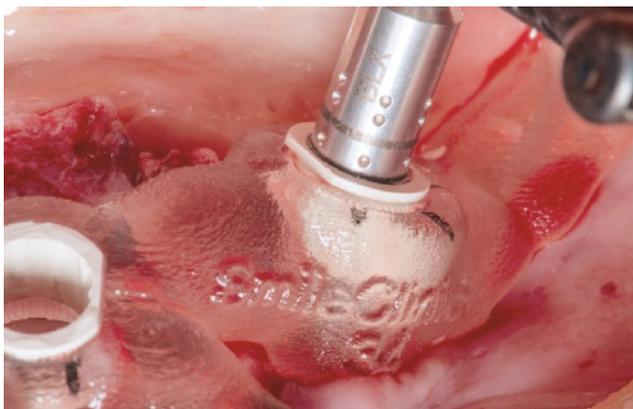


Abb. 28 Auf der Schablone schwarz markierte Implantat-Indexreferenz und Ausrichtung des Eindrehinstruments anhand der entsprechenden Referenzmarkierungen.

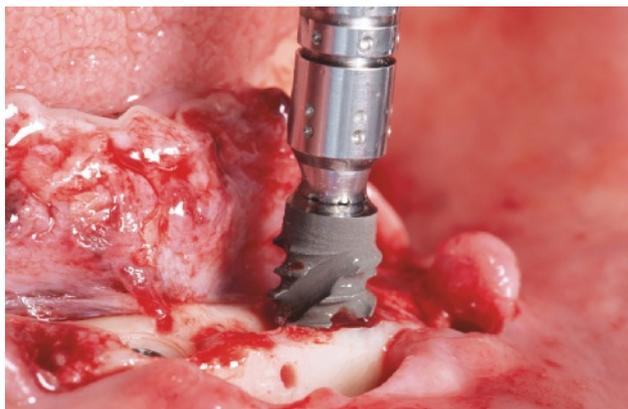


Abb. 29 Auf dem Eindrehinstrument befindliches Implantat ohne Schablone.

7. Chirurgie und provisorische Restauration

Während des Eingriffs wird eine Bohrschablone verwendet, um die Implantate exakt so wie geplant zu inserieren. Nach der örtlichen Betäubung werden Weichteilschnitte gesetzt, um Zugang zu den darunter liegenden Knochenstrukturen zu erhalten. Ein Lappen wird angelegt, um den Zugang zur Implantationsstelle zu ermöglichen (je nach den individuellen Umständen können einige Operationen ohne Freilegung des Knochens durchgeführt werden, aber diese Fälle sind selten). In Situationen, in denen Menschen über viele Jahre hinweg Vollprothesen getragen haben, kommt es häufig zu einem erheblichen Knochenverlust, der komplexe chirurgische Eingriffe erfordert. Diese sind nötig, um Implantate setzen und Weich- und Hartgewebe regenerieren zu können, sodass eine solide Basis für die prothetische Arbeit geschaffen werden kann (Abb. 26 und 27).

Die Sofortbelastung von Implantaten bei zahnlosen Patienten erfordert mehrere Überlegungen. Eines der

wichtigsten Ziele sollte das Erreichen einer angemessenen Primärstabilität während der Implantatinserion in einer Umgebung mit ausreichendem Knochenvolumen und guter Knochenqualität sein. Die Primärstabilität bezieht sich auf die anfängliche mechanische Stabilität der Implantate im Knochengewebe und hängt sowohl von makro- als auch mikrostrukturellen Überlegungen ab. Die Primärstabilität ist wesentlich, da sie eine sofortige funktionelle Belastung ermöglicht, ohne die Osseointegration zu gefährden.

Mithilfe der stapelbaren Schablonen werden die Implantate unter sorgfältiger Berücksichtigung der Indexausrichtung in der gewünschten Position inseriert (Abb. 28 und 29). Sobald die Implantate inkorporiert sind, werden die in der Planung ausgewählten Multi-unit-Abutments (MUAs) der Planung und der Indexposition entsprechend auf die Implantate montiert (Abb. 30).

Anschließend wird die über Magnete fixierbare PMMA-Brücke der dreiteiligen Schablone auf die Schablonenbasis gesetzt und mit fließfähigem Komposit mit den auf den Implantaten befindlichen Titanhülsen

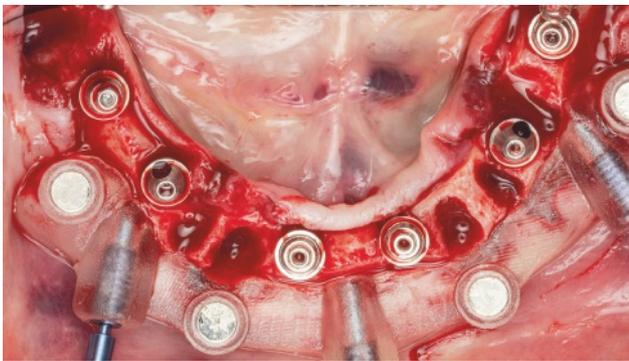


Abb. 30 Auf den Implantaten im Unterkiefer montierte Multi-unit-Abutments. Zu sehen sind auch die in der Schablone befindlichen Magnete, an denen die anderen Schablonelemente befestigt werden können.

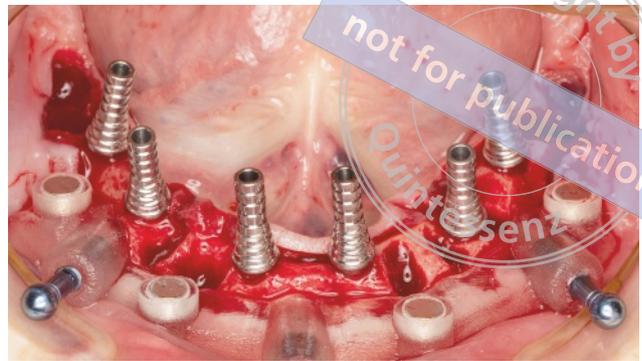


Abb. 31 Auf den Multi-unit-Abutments montierte Titanhülsen.

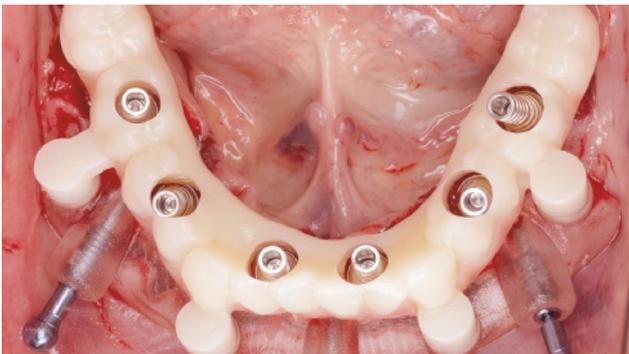


Abb. 32 Auf den Multi-unit-Abutments montierte Titanhülsen mit aufgesetzter Brücke, die über die Magnete in der Schablonenbasis gehalten und lagerichtig fixiert wird.



Abb. 33 Mit fließfähigem Komposit werden die Titanhülsen in der provisorischen Brücke fixiert.

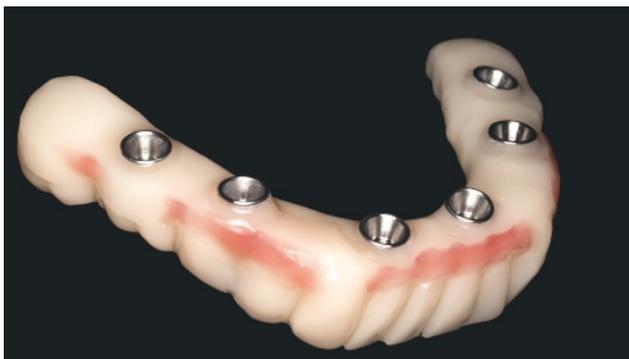


Abb. 34 PMMA-Brücke nach dem Abtrennen der Verbinder zu den Magnetmatrizen und dem Ausarbeiten.



Abb. 35 Die fertige provisorische PMMA-Brücke in situ nach dem Befestigen mit Schrauben.

verbunden (Abb. 31 bis 33). Nach Abschluss der Polymerisation werden die Verbinder mitsamt den Magnetmatrizen abgetrennt und die provisorische PMMA-Brücke einschließlich Basalfläche ausgearbeitet (Abb. 34).

Nach dem Vernähen schraubt man die provisorische Prothese auf die Implantate (Abb. 35), sodass okklusale Anpassungen vorgenommen werden können. Bei der Sofortbelastung von Implantaten ist größte Sorgfalt geboten, wenn es gilt, optimale okklusale Kontakte für

die provisorische Versorgung zu generieren. Um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen, sollte eine ausgewogene Okklusion angestrebt werden, das heißt, die Kräfte, die beim Abbeißen und Kauen auftreten, sollten gleichmäßig auf alle Implantate und Stützstrukturen verteilt werden. So können übermäßige Kräfte auf einzelne Implantate begrenzt und Komplikationen vermieden werden.

Abb. 36

Das abgeheilte Weichgewebe mit den aufgeschraubten Multi-unit-Abutments.



8. Einheilphase

Nach der Implantation ist für die Osseointegration der Implantate eine Einheilphase erforderlich. Um eine stabile und haltbare Grundlage für die endgültige Versorgung zu gewährleisten, sollte dieser Prozess in der Regel mehrere Monate dauern (in der Regel 3 bis 6 Monate). Sobald der Heilungsprozess des Knochens und des Weichgewebes abgeschlossen ist, müssen die Ausformung und das Volumen des Weichgewebes um die prothetischen Abutments herum beurteilt werden. Aufgrund des Weichgewebe-Remodellings und der Reifung müssen möglicherweise einzelne Multi-unit-Abutments ersetzt werden, bevor Abformungen für die endgültige prothetische Arbeit durchgeführt werden (Abb. 36).

9. Anfertigung und Lieferung der finalen Restauration

Bis zur Lieferung der endgültigen Restauration sind noch mehrere Schritte erforderlich:

- Implantatabformung
- Prothesendesign und Verifizierung des Designs
- Herstellung der definitiven Versorgung
- Auslieferung der definitiven Versorgung

Implantatabformung

Dieser Schritt beginnt mit der präzisen Übertragung der prothetischen Abutments und des Weichgewebes. Mit dem Intraoralscan und der Fotogrammetrie stehen uns in der prothetischen Zahnheilkunde zwei moderne digitale Technologien zur Verfügung, mit denen sich die Implantatsituation und -position sehr genau „abformen“ lässt. Im Vergleich zu traditionellen Abformungsmethoden sind die damit erzielte Präzision und Zuverlässigkeit wesentliche Faktoren, die die Gesamtpassung und damit den Erfolg der prothetischen Versorgung positiv beeinflussen.

Während die Fotogrammetrie nur Positionsinformationen zu den Implantaten/Abutments hochpräzise erfassen und übertragen kann, kommt der Intraoralscan zum Einsatz, um Informationen über das Weichgewebe zu erhalten (Abb. 37 und 38). Die PIC-Kamera (Precise Implants Capture, Pic Dental) ist ein Bildgebungssystem, das speziell für die Aufnahme hochauflösender Bilder für zahnmedizinische Fotogrammetrieanwendungen entwickelt wurde und präzise digitale Abformungen und somit Informationen über die Implantatpositionen liefert. Die Kamera nimmt mehrere Bilder aus verschiedenen Winkeln auf, um die Situation komplett



Abb. 37
Auf den Multi-unit-Abutments montierte PIC-Marker für die exakte Übertragung der Position.



Abb. 38
Auf den Multi-unit-Abutments befestigte Scankörper für die Erfassung der Weichgewebesituation mit dem Intraoralscanner.



Abb. 39 Gedruckter Prototyp der Restauration im Mund zur Bewertung von Ästhetik und Funktion.

zu erfassen. Diese Bilder werden schließlich mit einer Fotogrammetrie-Software verarbeitet, um daraus ein detailliertes 3-D-Modell mit hoher Genauigkeit (bis zu 4 µm) zu erstellen.

Prothesendesign und Verifizierung des Designs

Anhand der digitalen Abformungen wird ein Entwurf erstellt. Auf der Basis dieses Designs kann ein Prototyp der zukünftigen Restauration gefräst oder gedruckt werden, damit Form, Funktion und Ästhetik im Patientenmund überprüft werden kann. In diesem Stadium

muss der Zahnarzt alle Aspekte des Prototyps bewerten, einschließlich seines passiven Sitzes, der Ästhetik, Funktion, Phonetik und seiner Adaption an das Weichgewebe (Abb. 39). Um die Funktion genau beurteilen zu können, müssen auch die Eck- und Frontzahnführung sowie die dynamische Okklusion bei Sprech- und Kaubewegungen überprüft werden; das Zebros JMA-System erfüllt diesen Zweck perfekt.

Es ist wichtig, gründliche Tests durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Brücke richtig sitzt und die Erwartungen des Patienten hinsichtlich Aussehen und Funktion erfüllt. Etwaige Änderungen werden auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Analysen vorgenommen.

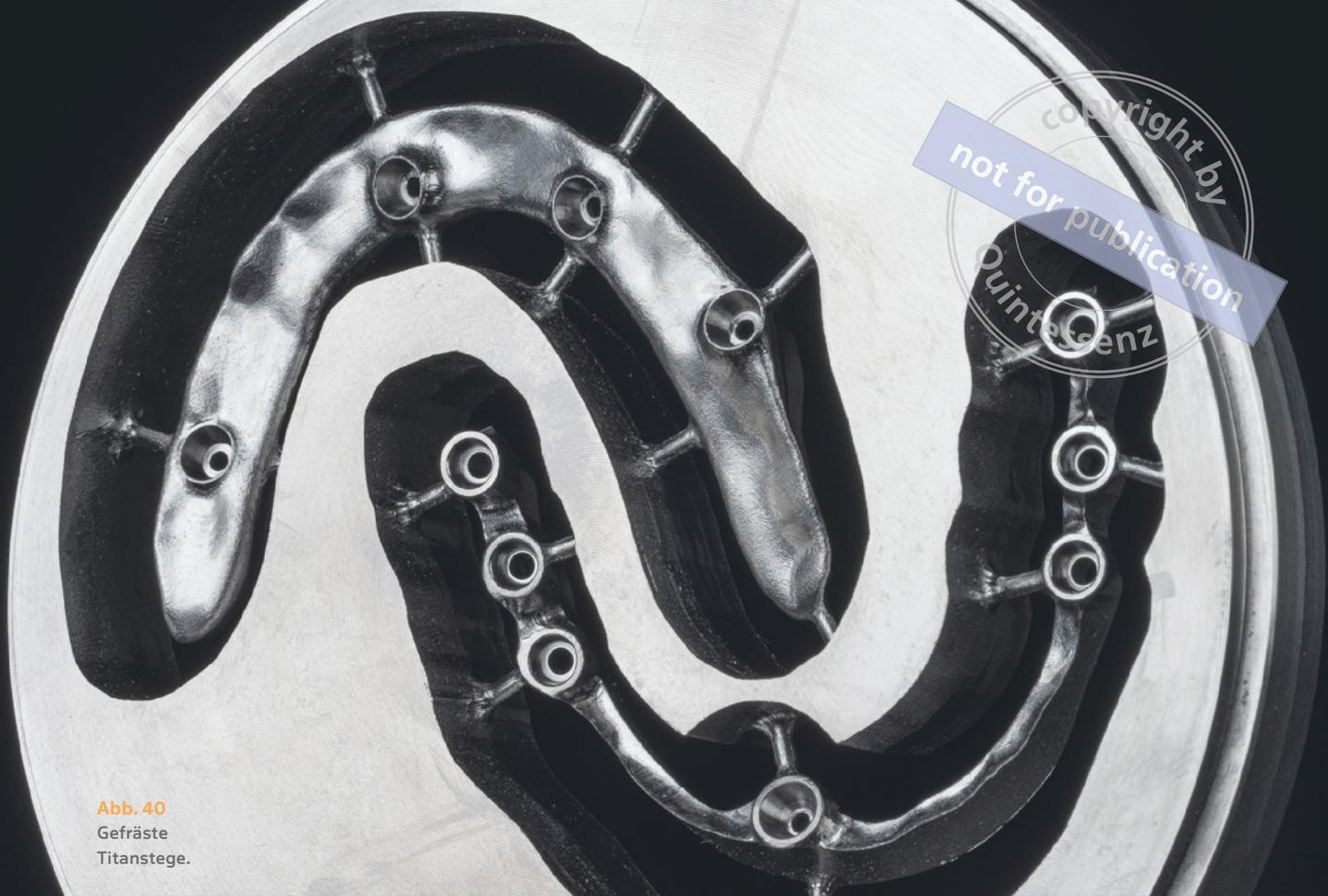


Abb. 40
Gefräste
Titansteg.

Herstellung der Full-arch-Versorgungen

Sobald der Prototyp freigegeben ist, beginnt das Team im Dentallabor mit der Fertigung der definitiven Full-arch-Zirkonoxidbrücke. Dies kann mehrere Durchläufe erfordern, da die Brücke exakt an die individuellen oralen Strukturen und funktionellen Anforderungen angepasst werden muss. Schließlich werden das verlorengegangene Volumen des Hart- und Weichgewebes, aber auch die fehlenden Zähne mit der weißen und roten Ästhetik rekonstruiert. Daher ist zur Farbreferenzierung ebenfalls die Erfassung der Gingivafarbe sehr hilfreich.

Die Herstellung einer verschraubten Full-arch-Versorgung aus Zirkonoxid auf einem Titansteg umfasst in der Regel die folgenden Schritte:

1. Die Gestaltung des Titanstegs: Mithilfe eines CAD/CAM-Systems konstruieren und fertigen die Zahn-techniker dem freigegebenen Prototyp und dem Weichgewebe entsprechend einen individuellen Titansteg. Bei der Herstellung einer Zirkonoxidbrücke ist die Wahl des geeigneten Metalls für den Steg entscheidend, um sicherzustellen, dass dieser nicht

bricht. Das Gerüst dient als Verstärkung und Stütze für die Brücke.

2. Fräsen des Titanstegs: Nach Fertigstellung des Entwurfs für den Titansteg wird dieser mit einer Fünfsachsfräsmaschine in äußerster Präzision und Genauigkeit gefräst (Abb. 40).
3. Herstellung der Zirkonoxidbrücke: Zur Herstellung der Zirkonoxidbrücken werden zunächst die finalen Titansteg eingescannt, um ihre Dimension in die digitale Konstruktion der Brücken einfließen zu lassen. Bei entsprechendem Fachwissen des CAD-Anwenders kann das Projekt direkt mit der CAD-Software abgeschlossen werden. Nach Abschluss des Designs beginnt der Fräsprozess. Um eine gute Passform zu gewährleisten, ist neben der Frässtrategie auch die Wahl eines adäquaten Materials wichtig.

Nach dem Fräsen wird das Zirkonoxidgerüst mitsamt dem Rohling vorsichtig der Maschine entnommen und vor dem Dichtsinterprozess weitestgehend ausgearbeitet.



Abb. 41
Beispiel einer gefrästen
Zirkonoxid-Full-arch-
Brücke im Rohling.

4. Das Dichtsintern: Der Sinterungsprozess ist entscheidend für die physikalischen Eigenschaften des Zirkonoxids. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, die Empfehlungen des Herstellers für den jeweiligen Materialtyp genau zu befolgen. Beim Nesten eines Gerüsts muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Verbinder und Stabilisatoren richtig positioniert und bemessen sind, um Risse zu vermeiden (Abb. 41). Auch wenn diese Risse mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind, können sie nach einigen Brennszyklen im Keramikofen irreversible Schäden an der Struktur verursachen. Die Temperatur und der Zeitpunkt der Aufheiz- und Abkühlphasen sind entscheidende Faktoren, um die gewünschte Festigkeit und die Eigenschaften des Endprodukts zu erreichen.
5. Weiße und rote Ästhetik: Im vorliegenden Fall muss mit der Zirkonoxidbrücke sowohl der weiße als auch der rosafarbene Anteil rekonstruiert werden, da sowohl die Zähne als auch Teile des Weich- und darunterliegenden Hartgewebes verlorengegangen sind. Zirkonoxid wird aufgrund seiner Festigkeit, Haltbarkeit und seiner natürlichen Wirkung ein immer beliebteres Material für Zahnersatz. Mit weißer Ästhetik ist der zu rekonstruierende Anteil der Zähne, insbesondere deren Farbton gemeint,

da damit sichergestellt werden muss, dass sie mit eventuell vorhandenen natürlichen Zähnen harmonieren. Die rosafarbene Ästhetik bezieht sich auf den zu ersetzenden Zahnfleischanteil und somit auf eine möglichst realistische Wirkung, da damit schließlich natürliches Zahnfleischgewebe nachgeahmt werden soll. Die rote Ästhetik ist besonders wichtig, wenn dieser Anteil des Zahnersatzes beim Lachen sichtbar ist. Ein sanfter Übergang von künstlicher zu natürlicher Gingiva trägt dazu bei, dass der Zahnersatz als solcher nicht auf Anhieb erkannt wird. Für eine optimale rote und weiße Ästhetik ist ein gutes Teamwork zwischen dem behandelnden Zahnarzt, dem CAD/CAM-Spezialisten und dem Keramiker gefordert. Gemeinsam passen sie die Form, Größe, Farbe und Transluzenz des künstlichen Zahnfleischs und der künstlichen Zähne so an die Gegebenheiten an, dass die endgültige Restauration als solche nicht mehr zu erkennen ist (Abb. 42 bis 47).

6. Einsetzen des Titanstegs: Nach dem Verblenden und Ausarbeiten des vestibulären Anteils der Zirkonoxidbrücke wird der gefräste Titansteg mit einem dualhärtenden Befestigungskomposit eingeklebt. Die endgültige Auslieferung an die Zahnarztpraxis erfolgt nach der abschließenden Politur und Prüfung durch das Dentallaborsteam (Abb. 48 und 49).

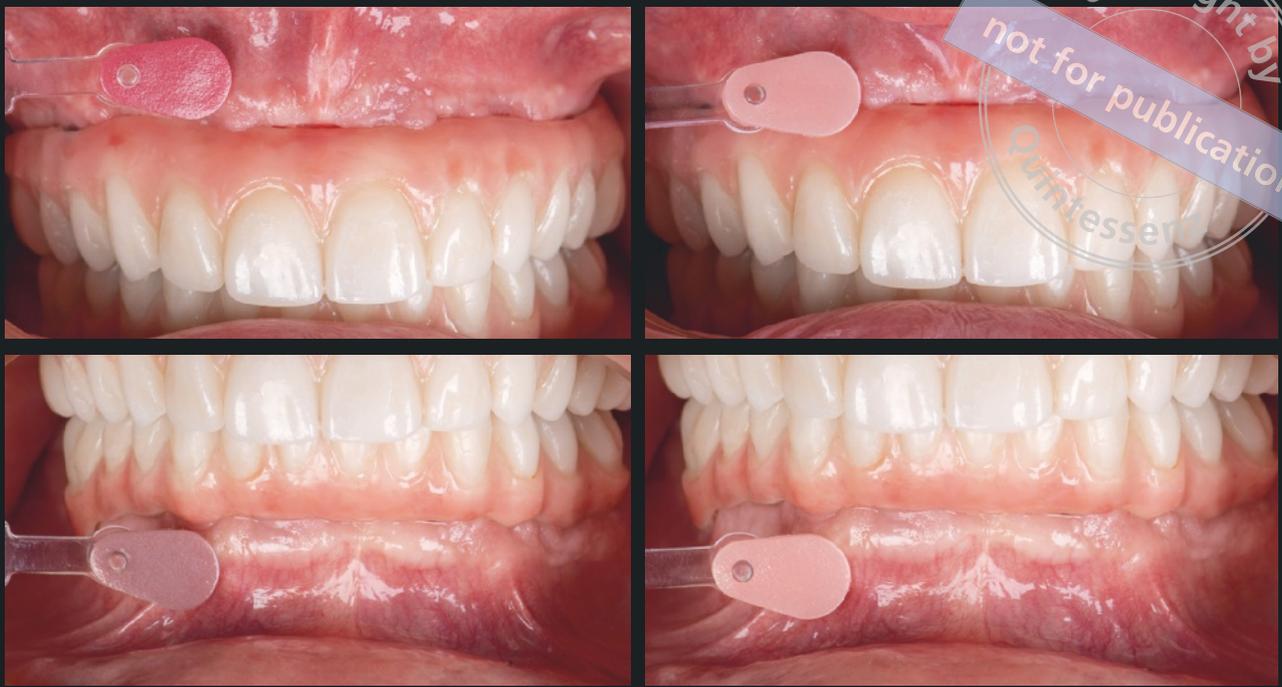


Abb. 42 bis 45 Analyse und Dokumentation der Weichgewebefarbe für die Rekonstruktion der roten Ästhetik.

Abb. 46
Vestibuläre keramische
Verblendung unter
Berücksichtigung von
Morphologie, Textur und
Farbe.



Abb. 47

Endergebnis nach
der Politur.



Abb. 48

Zirkonoxidbrücke und
Titansteg vor dem
Zusammenfügen;
Überprüfen der
Passung auf dem
Modell.





Abb. 49
Zirkonoxidbrücke mit eingeklebtem Titansteg nach der Fertigstellung.

Auslieferung der Restauration

Die Eingliederung der definitiven verschraubten Zirkonoxidbrücke kann mehrere Termine und Schritte umfassen:

- Patientenvorbereitung und Anästhesie nach Bedarf.
- Brückenpassung: Sobald die Zirkonoxidbrücke im Mund des Patienten eingesetzt ist, wird ihr korrekter Sitz auf den Implantaten und die Relation zur Restbezaehlung geprüft. Alle Komponenten werden kontrolliert, um ihre korrekte Passung sicherzustellen.
- Schraubensicherung: Nach der Überprüfung der Passung wird die Zirkonoxidbrücke mit speziell entwickelten Okklusalschrauben und mit den empfohlenen Drehmomenten an den Pfeilern befestigt. Die okklusalen Schraubenkanäle werden anschließend mit Teflonband abgedichtet und mit fließfähigem Komposit verschlossen.
- Prüfung der Okklusion.
- Abschließende Kontrolle: Nach dem Einsetzen der Brücke und der Adaption des Bisses erfolgt die Endkontrolle, um eine optimale Ästhetik und Funktion sicherzustellen (Abb. 50 und 51).
- Nachsorgetermine: Nach dem Einsetzen der Brücke sollten regelmäßige zahnärztliche Kontrolluntersuchungen eingeplant werden, um den Heilungsprozess und die langfristige Gesundheit des umgebenden Gewebes, aber auch den Zustand der Brücke selbst beurteilen zu können.

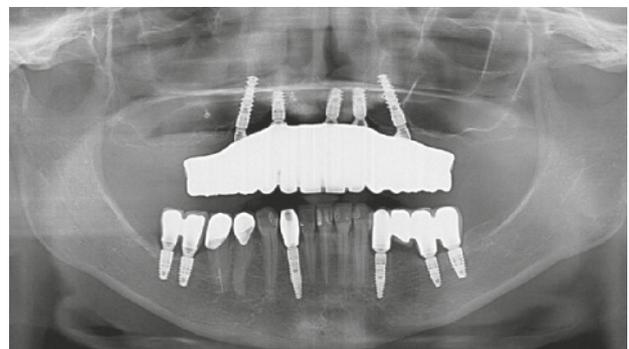


Abb. 50 Röntgenologische Überprüfung der eingegliederten Full-arch-Restauration im Oberkiefer.

Obwohl die zuvor beschriebenen Schritte einen allgemeinen Ablauf darstellen, ist es wichtig, daran zu denken, dass jeder Patient einzigartig ist und die spezifischen Verfahren je nach den individuellen Bedürfnissen und dem oralen Gesundheitszustand unterschiedlich sein können.

Um eine optimale Versorgung garantieren zu können, wird den Patienten empfohlen, alle sechs Monate einen Kontrolltermin wahrzunehmen. Bei diesen Terminen werden die Restaurationen herausgeschraubt, geprüft und gereinigt. Dabei kann der Zahnarzt den Zustand des Weichgewebes überprüfen. Alle abgenutzten Schrauben werden ersetzt. Nach der Reinigung werden die Restaurationen mit den richtigen Drehmomenten wieder eingeschraubt, die Schraubenkanäle mit Teflonband versiegelt und mit Komposit verschlossen.



Abb. 51
 Die eingegliederte
 endgültige Versorgung.

Schlussfolgerung

Bei der prothetisch orientierten Planung konzentriert sich das an der Behandlung und Versorgung beteiligte Team auf die gewünschte endgültige Versorgung. Sie dient als Leitfaden bei der chirurgische Planung und Implantatinsertion. Zu den dafür notwendigen Schritten zählen die klinische Beurteilung, die Erarbeitung eines Prototypen, der Einsatz von Dental fotografie und Software wie SmileFy oder Smile-Cloud, die Verwendung einer Röntgenschablone und der digitalen Volumentomografie (DVT) sowie die Integration der mit digitalen Bildgebungsverfahren erhobenen Daten in den prothetischen Plan. Indem auf eine ausgewogene Verteilung der Patientenbesuche und ausreichend Zeit für eine ordnungsgemäße Heilung und Stabilisierung geachtet wird, kann zahnlosen oder teilweise zahnlosen Patienten eine hervorragende zahnmedizinische Versorgung geboten werden.

Literatur

- Al-Haj Husain N, Molinero-Mourelle P, Janner SFM, et al. Digital workflow for implant-supported fixed complete dentures based on backwards planning in an edentulous patient. *Int J Comput Dent* 2021;24:89–101.
- Bedrossian EA. Complete digital workflow for complete arch implant therapy: Fact or fiction? *J Prosthet Dent* 2022;127:821–822.
- Carneiro Pereira AL, Pinto Campos MFT, Porto de Freitas RFC, et al. Partially digital workflow for making complete-arch implant-supported fixed prostheses: A dental technique. *J Prosthet Dent* 2023;129:18–23.
- Carosi P, Lorenzi C, Lio F, et al. Accuracy of computer-assisted flapless implant placement by means of mucosa-supported templates in complete-arch restorations: A systematic review. *Materials (Basel)* 2022;15:1462.
- Chochlidakis K, Romeo D, Ercoli C, Papaspyridakos P. Complete digital workflow for prosthesis prototype fabrication with the double digital scanning (DDS) technique: A prospective study on 16 edentulous maxillae. *J Prosthodont* 2022;31:761–765.
- Ercoli C, Geminiani A, Lee H, et al. Restoration of immediately loaded implants in a minimal number of appointments: A retrospective study of clinical effectiveness. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:1527–1533.
- Fang JH, An X, Jeong SM, et al. Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent* 2018;119:733–735.
- Gómez-Polo M, Ballesteros J, Padilla PP, Pulido PP, Revilla-León M, Ortega R. Merging intraoral scans and CBCT: A novel technique for improving the accuracy of 3D digital models for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *Int J Comput Dent* 2021;24:117–123.
- Gonzalez J, Triplett RG. Complications and clinical considerations of the implant-retained zirconia complete-arch prosthesis with various opposing dentitions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:864–869.
- Papaspyridakos P, AlFulajj F, Bokhary A, Sallustio A, Chochlidakis K. Complete digital workflow for prosthesis prototype fabrication with double digital scanning: Accuracy of fit assessment. *J Prosthodont* 2023;32:49–53.
- Papaspyridakos P, Bedrossian A, De Souza A, Bokhary A, Gonzaga L, Chochlidakis K. Digital workflow in implant treatment planning for terminal dentition patients. *J Prosthodont* 2022;31:543–548.
- Papaspyridakos P, De Souza A, Bathija A, Kang K, Chochlidakis K. Complete digital workflow for mandibular full-arch implant rehabilitation in 3 appointments. *J Prosthodont* 2021;30:548–552.
- Rojas Vizcaya F. Retrospective 2- to 7-year follow-up study of 20 double full-arch implant-supported monolithic zirconia fixed prostheses: Measurements and recommendations for optimal design. *J Prosthodont* 2018;27:501–508.
- Tohme H, Lawand G, Chmielewska M, Makhzoume J. Comparison between stereophotogrammetric, digital, and conventional impression techniques in implant-supported fixed complete arch prostheses: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2023;129:354–362.



Digitale und interdisziplinäre konservative adhäsive Rehabilitation auf der Grundlage ästhetischer und okklusaler Integration:

Ein Fallbericht

Germán Albertini, DDS¹

Diego Bechelli, DDS²

Aníbal Capusotto, PhD^{1,3}

Ricardo Schäfer, MDT⁴

¹Orale Rehabilitation und Implantologie, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentinien.

²Parodontologie, Universidad Maimónides, Buenos Aires, Argentinien.

³Parodontologie, Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentinien.

⁴Master Dental Technician, Buenos Aires, Argentinien.

Korrespondenz an:

Diego Bechelli

db@clinicabechelli.com.ar



Der Verlust von Zahnschubstanz aufgrund mechanischer und/oder chemischer Faktoren wirkt sich negativ auf die Funktion, Ästhetik und Gesundheit des Kauorgans aus. Eine bakterielle Besiedlung verstärkt diesen Verlust zusätzlich. Daher müssen die frühen Anzeichen einer Parodontalerkrankung erkannt und angegangen werden – insbesondere bei jungen Patienten –, um die bakterielle Besiedelung unter Kontrolle zu bringen, den Verlust von Zahnschubstanz zu begrenzen und die Zahnstrukturen wiederherzustellen. Verbesserungen im Bereich der Restaurationsmaterialien (Komposite, Keramiken und Adhäsive) sowie die Entwicklung neuer digitaler Werkzeuge ermöglichen es dem Kliniker, diese Probleme auf konservativere und vorhersagbarere Weise zu lösen.

Ein wichtiger Faktor für den Erfolg derartiger Behandlungen ist die konsequente Berücksichtigung der ästhetischen und okklusalen Parameter. Für die Durchführung einer konservativen oralen Rehabilitation gibt es verschiedene Ansätze, die jeweils eigene Vorteile, aber auch Grenzen haben. Die Kombination verschiedener Ansätze wird bei kieferorthopädisch-prothetischen Situationen, wie im vorgestellten Fall, noch wichtiger. Im Folgenden werden Diagnose, Planung und Durchführung einer konservativen oralen Rehabilitation bei einem jungen Patienten mit Zahnschubstanzverlust sowie die Berücksichtigung der ästhetischen und okklusalen Parameter mithilfe digitaler Technologien dargestellt. Dabei kommt ein interdisziplinärer Ansatz zwischen restaurativer Zahnheilkunde, Kieferorthopädie und Prothetik zum Tragen.

Klinische Ausgangssituation

Ein 25-jähriger Mann stellte sich in der Praxis mit ästhetischen und funktionellen Beschwerden vor. Die klinische Analyse ergab einen Engstand, Überempfindlichkeit, insuffiziente Restaurationen, Karies, den Verlust der vertikalen Dimension (Vertical dimension of occlusion = VDO) sowie eine beeinträchtigte Ästhetik. Die Datenerhebung erfolgte mit Fotos, intraoralen Scans (Trios, 3Shape), Gesichtsaufnahmen (VectraH2, Canfield Scientific) und Röntgenaufnahmen. In den Abbildungen 1 bis 9 ist die Ausgangssituation des Patienten inklusive Panoramaraöntgenaufnahme dargestellt.

Digitales Design

Alle erfassten Daten wurden in einer CAD-Software (Exocad) zusammengeführt, mit deren Hilfe ein digitales anatomisches Design erstellt wird, das den Zahnsubstanzverlust additiv wiederherstellt. Das Grundprinzip und die Step-by-Step-Vorgehensweise dieses digitalen Designs wurden von diesem Team bereits als EGOP-Technik („esthetically guided and occlusally protected“, siehe Literaturverzeichnis) veröffentlicht. Insgesamt wird die Mundhöhle in vier Bereiche unterteilt:

- Sektor 1 (S1): Oberkieferfrontzähne (Eckzahn zu Eckzahn)
- Sektor 2 (S2): Unterkieferfrontzähne (Eckzahn zu Eckzahn)



- Sektor 3 (S3): Oberkieferseitenzähne (Prämolaren und Molaren)
- Sektor 4 (S4): Unterkieferseitenzähne (Prämolaren und Molaren)

Der Designprozess beginnt im Sektor 1, wofür das Lippenbild in Ruhelage und beim Lächeln analysiert wird, um die Länge und Position der Oberkieferfrontzähne bestimmen zu können. Im nächsten Schritt folgt die anatomische Rekonstruktion des Sektors 2, in das der bilaterale Eckzahnkontakt und eine neue VDO mit einfließen. Der vergrößerte Okklusalabstand der Seitenzähne ermöglicht die Gestaltung von Sektor 3 und vervollständigt den bukkalen Korridor und seine Ästhetik. Schließlich wird Sektor 4 gestaltet und die Stabilität

der zentrischen Okklusion durch mehrere posteriore Kontakte erreicht.

Nachdem dieser Entwurf virtuell freigegeben wurde, werden Modelle gedruckt (Whip Mix) und Silikon Schlüssel (Elite HD+, Zhermack) hergestellt. Diese Schlüssel werden verwendet, um den bis dato virtuellen Entwurf mit einem BIS-Acrylat (Luxatemp, DMG) in den Mund des Patienten zu übertragen. Dieses Mock-up wird mit Fotos und Intraoralscans dokumentiert, um eine reibungslose Kommunikation zwischen Teammitgliedern und Patienten sicherzustellen. Die Abbildungen 10 bis 18 zeigen das anatomische Design sowie das funktionelle Mock-up im Mund des Patienten sowie die Auswirkungen, die dieser Entwurf auf das Erscheinungsbild des Patienten hat.

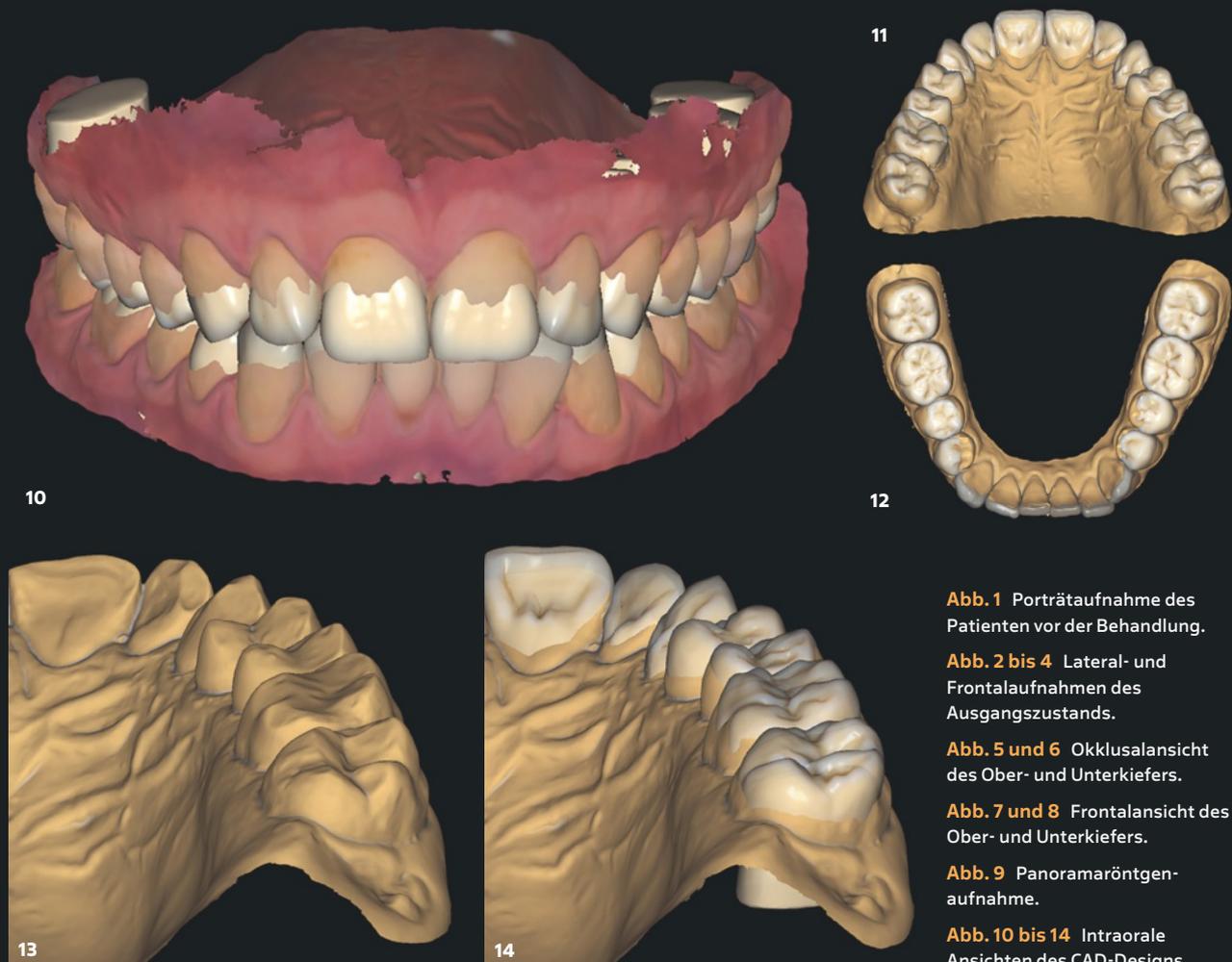


Abb. 1 Porträtaufnahme des Patienten vor der Behandlung.

Abb. 2 bis 4 Lateral- und Frontalaufnahmen des Ausgangszustands.

Abb. 5 und 6 Okklusalanzeige des Ober- und Unterkiefers.

Abb. 7 und 8 Frontalanzeige des Ober- und Unterkiefers.

Abb. 9 Panoramaröntgenaufnahme.

Abb. 10 bis 14 Intraorale Ansichten des CAD-Designs.



Abb. 15
Integration des Gesichtsscans
und des virtuellen Artikulators
in die CAD-Software.



Abb. 16 bis 18
Mithilfe eines aus BIS-Acrylat
hergestellten Mock-ups wird
das erarbeitete Design im Mund
geprüft.





Abb. 19 Die Entfernung der alten Versorgungen und Rekonstruktion der Zähne erfolgt sektorenweise.

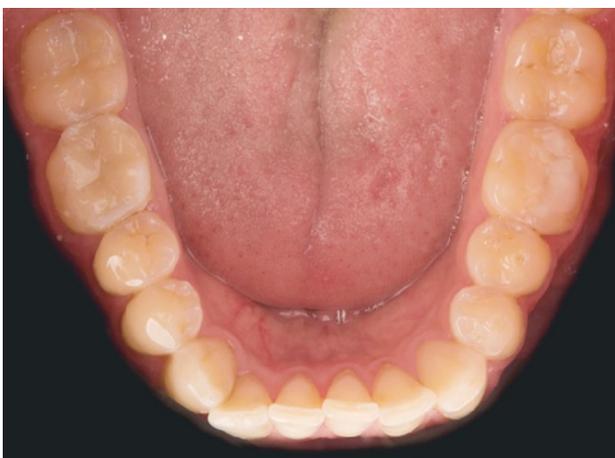


Abb. 20 bis 22 Die Post-NABR-Bilder zeigen die strukturelle Verbesserung; es fanden nahezu keine okklusalen Veränderungen statt.

Behandlungsplan

Die Freigabe des Entwurfs und somit der Planungsgrundlage führt zu folgendem individuellen interdisziplinären Behandlungsplan:

1. Parodontale Basistherapie, Extraktion der Weisheitszähne und Anleitung zur Mundhygiene
2. Nichtanatomische biologische Rekonstruktion (NABR)
3. Anatomische Rekonstruktion mittels „Temporary Adhesive Systematization“ (TAS)
4. Therapie mit einer transparenten Zahnschiene (Clear Aligner)
5. Sektorweise Restauration des Seitenzahn- und Frontzahnbereichs mit Keramikrestaurationen
6. Kontrolle und Nachsorge sowie Aufbisschiene für die Nacht (Night Guard)

Behandlungsschritte

Phase 1

Die Autoren beginnen mit einer Basistherapie, einschließlich Scaling und Wurzelglättung, um die Infektionsherde zu verkleinern. Zudem wurde der Patient hinsichtlich einer adäquaten Mundhygiene individuell angeleitet. Die Röntgenaufnahmen zeigten keinen allgemeinen Knochenverlust oder parodontale Defekte. Um die bakterielle Besiedlung der Risikostellen zu vermindern, wurden die Weisheitszähne extrahiert.

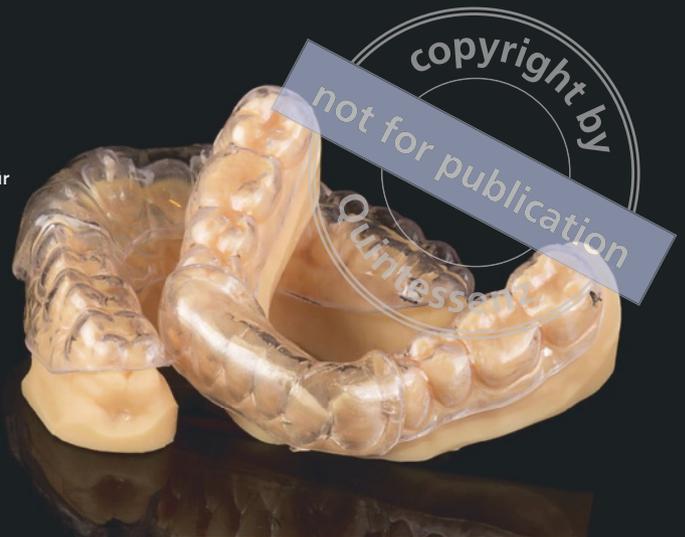
Phase 2

Bei der NABR handelt es sich um einen Schritt des EGOP-Ansatzes, bei dem infizierte Zahnschicht und defekte Restaurationen ersetzt werden. Auch der sofortige Schutz und die Versiegelung des Dentins werden ohne okklusale Veränderungen durchgeführt.

In diesem Schritt liegt der Fokus auf dem Ersatz defekter Restaurationen, der Behandlung von Karies, dem Füllen zervikaler Läsionen und dem Ersetzen alter Kronen durch provisorische Versorgungen. In diesem Fall wurden die Zähne mit entsprechenden rotierenden Instrumenten und einem Pulverstrahlgerät (AquaCare, Medivance) behandelt und anschließend mithilfe von Faserstiften, Bulk-Fill-Kompositen, Wurzelstiften sowie Aufbauten und/oder fließfähigen Kompositen restauriert. Eine derartige Behandlung sollte immer unter vollständigem Kofferdam durchgeführt werden (Nic Tone, MDC Dental).



Abb. 23
Gedruckte Modelle
und transluzente
Silikonschablonen für
das TAS-Verfahren.



Nach diesen beiden ersten Behandlungsphasen war die parodontale Gesundheit und die verlorene bzw. geschädigte Zahnstruktur des Patienten wiederhergestellt. Die okklusale Anatomie war zu diesem Zeitpunkt noch nicht verändert worden. Maximale Interkuspitation und VDO wurden beibehalten. Die Abbildungen 19 bis 22 zeigen die NABR-Verfahren an verschiedenen Zähnen und das Gesamtergebnis.

Phase 3

Bei der anatomischen Rekonstruktion mittels Temporary Adhesive Systematization (TAS) handelt es sich um ein klinisches Vorgehen, bei dem das digitale Design (zuvor freigegeben und klinisch getestet) mithilfe transluzenter Schablonen und keramisch hoch gefüllter, fließfähiger Komposite in den Mund übertragen wird.

Die Wiederherstellung der vollständigen Anatomie und die Erhaltung der Unabhängigkeit der Zähne vor der kieferorthopädischen Aligner-Therapie sind unerlässlich.

Deshalb wurden verschiedene Modelle gedruckt. Diese dienen der Herstellung mehrerer Schablonen, mit denen die digitale Planung übertragen werden sollte.

Die Phase 3 beginnt mit der Vorbereitung und Konditionierung des Oberkiefer-Frontzahnbereichs. Jeder Zahn wurde mit dem Pulverstrahlgerät gereinigt, der Schmelz mit 37%iger Phosphorsäure (Ultra-Etch, Ultradent) geätzt und die gesamte Struktur (Schmelz, Dentin und Komposit) mit einem universellen Adhäsivsystem (All-Bond Universal, Bisco) behandelt. Die Nachbarzähne wurden mit Teflonbändern geschützt und die Silikon-schlüssel in der entsprechenden Region mit Komposit befüllt. Nachdem die Schlüssel perfekt eingepasst waren, wurde jeder einzelne Zahn mit einem Lichthärtegerät (Valo, Ultradent) ausgehärtet.

Dieser Schritt wurde an allen Zähnen entsprechend der EGOP-Technik Sektor für Sektor durchgeführt. Anschließend wurde mit Texturierungs- und Poliertechniken das endgültige ästhetische Erscheinungsbild und die endgültige okklusale Anpassung erzielt.



Abb. 24 bis 27 Individuelle Rekonstruktion durch TAS in Sektor 1.

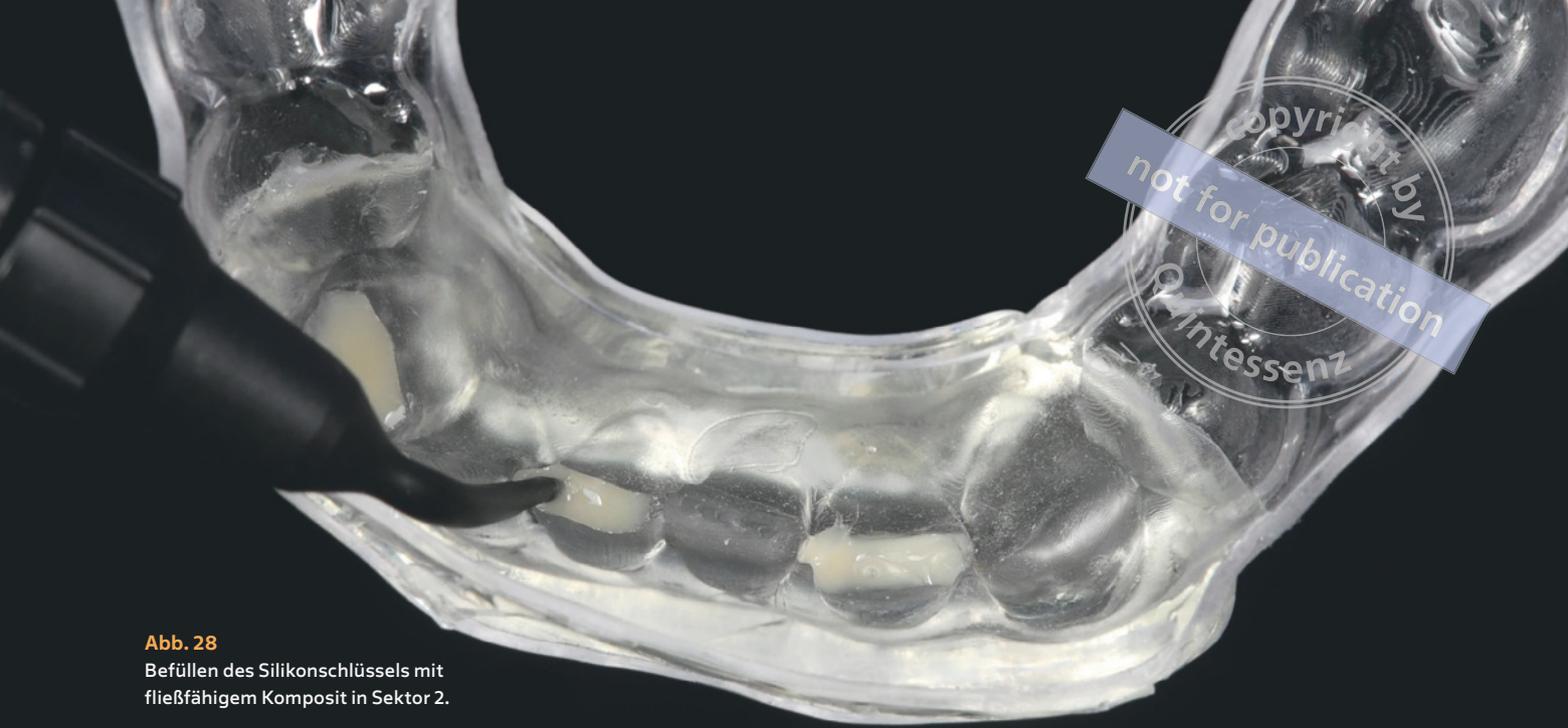


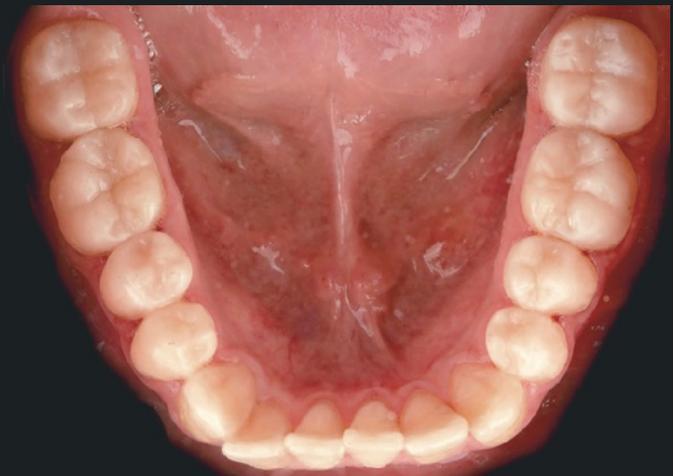
Abb. 28
Befüllen des Silikonschlüssels mit fließfähigem Komposit in Sektor 2.

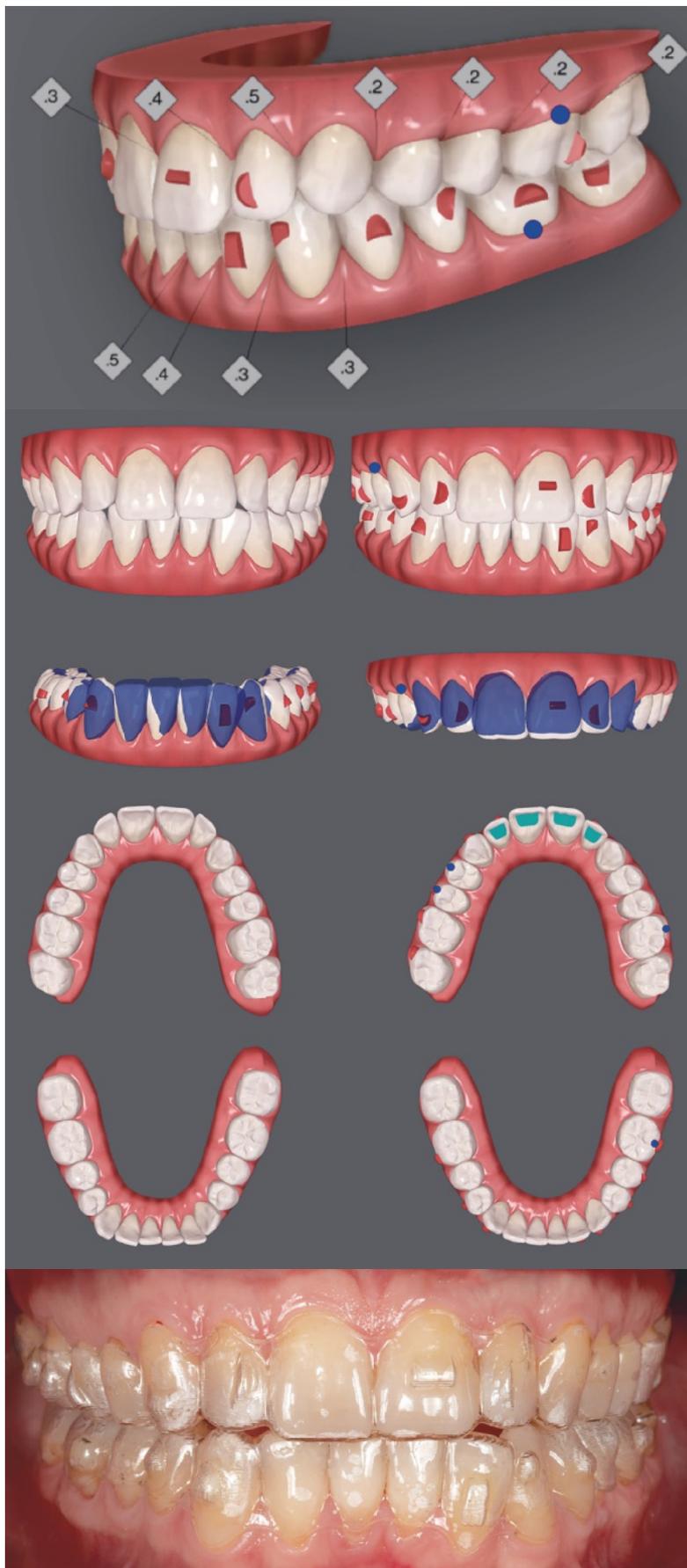
Nach dieser Phase erhielt der Patient eine komplette Rekonstruktion durch Kunststoff, bei der die gesamte verlorene Zahnschubstanz wiederhergestellt, aber gleichzeitig die früheren Fehlstellungen beibehalten wurden. Die Okklusion wurde hingegen verbessert, da die Sanierung eine neue VDO und eine neue zentrische Relation (CR) beinhaltete. Zudem wurde so die Ästhe-

tik wiederhergestellt. In der bevorstehenden kieferorthopädischen Behandlung sollten anschließend noch die unbehandelten okklusalen und ästhetischen Aspekte korrigiert werden. Die Abbildungen 23 bis 31 zeigen einige der klinischen Schritte der TAS und die fazialen Auswirkungen dieser temporären Rehabilitation.



Abb. 29 bis 31
Intraorale Aufnahmen mit dem neuen okklusalen und ästhetischen Aufbau nach Abschluss des TAS-Verfahrens.





Phase 4

Nachdem die strukturellen Defizite (mittels NABR) und die Anatomie (mittels TAS) wiederhergestellt waren, konnte die kieferorthopädische Behandlung mit transparenten Alignern (Invisalign) durchgeführt werden. Mit dieser sollte die Okklusion des Patienten weiter verbessert sowie die Invasivität bei der Zahnpräparation verringert werden.

Eröffnet wurde diese Phase mit einem Intraoralscan des Ober- und Unterkiefers und einer okklusalen Registrierung (iTero). Der Invisalign-Behandlungsplan umfasste 17 Aligner mit Attachments auf beiden Kieferbögen für einen Zeitraum von 6 Monaten, gefolgt von weiteren 11 Alignern auf beiden Bögen für weitere 4 Monate zur Verfeinerung. Die Bewegungen umfassten die transversale Expansion des Ober- und des Unterkiefers, die Intrusion der Unterkieferfrontzähne und strategisches Stripping in den proximalen Bereichen mehrerer Zähne. Um die Okklusion zu erhalten, war nach einem Jahr Behandlung eine tiefgezogene Aufbisschiene (Night Guard) für den Oberkiefer angezeigt. In den Abbildungen 32 und 33 sind die Planung der Invisalign-Behandlung und eine klinische Ansicht während der Behandlung zu sehen.

Abb. 32

Aligner-Planung.

Abb. 33

Klinische Ansicht der eingesetzten Aligner.

Phase 5

Vor Beginn dieser Phase konnten bei dem Patienten die folgenden klinischen Parameter erreicht werden:

- Vollständige Sanierung mit Kompositen
- Keinerlei ästhetisch motivierte Zahnpräparationen oder Verlust von Zahnschubstanz aufgrund der die 100%igen additiven Zahnmedizin
- Zentrische Okklusionsbeziehung
- Angehobene VDO
- Funktionelle Frontzahnführung
- Verbesserte Ästhetik

Diese Phase 5 untergliedert sich in zwei verschiedene Schritte, die jeweils in den einzelnen Sektoren durchgeführt wurden:

- Schritt 1: Präparation der Zähne, Intraoralscan, provisorische Versorgung und Anfertigung der definitiven zahntechnischen Versorgungen
- Schritt 2: Zahnreinigung, adhäsive Befestigung und Prüfung der Okklusion

Die Phase begann mit einem Intraoralscan der Kiefer. Es folgten eine 3-D-Modellabformung und die Herstellung der Silikonschlüssel aus Polyvinylsiloxan (PVS) (Zeta-labor, Zhermack) und der gedruckten Hilfsschablonen zur Orientierung bei der Präparation der Zähne und zur Herstellung der Provisorien.

Die Präparationen können abhängig von dem Volumen der verbliebenen Zahnstruktur, der Größe der Oberfläche der Kompositaufbauten und -füllungen, ästhetischen Aspekten, okklusalen Belastungen sowie aus biomechanischen Gründen unterschiedlich gestaltet sein. In diesem Fall waren die folgenden Designs indiziert:

- Oberkieferfrontzähne (Sektor 1): palatinale Veneers und bukkale Veneers mit Schneidekantenreduktion
- Unterkieferfrontzähne (Sektor 2): Bukkale Veneers mit Schneidekantenreduktion
- Zähne im Seitenzahnbereich (Sektoren 3 und 4): Onlay-Design (okklusale und bukkale Reduktion)

Die Scans der präparierten Zähne wurden an das Dentallabor geschickt, um die Versorgungen zu entwerfen (Exocad) und aus Keramik zu fräsen (Amann Girrbach). In diesem Fall wurde Lithium-Disilikat (IPS e.max CAD LT A1, Ivoclar Vivadent) als Material gewählt. Die Restaurationen wurden dann mit entsprechenden rotierenden

Instrumenten strukturiert und mit flüssiger Keramik (MiYO, Jensen Dental) akzentuiert und glasiert.

Die Befestigung der Keramikrestorationen wurden mit einer lokalen Anästhesie eingeleitet. Anschließend wurden die provisorischen Versorgungen entfernt und die verbliebene Zahnschubstanz gereinigt. Daraufhin erfolgte die vollständige Trockenlegung des zu behandelnden Bereichs.

Das Klebeprotokoll umfasste das Abstrahlen mit einem Pulverstrahlgerät, das Ätzen mit Phosphorsäure und das Auftragen eines Universaladhäsivs. Die Klebeflächen der Keramikrestorationen wurden mit Flusssäure geätzt, mit Alkohol gereinigt, getrocknet und mit Silan behandelt.

Nachdem die Keramikrestorationen in allen Sektoren definitiv befestigt waren, erfolgte als letzter Schritt die okklusale Anpassung. Mithilfe von hochwertigem Okklusionspapier (Bausch Progress) wurden die stärksten Kontakte entfernt, um eine größtmögliche Anzahl an Kontakten zu erzielen. Beidseitige Eckzahnkontakte und gleichmäßig verteilte Seitenzahnkontakte sowie eine Eckzahnführung ohne Seitenzahninterferenz waren die wichtigsten Punkte, die es für einen erfolgreichen Abschluss dieser Adaption zu erreichen galt.



Abb. 34 Gedruckte Schablone für die Präparation der Palatinalveneers in Sektor 1.

Abb. 35 Palatinale Veneers auf dem gedruckten Modell.



Abb. 36 bis 38
Adhäsive Befestigung der palatinalen Veneers.

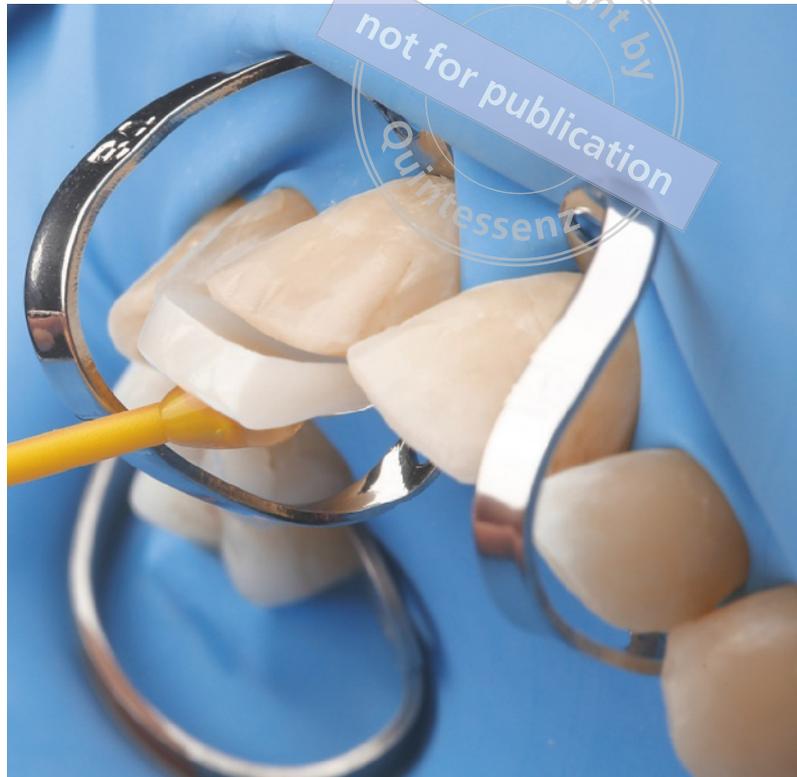


Abb. 39
Präparationen im Seitenzahnbereich. Das gewählte Präparationsdesign umfasste die okklusalen und bukkalen Flächen aller Prämolaren und Molaren (Onlay-Design).

Als Night Guard kam eine Michigan-Schiene zum Einsatz. Sie sollte eine mechanische Überbelastung der Restaurationen verhindern. Die Abbildungen 34 bis 38 veranschaulichen die Präparation und die Befestigung der palatinalen Veneers in Sektor 1; in den Abbildungen 39 bis 44 sind die Präparationen im Seitenzahnbereich sowie die Anfertigung der Restaurationen im Seiten- und Frontzahnbereich und in den Abbildungen 45 bis 50 die Präparationen der Sektoren 1 und 2 (OK- und UK-Frontzahnbereich) sowie die finalen Veneers dargestellt.



Abb. 40 STL-Dateien aus dem Intraoralscanner. Die Vorbereitungen in den Sektoren 3 und 4 wurden abgeschlossen und die digitalen Dateien für Design und die Produktion der Vollkeramikversorgungen an das Dentallabor geschickt.



Abb. 41
 Vorkristallisierte Lithium-Disilikat-
 Restaurationen nach der
 Makro- und Mikrotexturierung.

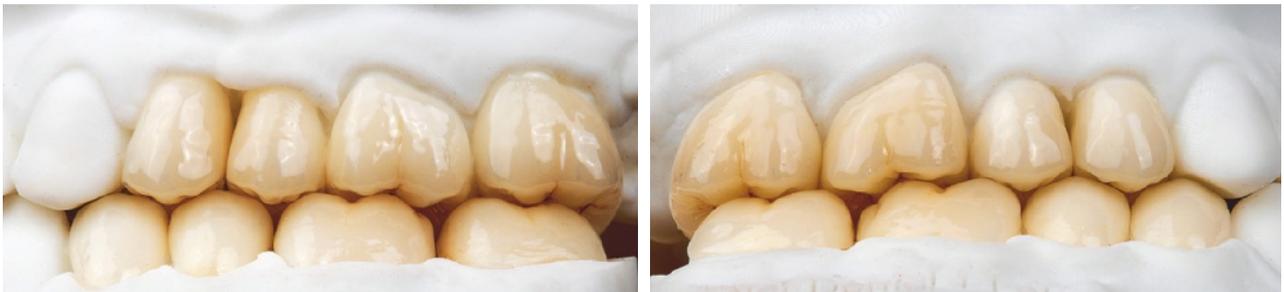


Abb. 42 bis 44
 Bemalte und glasierte Keramik-
 restaurationen in den Sektoren 3
 und 4. Zu beachten sind die
 präzisen okklusalen Kontakte und
 der bilaterale Eckzahnkontakt zur
 Erhaltung der VDO.





copyright by
not for publication
Quntessenz

Abb. 45 und 46

Veneer-Präparation
einschließlich Inzisal-
kanten in Sektor 1.



Abb. 47

Die präparierten Zähne in den
Sektoren 1 und 2 sind bereit zum
Scannen.



Abb. 48

STL-Dateien des Intraoralscan-
ners, die an das Dentallabor für
das Design und die Herstellung
der Veneers gesendet werden.



Abb. 49 und 50
Bemalte und glasierte
monolithische Lithium-
Disilikat-Veneers für die
Sektoren 1 und 2.

Phase 6

Nach Abschluss der Behandlung wurden sofort über einen längeren Zeitraum laufende Nachuntersuchungstermine angesetzt. Diese Sitzungen konzentrierten sich auf die parodontale Pflege und die Kontrolle des Bisses und der Schiene. Auch die Mundhygiene des Patienten wurde überprüft. 30 Tage nach dem Einsetzen wurde die Okklusion adaptiert, um die Kontaktsituation und die Funktion der Frontzahnführung zu verbessern. Die Abbildungen 51 bis 59 zeigen die Endergebnisse der Behandlung und das Erscheinungsbild der oralen Rehabilitation in intraoraler und frontaler Ansicht.

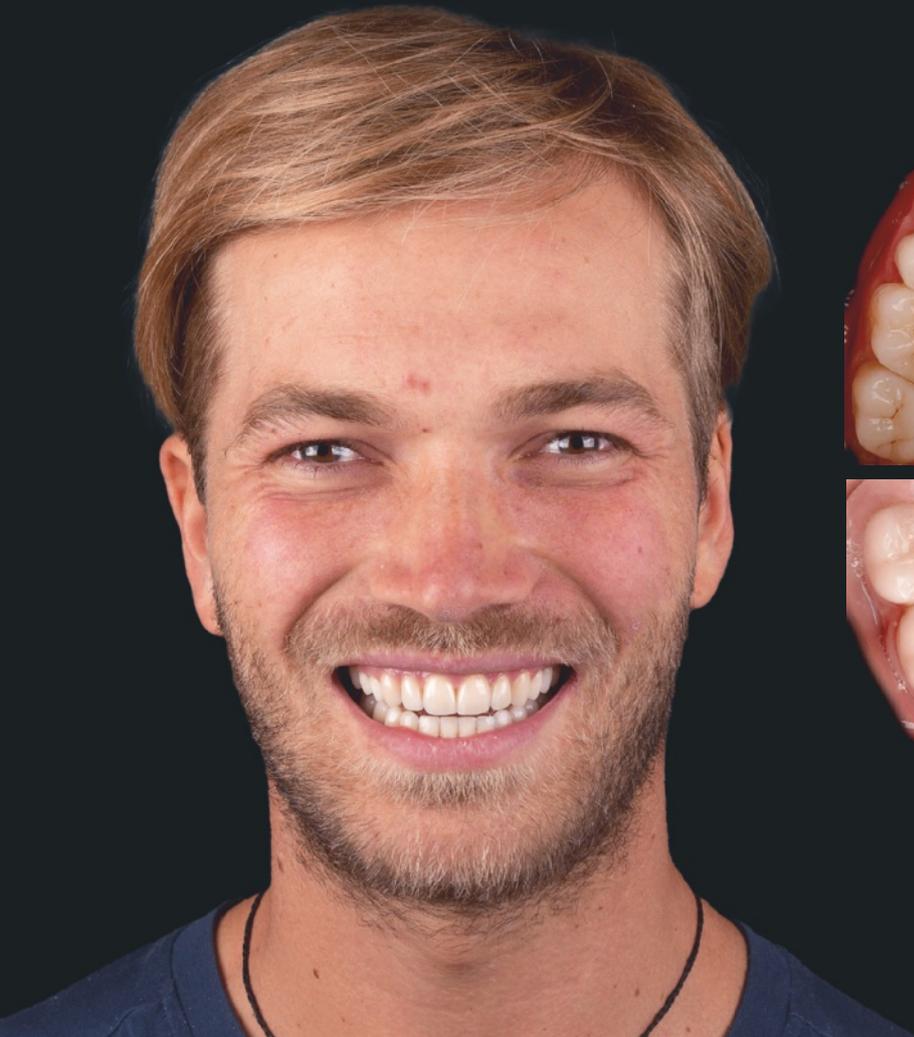


Abb. 51
Porträtaufnahme des Patienten
mit finaler oraler Rehabilitation.



Abb. 52 und 53
Okklusalanzeige des Ober-
und Unterkiefers mit
wiederhergestellten
natürlichen Okklusalfächern.



Abb. 54 bis 56
Lateral- und Frontal-
ansichten der komplett
restaurierten Kiefer in
Okklusion.



Abb. 57 und 58
Bukkale und palatinale
Veneers in Sektor 1.



Schlussfolgerung

In dem vorliegenden Fallbericht beschreiben die Autoren einen interdisziplinären Ansatz, der auf einem konsequent digitalen Workflow basiert. Die Behandlung wurde auf der Basis dreier Säulen durchgeführt: fazial orientierte Planung, Gewbeerhaltung und ästhetische/okklusale Integration. Ober- und Unterkiefer wurden hierfür in vier Sektoren mit spezifischen Zielen unterteilt, um mithilfe von digitalen Technologien die Gesichtsästhetik und Okklusion in Einklang zu bringen. Die vorgestellte Technik (EGOP) bietet einen zuverlässigen interdisziplinären Ansatz, um junge Patienten mit abgenutztem Gebiss zu behandeln.

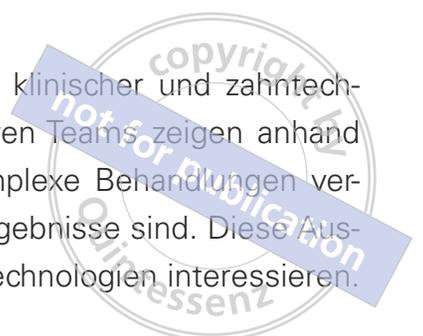
Literatur

- Albertini G, Bechelli D, Capusotto A. SAT: Sistemización adhesiva temporaria. Integración estético-oclusal predecible en rehabilitación conservadora. Informe de caso y revisión bibliográfica. *Rev Asoc Odontol Argent* 2021;109:107–118.
- Albertini GS, Bechelli D, Capusotto A. The esthetically guided and occlusally protected (EGOP) technique. *Int J Esthet Dent* 2023;18:162–178.
- Blasi A, Chiche GJ, Torosian A, Aimplee S, Londono J, Arias SR. Key factors in treatment planning for complex cases—Orthodontics as a tool to manage severely worn dentitions. *J Cosmet Dent* 2016;32:88–106.
- Chiche GJ. Provisional restorations in anterior procedures. *Dent Today* 1994;13:32,34–37.
- Chu SJ. Range and mean distribution frequency of individual tooth width of the maxillary anterior dentition. *Pract Proced Aesthet Dent* 2007;19:209–215.
- Dietschi D, Argente A. A comprehensive and conservative approach for the restoration of abrasion and erosion. Part I: Concepts and clinical rationale for early intervention using adhesive techniques. *Eur J Esthet Dent* 2011;6:20–33.
- Dietschi D, Argente A. A comprehensive and conservative approach for the restoration of abrasion and erosion. Part II: Clinical procedures and case report. *Eur J Esthet Dent* 2011;6:142–159.
- Ganss C, Klimek J, Giese K. Dental erosion in children and adolescents—A cross-sectional and longitudinal investigation using study models. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001;29:264–271.
- Gil F, Suárez MJ, Lozano JFL, Salido MP. Prevalencia de hábitos parafuncionales en una población de adultos jóvenes estudiantes universitarios. *Rev Int Prótesis Estomatol* 2006;8:275–279.
- Kokich VG, Spear FM. Guidelines for managing the orthodontic-restorative patient. *Semin Orthod* 1997;3:3–20.
- Magne P, Magne M, Belser U. The diagnostic template: A key element to the comprehensive esthetic treatment concept. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:560–569.
- McLaren EA. Bonded functional esthetic prototype: An alternative pre-treatment mock-up technique and cost-effective medium-term esthetic solution. *Compend Contin Educ Dent* 2013;34:596–607.
- Terry D, Powers J, Blatz M. The injection resin technique: A novel concept for developing esthetic restorations. *Int Dent Afr* 2022;12:1–15.
- Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 1. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:30–44.
- Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 2. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:128–146.
- Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 3. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:236–257.

Abb. 59

Das Endergebnis zeigt eine natürliche Ästhetik und eine schöne Integration von Gewebe und Keramik.

Diese Ausgabe der QDT macht ihrem Namen als Quintessenz klinischer und zahn-
technischer Innovationen alle Ehre: Die weltweit besten restaurativen Teams zeigen anhand
umfassend dokumentierter Fälle, wie digitale Technologien komplexe Behandlungen ver-
einfachen und präzise Diagnosen die Grundlage für exzellente Ergebnisse sind. Diese Aus-
gabe ist ein Must-Have für alle, die sich für modernste dentale Technologien interessieren.
Lassen Sie sich inspirieren!



Vincent Fehmer, MDT

ZTM Fehmer ist Fellow des International Team for Implantology (ITI), aktives Mitglied der European Academy of Esthetic Dentistry (EAED) und Mitglied der Oral Design Group, der European Association of Dental Technology (EADT) und der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde (DGÄZ). Er ist als Referent auf nationaler und internationaler Ebene tätig, hat über 50 Artikel in Peer-Reviewed Journals veröffentlicht und ist Autor diverser Buchbeiträge. Er ist Editor-in-Chief des International Journal of Esthetic Dentistry und des QDT-Yearbooks, das er seit 2023 publiziert.

ISBN 978-3-86867-717-1



www.quintessence-publishing.com